

Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2014

Norbert Wasmund¹, Jörg Dutz¹, Falk Pollehne¹, Herbert Siegel¹
und Michael L. Zettler¹

¹Leibniz- Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)
Seestraße 15, D-18119 Rostock-Warnemünde

Dies ist eine deutsche Fassung des englischen Artikels:

Norbert Wasmund, Jörg Dutz, Falk Pollehne, Herbert Siegel und Michael L.
Zettler: Biological assessment of the Baltic Sea 2014.

Meereswiss. Ber., Warnemünde, 98 (2015) DOI: 10.12754/msr-2015-0098

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Kurzfassung	3
1. Einleitung	4
2. Material und Methoden	6
2.1 Beprobungs-Strategie	6
2.2 Phytoplankton	7
2.3 Chlorophyll	8
2.4 Sedimentation	9
2.5 Mesozooplankton	10
2.6 Makrozoobenthos	11
2.7 Qualitätssicherung	12
3. Die abiotischen Verhältnisse in der Ostsee im Jahre 2014	14
4. Ergebnisse	16
4.1 Phytoplankton	16
4.1.1 Satellitengestützte Darstellung der raum-zeitlichen Cyanobakterien-Entwicklung	16
4.1.2 Jahresgang von Artenzusammensetzung und Biomasse	17
4.1.2.1 Frühjahrsblüte	20
4.1.2.2 Sommerblüte	25
4.1.2.3 Herbstblüte	31
4.1.3 Regionale Unterschiede in der Artenzusammensetzung	31
4.1.4 Veränderungen der Artenzusammensetzung	35
4.1.5 Chlorophyll a	37
4.1.6 Sedimentation	41
4.2 Mesozooplankton	48
4.2.1 Artenspektrum, Wasseraustausch und Neozoen	48
4.2.2 Jahresgang in der Artenzusammensetzung	50
4.3 Makrozoobenthos	62
4.3.1 Sedimente und Sauerstoff	62
4.3.2 Makrozoobenthos an den Stationen	62
4.3.3 Langfristiger Trend	67
4.3.4 Rote Liste	69
4.3.5 Neozoen	71
Zusammenfassung	71
Danksagung	76
Literaturverzeichnis	76
Anhang	82

Kurzfassung

Die 1979 begonnene HELCOM-Datenreihe der Artenzusammensetzung und Biomasse bzw. Abundanz des Phyto- und Zooplanktons sowie des Makrozoobenthos im Gebiet von der Kieler Bucht zur östlichen Gotlandsee wurde im Jahre 2014 fortgesetzt.

Die Phytoplankton-Frühjahrsblüte muß in der Mecklenburger Bucht vom 20.2. bis 19.3.2014 stattgefunden haben und wurde in der Arkonasee Mitte März voll entwickelt angetroffen, dominiert von *Skeletonema marinoi*. Das starke Auftreten von *Ceratium* im Frühjahr ist überraschend. Die dominanten Arten im Mai waren *Dictyocha speculum* in der westlichen Ostsee und *Mesodinium rubrum* in der Arkonasee. Im Sommer trat in der westlichen Ostsee eine Kieselalgenblüte, aber keine Cyanobakterienblüte auf. Die Herbstblüte wurde nicht wie üblich von *Ceratium tripos*, sondern von *C.fusus* dominiert. Die im November 2014 gefundenen marinen Arten *Noctiluca scintillans* und *Spatulodinium pseudonociluca* zeigen einen Einstrom von Nordseewasser schon vor dem großen Einstromereignis vom Dezember 2014 an.

Die Chlorophyll-a-Konzentrationen zeigen ihr Maximum (10,35 mg m⁻³) zu Zeiten der Frühjahrsblüte Mitte März in der Arkonasee.

Die Sedimentation des organischen Materials im Arkonabecken zeigte im Frühjahr 2014 einen nur geringen, aber im 2.Halbjahr einen ansteigenden Partikelfluss, der als Artefakt aufgrund der Besiedlung der Falle mit Seepocken gewertet werden kann. Diese ungewöhnlich starke Besiedlung könnte mit dem Einstrom von Nordseewasser vom Februar und März 2014 erklärt werden. Die extrem hohen Sedimentationsraten von 3,0 mol C, 429 mmol N, 1,2 mol Si und 9,3 mmol P m⁻² a⁻¹ bei einem Massefluss von 293 g Trockenmasse m⁻² a⁻¹ können daher nicht mit den Daten aus den Vorjahren verglichen werden. Die Artendiversität sowohl der Diatomeen als auch der Dinoflagellaten blieb in ähnlich hohen Bereichen wie im Vorjahr.

Beim Zooplankton wurden in 2014 ausgeprägte Abundanz-Maxima während des Sommers in der Arkona- und Bornholsee gefunden. Diese gehen vor allem auf *Bosmina* spp. und ungewöhnlich hohe Vorkommen von *Temora longicornis* und *Centropages hamatus* zurück. In der Kieler und Mecklenburger Bucht dominierten Copepoden und Bivalvia-Larven; *Paracalanus parvus* löste dort *Pseudocalanus* spp. als häufigste Art ab. Polychaetenlarven oder *Evadne nordmanni* wiesen ein früheres zeitlichen Vorkommen auf, die Rotatorien waren im Gegensatz zu den Vorjahren hauptsächlich auf des Frühjahr beschränkt. Mit *Evadne anonyx*, die bisher nur in der östlichen Ostsee auftrat, wurde erstmals diese invasive Art in der Kieler Bucht nachgewiesen.

Mit insgesamt 117 ist die Artenzahl des Makrozoobenthos im Vergleich zu den Vorjahren als mittelmäßig zu bezeichnen. Anhaltender Sauerstoffmangel verursachte einen Arten- und Abundanzschwund in der Mecklenburger Bucht. In Abhängigkeit vom Seegebiet schwankten die Individuendichten zwischen 183 und 10.899 Ind./m² und die Biomasse zwischen 1,7 und 75,2 g AFTM/m². Die hohe Artenzahl von 24 und der ebenfalls hohe Salzgehalt von 22,1 psu im zentralen Arkonabecken zeigen einen Salzwassereinstrom bereits vor dem großen Einstrom an. An den 8 Monitoringstationen konnten insgesamt 17 Arten der Roten Liste nachgewiesen werden. Der Anteil an Neozoen war 2014 mit 4 Arten sehr gering.

1. Einleitung

Der vorliegende Bericht stellt die Ergebnisse des biologischen Monitoring dar, das am Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) durchgeführt wird. In der Ausschließlichen Wirtschaftszone Deutschlands (AWZ) wird das Monitoring im Auftrage des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) durchgeführt, in der zentralen Ostsee (östliche Gotlandsee) wird die Langzeit-Datenerfassung jedoch aus Hausmitteln des IOW finanziert. Diese Zustandseinschätzung basiert auf dem Bericht, der dem BSH im August 2015 vorgelegt wurde und ist eine inhaltlich unveränderte Übersetzung; er wurde aber mit Daten aus der Bornholmsee und östlichen Gotlandsee ergänzt.

Das Monitoring ist Bestandteil des internationalen Umweltüberwachungsprogramms der Helsinki-Kommission (HELCOM), an dem bereits das Vorgänger-Institut des IOW seit seinem Beginn im Jahre 1979 beteiligt war. Es beinhaltet neben den biologischen Komponenten auch ein umfangreiches hydrographisch-chemisches Untersuchungsprogramm (NAUSCH et al. 2015). Mit Gründung des IOW im Jahre 1992 wird der deutsche Beitrag zum Monitoring-Programm der HELCOM kontinuierlich weitergeführt.

Die gewonnenen Daten sind Bestandteil des koordinierten Meßprogramms der deutschen Küstenländer. Die Arbeitsgemeinschaft Bund/Länder-Messprogramm Nord- und Ostsee (ARGE BLMP) wurde mit Inkrafttreten des Verwaltungsabkommens Meeresschutz am 30. März 2012 durch den Bund/Länder-Ausschuss Nord- und Ostsee (BLANO) mit erweiterten Aufgaben zur gemeinsamen Umsetzung der Anforderungen der EG-Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) ersetzt (siehe <http://www.blmp-online.de/Seiten/Infos.html>). Die gewonnenen Daten werden über nationale Datenbanken jährlich an die Datenbank des ICES (International Council for the Exploration of the Sea, siehe <http://www.ices.dk/indexnofla.asp>) gemeldet. Die internationale Auswertung der Monitoringdaten fand früher durch die HELCOM in Periodischen Assessments statt (HELCOM 1987, 1990, 1996, 2002). Gegenwärtig werden eher spezielle Thematische Assessments veröffentlicht, z.B. über Einflüsse klimatischer Veränderungen (HELCOM 2013a) oder der Eutrophierung (HELCOM 2014a). Ebenso werden jährlich kurze aktuelle Berichte in Form der „Baltic Sea Environmental Fact Sheets“, vormals „Indicator Fact Sheets“ veröffentlicht (JAANUS et al. 2007, HAJDU et al. 2008, OLENINA et al. 2009, OLENINA AND KOWNACKA 2010, ÖBERG 2014, WASMUND et al. 2015). Auch im Rahmen des BLMP wurden Indikatorberichte verfasst, wie der über das Chlorophyll in der deutschen AWZ der Ostsee (WASMUND et al. 2011 b).

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. 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-Meeressstrategie-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 Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie (RICHTLINIE 2008/56/EG) schafft den Ordnungsrahmen für die notwendigen Maßnahmen aller EU-Mitgliedsstaaten, um bis 2020 einen „guten Zustand der

Meeresumwelt“ in allen europäischen Meeren zu erreichen oder zu erhalten. Zu ihrer Implementierung in den deutschen Bereichen von Nordsee und Ostsee musste bis 2012 u.a.

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

Entsprechende Monitoringprogramme sind zu unterhalten bzw. auszubauen. 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.

Zur Bestimmung des guten Umweltzustandes sind Indikatoren zu entwickeln. Das erfolgte zum Beispiel im Rahmen des HELCOM-Projektes CORESET (HELCOM 2013b). Der Prozess der Entwicklung und Testung von Indikatoren ist sowohl im nationalen als auch im internationalen Rahmen noch nicht abgeschlossen. Mitarbeiter der Sektion Biologische Meereskunde des IOW sind involviert in der Entwicklung folgender HELCOM-“Core“- und “Pre-core“- Indikatoren, die in Beziehung zu den Desriptoren Biodiversität (D1), nicht-einheimische Arten (D2), Nahrungsnetz (D4) oder Eutrophierung (D5) stehen:

- Zooplankton mean size and total stock.
- State of the soft-bottom macrofauna communities.
- Population structure of long-lived macrozoobenthic species.
- Cumulative impact on benthic habitats
- Extent, distribution and condition of benthic biotopes.
- Trends in arrival of new non-indigenous species.
- Lower depth distribution limit of macrophyte species.
- Chlorophyll a concentrations
- Diatom/Dinoflagellate Index
- Seasonal succession of dominating phytoplankton groups
- Cyanobacterial surface accumulations

Die durch das IOW erhobenen Monitoringdaten stellen eine wichtige Grundlage zur Entwicklung und Testung der Indikatoren sowie der Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie dar. Die umfassende wissenschaftliche 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 2014 bereits erschienen ist (NAUSCH et al. 2015).

Die Bearbeitung des Phytoplankton- und Chlorophyllkapitels lag in den Händen von Dr. NORBERT WASMUND. Die Zooplanktonpassagen wurden von Dr. JÖRG DUTZ und der Makrozoobenthosteil 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 2014). 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 2014b) verbindlich vorgeschrieben.

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 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 IOW-Stationenbezeichnungen sind aus Tab. 1 ersichtlich.

Tab. 1

Häufigkeit der Probenahme (= Anzahl der Probentermine) zur Gewinnung der biologischen Daten des IOW im Jahre 2014.

Stationsnummer	IOW- Stationsnummer	Chloro- phyll	Phyto- plankton	Zoo- plankton	Zoo- benthos
Beltsee					
OMBMPN3	TF0360	5	5	5	1
OMBMPN1	TF0010	-	-	-	1
OMBMPM2	TF0012	10	10	10	1
OMO22	TF0022	5	5	-	-
OM18	TF0018	-	-	-	1
OMBMPM1	TF0046	10	10	10	-
Arkonasee					
OMBMPK8	TF0030	10	10	10	1
OMBMPK5	TF0113	10	10	9	-
OMBMPK4	TF0109	5	5	5	1
Pommernbucht					
OMBMPK3	TF0152	-	-	-	1
OM160	TF0160	-	-	-	1
Bornholmsee					
OMBMPK2	TF0213	9	9	8	-
Östl. Gotlandsee					
OMBMPK1	TF0259	5	5	5	-
OMBMPJ1	TF0271	5	5	5	-

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. Die Stationen

OMBMPN₃ (Kieler Bucht), OMBMPK₄ (Arkona See) und OMBMPK₁/OMBMPJ₁ (östliche Gotlandsee) werden standardmäßig jedoch nur auf den Hinreisen beprobt.

Die Sinkstoff-Fallen werden ab dem Jahre 2008 im Messfeld Arkonabecken (siehe Station AB in Abb. 1) installiert.

Die Zooplankton-Probenahme wird in Übereinstimmung mit den Vorgaben durch HELCOM den hydrographischen Bedingungen angepasst. Bei einer vollständig durchmischten Wassersäule wird eine vom Boden bis zur Wasseroberfläche durchgehende Netzprobe genommen. Vertikal aufgelöste Netzfänge werden durchgeführt, wenn durch salzreiches Wasser in der Tiefe eine Halokline vorliegt oder die saisonale Erwärmung während des Frühjahrs und des Sommers eine Thermokline ausgebildet ist. Dabei wird in der Regel eine Probenahme im anoxischen Bereich vermieden. In 2014 wurden so während der Terminfahrten insgesamt 108 Zooplanktonproben gewonnen. Eine detaillierte Übersicht über die in 2014 auf den verschiedenen Stationen beprobten Wasserkörper befindet sich in Tabelle 2.

Makrozoobenthos-Proben werden nur einmal im Jahr (im November) von insgesamt 8 Stationen genommen (siehe Tab. 3 auf Seite 12).

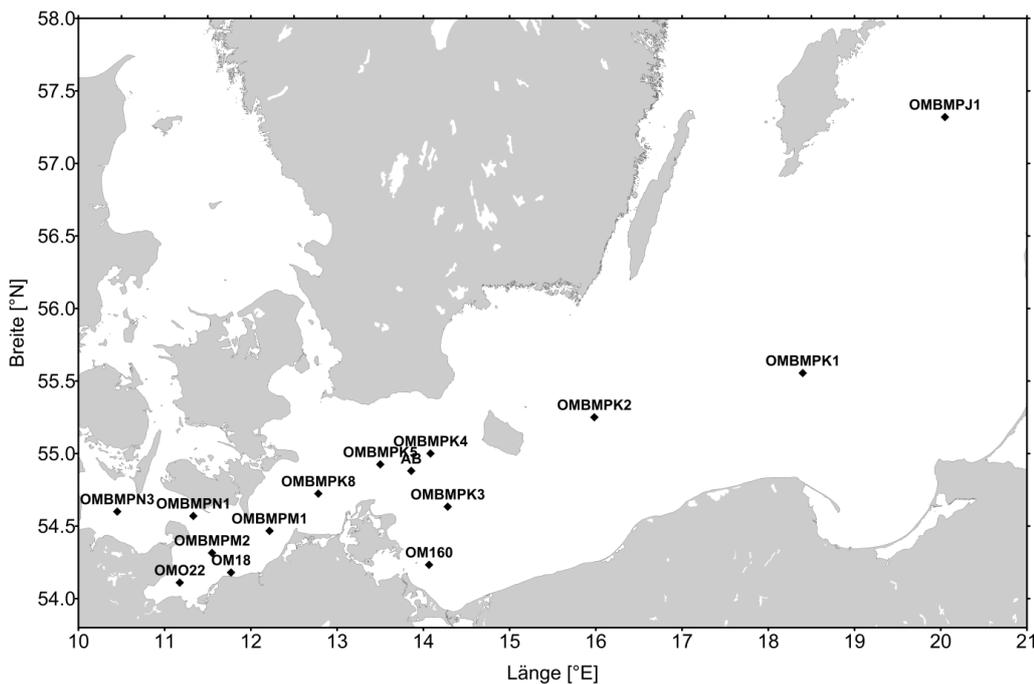


Abb. 1: Die Lage der beprobten Stationen in der Ostsee.

2.2 Phytoplankton

Im Allgemeinen werden 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 wird sowie eine Probe unterhalb der obersten Sprungschicht (meistens aus 20 m Tiefe). Bei Vorliegen interessanter Strukturen (z.B. markante Fluoreszenzmaxima im Tiefenprofil) werden auch aus diesen Wassertiefen zusätzliche Proben genommen. Die Proben (200 ml) werden mit 1 ml saurer Lugolscher Lösung fixiert und so bis zur Auswertung gelagert (max. 6 Monate).

Die Biomasse der einzelnen Phytoplanktonarten wird mikroskopisch nach der traditionellen Methode nach UTERMÖHL (1958) bestimmt. Bei der Zählung werden 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, werden 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 im Allgemeinen 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 2014b). 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_BVOL2015, siehe http://www.ices.dk/marine-data/Documents/ENV/PEG_BVOL.zip. Informationen zur Artenliste auf der ICES-Seite können auch eingesehen werden unter <http://www.ices.dk/marine-data/Pages/default.aspx> (oben auf das große graugrüne Feld „HELCOM PEG BIOVOLUME klicken).

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 – Konzentrationen werden 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 werden durch Glasfaserfilter (Whatman GF/F) filtriert. Die Filter werden dann in flüssigem Stickstoff (-196 °C) schock-gefrostet und im Institut für maximal 3 Monate bei -80 °C gelagert. Die Extraktion erfolgt mit 96 %igem Ethanol, wie es von HELCOM (2014b) 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 Bericht von WASMUND et al. (2011 a) 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“, = Abkürzung für „Chlorophyll a total“) bezeichnen. Dieses Verfahren wird von HELCOM (2014 b) und der UAG Qualitätssicherung Plankton im BLMP empfohlen. In den Jahren 2008-2010 haben wir die Methoden mit und ohne Ansäuerung parallel durchgeführt, im Jahre 2010 parallel sogar eine „alte“ und eine „neue“ Methode zur Bestimmung von „Chl.a-tot“ (siehe WASMUND et al. 2011 a). Die ermittelten Werte „Chl.a-kor“ und „Chl.a-tot-ALT“ wichen deutlich voneinander ab. Es wurde bereits in den vorjährigen Berichten empfohlen, die „Chl.a-tot-ALT“-Werte der Jahre 2008-2010 nicht zu verwenden. Die ab 2010 angewendete „neue Methode“ basiert auf einem speziell konfigurierten Fluorometer (TURNER - Fluorometer 10-AU-005-CE), das die Störung durch Chlorophyll b eliminiert (Methode von WELSCHMEYER 1994). Die resultierenden Werte „Chl.a-tot-NEU“ kamen den Werten von „Chl.a-kor“ erstaunlich nahe. Deshalb empfahlen WASMUND et al. (2011 a), bis zum Jahre 2009 die Werte „Chl.a-kor“ zu verwenden und ab 2010 die „Werte Chl.a-tot-NEU“. Dadurch kommt es zu keinem Bruch in der Langzeit-Datenserie. Ab dem Bericht zum Jahr 2013 schreiben wir statt „Chl.a-tot-NEU“ nur noch „Chl.a-tot“.

2.4 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 Sinkstoffalle 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 7 und 10 Tagen. In der Verankerung befand sich die Falle unter der Dichteschichtung in 35 m Tiefe im Tiefenwasser. Am aufgefangenen Material wurden Elementaranalysen, Bestimmungen der natürlichen Isotopenzusammensetzung sowie mikroskopisch-taxonomische Analysen durchgeführt. Der Technische Ablauf der Probengewinnung im Jahr 2014 lief nach Plan ab. Die Verankerungen konnten regulär aufgenommen werden, es traten dabei keine technischen oder logistischen Probleme auf. In der Probenaufarbeitung fiel durch einen Defekt am Messgerät ein Messwert für Kohlenstoff aus, der eine Periode von 7 Tagen betraf.

Es wurde allerdings festgestellt, dass der Gitterdeckel der Falle 2014 zunehmend von Balaniden (Seepocken) besiedelt wurde, die durch ihre filtrierende Lebensweise aktiv Partikel konzentrieren und z.T. als Kotmaterial in das Fallolumen abgaben. Die Raten für den passiven Transport von absinkendem Material wurden dadurch so verfälscht, dass ein Vergleich mit den

Vorjahren nur auf qualitativer Ebene möglich ist. Eine Unterscheidung der beiden Prozesse ist nicht möglich, da es sich um das gleiche Quellmaterial handelt. Dieses Wachstum wurde in den Vorjahren nur vereinzelt an der Außenhaut der Falle beobachtet. Es wurde bisher offensichtlich durch die niedrigen Sauerstoffkonzentrationen in Bodennähe unterhalb der Sprungschicht unterdrückt. Da sich im Jahr 2014 schon vor dem großen Nordseewassereinstrom im Dezember salzreiches und damit auch sauerstoffhaltiges Wasser im Arkonabecken einschichtete, können sich damit zugleich mit dem Zustrom von Larven der Seepocken aus der westlichen Ostsee für diese vorteilhafte Wachstumsbedingungen ergeben haben. Abb. 2 zeigt die über die zweite Jahreshälfte zunehmende Füllung der Sammelgläser mit Kotmaterial und die Abdrücke der Seepocken auf den Behältern.

Abb. 2: Sammelgläser zwischen Juni und November 2014 mit Spuren von Seepockenbewuchs



2.5 Mesozooplankton

Die Beurteilung des Jahres 2014 basierte auf insgesamt an 67 Stationen innerhalb der Deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) sowie in der Bornholm- und Gotlandsee gewonnenen Zooplanktonproben (Abb. 1). Diese Beprobung wurde entsprechend der HELCOM-Vorschrift mit einem WP-2 Netz (100 µm Maschenweite) in bis zu drei Tiefenstufen pro Station vorgenommen. Die Netzfänge werden als Vertikalhols durchgeführt. Das Netz ist zum Zweck der Bestimmung der filtrierten Wassermenge mit einem Durchflußzähler versehen. Netzwinkel, die mehr als 40° betragen, werden hierbei vermieden. Die Proben wurden bis zur weiteren Bearbeitung in wässriger Formalinlösung (4 vol%) fixiert.

Die Bestimmung der Taxa erfolgte im Labor. Hierbei wurde in jeder Probe eine Mindestanzahl an Individuen bestimmt, gezählt und deren Abundanz (Individuen/m²) errechnet. Für die Analyse wurden schrittweise mehrere Unterproben einer Gesamtprobe mit Hilfe einer Bogorov-Zählkammer mikroskopisch ausgezählt. Anschließend wurde der Rest der Probe auf weniger häufigen Tiere und Neozoa durchgesehen. Alle Probenbearbeitungen wurden gemäß der gültigen HELCOM Vorschrift durchgeführt. Das heißt, dass bei drei Taxa mit Ausnahme von Nauplien, Rotatoria und Eubosminidae mindestens die Zahl von 100 Individuen erreicht wurde. Anschließend wurde die Gesamtprobe analysiert, wobei nur die Taxa quantitativ berücksichtigt wurden, die in dem bisherigen Teilproben-Verfahren nicht bzw. nur in sehr geringen Anzahlen auftraten. Von der Zählung ausgeschlossen waren Häutungsprodukte und Phytoplankton. Bei Tieren, die zerbrochen und nur unvollständig waren, wurde jeweils nur das Kopfteil berücksichtigt, sofern das einem Taxa zuzuordnen war.

Die Analyse des Zooplanktons erfolgte nach einer internen Artenliste, die auf der langjährigen Aufzeichnung des Arteninventars und auf dem Ostsee-Zooplanktonatlas (TELESH et al. 2008) basiert. Als Referenz für taxonomische Bezeichnungen und Zuordnungen fand das Integrierte Taxonomische Informationssystem (<http://www.itis.gov>) Anwendung. Als Referenz für Neozoa dienten Online-Datenbanken des Informationssystems für aquatische, nicht-einheimische Arten (AquaNIS, www.corpi.ku.lt/databases/index.php/aquanis) und des Europäischen Netzwerkes für invasive Arten (NOBANIS, <http://www.nobanis.org/Search.asp>). Die verwendeten taxonomischen Bezeichnungen und Zuordnungen beruhen gegenwärtig auf dem Integrated Taxonomic Information System (ITIS, <http://www.itis.gov/>).

Da die Bestimmung auf Artniveau bei *Bosmina* spp. ungeklärt ist wurde *Bosmina* spp. nur auf dem Gattungsniveau gezählt. Dem Standard des „Integrated Taxonomic Information System“ folgend, wurden die Bryozoa als Gymnolaemata und die Mysidacea als Lophogastrida aufgeführt.

Tab. 2

Übersicht über die beprobten Tiefen während der Zooplankton-Probenahme auf den in Abb.1 verzeichneten Stationen vom Februar bis November 2014.

Stations- Bezeichnung	Zeitraum				
	05.02. - 13.02.	17.03. - 25.03.	30.04. - 08.05.	19.07. - 29.07.	08.11. - 17.11.
	Tiefe von - bis (m)	Tiefe von - bis (m)	Tiefe von - bis (m)	Tiefe von - bis (m)	Tiefe von - bis (m)
OMBMPN3	15 - 0	14 - 0	15 - 0	16 - 0	15 - 0
OMBMPM2	20 - 0 20 - 0	20 - 0 21 - 0	20 - 0 20 - 9 - 0	21 - 0 22 - 0	21 - 13 - 0 20 - 0
OMBMPM1	21 - 13 - 0 21 - 0	21 - 0 22 - 6 - 0	22 - 10 - 0 21 - 6 - 0	22 - 0 22 - 11 - 0	23 - 0 21 - 14 - 0
OMBMPK8	19 - 0 18 - 0	18 - 7 - 0 19 - 14 - 0	19 - 14 - 0 18 - 13 - 0	19 - 0 20 - 13 - 0	20 - 13 - 0 19 - 0
OMBMPK5	41 - 0 50 - 0	42 - 12 - 0 53 - 0	41 - 25 - 0 41 - 28 - 0	44 - 15 - 0 43 - 0	44 - 24 - 0
OMBMPK4	42 - 0	42 - 0	41 - 22 - 0	45 - 22 - 0	45 - 28 - 0
OMBMPK2	80 - 50 - 0 80 - 50 - 0	82 - 50 - 0 83 - 50 - 0	85 - 45 - 0 85 - 35 - 0	85 - 42 - 12 - 0 85 - 42 - 0	
OMBMPK1	72 - 0	80 - 61 - 0	85 - 70 - 0	80 - 10 - 0	86 - 38 - 0
OMBMPJ1	120 - 75 - 0	140 - 70 - 0	90 - 60 - 0	125 - 60 - 10 - 0	125 - 40 - 0

2.6 Makrozoobenthos

Beginnend von der Kieler Bucht wurden bis zur Pommernbucht im November 2014 an 8 Stationen Benthosuntersuchungen durchgeführt. Die Übersicht in Tab. 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 2014 b). 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 2014 b) gefolgt und die Proben vor der Bearbeitung für 3 Monate gelagert. Alle Gewichtsbestimmungen (Feucht-, Trocken- und Aschefreie Trockenmasse) erfolgte durch Messungen auf einer Mikrowaage.

Tab. 3

Stationsliste über Untersuchungen am Makrozoobenthos im November 2014.

	Datum	Tiefe	Nord	Ost	Seegebiet
OMBMPN ₃	09.11.2014	16,8	54° 36,00	10° 27,00	Kieler Bucht
OMBMPN ₁	08.11.2014	25,8	54° 33,20	11° 20,00	Fehmarnbelt
OMBMPM ₂	08.11.2014	23,5	54° 18,90	11° 33,00	Mecklenburger Bucht
OM18	08.11.2014	19,5	54° 11,00	11° 46,00	Mecklenburger Bucht Süd
OMBMPK ₈	17.11.2014	21,0	54° 44,00	12° 47,40	Darßer Schwelle
OMBMPK ₄	10.11.2014	45,8	55° 00,00	14° 05,00	Arkonasee Zentral
OMBMPK ₃	10.11.2014	29,3	54° 38,00	14° 17,00	Pommernbucht Nord
OM160	10.11.2014	13,4	54° 14,50	14° 04,00	Pommernbucht Zentral

2.7 Qualitätssicherung

Zu Beginn des Jahres 2011 wurden die Antragsunterlagen zur Akkreditierung für die Prüfgruppen Phytoplankton, Zooplankton, Zoobenthos und Chlorophyll eingereicht. Seitdem arbeiten wir bereits wie akkreditierte Labore, mit Führung der erforderlichen Dokumente. Nach dieser über 3-jährigen Vorbereitungsphase erfolgte die Begutachtung nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 schließlich am 14. und 15.5.2014 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS). Sie verlief erfolgreich ohne Forderungen nach Nachbesserung.

Phytoplankton- (einschl. Chlorophyll), Zooplankton- und Zoobenthosdaten werden entsprechend der Prüfanweisungen („standard operating procedure“, SOP) und unter Führung

der erforderlichen Dokumente gewonnen. Alle Ergebnisse, Qualitätssicherungsmaßnahmen und Bearbeitungsschritte sind im Qualitätsmanagementsystem des IOW abgelegt. Einweisung, Kontrolle und Fortbildung der betrauten Mitarbeiter sowie Teilnahme an den angebotenen Qualitätssicherungsaktivitäten (z.B. Laborvergleichstests) sind selbstverständlich; Kurzinformation siehe <http://www.io-warnemuende.de/analytik.html>.

Die Qualitätssicherungsaktivitäten die einzelnen Parameter betreffend werden im Folgenden kurz genannt:

Phytoplankton

Jede 10. Probe wird selektiv für zwei wichtige Arten doppelt gezählt zur Eintragung in die Spannweiten-Kontrollkarte. Das entspricht auch der durch die HELCOM-Phytoplankton-Expertengruppe (PEG) international abgestimmten Strategie.

Die qualifizierte Artbestimmung des Phytoplanktons ist wesentlich vom Kenntnisstand des Bearbeiters abhängig. Aus diesem Grunde führt die Phytoplankton-Expertengruppe (PEG, siehe <http://helcom.fi/helcom-at-work/projects/phytoplankton/>) jährliche Weiterbildungsveranstaltungen und etwa in dreijährigem Abstand einen Ringtest durch. An dem PEG-Treffen des Jahres 2014 konnte kein IOW-Vertreter teilnehmen, da zeitgleich die Begutachtung zur Akkreditierung stattfand. Der letzte HELCOM-Ringtest für Phytoplankton wurde im Jahre 2012 durchgeführt (GRINIENE et al. 2013). Pläne für einen Ringtest, der von AquaEcology Oldenburg koordiniert wird, wurden auf dem Workshop „Methodische Abstimmung und Harmonisierung der Phytoplankton-Biovolumenbestimmung für das marine Monitoring“ (27.-28.11.2013, Berlin) abgestimmt. An diesem Europäischen Laborvergleichstest zum Phytoplankton-Biovolumen innerhalb des CEN/TC 230-Mandate M/424 nahmen im März 2014 die mit der Phytoplanktonanalyse betrauten Kolleginnen des IOW teil. Erste Resultate dieser sehr aufwändigen Arbeiten wurden auf der internationalen Arbeitstagung zur Entwicklung eines Europäischen Phytoplankton-Biovolumen-Standards vorgestellt, die vom 7. Bis 11. Oktober 2014 im Deutschen Institut für Normung (DIN) in Berlin stattfand.

Wie in jedem Jahr wurde die Arten- und Größenklassenliste der Biovolumendatei rückwirkend für das vorangegangene Jahr aktualisiert. Zu den Proben bis März 2014 gehört die offizielle ICES- und HELCOM-Biovolumendatei PEG_BIOVOL2014 und ab Mai 2014 die Biovolumendatei PEG_BIOVOL2015.

Chlorophyll

Jede 10. Probe zur Chlorophyll-Bestimmung wird doppelt genommen und separat analysiert zur Prüfung der Abweichung von Parallelen (Eintragung in die Spannweiten-Kontrollkarte). Das Fluorometer wird halbjährlich kalibriert.

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“) gemeldet (siehe Kapitel 2.3). Dadurch lagen unsere Werte meistens etwas höhere als der Durchschnitt aller Teilnehmer. Die Ergebnisse der Runde 73 des QUASIMEME-Ringtests für Chlorophyll a (AQ-11) fielen mit z-scores -0.1, 1.0, -0.4 und -0.9 trotzdem sehr gut aus. Wegen der allgemeinen Verschlechterung der Ergebnisse der

QUASIMEME-Teilnehmer wurde zur Ursachenfindung von QUASIMEME ein Workshop vom 4. bis 6.2.2014 in Ostende (Belgien) einberufen, an dem der mit der Chlorophyll-Analyse betraute Kollege Christian Burmeister teilnahm. In Zukunft werden zumindest die von manchen Teilnehmern gemeldeten HPLC-Ergebnisse aus der Gesamt-Berechnung ausgegliedert.

Zooplankton

Die Qualitätssicherung der Zooplanktonarbeiten wurde durch verschiedene Arbeitsschritte gewährleistet. Jede involvierte technische Mitarbeiterin bzw. jeder technische Mitarbeiter war in die entsprechenden Probenahme eingewiesen und hat die vorgeschriebenen Arbeitsabläufe (SOP) befolgt. Diese standardisierten Arbeitsabläufe beruhen auf den im HELCOM COMBINE Manual (HELCOM 2014b) festgelegten Verfahrensweisen.

Beim Zooplankton erfolgte routinemäßig eine wiederholte Analyse jeder 10. Probe. Eine wiederholte, betriebsinterne Doppelsichtung einer Probe hinsichtlich der Bestimmung von Arten und Anzahl erfolgte bei der Bearbeitung der Proben durch mehrere Mitarbeiter. Auch in 2014 lagen gemessene Abweichungen deutlich unterhalb des geforderten Schwellenwertes für kritische Fehler. Die zur internen Qualitätssicherung angelegte Vergleichs- und Belegsammlung wurde auch in 2014 unter besonderer Berücksichtigung der im Untersuchungsgebiet auftretenden *Evadne*-Arten erweitert. In internen Arbeitsgruppentreffen wurde speziell die taxonomische Identifikation von *Pseudo*- und *Paracalanus*-Arten und die Differenzierung der verschiedenen Gattungen und Arten innerhalb der Cladocera diskutiert. Unklarheiten bezüglich des möglichen Auftretens zweier verschiedener *Paracalanus*-Arten wurde mit Hilfe von internationalen Spezialisten auf einem Taxonomie-Workshop (SAHFOS, Plymouth) geklärt. Obwohl durch einen ausgeprägten Größenunterschied charakterisiert, erwiesen sich diese eindeutig als Morphotypen von *Paracalanus parvus*.

Makrozoobenthos

Die Makrozoobenthos-Arbeitsgruppe hat bisher an allen stattgefundenen Qualitätssicherungsmaßnahmen teilgenommen. Der 5. Makrozoobenthos-Ringtest, durchgeführt vom Umweltbundesamt (Qualitätssicherungsstelle des BLMP), beinhaltete 3 Tests und wurde im Herbst 2013 ausgegeben. Es wurden die Korngrößenbestimmung von Sedimenten, die Biomassebestimmung und die Sortierung, Artbestimmung und Zählung von benthischen Arten geprüft. Die Auswertung und Zusendung der Ergebnisse erfolgte im März 2015. Das Benthos-Labor des IOW schnitt in allen 3 Tests mit hervorragenden Ergebnissen ab.

3. Die abiotischen Verhältnisse in der Ostsee im Jahre 2014

Die Entwicklung der Wasseroberflächentemperatur (SST) wurde für das Jahr 2014 auf der Grundlage von Satellitendaten der amerikanischen NOAA- und der europäischen MetOp-Wettersatelliten erarbeitet, die täglich durch das BSH Hamburg bereitgestellt wurden (NAUSCH et al. 2015).

2014 war das wärmste Jahr seit 1990 und lag mit ca. 1.2 K über dem Mittelwert der Periode 1990-2014 und 0.4 K über dem bisher wärmsten Jahr 2008. Dazu haben außer Februar und Juni alle Monate und insbesondere die Monate Juli und August in der nördlichen Ostsee beigetragen. Die westliche Ostsee lag außer im Februar in allen Monaten +1 bis +3 K über den

langjährigen Mittelwerten. Nach mildem Beginn des Jahres sorgte ein Kälteeinbruch ab ca. 20.1.2014 für eine starke Abkühlung bis Anfang Februar. Trotzdem lag das Januar- Monatsmittel +2 K über den Mittelwerten (1990-2014) und der Januar war nach 2007 der zweitwärmste in der westlichen Ostsee seit 1990. Der Februar lag im Bereich der langjährigen Mittelwerte und war in der Arkonasee und im Bottnischen Meerbusen der kälteste Monat des Jahres. Der 4.2.2014 war der kälteste Tag in der gesamten Ostsee und der 6.2. der Tag maximaler Eisbedeckung. Der März entwickelte sich wie üblich zum kältesten Monat des Jahres in der Gotlandsee. Von März bis Mai waren in der gesamten Ostsee und sogar von März bis Dezember im westlichen Teil Anomalien von +1 bis +3 K zu verzeichnen. Der Juni war der einzige Monat mit beckenweiten negativen Anomalien von -1 bis -2 K in der zentralen und nördlichen Ostsee. Der Juli war nur in der Mecklenburger Bucht der wärmste Monat, ansonsten der August. Der wärmste Tag war der 28.7. mit Temperaturen von 21-25°C. Die untypische gleichmäßige Temperaturverteilung in der gesamten Ostsee im Juli und August hat in der nördlichen Ostsee zu hohen Anomalien von bis zu +5 K im Juli geführt. Der Juli 2014 war der absolut wärmste seit 1990. Die Monate Oktober und November waren mit Anomalien von bis zu +3 K die jeweils wärmsten in der westlichen Ostsee.

Im Jahr 2014 fanden vor dem großen Einstrom vom Dezember 2014 (MOHRHOLZ et al. 2015) bereits mehrere kleine Einstrome von Nordseewasser in die Ostsee statt, insbesondere im Februar, März und August 2014, wie aus dem Anstieg des Salzgehaltes zu entnehmen ist (Abb.3; NAUSCH et al. 2015).

Sie füllten die westlichen Becken gut auf und ebneten den Weg für ein Vordringen von salzreicherem Wasser bis in das Gotlandbecken. So wurden auf der Juli-Fahrt sogar im Gotlandbecken in verschiedenen Tiefen Zungen von oxischem Wasser als Ausläufer der Einstrome gefunden (WASMUND 2014). Diese kleineren Einstrome beeinflussen die biologischen Proben deutlich, erhielten aber wegen des großen Einstroms vom Dezember 2014 viel zu wenig Beachtung. Der große Einstrom kann sich erst auf unsere Proben des Jahres 2015 auswirken und wird erst im nächsten Bericht ausführlicher betrachtet.

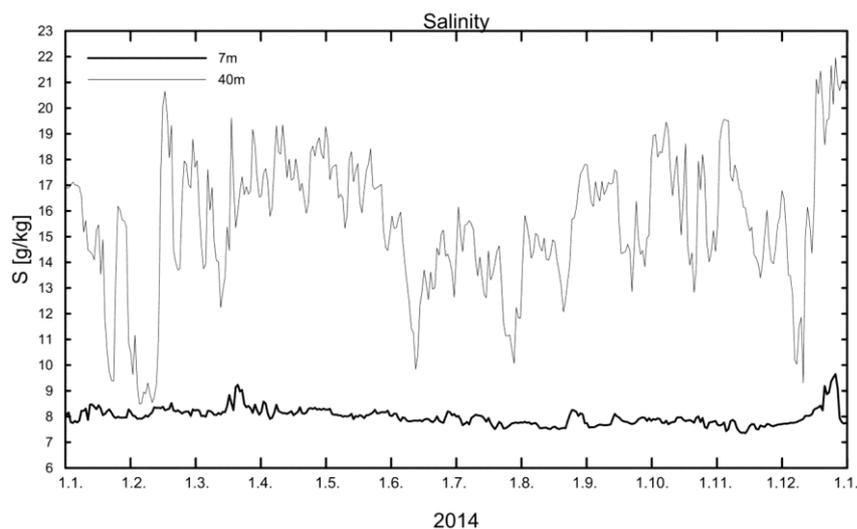


Abb. 3: Verlauf des Salzgehaltes in der Deck- und Bodenschicht im Arkonabecken (Station AB) im Jahr 2014 (NAUSCH et al. 2015).

4. Ergebnisse

4.1 Phytoplankton

4.1.1 Satellitengestützte Darstellung der raum-zeitlichen Cyanobakterien-Entwicklung

Die Entwicklung des Phytoplanktons wurde in den letzten Jahren anhand von Chlorophyllkarten erarbeitet, die seit dem Ausfall des ESA Sensors MERIS aus den 1 km Daten der amerikanischen MODIS Sensoren von verschiedenen Serviceeinrichtungen in unterschiedlicher Qualität abgeleitet worden sind. Da sich die Zahl der Provider verringert hat, die verwendeten Prozeduren ähnlich sind und sich die Zahl der hochwertigen, wolkenfreien Szenen stark verringert hat, macht es aus unserer Sicht keinen Sinn, die Chlorophyllkarten weiter für die Beschreibung der Planktonentwicklung zu nutzen. Die räumlich hoch aufgelösten MODIS True Colour Szenen (RGB, 250 m) der Satelliten Aqua und Terra, bereitgestellt durch das Lance Rapid Response System der NASA, wurden für die Verfolgung der raum-zeitlichen Cyanobakterienentwicklung im Sommer verwendet.

In den letzten Jahren waren erste Anzeichen von Cyanobakterien meistens um den 25. Juni beobachtet worden. Auch im Jahr 2014 waren erste Anzeichen in der südöstlichen Ostsee zu erkennen. Allerdings dominierten wie schon im gesamten Frühjahr Ende Juni bis Anfang Juli 2014 Wolken die Satellitenszenen. Eine Wolkenlücke Anfang Juli zeigte erste Andeutungen von Filamenten in der nördlichen Arkonasee und im Bornholmbecken. In der nächsten Szene vom 4.7. waren die Filamente in diesen Gebieten und im Stettiner Haff, aber auch schon in der gesamten Ostsee von der Arkonasee bis in den Finnischen Meerbusen ausgeprägt. Zwei Tage später waren sie bereits in der gesamten Arkonasee bis zur Darßer Schwelle und in der Pommernbucht vorhanden (Abb. 4a). In den Folgetagen sorgten Windereignisse für Durchmischung, so dass am 9. und 10.7. die Filamente in der südlichen und westlichen Ostsee nicht mehr so klar zu erkennen waren; die Cyanobakterien waren in der Wassersäule und bis vor Warnemünde verteilt. Ein Maximum bildet sich im Bereich von der Insel Gotland bis zum Eingang des Finnischen Meerbusens aus. Durch Windereignisse und wechselnde Bewölkung zeigten Szenen von 17., 19., 23. und 31.7. ähnliche Situationen in der westlichen Ostsee mit weniger stark ausgeprägten Filamenten.

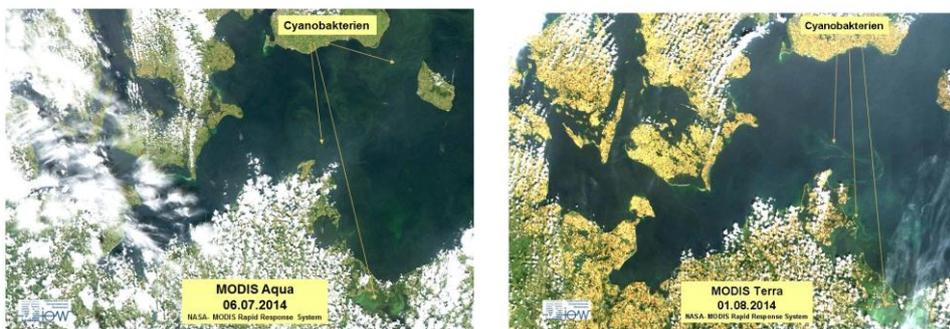


Abb. 4: Cyanobakterienentwicklung am 6.7.2014 (a) und am 1.8.2014 (b) in der westlichen Ostsee.

Nur im Stettiner Haff entstanden zeitweise klare Filamente, also Oberflächenakkumulationen. In der Folgezeit blieb das Maximum in der nördlichen Gotlandsee weitgehend erhalten, wie eine Szene vom 22.7. in Abb.5 zeigt. Wenig Entwicklung fand im Finnischen Meerbusen statt, aber Transporte über die Alandsee in die Bottensee waren erkennbar. In der Phase vom 27.7. bis Ende des Monats war auch die zentrale Ostsee durch Wolken geprägt. Am 1.8. hatten sich bei klaren und ruhigen Bedingungen Filamente nördlich und östlich der Insel Rügen ausgebildet, die sich der Ostküste nähern (Abb. 4b). Ansonsten verteilten sich die Filamente in den anderen Teilen der Ostsee ähnlich wie zuvor mit hohen Konzentrationen in der nördlichen Gotlandsee und einer südlichen Ausdehnung bis zur Südspitze der Insel Gotland. Am 3.8. waren dann wieder weite Teile der Arkonasee beeinflusst und am 8.8. waren Cyanobakterien bis Höhe Warnemünde vorhanden. In der nördlichen Gotlandsee waren die Intensitäten durch den Wind geringer geworden. Die nächsten Tage waren durch weitere starke Bewölkung und



Abb. 5: Cyanobakterienentwicklung in der zentralen Ostsee am 22.7.2014.

Wind in der gesamten Ostsee gekennzeichnet. In den nächsten verwendbaren Szenen vom 12.8. und 13.8. waren in der nördlichen und östlichen sowie in der westlichen Ostsee keine Cyanobakterienanreicherungen mehr zu erkennen. Im weiteren Verlauf war der August durch starke Bewölkung und Wind geprägt. Auch die nächste verwendbare MODIS-Szene vom 28.8. zeigte keine Cyanobakterien mehr in der gesamten Ostsee.

Insgesamt war das Jahr 2014 in der westlichen Ostsee nicht durch eine intensive Cyanobakterienentwicklung gekennzeichnet, wahrscheinlich wegen der meteorologischen Bedingungen mit dem Durchzug von vielen Tiefdruckgebieten. In der nördlichen Gotlandsee gehörte die Cyanobakterienentwicklung zu den intensiveren, wozu insbesondere der Monat Juli beigetragen hat.

4.1.2 Jahresgang von Artenzusammensetzung und Biomasse

Die begrenzte Anzahl an Fahrten, Stationen und Tiefenhorizonten lässt keine umfangreicheren Analysen zur Sukzession sowie zur 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-2014.html> einzusehen. Satellitendaten ermöglichen eine höherfrequente Beobachtung (Kapitel 4.1.1). Über mehrere Tage integrierte Proben erhält man aus Sinkstofffallen (Kapitel 4.1.5).

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“, „Craspedophyceae“) sind aus der Tabelle entfernt, wenn ihr Anteil an der GesamtPhytoplanktonbiomasse <10% ist, denn ihr Informationsgehalt ist gering. 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-Taxaliste (alle Tiefen) des Jahres 2014, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Monitoringfahrten, ist in Tab. A2 zu finden. Die Arten sind dort alphabetisch sortiert. Es sind auch die Individuen berücksichtigt, die der Art sehr ähnlich sind, dieser aber nicht mit Sicherheit zugeordnet werden konnten (gekennzeichnet mit „cf.“). Ebenso sind die Organismen genannt, die nur bis zur Gattung bestimmt werden konnten (gekennzeichnet mit „sp.“ oder „spp.“). Wenn die Bestimmung bis zur Art oder Gattung nicht möglich war, wurden höhere Taxa angegeben. Hier sind die unbestimmten Kategorien neuerdings auch einbezogen, die bis zum Bericht des Jahres 2012 weg gelassen wurden (Gymnodiniales, Peridinales, Craspedophyceae, Chrysophyceae, Centrales, Pennales, „Unidentified“ und „Unidentified flagellata“). Die Rangfolge der Taxa nach ihrer Biomasse, gemittelt über alle Stationen (einschl. zentrale Ostsee) und alle Monitoringfahrten des Jahres 2014 ist ebenfalls angegeben. Auch die Taxa, die im Jahre 2014 nicht in den Oberflächenproben, sondern nur in den Proben aus 20 m Tiefe auftraten, wurden in Tab. A2 mit erfasst und mit Rang-Nr. versehen: *Protoberidinium divergens*, *Spatulodinium pseudo-noctiluca*, *Dissodinium pseudolunula*, *Nitzschia seriata*, *Leptocylindrus danicus*, *Leptocylindrus minimus*, *Chaetoceros circinalis*, *Merismopedia punctata*, *Diatoma tenuis*, *Koliella* spp., *Calliacantha* spp. 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. 8-10 für die untersuchten Stationen dargestellt.

Traditionsgemäß werden auch heterotrophe Arten und Gruppen (wie *Ebria tripartita*, *Protoberidinium* 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. 8-10) einbezogen.

Auch mixotrophe Ciliaten wurden mit erfasst. Bis zum Jahre 2011 war *Mesodinium rubrum* der einzige Vertreter dieser Gruppe in unseren Proben. Seit 2011 wird der oligotrichen Ciliaten *Laboea strobila* bewußt erfasst, der mixotroph sein soll (STOECKER et al. 1988; SANDERS 1995).

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 2002). Wir könnten die Ostseeart also wieder *A. flos-aquae* nennen. In der verbindlichen Artenliste der HELCOM-Phytoplankton-Expertengruppe (PEG) wird sie bis zu einer endgültigen Klärung aber weiterhin unter „*Aphanizomenon* sp.“ geführt.

Nach der taxonomischen Revision der Gattung *Anabaena* durch WACKLIN et al. (2009) sollten die planktischen *Anabaena*-Arten nun „*Dolichospermum*“ heißen (siehe auch KOMÁREK & ZAPOMĚLOVÁ 2007, 2008). Die HELCOM-Phytoplankton-Expertengruppe hat diese Gattung in ihrer verbindlichen Artenliste nun umbenannt, so dass wir ab 2014 den neuen Namen benutzen.

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. Wir haben sofort elektronenmikroskopische Untersuchungen durchgeführt und die in unseren Proben gefundene Art als *S. marinoi* bestimmt (WASMUND et al. 2006 a). Dieser Befund wurde später auch von anderen Instituten bestätigt, so dass wir die Umstellung des Namens ab den Proben von 2012 vorgenommen haben.

Die Art *Dictyocha speculum* tritt größtenteils in ihrer „nackten“ Form (ohne das typische Kieselskelett) auf (vgl. JOCHEM & BABENERD 1989, HENRIKSEN 1993). Sie ist in diesem Falle schwer zu bestimmen und kann leicht mit *Verrucophora farcimen* (ebenfalls 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. Da wir gelegentlich sowohl nackte als auch Skelett-tragende Stadien und darüber hinaus auch Übergangsstadien fanden (Abb. 6 e-g), sind wir uns bei den runden nackten Zellen ziemlich sicher. Allerdings diskutierten wir in der HELCOM-Phytoplankton-Expertengruppe (PEG), ob auch länglichen Formen nackte *Dictyocha speculum* wären, einigten uns aber dann, dass diese als *Verrucophora farcimen* gezählt werden. Die Unsicherheit ist unproblematisch wenn auf Klassenebene gearbeitet wird, denn sowohl *Verrucophora farcimen* als auch *Dictyocha speculum* gehören zur Klasse der Dictyochophyceae, die übrigens früher der Klasse der Chrysophyceae zugeordnet wurde. Wegen der Vergleichbarkeit mit den Vorjahren belassen wir

diese Gattungen wie bisher in den Abb. 8-10 in der Klasse der Chrysophyceae; in dieser Kategorie macht *Dictyocha* im Allgemeinen den weitaus größten Biomasse-Anteil aus.

Die HELCOM-Phytoplankton-Expertengruppe hat ihre Artenliste bisher sehr konservativ behandelt und nicht sofort taxonomische Neuerungen aufgenommen. Zum Jahre 2015 werden aber etablierte neue Synonyme in die Liste eingeführt. Wir zeigen in Tab. 4 vorab die unsere eigenen Listen betreffenden Neuerungen, die aber für das Berichtsjahr 2014 noch nicht gelten, aber für das Jahr 2015 übernommen werden.

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.

Tab. 4
Umbenennungen von Phytoplankton-taxa.

Altes Synonym	Neues Synonym
<i>Aphanothece</i>	<i>Anathece</i>
<i>Chaetoceros impressus</i>	<i>Chaetoceros castracanei</i>
<i>Cladopyxis claytonii</i>	<i>Micracanthodinium claytonii</i>
Craspedophyceae	Choanoflagellata
<i>Cylindrotheca closterium</i>	<i>Ceratoneis closterium</i>
<i>Dinophysis rotundata</i>	<i>Phalacroma rotundatum</i>
<i>Prorocentrum minimum</i>	<i>Prorocentrum cordatum</i>
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	<i>Acutodesmus acuminatus</i>
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	<i>Acutodesmus acuminatus</i>
<i>Scenedesmus obliquus</i>	<i>Acutodesmus obliquus</i>
Frühere Umbenennungen (bereits realisiert in diesem Bericht):	
<i>Anabaena</i>	<i>Dolichospermum</i>
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Skeletonema marinoi</i>

4.1.2.1 Frühjahrsblüte

Die in Abb. 8-10 dargestellten Phytoplankton-Jahresgänge an den verschiedenen Stationen zeigen Anfang Februar noch die erwarteten geringen Winter-Werte. Lediglich auf Station OMBMPN₃ waren, wie schon in 2013, die Biomasse-Werte erhöht aufgrund langlebiger *Ceratium*-Arten (*Ceratium tripos*: 296 µg/l), die überwintert haben und im Laufe des Frühjahrs verschwanden. Erstaunlich ist die starke Ansammlung von *Coscinodiscus concinnus* (Abb. 6a) über dem Grund in 16,5 m Tiefe (973 mg/l), aber absolut nicht in den oberen 10 m. Die Tiefen-Proben (20 m) von den Stationen OMO₂₂, OMBMPM₂ und OMBMPM₁ waren stark mit resuspendiertem Sediment durchsetzt und nicht auswertbar, aber die großen *Coscinodiscus*- und *Ceratium*-Zellen waren dort nicht zu finden (Abb. 6b). Allerdings waren an den Stationen OMO₂₂ und OMBMPM₂ die Chl.a-Konzentrationen in 15 m Tiefe erhöht (1,6-1,8 µg/l)

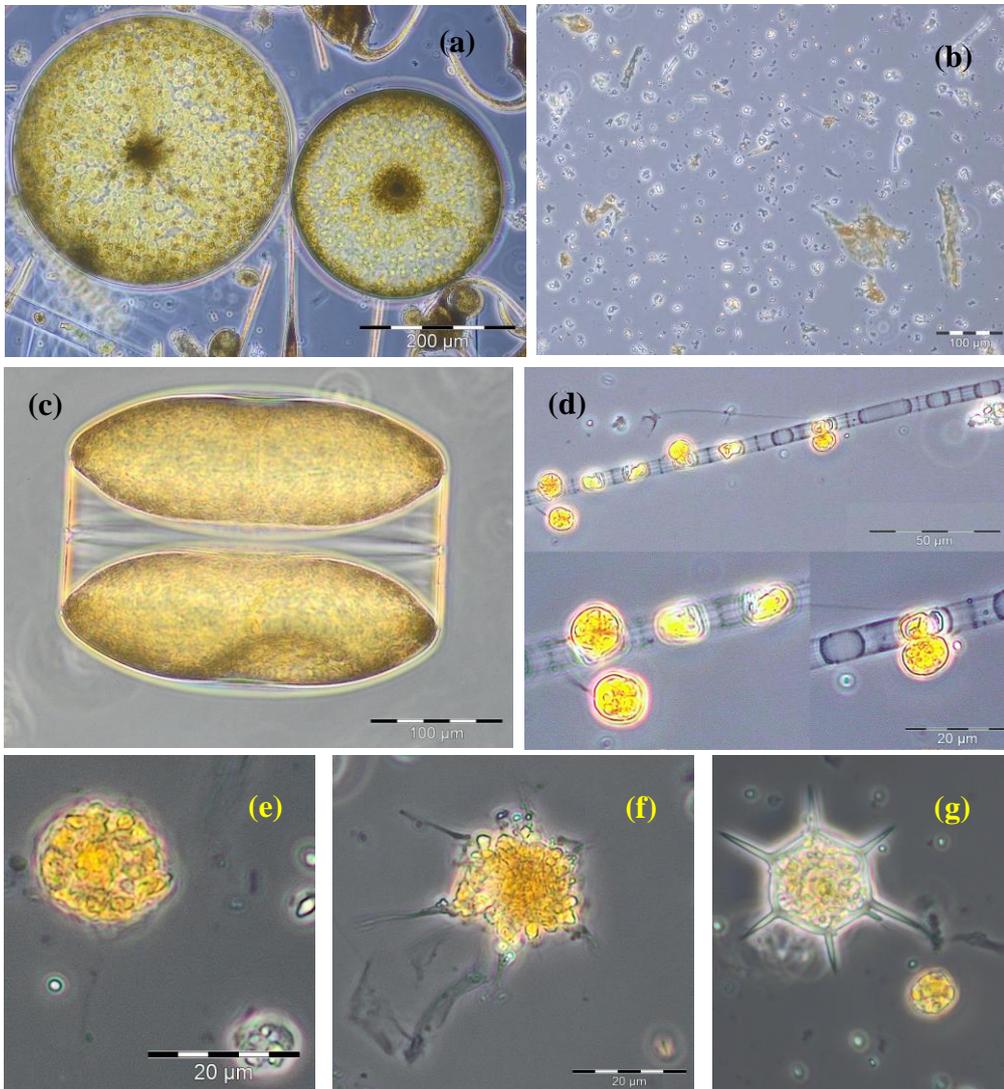


Abb. 6: Lichtmikroskopische Aufnahmen von der Frühjahrsblüte des Jahres 2014:

(a) *Coccinodiscus concinnus* neben *Ceratum tripos* in einer Netzprobe aus den oberen 16 m vom 4.2.2014, Station OMBMPN3, (b) Beispiel einer versandeten Probe, 4.2.2014, Station OMO22, 20 m Tiefe, (c) *Coccinodiscus concinnus* in Gürtelbandansicht, Lebend-Netzprobe aus den oberen 20 m vom 13.2.2014, Station OMBMPM2, (d) *Skeletonema marinoi* in der Oberflächenprobe vom 4.3.2014, Küstenstation Heiligendamm. (e) bis (g) *Dictyocha speculum* in unterschiedlichen Erscheinungsformen vom nackten Stadium (e: vom 25.3.2014, Station OMBMPM2) über eine Zwischenform (f: vom 25.3.2014, Station OMBMPM2) bis zum skelettragenden Stadium (g: vom 1.5.2014, Station OMBMPK8). Fotos: Susanne Busch.

Interessant war aber das starke Anwachsen der Biomasse von *Coscinodiscus concinnus* zum 13.2.2014 an Station OMBMPM2 in den oberen 10 m der Wassersäule (411 µg/l; siehe Abb. 6c), aber nicht in 20 m Tiefe. Hier fanden offensichtlich Transportprozesse statt. An der Küstenstation Heiligendamm wurde dieses starke Auftreten von *Coscinodiscus concinnus* im Oberflächenwasser nicht beobachtet. Dort verschwand mit einem Ausstrom *Ceratium*. Die westliche Ostsee ist offensichtlich sehr dynamisch und die Algenverteilung sehr fleckenhaft. In den weiter östlich gelegenen Seegebieten war im Februar noch kein deutliches Algenwachstum zu bemerken.

Zum nächsten Meßtermin Mitte März kam es auf allen hier berichteten Stationen zu einer Zunahme der Phytoplankton-Biomasse. Das spiegelt sich auch in den Chl.a-Werten (Tab. 6) wider. Ein deutliches Phytoplanktonwachstum ist aus dem starken Rückgang der Nährstoffkonzentrationen von Mitte Februar bis Mitte März abzuleiten (Tab. 5). Die anorganischen Nährstoffe Stickstoff und Phosphor sind bis Mitte März in der Kieler, Lübecker und zentralen Mecklenburger Bucht fast vollständig aufgebraucht, was für eine Phytoplanktonblüte bereits Anfang März sprechen würde.

Dagegen waren im Jahre 2013 die Nährstoffe bis Mitte März nur wenig reduziert, weshalb wir im Jahre 2013 die Frühjahrsblüte in der westlichen Ostsee erst Ende März erwartet haben, sie mit der lückenhaften Probennahme aber nicht trafen.

Das Anwachsen der Frühjahrsblüte geht mit hoher Photosynthese einher, die wiederum am CO₂-Gehalt des Wassers zehrt. Der CO₂-Partialdruck (p CO₂) wird seit dem Jahre 2004 auf Schiffen (aktuell die „Finnmaid“), die zwischen Travemünde und Helsinki regelmäßig verkehren, gemessen. Aus dessen Abnahme während des Frühjahrs kann die Größe der Primärproduktion auch in ihrer zeitlichen und räumlichen Verteilung bestimmt werden. Demnach fand die Frühjahrsblüte in der Mecklenburger Bucht im Jahre 2013 erst vom 21.3. bis 3.4.2013 statt, aber im Jahre 2014 bereits vom 20.2. bis 19.3.2014 (SCHNEIDER et al. 2015). Das stimmt gut mit unseren Befunden überein.

Dank der wöchentlichen Messungen an der Küstenstation Heiligendamm (<http://www.io-warnemuende.de/algenblueten-vor-heiligendamm-2014.html>) können wir die Angaben von SCHNEIDER et al. (2015) bestätigen: Am 25.2.2014 kam es an der Station nach einem deutlichen Temperatur- und Salzgehaltsanstieg auf 2,9 °C und 15,3 PSU zu einer plötzlichen Blüte von Kieselalgen, gebildet aus *Skeletonema marinoi* (918 µg/l), *Thalassiosira* spp. (403 µg/l), *Chaetoceros* cf. *wighamii* (357 µg/l), und *Detonula confervacea* (211 µg/l). Diese Blüte hielt mindestens bis zum 12.3.2014.

Offensichtlich ist die Frühjahrsblüte zum Probenahmetermin Mitte März 2014 in der Kieler, Lübecker und zentralen Mecklenburger Bucht schon vorüber. Aus den Silikat-Verbrauchswerten (Tab. 5) ist zu schließen, dass eine Kieselalgenblüte stattgefunden haben muss, aber zum 17./18.3.2014 waren die Kieselalgen (*Rhizosolenia setigera*, *Skeletonema marinoi*) schon weitgehend durch nackte *Dictyocha speculum* (Abb. 6 e-f) verdrängt. Der Zusammenbruch der Blüte ist sicher durch Nährstoffmangel bedingt, aber auch Parasiten haben einen Einfluß, wie befallene *Skeletonema marinoi* (Abb. 6d) zeigten. In 15-20 m Tiefe waren relativ große Biomasseanreicherungen von gesund erscheinenden *Coscinodiscus concinnus* festzustellen (z.B. 350 µg/l an Stat. OMBMPM1 am 18.3.2014). Solch ein starkes Tiefenmaximum von

Coscinodiscus concinnus war uns bisher noch nicht aufgefallen. *Ceratium tripos* ist in der Lübecker und Mecklenburger Bucht im Vergleich zum Februar deutlich angewachsen. Das ist sehr ungewöhnlich, da diese Art normalerweise im Winter/Frühjahr verschwindet. Dieses Wachstum ist real, wie der weitere Biomasse-Anstieg von *Ceratium tripos* auf 357 µg/l zum 25.3.2015 an Station OMBMPM2 zeigt. Schließlich verschwindet *Ceratium tripos* aber zum 30.4./1.5.2014 und es tritt dann in den oberen 10 m der Wassersäule (aber nicht in 20 m Tiefe) eine fast reine Blüte von *Dictyocha speculum* auf (z.B. 885 µg/l an Station OMO22; Abb. 6 e-f, 7a-d), in Abb. 8-10 unter den Chrysophyceen erfasst. Dieser Flagellat trat hauptsächlich in seiner „nackten“ Form (Abb. 6e), seltener mit dem typischen Kieselskelett (Abb. 6g) auf. Er erreichte an der Küstenstation Heiligendamm am 22.4.2014 sogar ein Maximum von 2230 µg/l. Neben dieser starken Spätfrühjahrsart konnten andere klassische Vertreter Ende April/Anfang Mai 2014 kaum bestehen (Abb. 8).

In der Arkonasee sieht die Entwicklung deutlich anders aus. Hier zeigt sich das von WASMUND et al. (1998) beschriebene Phänomen der Verzögerung der Frühjahrsblüte in östliche Richtung deutlich. Während die Frühjahrsblüte in der Kieler, Lübecker und Mecklenburger Bucht im Wesentlichen vorüber ist, war sie Mitte März 2014 in der Arkonasee noch voll entwickelt.

Der deutliche Stickstoffmangel (Tab. 5) deutet aber auf ein nahes Ende der Blüte hin. Interessant ist, dass im Gegensatz zur Arkonasee in der Kieler Bucht zuerst der Phosphor verbraucht war, was dort auf Phosphor-Limitation hinweist. Silikat wurde in all diesen Seegebieten konsumiert (allerdings nicht aufgebraucht), was ein deutliches Zeichen für eine Kieselalgenblüte ist.

Tatsächlich fanden wir an den drei Stationen der Arkonasee am 18./19.3.2014 hohe Kieselalgen-Biomassen (Abb. 9 a-c), die aber bis zum 24./25.3.2014 deutlich abnahmen. Sie wurden im Wesentlichen von *Skeletonema costatum* gebildet (z.B. an Station OMBMPK5: 1590 µg/l), daneben auch *Thalassiosira* spp. (z.B. an Station OMBMPK5: 316 µg/l) und *Chaetoceros* cf. *wighamii* (z.B. an Station OMBMPK5: 223 µg/l). Diese Blüten erstreckten sich auch bis in 20 m Tiefe. *Dictyocha speculum* trat in der Arkonasee nicht auf, aber ab Mitte März hatte sich *Mesodinium rubrum* als Beimischung zur Kieselalgenblüte entwickelt, und es wurde nach dem Zusammenbruch der Kieselalgen Anfang Mai 2014 zur dominierenden Art.

Dictyocha und *Mesodinium* können offensichtlich noch mit den geringen nach der Kieselalgenblüte verbliebenen Nährstoffkonzentrationen wachsen (Tab. 5) oder sie nehmen die remineralisierten Nährstoffe schnell auf (siehe unten). Bemerkenswert ist, dass *Ceratium tripos* sogar in der Arkonasee und selbst zu dieser ungewöhnlichen Zeit (Mai) zu finden ist, wie Netzproben zeigen (Abb. 11 a). Auch das Cyanobakterium *Aphanizomenon* sp. trat nun schon auf.

In der Bornholmsee war die Phytoplankton-Biomasse zum 20.3.2014 schon erhöht (*Mesodinium rubrum*, *Skeletonema marino*), während in der östlichen Gotlandsee fast noch des Winterminimum anzutreffen war (Abb. 10). Erst zur Mai-Beprobung hatten sich in der Bornholmsee und im südlichen Teil der östlichen Gotlandsee (hier kurz „südliche Gotlandsee“ genannt) kräftige Blüten entwickelt, die deutlich von *Mesodinium rubrum* dominiert wurden, in der südlichen Gotlandsee mit Beimischungen der Dinoflagellaten *Dinophysis acuta*, *Amylax triacantha*, *Peridiniella catenata* und *Gyrodinium spirale*.

Tab. 5

Konzentrationen der Nährstoffe Nitrat+Nitrit, Phosphat und Silikat ($\mu\text{mol/L}$) aus 5 m Wassertiefe an den Biologie-Stationen im Februar bis Mai 2014. Daten aus der IOW-Datenbank.

Stationsbezeichnung	Datum	Nitrat+Nitrit	Phosphat	Silikat
OMBMPN3	04.02.2014	5,98	0,57	16,50
OMBMPN3	17.03.2014	1,05	0,07	3,60
OMBMPN3	30.04.2014	0,84	0,01	3,90
OMO22	04.02.2014	7,98	0,75	19,10
OMO22	18.03.2014	0,11	0,07	1,10
OMO22	30.04.2014	0,02	0,08	3,60
OMBMPM2	05.02.2014	5,21	0,56	14,80
OMBMPM2	13.02.2014	5,81	0,60	16,60
OMBMPM2	18.03.2014	0,75	0,06	2,40
OMBMPM2	25.03.2014	0,12	0,07	2,50
OMBMPM2	01.05.2014	0,02	0,50	11,10
OMBMPM1	05.02.2014	4,45	0,61	14,60
OMBMPM1	13.02.2014	6,58	0,59	13,90
OMBMPM1	18.03.2014	2,34	0,27	3,80
OMBMPM1	25.03.2014	0,60	0,12	4,20
OMBMPM1	01.05.2014	0,06	0,52	11,00
OMBMPK8	05.02.2014	4,58	0,58	14,30
OMBMPK8	12.02.2014	5,70	0,59	14,70
OMBMPK8	18.03.2014	0,04	0,12	1,60
OMBMPK8	25.03.2014	0,01	0,18	2,70
OMBMPK8	01.05.2014	0,08	0,51	11,40
OMBMPK5	05.02.2014	5,83	0,53	14,90
OMBMPK5	12.02.2014	4,32	0,60	12,10
OMBMPK5	18.03.2014	0,03	0,14	1,50
OMBMPK5	24.03.2014	0,12	0,09	1,10
OMBMPK5	01.05.2014	0,08	0,69	14,20
OMBMPK5	08.05.2014	0,02	0,57	13,30
OMBMPK4	05.02.2014	3,77	0,48	9,10
OMBMPK4	12.02.2014	3,45	0,70	12,60
OMBMPK4	19.03.2014	0,06	0,22	3,60
OMBMPK4	02.05.2014	0,02	0,39	9,70
OMBMPK2	07.02.2014	4,10	0,71	13,20
OMBMPK2	20.03.2014	2,45	0,56	12,30
OMBMPK2	24.03.2014	3,05	0,54	11,30
OMBMPK2	03.05.2014	0,00	0,47	14,20
OMBMPK2	07.05.2014	0,03	0,32	12,10
OMBMPK1	11.02.2014	3,62	0,57	12,60
OMBMPK1	21.03.2014	3,20	0,62	12,90
OMBMPK1	04.05.2014	0,06	0,37	12,30
OMBMPJ1	09.02.2014	4,13	0,52	11,30
OMBMPJ1	21.03.2014	3,39	0,42	11,40
OMBMPJ1	04.05.2014	0,06	0,28	12,90

Auch aus den Silikat-Verbrauchswerten von Februar bis März 2014 kann man nach der von WASMUND et al. (2013) vorgeschlagenen Strategie schlußfolgern, dass von der westlichen Ostsee bis in die Arkonasee deutliche Kieselalgenblüten stattgefunden haben während in den östlicheren Gebieten die Kieselalgenblüten ausblieben. Es ist bekannt, dass in der Kieler und

Mecklenburger Bucht jedes Jahr eine mehr oder weniger starke Kieselalgen-Frühjahrsblüte vorkommt, während die Kieselalgenblüte in der Arkonasee schon deutlich reduziert sein kann, wie z.B. in 2012 und 2013. Erstaunlich ist, dass die Silikat-Konzentrationen von März bis Mai wieder deutlich anstiegen, aber nicht bei Phosphat und Nitrat. Eine selektive Mineralisierung nur von Silizium ist aber nicht anzunehmen. Eher dürften alle Algenkomponenten abgebaut werden, aber Phosphor und Stickstoff werden von den dann wachsenden Flagellaten aufgenommen, während Silizium von diesen nicht benötigt wird. In jedem Falle ist die schnelle Rückführung von Nährstoffen einschließlich des stabil erscheinenden Silizium der Kieselalgenschalen sehr erstaunlich.

4.1.2.2 Sommerblüte

Die Sommerbeprobung beruht auf nur einer Fahrt und kann die große Vielfalt der Phytoplanktongemeinschaft nur unzureichend widerspiegeln. Insbesondere bildet sich häufig eine Kieselalgen-Sommerblüte, die aber wegen fehlender Probenahmen oft nicht erkannt wird. Im Jahre 2014 wurde die Sommer-Kieselalgenblüte mit unserer Probenahme von der Kieler Bucht bis in die zentrale Mecklenburger Bucht aber gut getroffen. Diese Blüte bestand fast ausschließlich aus *Dactyliosolen fragilissimus* (z.B. 4377 µg/l an station OMO22), begleitet von dem bemerkenswerten Dinoflagellaten *Alexandrium pseudogonyaulax* (z.B. 163 µg/l an Station OMO22), der im Jahre 2010 erstmals von uns nachgewiesen wurde (Abb. 11 b). Auch *Ceratium tripos* entwickelte sich bereits wieder. Bezüglich dieser Arten ähnelt dieses Jahr dem Jahr 2013, aber nicht dem Jahr 2012. An unserer Küstenstation in Heiligendamm erreichte *Dactyliosolen fragilissimus* ähnlich hohe Biomassen (3111 µg/l am 15.7.2014).

Dactyliosolen fragilissimus fehlte vollständig in der Arkonasee einschl. Station OMBMPK8, aber *Ceratium tripos* kam erstaunlicherweise so weit östlich vor, z.B. an Station OMBMPK5 am 29.7.2014 mit 101 µg/l. Das könnte ein Hinweis auf einen Einstrom sein, den wir auf der Juli-Fahrt tatsächlich nachweisen konnten und der sich bis in das östliche Gotlandbecken auswirkte. Grundsätzlich sind in den Sommerproben besonders viele Picoplankter (Einzelzellen von < 2µm) enthalten, die nicht gezählt werden, da die angewendete Methode für deren quantitative Erfassung nicht geeignet ist.



Die typischen Cyanobakterien des Sommers bilden in der westlichen Ostsee normalerweise keine Blüten, aber ihre Biomasse wuchs im Juli deutlich an und erreichte z.B. an Station OMBMPM2 am 29.7.2014 immerhin je 50 µg/l *Aphanizomenon* sp. und *Nodularia spumigena*. Auf der Monitoringfahrt waren visuell an einigen Stellen der Mecklenburger Bucht und der Arkonasee im Wasser suspendierte Aggregate von Cyanobakterien zu erkennen.

Abb. 7: Cyanobakterienblüte in der östlichen Gotlandsee (südlich der Station TFo286) am 25.7.2014.

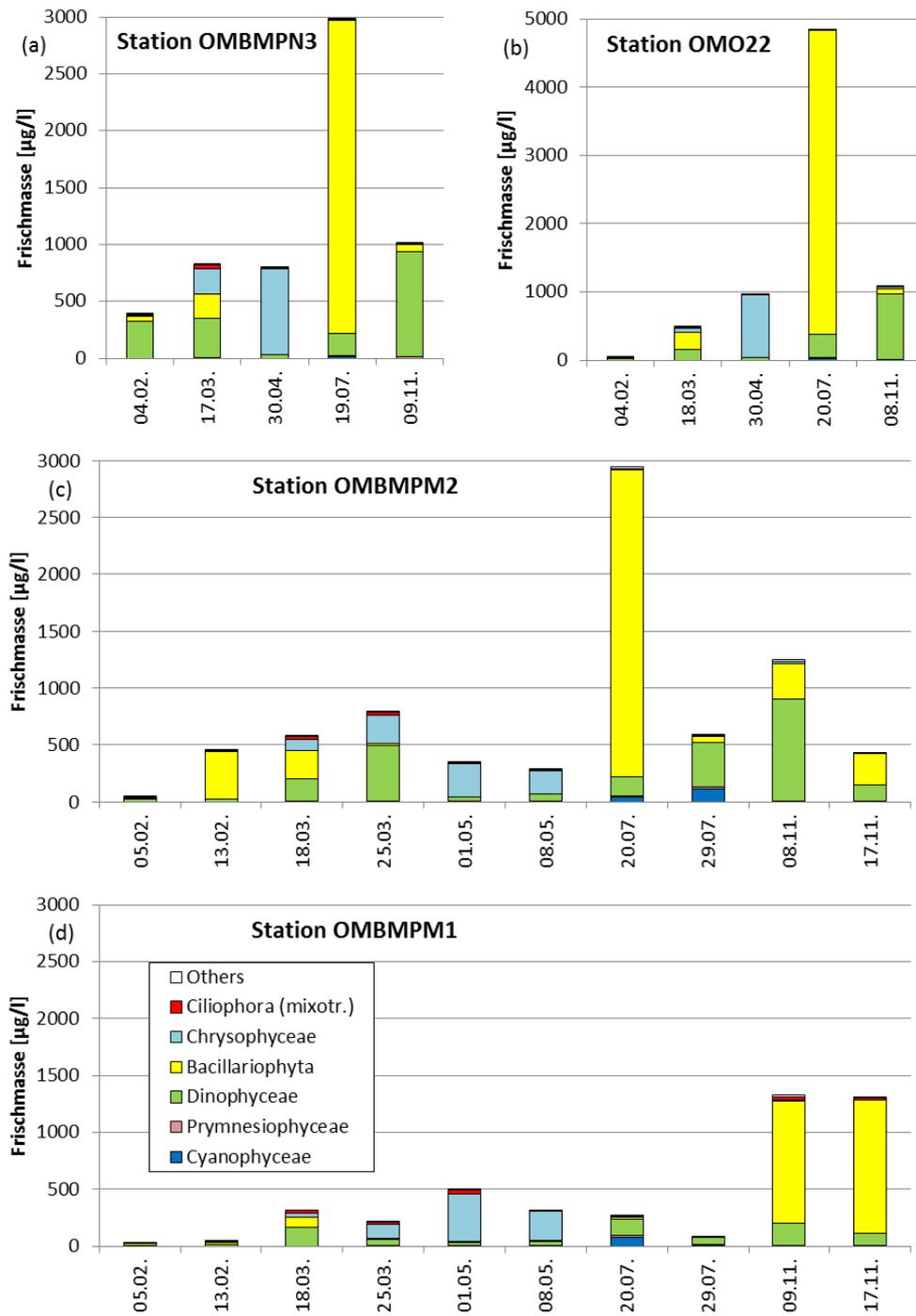


Abb. 8: Jahrgang 2014 der Phytoplanktonbiomasse (Frischmasse) in taxonomischen Gruppen in der Kieler Bucht (a), Lübecker Bucht (b) und Mecklenburger Bucht (c, d).

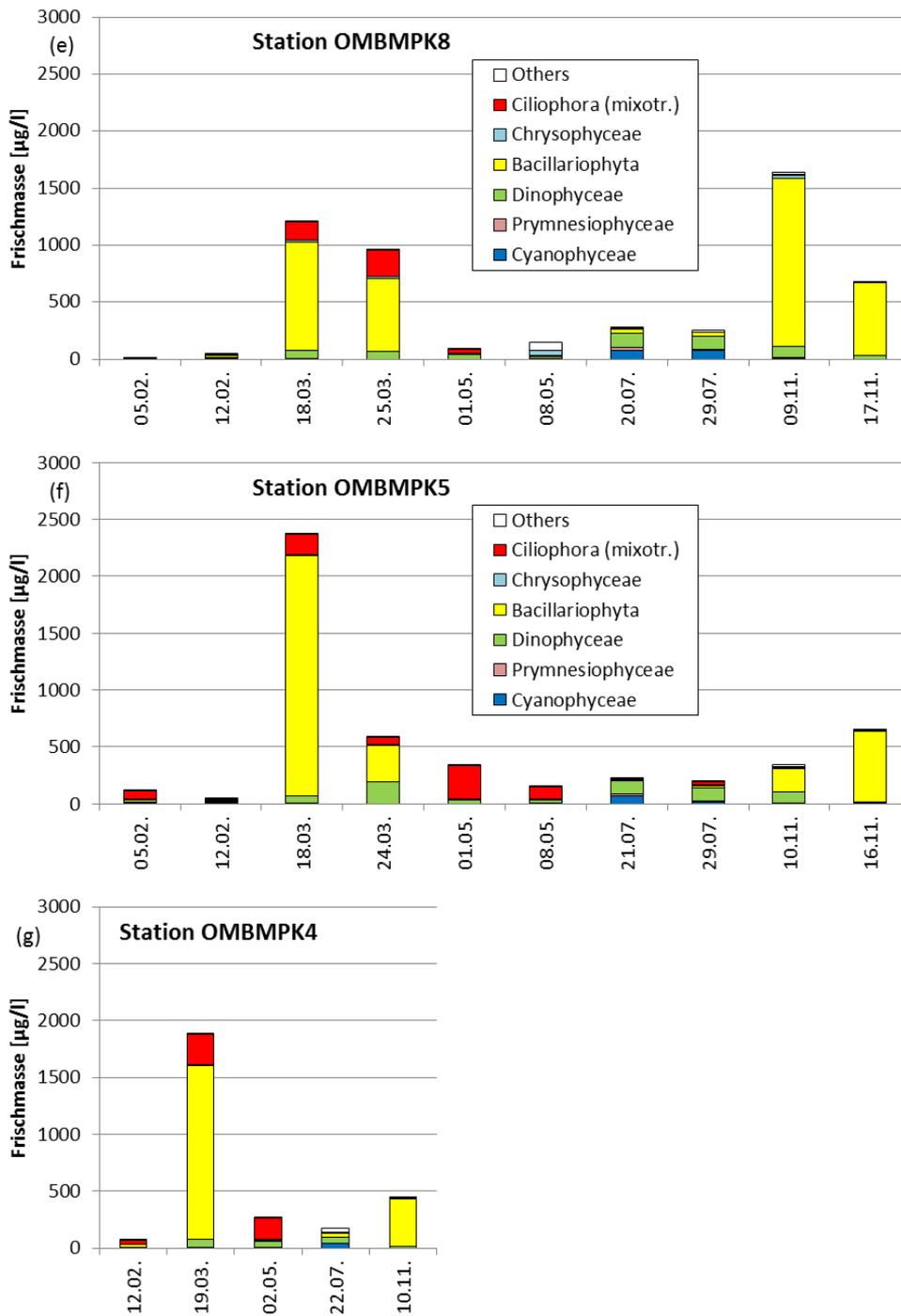


Abb. 9: Jahresgang 2014 der Phytoplanktonbiomasse (Frischmasse) in taxonomischen Gruppen in der Arkonasee (a-c).

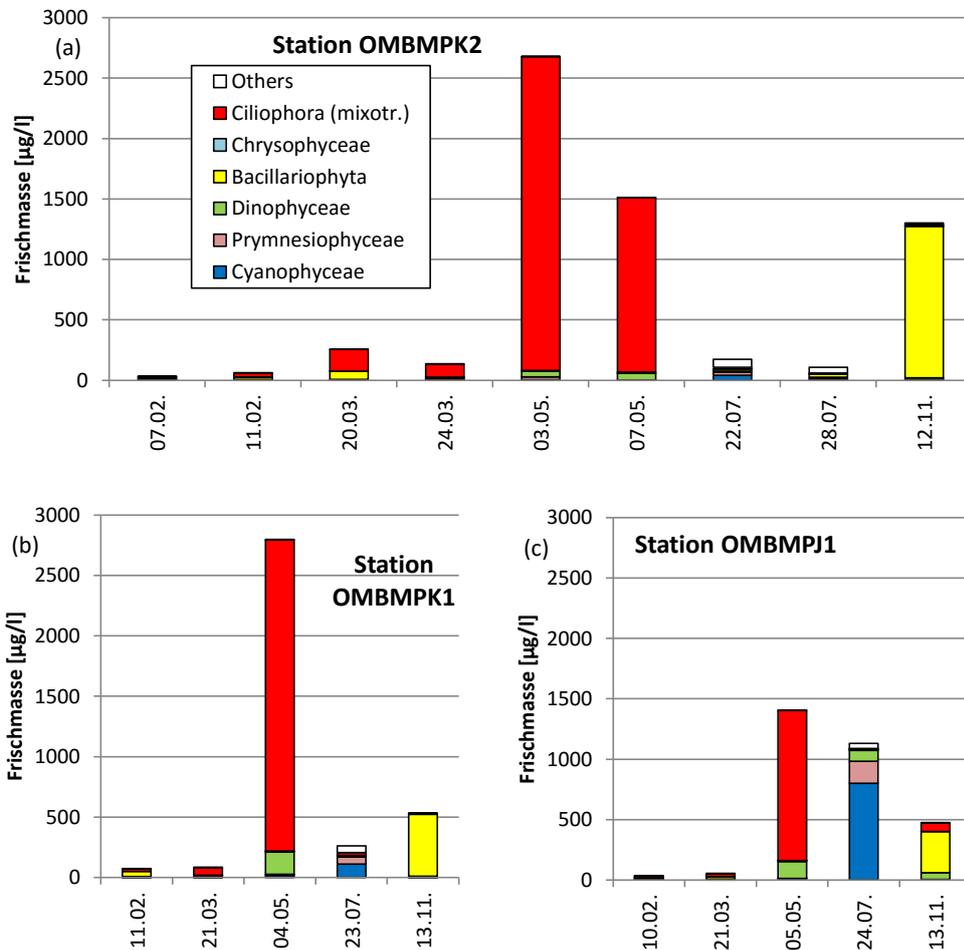


Abb. 10: Jahrgang 2014 der Phytoplanktonbiomasse (Frischmasse) in taxonomischen Gruppen in der Bornholmsee (a) und östlichen Gotlandsee (b-c).

In der Bornholmsee (Stat. OMBMPK₂) waren im Juli 2014 bei geringer Gesamt-Biomasse die unbestimmten Einzelzellen (2-5 µm) die dominierende Komponente, daneben auch unbestimmte Gymnodiniales und Prymnesiales. Auch in der südlichen Gotlandsee (Stat. OMBMPK₁) war die Biomasse sehr gering. Hier dominierten Cyanobakterien, aber weniger die Stickstoff-Fixierer (32 µg/l), sondern die koloniebildende Art *Cyanonephron styloides* (50 µg/l).

In der östlichen Gotlandsee (Stat. OMBMPJ₁) fanden wir jedoch im Oberflächenwasser eine Cyanobakterienblüte aus *Nodularia spumigena* (549 µg/l) und *Aphanizomenon* sp. (128 µg/l), daneben auch bedeutende Mengen an Prymnesiales (182 µg/l). Die Blüte war besonders stark im nördlichen Teil der östlichen Gotlandsee, südlich der Station 286 (Farö-Tief), siehe Abb. 7.

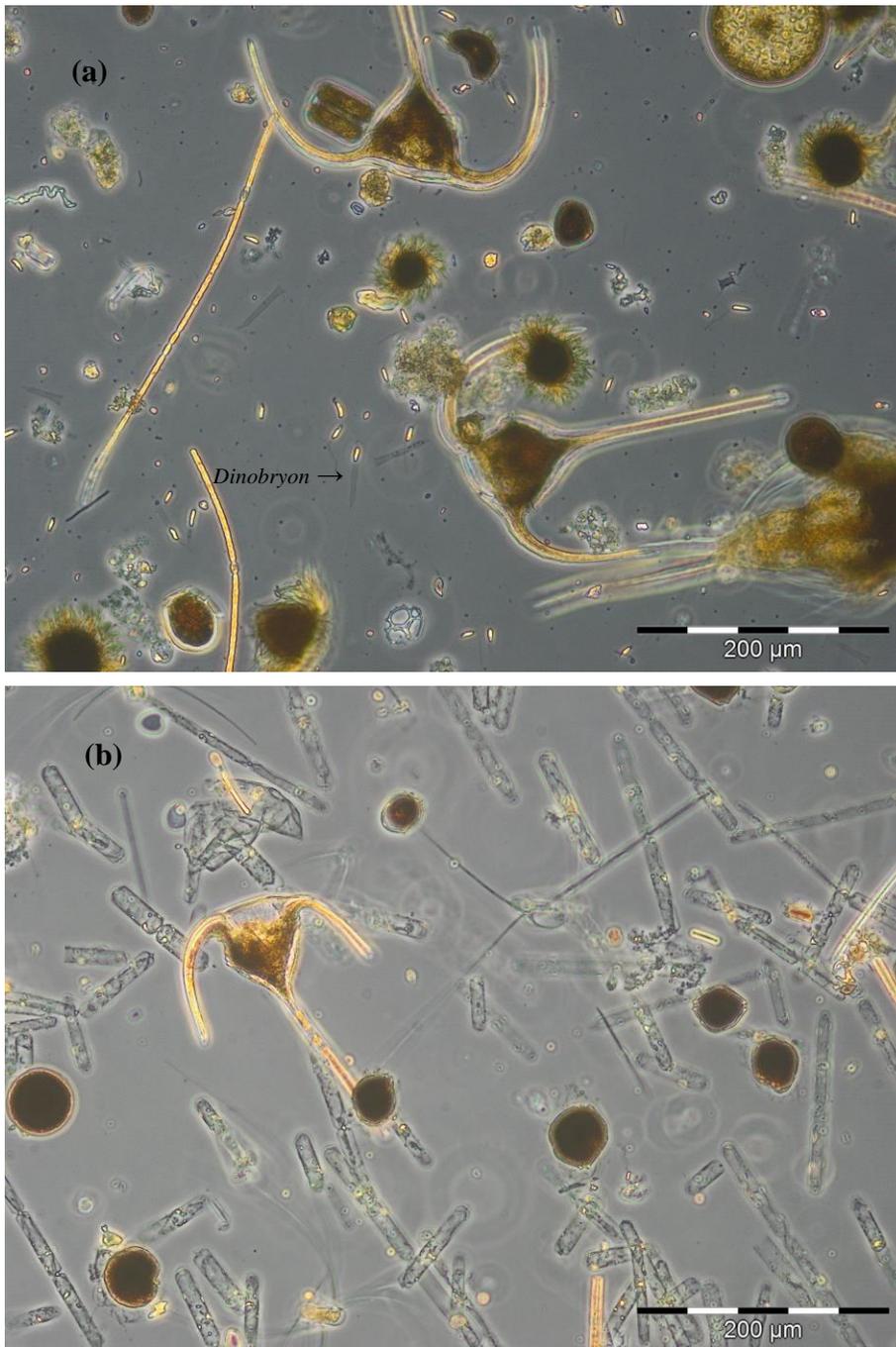


Abb. 11: Überblicksbilder von Netzproben (a) vom 1.5.2014, Station OMBMPK₅, mit *Ceratium tripos*, *Mesodinium rubrum*, *Aphanizomenon* sp. und *Dinobryon balticum*; (b) vom 19.7.2014, Station OMBMPN₃, mit *Dactyliosolen fragilissimus*, *Alexandrium pseudogonyaulax* und *Ceratium tripos*. Fotos: Susanne Busch.

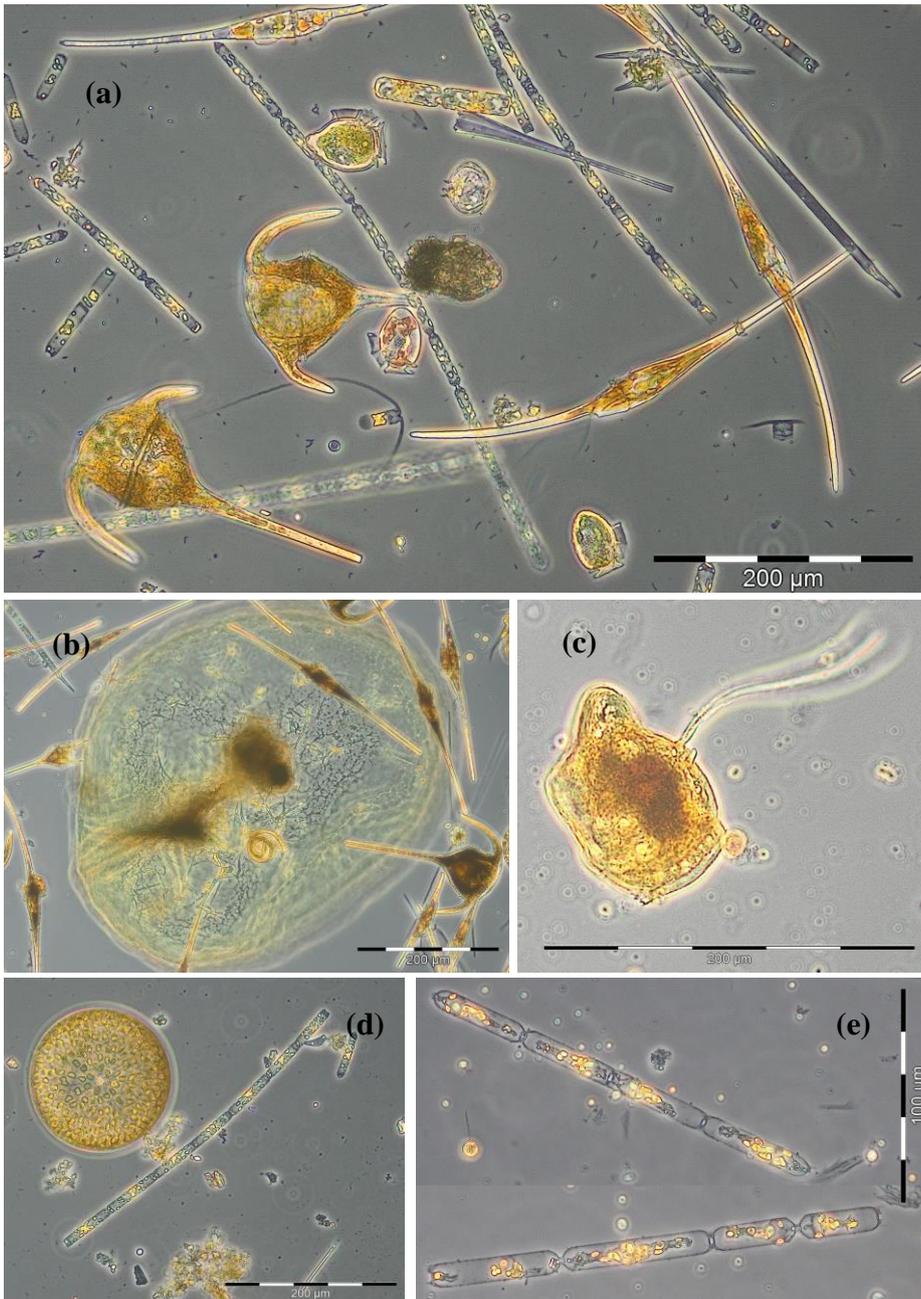


Abb. 12: (a) Netzprobe vom 17.11.2014, Stat. OMBMPM2: *Ceratium tripos*, *C. fusus*, *C. lineatum*, *Cerataulina pelagica*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Dinophysis norvegica*, *Proboscia alata*; (b) Netzprobe vom 8.11.2015, Stat. OMO22: *Noctiluca scintillans*, *C. tripos*, *C. fusus*, *C. lineatum*. (c) *Spatulodinium pseudonociluca* (8.11.2014, Stat. OMBMPM2, 20 m); (d) *Coscinodiscus granii*, *Cerataulina pelagica* (17.11.2014, Stat. OMBMPM1); (e) *Cerataulina pelagica* (9.11.2014, Stat. OMBMPK8, 20 m). Fotos: Susanne Busch.

4.1.2.3 Herbstblüte

Die Herbstblüte wurde wie erwartet angetroffen, wahrscheinlich nicht zu ihrem Maximum, aber zumindest mit der deutlichen Dominanz der typischen Phytoplanktonklassen. Sie wurde in der Kieler, Lübecker und Mecklenburger Bucht von *Ceratium*-Arten dominiert (Abb. 12 a), erstaunlicherweise nicht vom üblichen *Ceratium tripos* (z.B. an Stat. OMBMPM2: 182 µg/l), sondern von *C. fusus* (z.B. an Stat. OMBMPM2: 430 µg/l). Bedeutend waren an Stat. OMBMPN3 (8.11.2014) auch *Polykrikos schwartzii* (90 µg/l) und *Dinophysis norvegica* (81 µg/l), an Stat. OMO22 *Polykrikos schwartzii* (266 µg/l) und an Stat. OMBMPM2 *Cerataulina pelagica* (221 µg/l, Abb. 12 a) und *Polykrikos schwartzii* (195 µg/l). Zum 17.11.2014 war *Ceratium tripos* an Station OMBMPM2 deutlich zurückgegangen.

In östliche Richtung nehmen *Ceratium* spp. ab und Kieselalgen üblicherweise zu. Dementsprechend finden wir an der Darßer Schwelle (Stat. OMBMPM1) und in der Arkonasee keine Dinoflagellatenblüten mehr, sondern Kieselalgenblüten. Die wichtigsten Vertreter waren *Coscinodiscus granii* und *Cerataulina pelagica* (Abb. 12 d), wobei der Anteil von *Coscinodiscus granii* in östliche Richtung zunimmt und der von *Cerataulina pelagica* in östliche Richtung abnimmt. Die Biomasse von *Cerataulina pelagica* betrug in den oberen 10 m an Station OMBMPM1 noch 499 µg/l, aber an Station OMBMPK8 nur noch 69 µg/l, dafür aber an letzterer Station in 20 m Tiefe 803 µg/l (Abb. 12 e). In den Tiefenproben kam, wie schon in 2012, *Coscinodiscus radiatus* in einigen Exemplaren vor. Die Frühjahrsart *Dictyocha speculum*, die im Herbst 2013 erstaunlich häufig gefunden wurde, kam in den Proben vom Herbst 2014 nur in sehr geringen Biomassen < 6 µg/l vor. Vielleicht hat ihre starke Entwicklung im Herbst 2013 (z.B. 63 µg/l am 1.11.2013 an Station OMBMPM2) die Grundlagen für die besonders hohe Biomasse im Frühjahr 2014 gelegt.

Besonders hervorzuheben sind die in der Lübecker und Mecklenburger Bucht gefundenen marinen Arten *Noctiluca scintillans* (Abb. 12 b) und *Spatulodinium pseudonociluca* (Abb. 12 c). Sie zeigen einen Einstrom von Nordseewasser an. Das ist umso bedeutsamer, da sie ein Anzeiger dafür sind, dass offensichtlich schon vor dem großen Einstromereignis vom Dezember 2014 (MOHRHOLZ et al. 2015) verschiedene kleinere Einströme stattfanden.

In der Bornholmsee fanden wir eine fast reine Blüte von *Coscinodiscus granii* vor (Abb. 10 a). Diese trat in schwächerer Ausprägung auch in der östlichen Gotlandsee auf (Abb. 10 b, c), wobei an der Station OMBMPJ1 noch *Mesodinium rubrum* und *Dinophysis*-Arten beigemischt waren.

4.1.3 Regionale Unterschiede in der Artenzusammensetzung

Die Lage der Stationen ist so gewählt, dass sie im Wesentlichen einen Längsschnitt durch die Ostsee von der Kieler Bucht bis in das Gotland-Tief bilden. Für die Arten, die in der eigentlichen Ostsee nicht mehr vorkommen, wurde nur der Kartenausschnitt der westlichen Ostsee gezeigt. Entsprechend dem Salzgradienten verändert sich die Artenzusammensetzung des Phytoplanktons entlang dieses Schnittes deutlich. Das ist bereits im vorigen Kapitel 4.1.2 erläutert worden, soll hier aber exemplarisch für einige wichtige Arten in den Abb. 13-15 noch zusammengefasst werden. Es ist in den Grafiken jeweils die Jahreszeit des stärksten Auftretens der Art dargestellt.

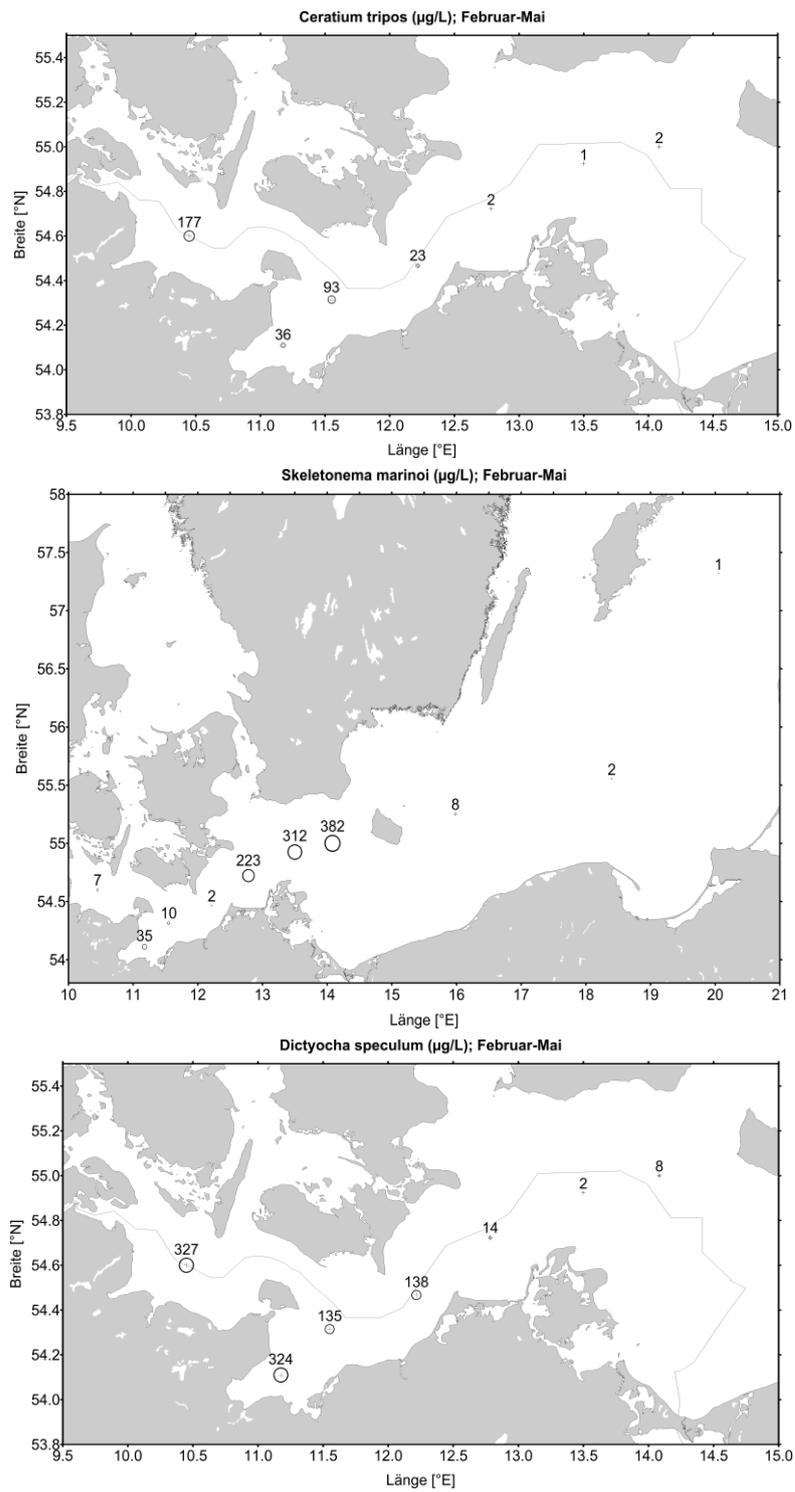


Abb. 13: Verteilung von *Ceratium tripos*, *Skeletonema marinoi* und *Dictyocha speculum* in Gebieten und zu Jahreszeiten ihres Hauptvorkommens in 2014.

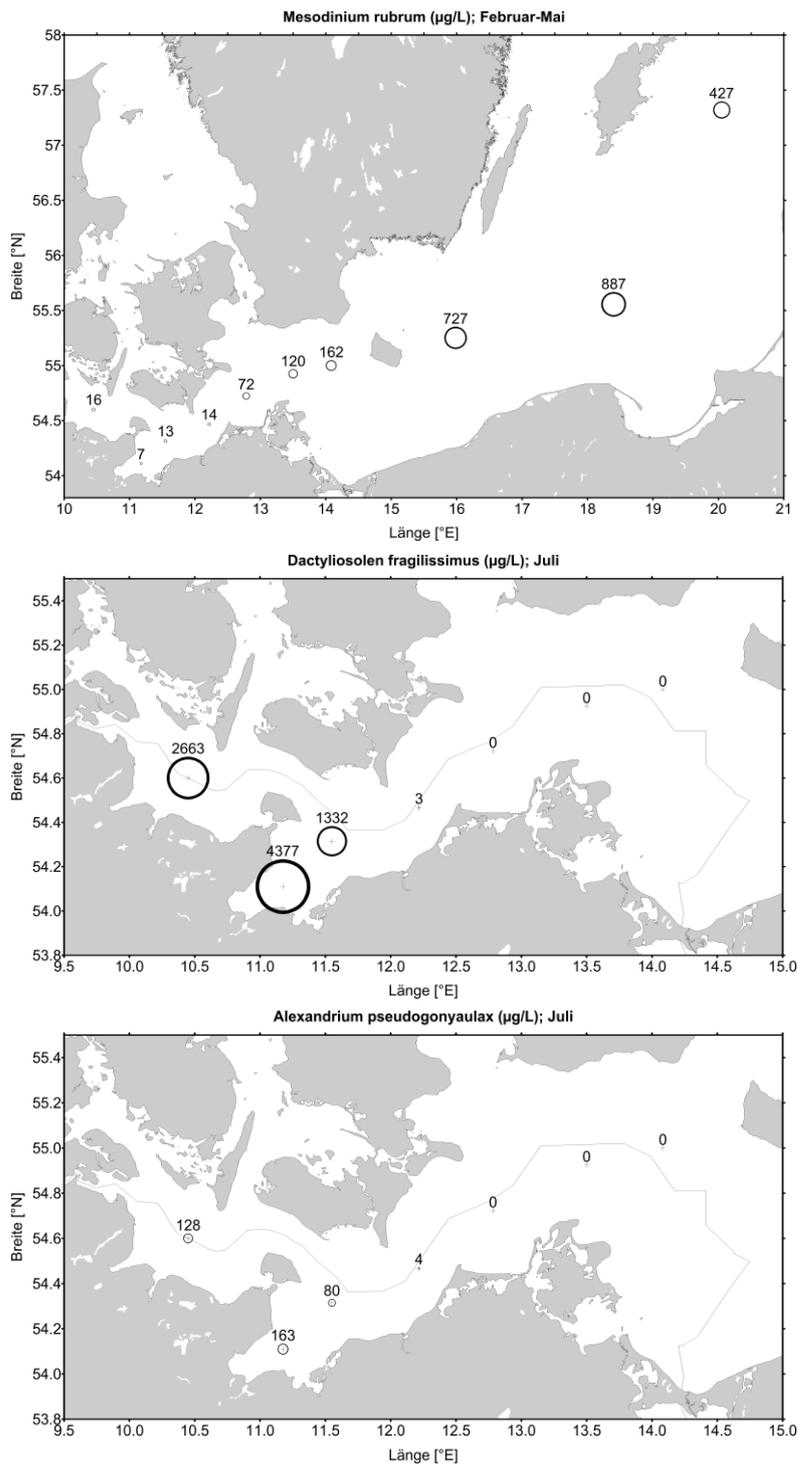


Abb. 14: Verteilung von *Mesodinium rubrum*, *Dactyliosolen fragilissimus* und *Alexandrium pseudogonyaulax* in Gebieten und zu Jahreszeiten ihres Hauptvorkommens in 2014.

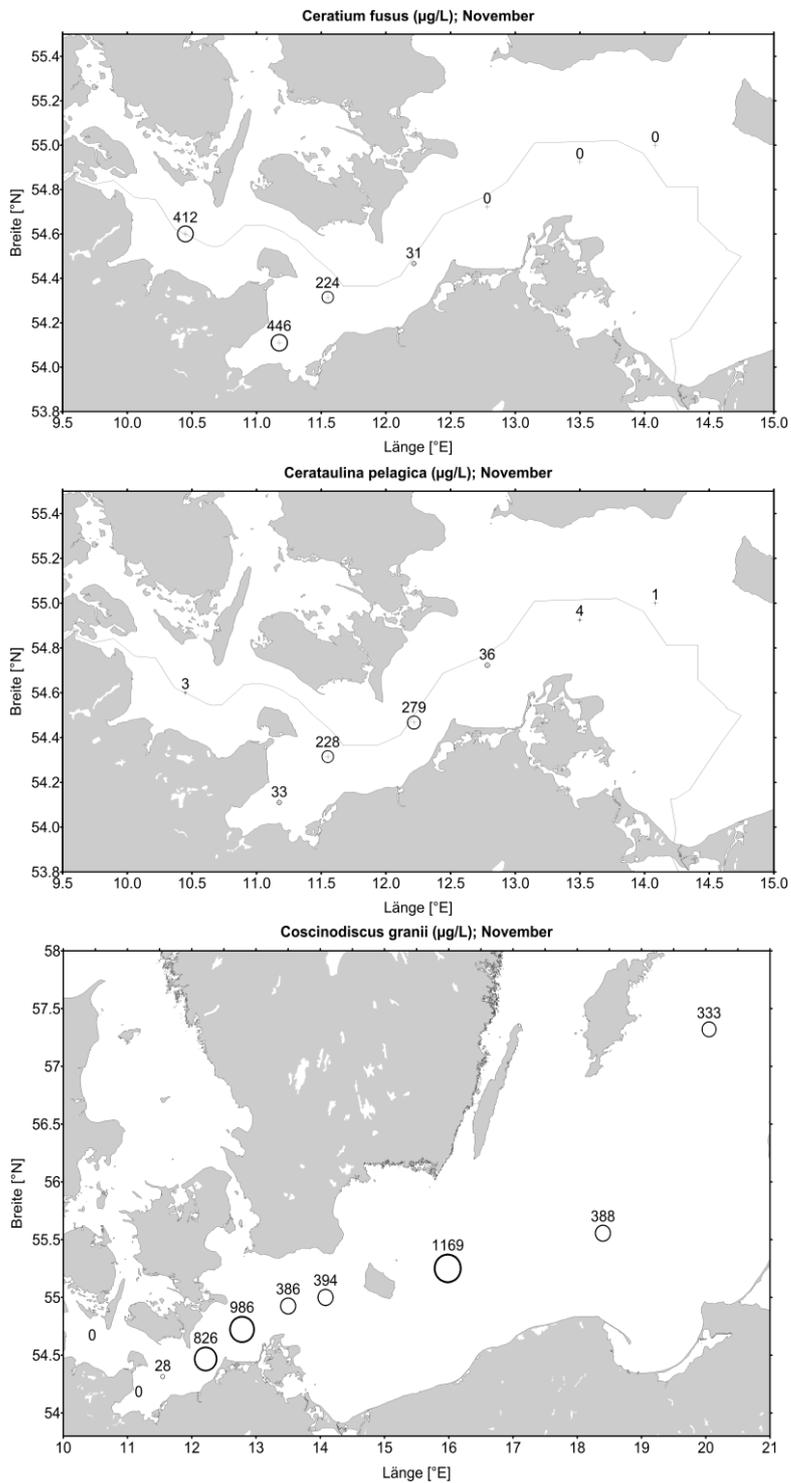


Abb. 15: Verteilung von *Ceratium fusus*, *Cerataulina pelagica* und *Coscinodiscus granii* in Gebieten und zu Jahreszeiten ihres Hauptvorkommens in 2014.

Ceratium tripos bildet normalerweise im Herbst eine Blüte in der westlichen Ostsee, war jedoch zu Beginn des Jahres 2014 bis in den März hinein stark vertreten. Dagegen war es im Herbst 2014 nicht mehr die dominante Art, sondern trat in der Kieler, Lübecker und zentralen Mecklenburger Bucht hinter *Ceratium fusus* zurück. Wir stellen deshalb erstmalig die Frühjahrswerte (Mittelwert aus Februar-Mai) von *Ceratium tripos* dar (Abb. 13 a), während für die Herbstblüte *Ceratium fusus* gezeigt wird (Abb. 15 a). Es wird deutlich, dass diese Arten von Westen her im Allgemeinen nicht in die eigentliche Ostsee (beginnend ab der Arkonasee) vordringen.

Die typische Kieselalgen-Frühjahrsblüte wurde in der westlichen Ostsee nicht getroffen; sie fand hier zwischen der Februar- und März-Fahrt statt. Wegen der bekannten Verzögerung des Blütentermins in östliche Richtung konnte die Kieselalgenblüte in der Arkonasee im März 2014 aber noch angetroffen werden. Ihr wichtigster Vertreter, *Skeletonema marinoi*, wird in Abb. 13 b gezeigt. Nach der Kieselalgenblüte wird im April-Mai in der westlichen Ostsee *Dictyocha speculum* (Abb. 13 c) und in der eigentlichen Ostsee *Mesodinium rubrum* dominant (Abb. 14 a).

Die ausgewählten Sommer-Arten *Dactyliosolen fragilissimus* und *Alexandrium pseudogonyaulax* bevorzugen die salzreicheren Bedingungen der westlichen Ostsee (Abb. 14 b und c). Andererseits treten in der eigentlichen Ostsee hauptsächlich die Cyanobakterienblüten auf. Im Jahre 2014 waren die Cyanobakterienblüten dort jedoch nur schwach entwickelt. Sie sind deshalb nicht gesondert dargestellt.

Im Herbst werden die regionalen Unterschiede oft am deutlichsten: Im Allgemeinen dominieren in der westlichen Ostsee Dinoflagellaten (*Ceratium* spp.) und in der eigentlichen Ostsee Kieselalgen (*Coscinodiscus granii*). Wie oben schon erwähnt, war im Jahre 2014 aber *Ceratium fusus* der dominierende Dinoflagellat (Abb. 15 a). Die marine Kieselalge *Cerataulina pelagica* zeigte durch ihr geringeres Auftreten in der Kieler Bucht nicht ganz die typische Verteilung (Abb. 15 b) und auch *Coscinodiscus granii* zeigte nicht das klassische Muster der Vorjahre mit kontinuierlicher Zunahme zur eigentlichen Ostsee hin (Abb. 15 c).

4.1.4 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 zumindest zeitweise 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*, der 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). Eine Verdrängung der einen Art durch die andere ist in diesem Falle jedoch unwahrscheinlich, da *P. balticum* eine Frühjahrsart und *P. minimum* eine Spätsommerart ist.

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 Salzwassereintrüben im 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 eigentlichen Ostsee wieder verschwunden (auch noch in 2014).

Die im Jahre 2009 für uns in unseren Ostseeproben neuen marinen Arten *Noctiluca scintillans*, *Lennoxia faveolata*, *Chaetoceros lorenzianus* und *Phaeodactylum tricornutum* sind als Einzelfunde zu werten, die spätestens bis zum Jahre 2012 wieder verschwunden sind. Die ersten drei tauchten aber 2014 wieder auf, sicher im Zusammenhang mit Einstromereignissen in die westliche Ostsee. Zusätzlich wurde auch *Spatulodinium pseudonociluca* (Abb. 12 c) gefunden. Diese Art ist für uns neu. Der sonst nur selten in unseren Proben auftretende marine Dinoflagellat *Polykrikos schwartzii* bildete im Herbst 2014 relativ hohe Biomassen in der westlichen Ostsee und kam damit insgesamt auf Rang 17 in Tab. A2. 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* hat sich in der westlichen Ostsee etabliert und erreicht in unserer Rangliste des Jahres 2014 Rang 23 (Tab. A2). Dagegen war die im Herbst 2010 stark aufgetretene Kieselalge *Pseudosolenia calcar-avis* seit dem Jahre 2013 nicht mehr nachzuweisen [aber sie erschien wieder in 2015 und wird in der nächsten Biologischen Zustandseinschätzung und in einer Publikation von KAISER et al. (eingereicht) behandelt werden]. Der Dinoflagellat *Peridiniella danica*, der erstmals im Jahre 2011 in hohen Biomassen (Rang 5) auftrat, ist deutlich zurückgegangen und steht jetzt auf Rang 50.

Das Bestimmungs-Problem bei den nackten Dictyochophyceae ist oben in Kapitel 4.1.2 schon erörtert worden. Ab dem Jahre 2009 versuchen wir die Art *Verrucophora farcimen* 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. Diese Art zeigte sich in den Proben von 2012 und 2014 nicht mehr. Wir finden von diesen beiden Arten wieder fast ausschließlich *Dictyocha speculum*, in den Jahren 2012 und 2013 aber nicht in hohen Biomassen und im Jahre 2013 erstaunlicherweise stärker im Herbst

als im Frühjahr. Im Jahre 2014 trat *Dictyocha speculum* wieder mit einer starken Frühjahrsblüte auf.

Traditionell wird der extrem häufige mixotrophe Ciliat *Mesodinium rubrum* in den Phytoplanktonproben mitgezählt. Er ist in der eigentlichen Ostsee immer stark im Frühjahr vertreten (Abb. 10, 14 a), tritt in geringeren Biomassen aber auch im Herbst auf. Im Vergleich zu den Vorjahren war *Mesodinium rubrum* in der westlichen Ostsee deutlich schwächer vertreten.

Die im Jahre 2011 ausnahmsweise dominierende Kieselalge *Achnanthes taeniata*, die sonst in der westlichen Ostsee ungewöhnlich ist, war in den Jahren 2012 bis 2014 wieder nur schwach vertreten, im Jahre 2014 lediglich im März in der Arkonasee. 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.

4.1.5 Chlorophyll a

Ein grober Jahresgang der Chlorophyll a-Konzentration ist der Tab. 6 zu entnehmen. Er entspricht etwa den bereits in Abb. 8-10 dargestellten Jahresgängen der Biomasse. Es sind für jede Probenahme die Mittelwerte über die oberen 10 m gezeigt. Wie in Kapitel 2.3. dargelegt, werden von uns nur noch die „Gesamt-Chlorophyll a“-Werte („Chl.a-tot“) bestimmt.

Das Jahres-Maximum der Chlorophyll a-Konzentration ($10,35 \text{ mg m}^{-3}$) wurde wie üblich zu Zeiten der Frühjahrsblüte gefunden, die wir Mitte März in der Arkonasee angetroffen haben. In der westlichen Ostsee wurde die Frühjahrsblüte verpasst; deshalb finden wir hier die Maximalwerte im Herbst.

Typische Chlorophyll-Jahresgänge in 3 Bereichen der Ostsee werden von KAITALA et al. (2011) in einem Environment Fact Sheet gezeigt, der allerdings nicht mehr weitergeführt wird.

Die horizontale Verteilung der Chlorophyll-a-Werte im Stationsnetz für die 5 Monitoringfahrten ist in Abb. 16-18 dargestellt. Abb. 16 a macht deutlich, dass im Februar 2014 noch keine wesentliche Phytoplanktonentwicklung stattgefunden hat. Mitte März 2014 war die Frühjahrsblüte in der Mecklenburger Bucht bereits vorüber, aber in der Arkonasee noch präsent (Abb. 16 b). Die Entwicklung von *Dictyocha speculum* in der westlichen Ostsee und von *Mesodinium rubrum* in der Arkonasee Ende April/Anfang Mai war nicht sehr stark so dass die Chlorophyll-a-Konzentrationen nicht über 3 mg m^{-3} anstiegen (Abb. 17 a). Die Blüte von *Dactyliosolen fragilissimus* im Juli in der westlichen Ostsee war in den Chlorophyll-a-Werten nicht zu bemerken (Abb. 17 b). Das liegt daran, dass die großen Kieselalgen sehr chlorophyllarm sind. Im Herbst zeigen erhöhte Chlorophyll-a-Konzentrationen die Herbstblüte an, wobei die Dinoflagellatenblüte in der westlichen Ostsee höhere Werte generiert als die Kieselalgenblüte der Arkonasee (Abb. 18). Es ist zu beachten, dass die in den Abb. 16-18 dargestellten Daten Mittelwerte von Hin- und Rückfahrt der entsprechenden Fahrten sind.

Tab. 6

Mittlere Konzentrationen von „Gesamt-Chlorophyll a“ von 0 bis 10 m Tiefe.

Station	Datum	Chl.a-tot (mg m ⁻³)	Station	Datum	Chl.a-tot (mg m ⁻³)
OMBMPN3	04.02.2014	1.86	OMBMPK8	29.07.2014	2.23
OMBMPN3	17.03.2014	2.96	OMBMPK8	09.11.2014	4.42
OMBMPN3	30.04.2014	2.62	OMBMPK8	17.11.2014	2.71
OMBMPN3	19.07.2014	1.18	OMBMPK5	05.02.2014	1.53
OMBMPN3	09.11.2014	5.20	OMBMPK5	12.02.2014	0.87
OMO22	04.02.2014	1.16	OMBMPK5	18.03.2014	9.46
OMO22	18.03.2014	1.70	OMBMPK5	24.03.2014	2.32
OMO22	30.04.2014	2.95	OMBMPK5	01.05.2014	1.59
OMO22	20.07.2014	1.66	OMBMPK5	08.05.2014	2.21
OMO22	08.11.2014	5.17	OMBMPK5	21.07.2014	1.94
OMBMPM2	05.02.2014	0.90	OMBMPK5	29.07.2014	3.03
OMBMPM2	13.02.2014	1.32	OMBMPK5	10.11.2014	3.71
OMBMPM2	18.03.2014	1.82	OMBMPK5	16.11.2014	2.41
OMBMPM2	25.03.2014	2.84	OMBMPK4	12.02.2014	1.06
OMBMPM2	01.05.2014	1.43	OMBMPK4	19.03.2014	10.35
OMBMPM2	08.05.2014	1.09	OMBMPK4	02.05.2014	2.26
OMBMPM2	20.07.2014	1.49	OMBMPK4	22.07.2014	2.14
OMBMPM2	29.07.2014	2.11	OMBMPK4	10.11.2014	2.46
OMBMPM2	08.11.2014	5.68	OMBMPK2	07.02.2014	0.65
OMBMPM2	17.11.2014	2.72	OMBMPK2	11.02.2014	0.69
OMBMPM1	05.02.2014	0.88	OMBMPK2	20.03.2014	1.25
OMBMPM1	13.02.2014	0.96	OMBMPK2	24.03.2014	1.50
OMBMPM1	18.03.2014	1.20	OMBMPK2	03.05.2014	5.63
OMBMPM1	25.03.2014	1.50	OMBMPK2	07.05.2014	4.83
OMBMPM1	01.05.2014	2.36	OMBMPK2	22.07.2014	1.76
OMBMPM1	08.05.2014	1.83	OMBMPK2	28.07.2014	1.39
OMBMPM1	20.07.2014	1.67	OMBMPK2	12.11.2014	2.36
OMBMPM1	29.07.2014	1.37	OMBMPK1	11.02.2014	0.66
OMBMPM1	09.11.2014	4.05	OMBMPK1	21.03.2014	0.99
OMBMPM1	17.11.2014	4.44	OMBMPK1	04.05.2014	4.39
OMBMPK8	05.02.2014	0.92	OMBMPK1	23.07.2014	2.11
OMBMPK8	12.02.2014	1.23	OMBMPK1	13.11.2014	2.47
OMBMPK8	18.03.2014	5.44	OMBMPJ1	09.02.2014	0.57
OMBMPK8	25.03.2014	3.06	OMBMPJ1	21.03.2014	0.63
OMBMPK8	01.05.2014	0.99	OMBMPJ1	04.05.2014	3.47
OMBMPK8	08.05.2014	0.79	OMBMPJ1	24.07.2014	4.40
OMBMPK8	20.07.2014	2.22	OMBMPJ1	13.11.2014	3.07

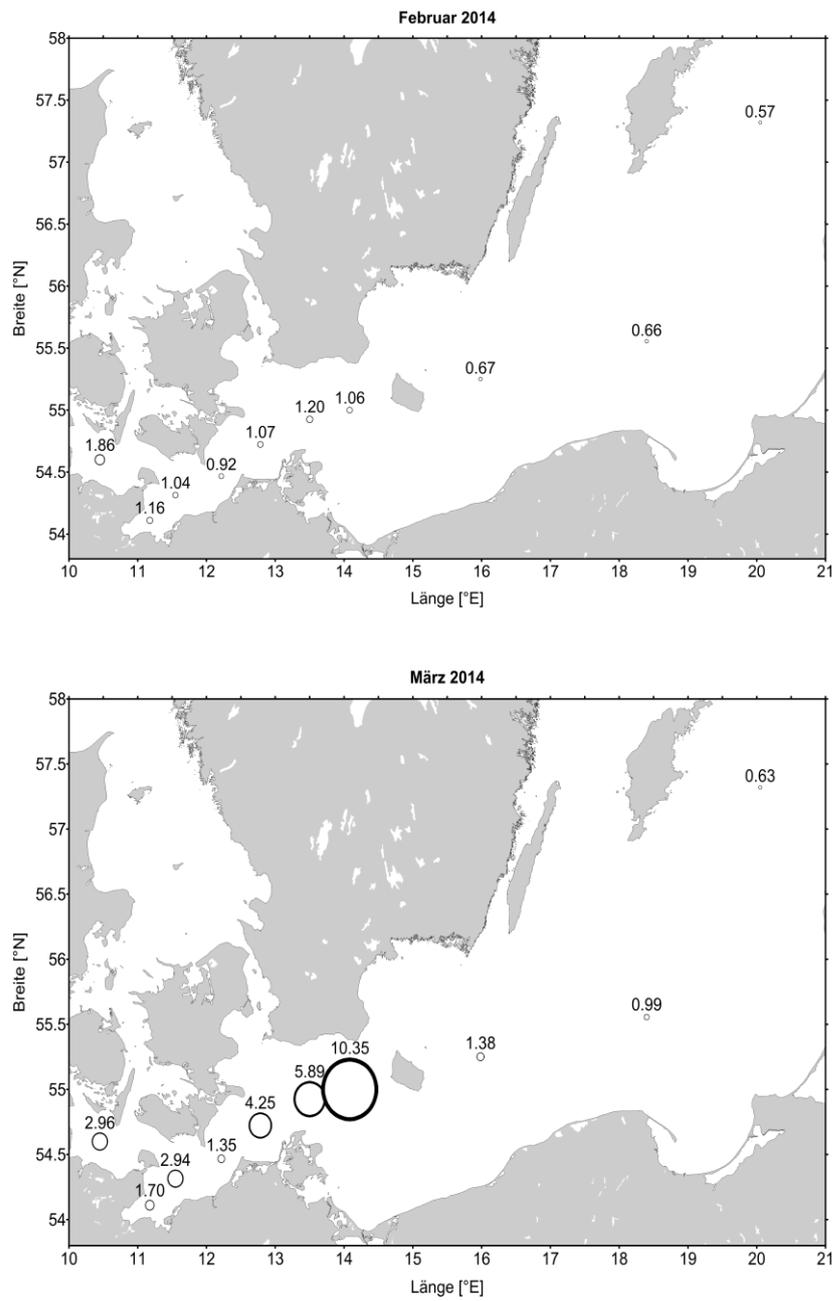


Abb. 16: Horizontale Verteilung der Chlorophyll-a-Konzentration ($\mu\text{g/L}$) auf den Stationen während der Fahrten vom Februar und März 2014.

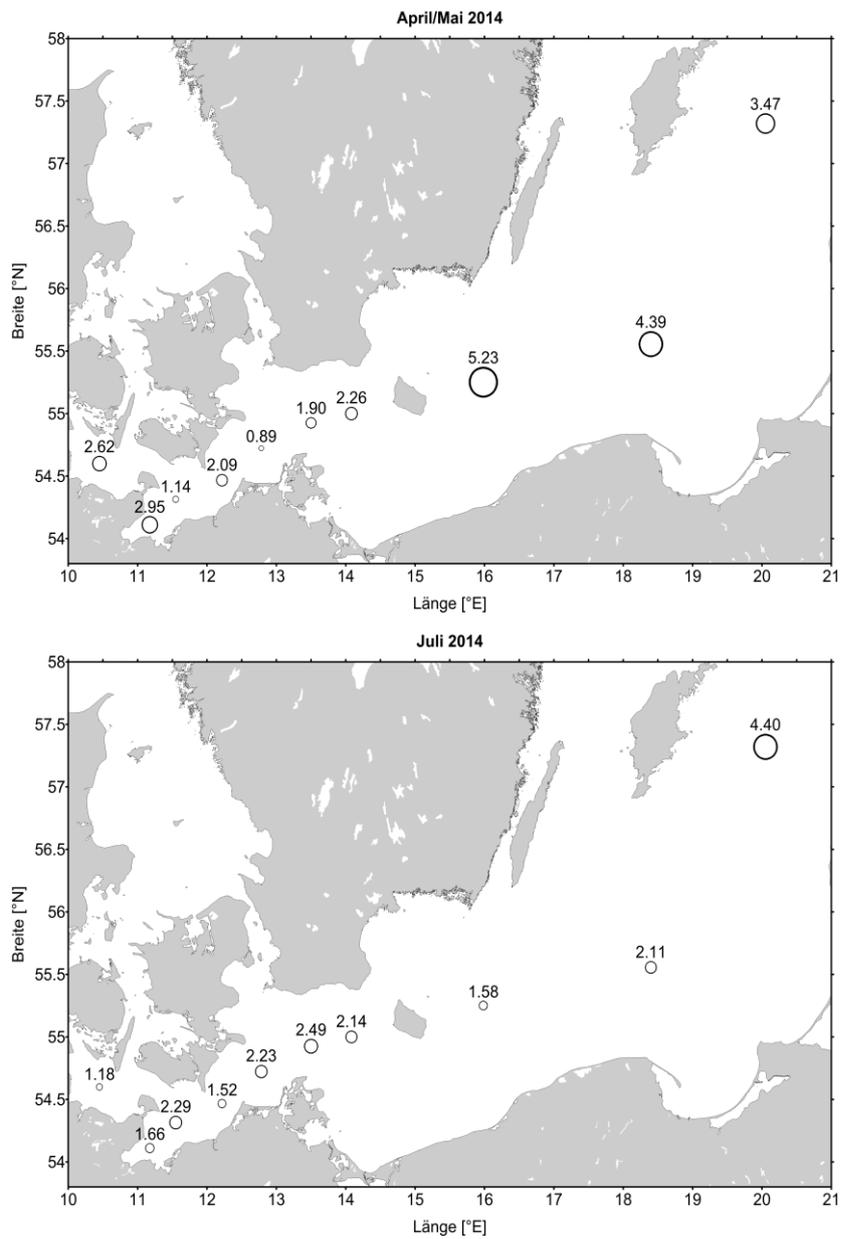


Abb. 17: Horizontale Verteilung der Chlorophyll-a-Konzentration ($\mu\text{g/L}$) auf den Stationen während der Fahrten vom April/Mai und Juli 2014.

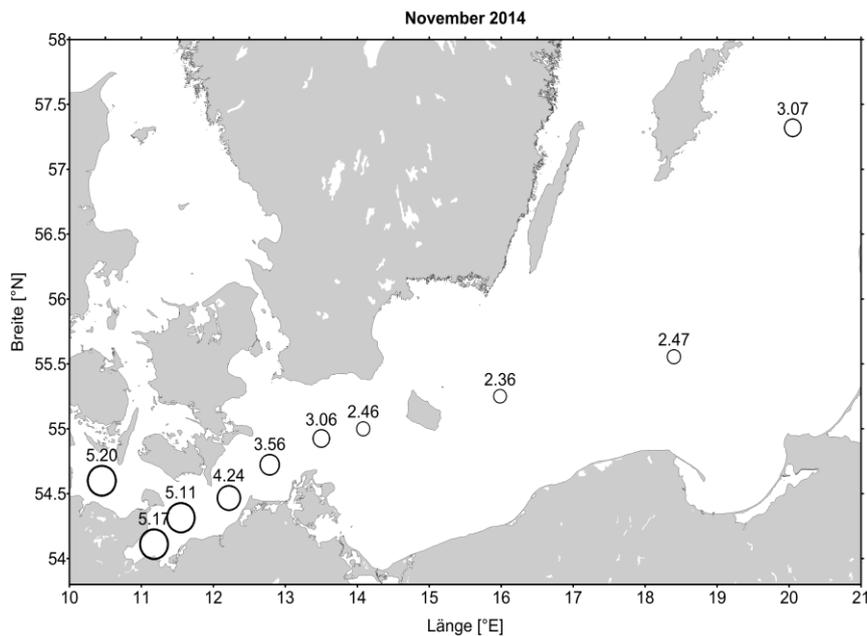


Abb. 18: Horizontale Verteilung der Chlorophyll-a-Konzentration ($\mu\text{g/L}$) auf den Stationen während der Fahrt vom November 2014.

4.1.6 Sedimentation

Die mikroskopische Bearbeitung des 2014 im Arkonabecken aufgefangenen Materials zeigt über das Jahr eine kontinuierliche Zunahme großer, teils aufgebrochener Kotballen, die höchstwahrscheinlich auf den Bewuchs mit Seepocken (Balaniden) und eventuell mit ihnen assoziierter anderer Filtrierer zurückzuführen ist (Abb. 19 a). Neben den tatsächlich abgesunkenen Mikroalgen finden sich viele Bruchstücke, v.a. von Diatomeenschalen, die höchstwahrscheinlich auch aus dieser Quelle stammen (Abb. 19 b).

Obwohl dieser Prozess die quantitativen Bedingungen extrem überlagert (s.u.), sind interessanterweise die qualitativen Signale, d.h. die mikroskopisch ausgewerteten taxonomischen Befunde, nur wenig gestört. Das Nahrungsspektrum der auf der Falle siedelnden Fauna liegt offensichtlich genau im Bereich des Mikroplanktons, so dass durch die Filtration der Organismen primär eine Anreicherung des absinkenden Materials, aber keine qualitative Veränderung bewirkt wird. Da die Sinkstofffalle sich weit unterhalb der photischen Zone befindet, kann auch nur der Teil des Phytoplanktons angereichert werden, der sich schon auf dem Weg aus der Deckschicht zum Sediment befindet. Durch den Fraßvorgang kann allerdings der Teil der Beute-Organismen aus dem Spektrum entfernt werden, der nicht beschalt und damit leicht verdaulich ist. So lässt sich auch erklären, dass sich die Anzahl der Flagellatenspezies, im Gegenteil zu stabileren Diatomeen und Dinoflagellaten, von 7 auf 4 reduzierte.

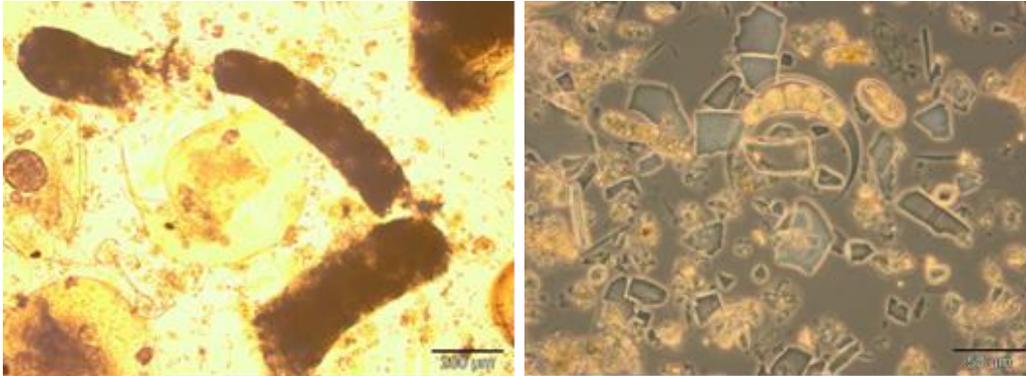


Abb. 19 a: Große Kotballen in der Fallenprobe, b: Bruchstücke von Diatomeen

Bei den Diatomeen, die mit 15 Arten im Vergleich zu 14 im Vorjahr auftraten, zeigte sich innerhalb der pelagischen Wachstumsphase (März bis Dezember) wieder die typische saisonale Abfolge von Gemeinschaften (Abb. 20 a-d). Hier ist sowohl bei Abundanz als auch bei Diversität die Frühjahrsblüte wesentlich deutlicher als in den Masseflüssen zu erkennen. Von Beginn an und wie im Vorjahr traten *Achnanthes taeniata*, *Chaetoceros* spp., *Coscinodiscus granii*, *Actinocyclus octonarius*, *Skeletonema marinoi* und *Thalassiosira levanderi* auf. Neu hinzu kamen *Melosira arctica*, *Ceratoneis closterium*, *Coscinodiscus radiatus* und *Thalassiosira hyperborea*, während *Diatoma tenue* nicht mehr auftrat. In der Sommerphase verringert sich die Artenzahl, es traten zuerst *Skeletonema marinoi*, *Coscinodiscus granii*, *Actinocyclus octonarius* und *Chaetoceros* spp. auf, später kamen *Coscinodiscus radiatus* und *Dactyliosolen fragilissimus* hinzu, während *Skeletonema marinoi* wieder früher abnahm. Dieses Diatomeenkonsortium hielt sich bis in den Spätherbst, wo es sich dann von der Artenzusammensetzung her ausdünnte.

Bei den Dinoflagellaten (Abb. 20 b) blieb die Anzahl der insgesamt vorkommenden Arten mit 8 auf dem gleichen Niveau wie im Vorjahr, allerdings traten sie 2013 mit einem breiteren Artenspektrum über fast die gesamte Wachstumsperiode (April – Dezember) auf. Trotzdem ist 2014 noch eine deutliche saisonale Abfolge von Schlüsselarten zu sehen, wobei im Frühjahr *Protoperdinium* spp., *Gymnodinium corollarium*, *Dinophysis acuminata* und *Dinophysis rotundata* (= *Phalacroma rotundatum*) vorkamen, dann über den gesamten Sommer *Ceratium tripos* zu dem noch *Ceratium fusus* kam und zu Beginn und am Ende der Sommerphase *Dinophysis acuminata*. *Dinophysis norvegica* wurde nicht mehr gefunden. Ab August kam *Dissodinium pseudolunula* hinzu und bildete im Spätherbst/Winter die hauptsächlichlichen Dinoflagellaten-Bestände. Wie im Vorjahr fehlten Procoentren (*Procoentrum minimum* und *Procoentrum micans*) in der Sommerphase. Während die Artenvielfalt in der ersten Jahreshälfte von Diatomeen dominiert war, nahm die Bedeutung der Dinoflagellaten erst zum August/September zu, trat aber insgesamt klar hinter den Diatomeen zurück.

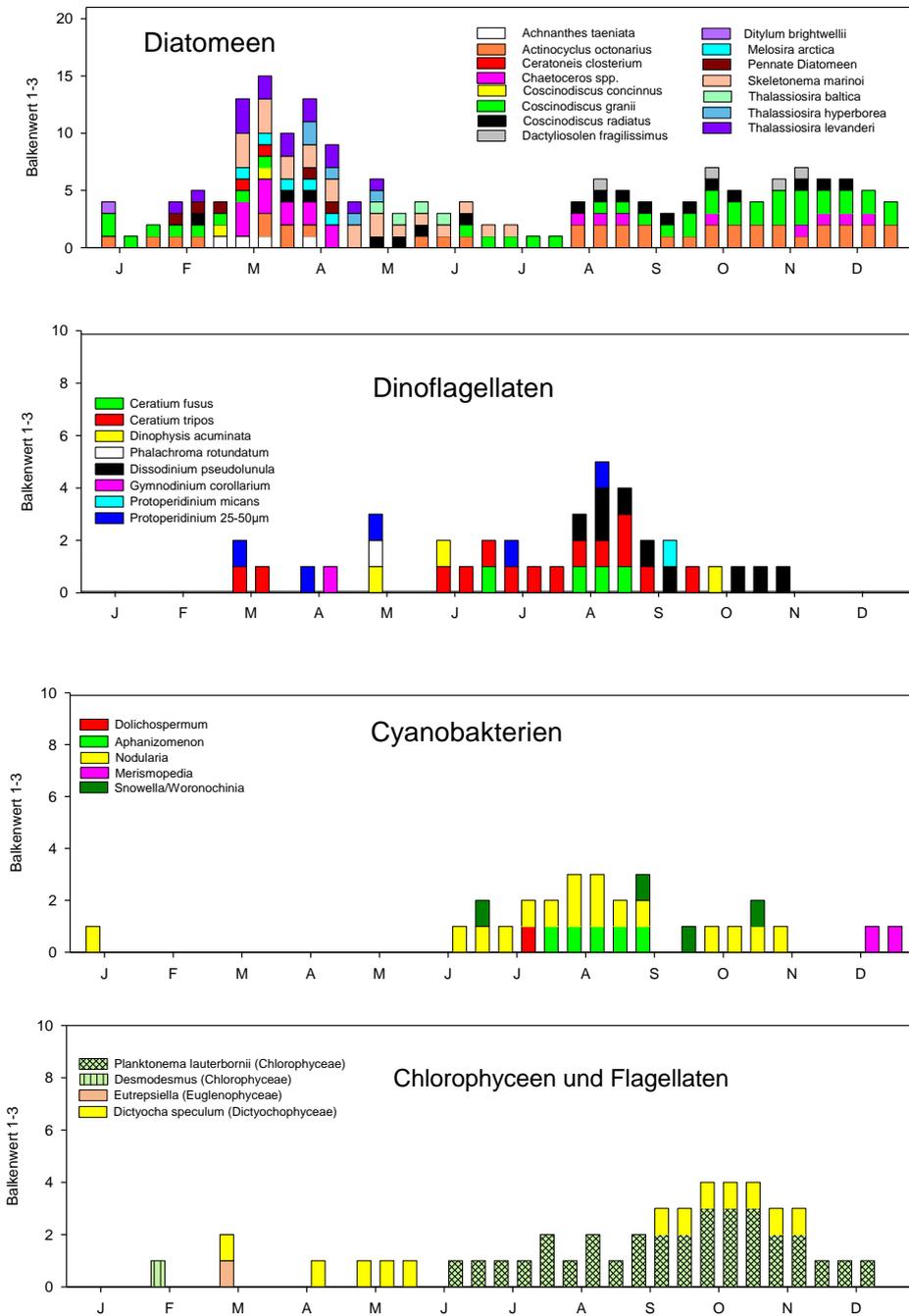


Abb. 20 a-d: Relative Häufigkeit einzelner Arten von Diatomeen, Dinoflagellaten, Cyanobakterien sowie Grünalgen und sonstige Flagellaten im sedimentierten organischen Material im Jahre 2014.

Die Cyanobakterien (Abb. 20 c) wurden 2014 in geringerer Artenzahl gefunden, wobei die diazotrophen Arten (*Aphanizomenon* und *Nodularia*) dennoch die Sommerphase dominierten. Der saisonale Wechsel von den Sommerarten *Aphanizomenon*, *Nodularia* zu den nicht-N-fixierenden *Snowella* und *Merismopedia* in der Herbst- und Winterphase tritt wieder klar auf, wobei *Snowella/Woronochinia*-Arten in geringerem Umfang auch in den Sommermonaten präsent sind. Die Hauptphase des Wachstums von diazotrophen Arten (Juni-August) läßt sich auch 2014 mit dem Absinken der $\delta^{15}\text{N}$ Signatur (Abb. 26) in einzelnen kurzen Phasen in dieser Zeit in Verbindung bringen. Aber auch in diesem Jahr ist dieser Prozess in der Arkonasee im Gegensatz zur mittleren Ostsee nicht von quantitativer Bedeutung. Dadurch, dass die Isotopensignaturen durch trophische Effekte der besiedelnden Organismen überlagert werden, ist die Aussagekraft dieser Werte insgesamt beschränkt.

Bei den Chlorophyceen (Grünalgen; Abb. 20 d) läßt sich die quantitative saisonale Verteilung gut mit dem Eintrag von Kotmaterial in die Fallen korrelieren, so dass davon ausgegangen werden muss, dass die dominante Art, die Chlorophycee *Planktonema lauterbornii* primär auf diesem Weg in die Fallen gelangt ist. Neben dem Silicoflagellaten *Dictyocha speculum*, der im Frühjahr und vereinzelt auch im Sommer auftritt, scheint sie eine der wenigen unbepanzerten Arten zu sein, die im Fraßprozess nicht völlig unkenntlich wird. Hierbei zeigt sich auch die generell wichtige Rolle der Flagellaten im Nahrungsnetz, da sie bis auf wenige Arten offensichtlich gut aufzunehmen und zu verdauen sind.

Die saisonalen Muster des Vertikaltransportes der Hauptelemente Kohlenstoff (Abb. 21), Stickstoff (Abb. 22), Phosphor (Abb. 23) und Silizium (Abb. 24) wurden im Jahr 2014 von einem Prozess überlagert, der in den Vorjahren nicht oder nur in einem untergeordneten Maße auftrat. Es handelt sich hierbei um den Bewuchs des Gitterdeckels der Falle mit benthischen Organismen, in diesem Fall Seepocken (*Balanus improvisus*), welche aktiv Partikel aus dem Wasser filtrieren und somit Detritusmaterial anreichern.

Das Kotmaterial dieser Organismen wird in kompakten Kotballen abgegeben, deren Größe im Millimeterbereich liegt und die eine entsprechend hohe Sinkgeschwindigkeit haben. Die Verdauung ist nicht immer vollständig, so dass diese Kotballen, die mit einer dünnen Membran umhüllt sind, nach dem Aufbrechen oft gut identifizierbare Nahrungspartikel abgeben. Insbesondere beschalte Nahrungsorganismen, wie Dinoflagellaten und Diatomeen lassen sich noch gut erkennen, auch wenn die Schalen oft zerbrochen sind. Genau dieses Bild fand sich über das Jahr in den mikroskopischen Analysen der Sinkstoffproben (Abb. 19): eine zunehmende Anzahl großer Kotballen, die mit Mikroalgen gefüllt waren und entsprechend viel Bruchstücke v.a. von Diatomeen in aufgebrochenen Kotpartikeln. Als Grund für diese schnelle und intensive Besiedlung, die in den Vorjahren nicht beobachtet wurde, läßt sich die besondere Einstromlage in diesem Jahr anführen. Im Vorfeld des großen Einstroms von Nordseewasser im Dezember 2014 gab es schon kleinere Einschübe von salzreichem Wasser in Arkona- und Bornholmbecken im Februar, März und August 2014.

Abb. 3 (Seite 15) dokumentiert den Salzgehalt in 40 m Wassertiefe im Arkonabecken an der Fallenposition. Über die gesamte Wachstumsperiode zeigt sich, abgesehen von einigen Einbrüchen, ein hoher Salzgehalt. Zusammen mit diesem salzreichen Wasser gelangen sowohl höhere Konzentrationen an Sauerstoff in die ansonsten sauerstoffarme Bodenschicht der

Becken, wie auch die Larven von Organismen aus dem Oberflächenwasser, die sich über pelagische Stadien vermehren.

Dazu gehören Seepocken und Muscheln, von denen sich auch gut erkennbare Larven in der Falle fanden. Unter diesen günstigen Bedingungen konnten sich viele Organismen an der Falle festheften und da sie mit zunehmender Größe auch die Filtrierleistung steigern, wurde die Menge ihrer Ausscheidungen, die in die Sammelbehälter der Falle fiel, entsprechend größer (Abb. 2 auf Seite 10). Damit war die Menge des aufgefangenen Materials natürlich nicht mehr vom schwerkraftabhängigen vertikalen Partikeltransport sondern von der Filtrationsleistung des Aufwuchses und den lokalen Strömungsverhältnissen abhängig. Ein interessanter Aspekt ist dabei allerdings, dass die Filtrierer nur Material anreichern können, das schon aus der Deckschicht abgesunken ist, also sowieso dem Sediment zugeflossen wäre. Wie schon oben dargelegt wurde, entspricht daher das Nahrungsspektrum der Aufwuchsorganismen dem Material, das durch Sedimentation in die Falle gelangt, so dass die Analyse der Artenzusammensetzung der Mikroalgen, aus denen die Nahrung vorwiegend besteht, durchaus noch Sinn macht. Die quantitative Beziehung zwischen natürlichem Absinken und den Stoffmengen in der Falle ist aber leider nicht mehr herzustellen, und da das Material die gleiche Quelle hat, ist eine Trennung auch nicht möglich.

Die extrem hohen Jahresraten von 3,0 mol C, 429 mmol N, 1,2 mol Si und 9,3 mmol P m⁻² a⁻¹ bei einem Massefluss von 293 g Trockenmasse m⁻² a⁻¹ (Abb. 21-25) liegen bis zum Faktor 5 höher als in den Vorjahren. Interessant ist allerdings die elementare Zusammensetzung dieses Materials. Es hat mit 12,3 % den höchsten Kohlenstoffanteil am Gesamtgewicht aller bisherigen Jahre und kann allein nach diesem Befund keine oder nur geringe Anteile an resuspendiertem Sediment enthalten.

Das C/N-Verhältnis des im gesamten Jahr aufgefangenen Materials liegt mit 6,9 im Bereich der bisherigen Messungen (5,9-8,4), aber das C/P-Verhältnis (Abb. 26) mit 320 doppelt so hoch wie die bisherigen Werte von 120-160. Der Kohlenstofftransport stieg dabei um den Faktor 3,8, während sich der P-Fluss nur um den Faktor 1,5 erhöhte. Das bedeutet, dass die epibenthische Verwertung von pelagischer Nahrung dem Sediment ein in Bezug auf Kohlenstoff und Stickstoff ähnlich zusammengesetztes Material weiterreicht, das allerdings beim Phosphorgehalt um die Hälfte verarmt ist. Eine solche Feststellung lag zwar nicht im primären Ansatz der Untersuchung, sie könnte allerdings in dem Fall relevant werden, in dem durch eine zunehmende Bereitstellung von besiedlungsfähigem Hartsubstrat im Bereich der westlichen Ostsee (z.B. durch Windenergieparks) die pelagischen Prozessabläufe durch benthisch dominierte ersetzt werden. In diesem Falle stellt sich natürlich die Frage nach der veränderten Verteilung von biologisch relevanten Elementen zwischen Sediment und Wasser.

Die N- und C- Isotopie des Materials (Abb. 27 und 28) zeigt unterschiedliche Reaktionen auf die in diesem Jahr veränderten Bedingungen. Während sich das δ¹³C- Muster im Jahresverlauf 2014 kaum von dem der Vorjahre unterschied und primär Temperatureffekte im Oberflächenwasser indiziert, hebt sich die Stickstoffisotopie von den Vorjahren ab. Statt einer wellenförmigen Entwicklung zwischen den Blütephasen im Frühjahr und Herbst, die auf Nitratreinträgen mit höherem δ¹⁵N beruhen, und der Sommerphase mit dem Eintrag leichterer Isotope durch die Stickstofffixierung konnte 2014 eine kontinuierliche, wenn auch geringe, Absenkung des Signals festgestellt werden. Durch den über das Jahr zunehmenden Anteil an Abfallmaterial der

benthischen Besiedlung lässt sich hierbei ein biologischer Fraktionierungsprozess vermuten, der allerdings in seinem Ablauf nicht völlig erklärbar ist. Während sich die quantitativen Messungen der Sedimentation im Arkonabecken in diesem Jahr also leider nicht zu einer sinnvollen Bilanz zusammenfassen lassen, bietet das qualitative Bild der Mikroalgensukzession den Eindruck eines nicht ungewöhnlichen Jahresverlaufes.

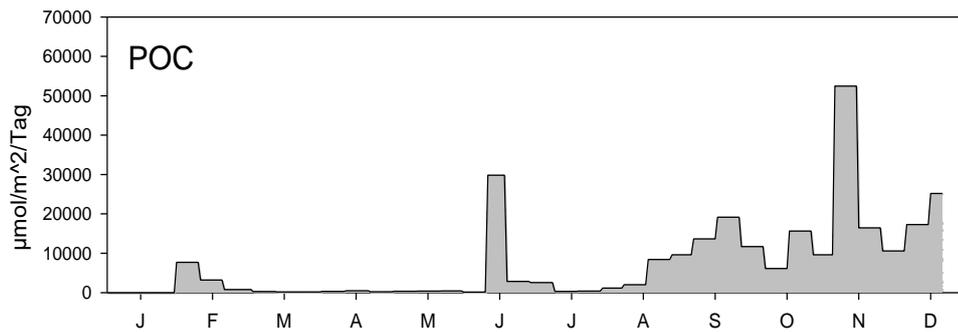


Abb. 21: Tägliche Sedimentationsraten von partikulärem organischem Kohlenstoff im Sedimentationshorizont 35 m auf der Station Arkonasee im Jahr 2014.

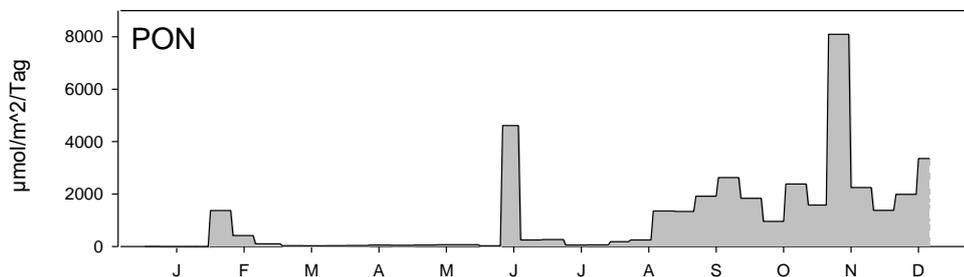


Abb. 22: Tägliche Sedimentationsraten von partikulärem organischem Stickstoff im Sedimentationshorizont 35 m auf der Station Arkonasee im Jahr 2014.

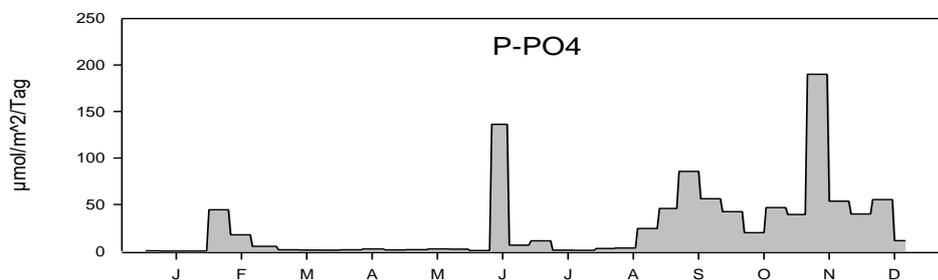


Abb. 23: Tägliche Sedimentationsraten von partikulärem Phosphor im Sedimentationshorizont 35 m auf der Station Arkonasee im Jahr 2014.

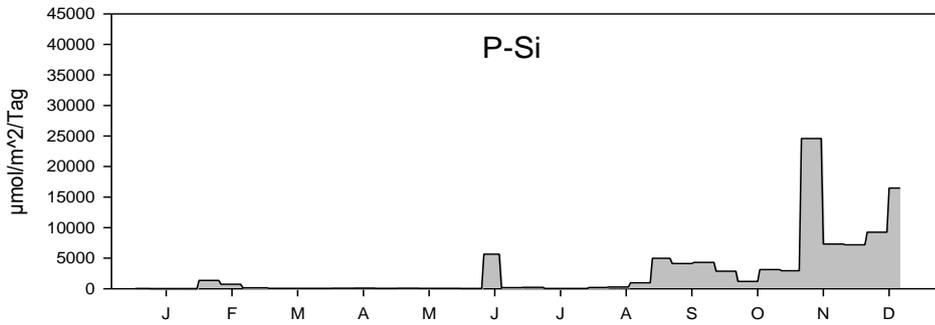


Abb. 24: Tägliche Sedimentationsraten von partikulärem biogenem Silikat im Sedimentations-horizont 35 m auf der Station Arkonasee im Jahr 2014.

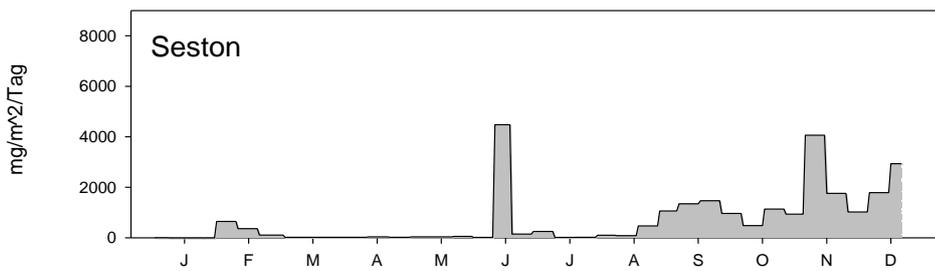


Abb. 25: Tägliche Sedimentationsraten von Trockenmasse (Seston) im Sedimentations-horizont 35 m auf der Station Arkonasee im Jahr 2014.

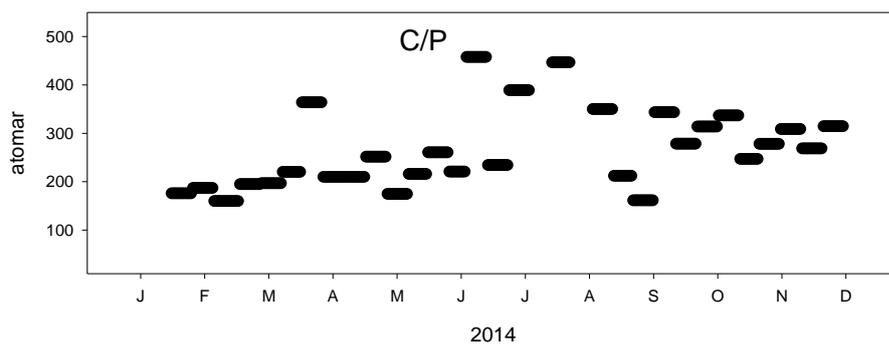


Abb. 26: Atomares Verhältnis von Kohlenstoff zu Phosphor in Partikeln im Sedimentations-horizont 35 m auf der Station Arkonasee im Jahr 2014.

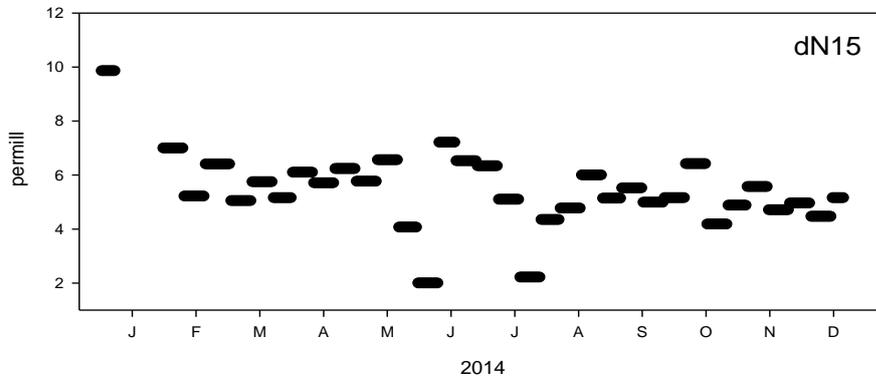


Abb. 27: Isotopie des Stickstoffs (‰ $\delta^{15}\text{N}$) im Fallenmaterial im Jahr 2014.

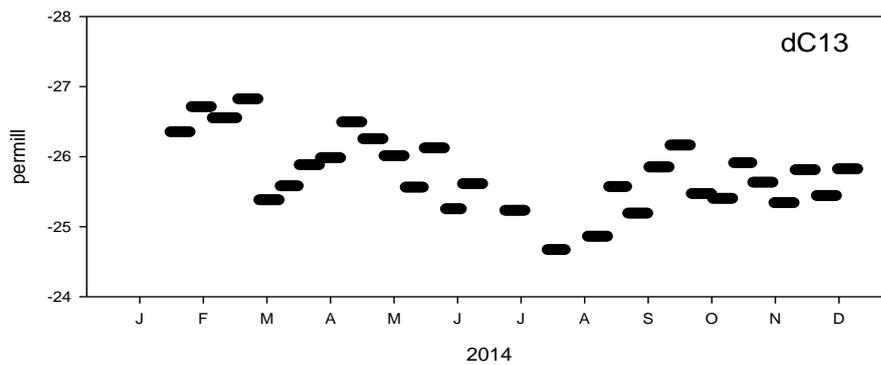


Abb. 28: Isotopie des partikulären Kohlenstoffs (‰ $\delta^{13}\text{C}$) im Fallenmaterial im Jahr 2014.

4.2 Mesozooplankton

4.2.1 Artenspektrum, Wasseraustausch und Neozoen

Die faunistische Zusammensetzung des Zooplanktons im Untersuchungsgebiet wies in 2014 große Ähnlichkeit zu den vorausgegangenen Jahren auf. Mit insgesamt 49 Taxa lag die Vielfalt im Vergleich zu 2011-2013 mit durchschnittlich mehr als 50 Taxa weiterhin auf einem hohen Niveau (Tab. A3). Der typische saisonale Anstieg in der Anzahl der Taxa, der in der Regel durch das Auftreten wärmeliebender Arten verursacht wird, war in 2014 jedoch weniger deutlich ausgeprägt (Abb. 29). Dies geht vor allem auf vereinzelte Funde von *Limnocalanus macrurus*, *Eurytemora affinis* oder *Acartia tonsa* in der westlichen Ostsee während der kalten Jahreszeit im März und Mai zurück, welches einen kurzzeitigen Einfluss küstennahen Wassers widerspiegelt.

Das Artenspektrum hat sich gegenüber dem Vorjahr nur unwesentlich verändert, auffälliger sind hingegen Verschiebungen in der Häufigkeit der verschiedenen Arten (siehe 4.2.2.). Innerhalb der Copepoden traten vor allem *Pseudocalanus* spp., *Temora longicornis*, *Centropages hamatus*, *Paracalanus parvus*, drei *Acartia* Arten (*A. bifilosa*, *A. longiremis*, *A. tonsa*) sowie der cyclopoide Copepode *Oithona similis* regelmäßig und häufig im Pelagial des Untersuchungsgebietes auf. Im Vergleich zum Vorjahr wurden vor allem *Temora longicornis* und *Centropages hamatus* in deutlich erhöhter Abundanz beobachtet, während bei den anderen Arten nur geringfügige Unterschiede auftraten. *A. tonsa* wurde - wie im Vorjahr - regelmäßig in den Proben gefunden, blieb aber im Vergleich zu *A. bifilosa* und *A. longiremis* von untergeordneter Bedeutung. Die Art trat vor allem in den flacheren Meeresgebieten (OMBMP-M2 bis OMBMPK4) auf. Das Vorkommen von *Limnocalanus macrurus* beschränkte sich auf die Gotlandsee, vor allem im südlichen Teil trat sie in höheren Konzentrationen auf. Individuen von *Eurytemora affinis* wurde hingegen an nahezu allen Stationen, allerdings nur sporadisch, beobachtet. Copepodite von *Calanus* spp. trat regelmäßig im Winter/Frühjahr (Februar-Mai) vor allem in der Bornholmsee auf (OMBMPK2), welches wahrscheinlich auf frühe Einstromereignisse im Februar/März in die Arkona und Bornholmsee zurückgeht. Funde an *Calanus* spp. aus dem Gotlandbecken im März gehen jedoch schon auf einen früheren Einstrom zurück. Weibchen der Art wurden als *Calanus helgolandicus* identifiziert. *Centropages typicus* und der harpacticoid Copepode *Longipedia* spp. wurden in 2014 nicht beobachtet.

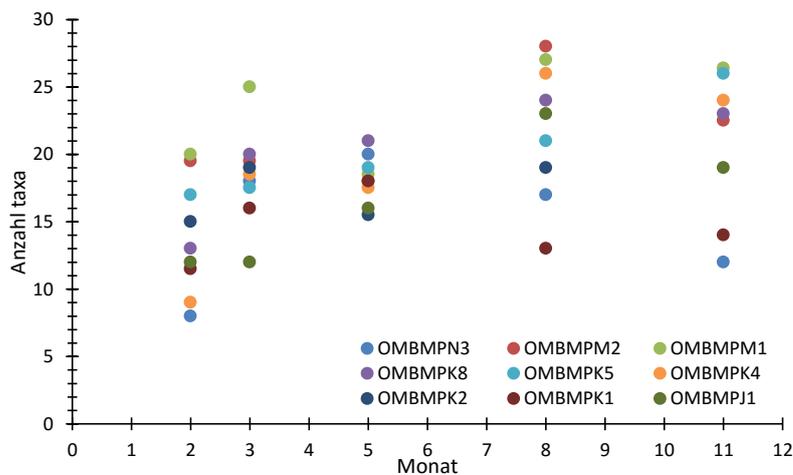


Abb. 29: Anzahl der in den verschiedenen Meeresgebieten beobachteten Taxa im Jahresverlauf 2014.

Wie schon im Vorjahre dominierten *Bosmina* spp. und *Evadne nordmanni* in der abundanten Gruppe der Cladocera. *Bosmina* spp. war die bei weitem häufigste Gruppe und trat mit $3,3-4,7 \times 10^6$ Individuen m^{-2} vor allem in der Arkona- und Bornholmsee (OMBMPK5 to OMBMPK2) auf. *E. nordmanni* und *Podon leuckartii* wurden im gesamten Untersuchungsgebiet beobachtet, beide Arten waren vor allem in der Arkonasee mit $2,0-4,1 \times 10^5$ Individuen m^{-2} häufig. Im Vergleich zu den Vorjahren wurden größere Bestände an *E. nordmanni* schon im Mai in der westlichen

Ostsee beobachtet und nicht erst während des Spätsommers. *P. leuckartii* löste *Podon intermedius* (max. $4,9 \times 10^4 \text{ m}^{-2}$) als dritthäufigste Art ab; nur in den östlichen Meeresgebieten (OMBMPK2 to OMBMPJ1) war *P. intermedius* von größerer Bedeutung. Die seit 2012 erstmals zusätzlich erfasste und im Vorjahr nur sporadisch gefundene Art *Pleopsis polyphemoides* trat in 2014 regelmäßig und deutlich erhöhter Bestandsgröße vor allem in der westlichen Ostsee, aber auch der Gotlandsee auf ($0,9-1,4 \times 10^4 \text{ m}^{-2}$). Neben diesen Arten wurden in 2014 auch *Evadne spinifera* (1387 Individuen m^{-2}) und *E. anonyx* (87 Individuen m^{-2}) in einzelnen Proben aus der Kieler Bucht beobachtet. *Evadne spinifera* wird in der Ostsee eher selten angetroffen. Die Art ist vor allem in Nordatlantik verbreitet und tritt auch in der nördlichen Nordsee und dem Skagerrak auf (GIESKES 1971). Generell ist sie als wärmeliebende stenotherme Art charakterisiert. Ihr Auftreten in der Kieler Bucht geht daher wahrscheinlich auf den Transport salzreicheren Wassers aus dem Skagerrak in die Kieler Bucht zurück. Bei *Evadne anonyx* handelt es sich um eine Neozoa-Art, die in die Ostsee eingeschleppt wurde (siehe unten).

Neben den Cladocera sind vor allem auch die Rotatoria Massenvorkommen charakterisiert. Die Gattung *Synchaeta* tritt generell ganzjährig auf, dominierte das Plankton jedoch mit bis zu $2,2 \times 10^6$ Individuen m^{-2} vor allem im Mai in der Arkona-, der Bornholm und der Gotlandsee. Verschieden Arten der Gattung *Keratella* sind generell von geringerer Bedeutung. Mit $1,8 \times 10^6$ Individuen m^{-2} wurde im August in der Gotlandsee jedoch ein Massenvorkommen registriert. Neben dieser Gruppe wurden Copelata (*Oikopleura*, *Fritellaria*) sowie Larven der Bivalvia und Gastropoda häufig beobachtet. Auffallend gering war die Konzentration an Larven benthischer Echinodermata, die im Vorjahr noch regelmäßig auftraten. Chaetognatha wurden vereinzelt zusammen mit *Calanus* spp. in den Wassermassen mit erhöhtem Salzgehalt gefunden.

Mit *Evadne anonyx* wurde in der Kieler Bucht eine für die Ostsee als invasive Arten geführte Cladocere identifiziert (AquaNIS, www.corpi.ku.lt/databases/index.php/aquanis; NOBANIS, <http://www.nobanis.org/Search.asp>). Das Vorkommen beschränkt sich bisher jedoch auf einen Einzelfund im Mai 2014. Bei *Evadne anonyx* handelt es sich um eine kleine Cladocera-Art, die hauptsächlich im Kaspischen Meer und Ästuaren des Schwarzen Meeres vorkommt. In der Ostsee wurde sie erstmals im Golf von Finnland in 1999 und ein Jahr später im Golf von Riga gefunden. Seitdem hat sich die Art weiter bis zur Arkonasee, dem Landorttief und der Bothnischen See ausgebreitet (PÖLLUPÜÜ et al. 2008, KALAUS & OJAVEER 2014). Die Art wird als stenotherm mit einer weiten Salztoleranz beschrieben (ALADIN 1995). An weiteren von dem in der Online-Datenbank des Informationssystems als aquatische, nicht-einheimische klassifizierte Arten trat im Untersuchungszeitraum, wie bereits oben aufgeführt, der Copepode *Acartia tonsa* sehr häufig auf. Die Cladocere *Cercopagis pengoi*, die in 2013 vereinzelt beobachtet wurde, wurde in 2014 wie auch *Mnemiopsis leidyi* oder *Eurytemora carollleeae* nicht registriert.

4.2.2 Jahresgang in der Artenzusammensetzung

Obwohl die jeweiligen Stationen im Untersuchungsgebiet zum großen Teil auf Hin- und Rückfahrt beprobt wurden, lässt die Analyse des gewonnenen Probenmaterials generell keine detaillierten Rückschlüsse auf die Dynamik und die Sukzession des Zooplanktons im Jahresgang zu. Insbesondere bei den Rotatoria und den Cladocera sind kurzlebige Massenauftritte bekannt, die bei einer Anzahl von 5 Terminfahrten nur unvollständig erfasst werden können.

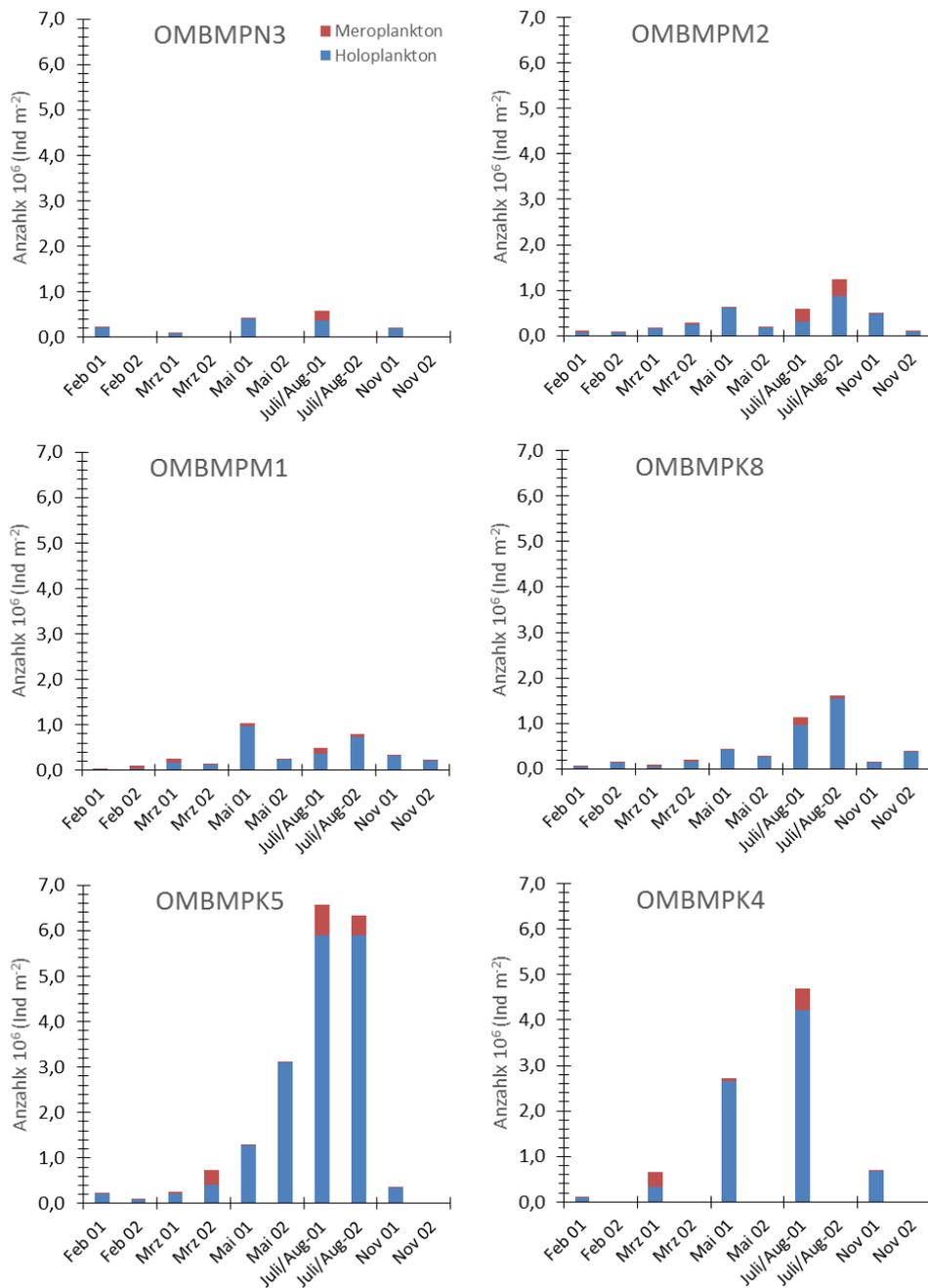


Abb. 30: Jahresgang der Gesamtabundanz des Mesozooplanktons und des Beitrages an Mero- und Holoplankton in den verschiedenen Seegebieten in 2014.

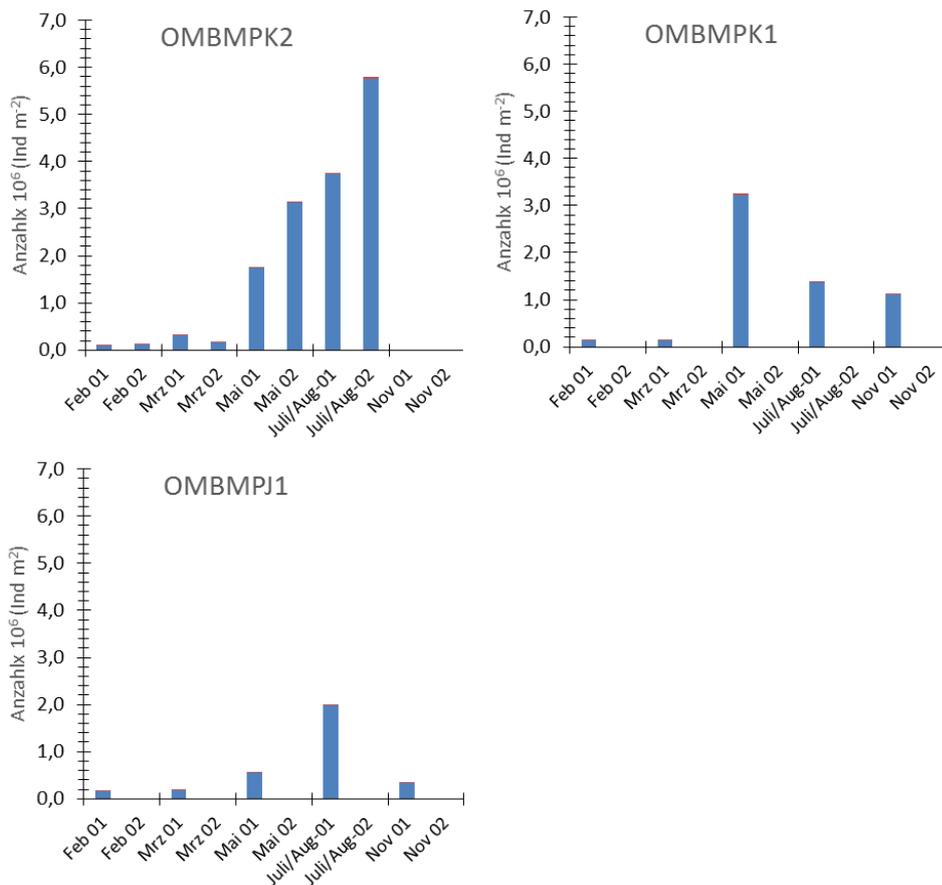


Abb. 30: Fortsetzung.

Die Bewertung des Vorkommens und der Abundanz erfolgt daher - gerade im Hinblick auf die langzeitliche Veränderung des Zooplanktons in der Ostsee – auf Basis der maximalen beobachteten Abundanz.

Das Gesamtzooplankton wies die typische saisonale Entwicklung mit einem Winterminimum und, mit Ausnahme der Gotlandsee, Maxima während des Sommers auf (Abb. 30). Die Bestandsgröße lag in der Arkona- und der Bornholmsee (OMBMPK₅ to OMBMPK₂) über dem Niveau des Vorjahres; in den weiteren Meeresgebieten war sie jedoch vergleichbar

Die charakteristischen, in östliche Richtung ansteigenden Konzentrationsmaxima gehen vor allem auf Massenvorkommen der Cladocera in der Arkonasee und Bornholmsee zurück. Aufgrund der geringen Frequenz der Probenahme während des Frühjahrs und des Sommers sind diese Massenvorkommen im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes aber möglicherweise nicht vollständig erfasst.

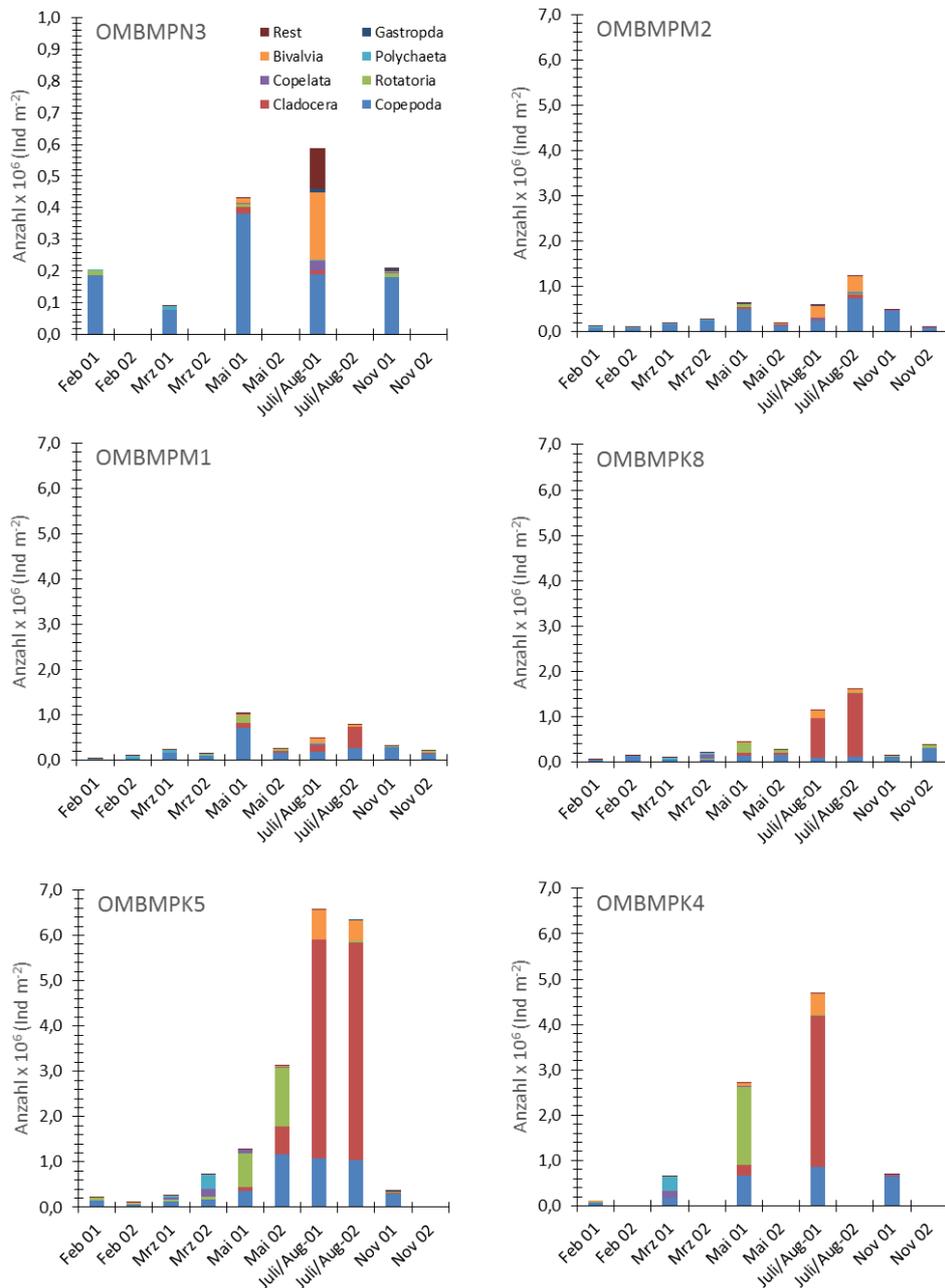


Abb. 31: Jahresgang in den taxonomischen Großgruppen des Mesozooplanktons in den verschiedenen Seegebieten.

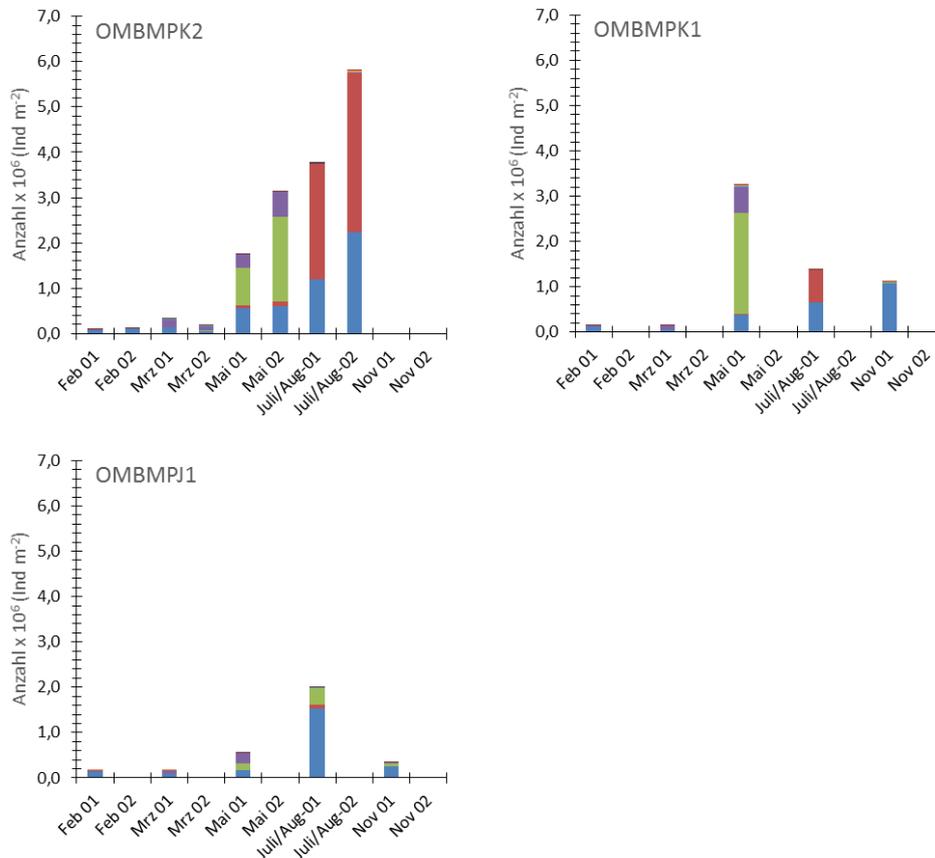


Fig. 31: continued

Das Zooplankton war generell durch holoplanktische Taxa dominiert. Meroplankton trat im Wesentlichen während des Frühjahrs und des Sommers in der westlichen Ostsee (OMBMPN₃ to OMBMPK₄) durch Vorkommen an Polychaeten-, Bivalvia- und Gastropoden-Larven in Erscheinung. Polychaeten-Larven, die vor allem im Frühjahr auftraten, waren in 2014 im Vergleich zum Vorjahr nur von untergeordneter Bedeutung. In der Kieler Bucht wurden sie jedoch schon im Februar und damit relativ früh beobachtet.

Die saisonale Entwicklung des Zooplanktons war in den westlichen Teilen des Untersuchungsgebietes wenig stark ausgebildet als im restlichen Teil der Ostsee (Abb. 31). Copepoden und Bivalvia-Larven dominierten das Zooplankton in der Kieler und Mecklenburger Bucht (OMBMPN₃ to OMBMPM₂, Abb. 31). Während Copepoden mit bis $7,3 \times 10^5$ Individuen m^{-2} während der gesamten produktiven Phase relativ häufig waren, wurden Larven vor allem während des Sommers beobachtet (max. $3,4 \times 10^5$ Individuen m^{-2}). Auffällig war auch ein starkes Vorkommen von Tintinnida im Juli ($1,2 \times 10^5$ Individuen m^{-2}). Cladocera (hauptsächlich *Evadne nordmanni*), Rotatoria und Copelata (hauptsächlich *Fritellaria borealis*) wurden im östlichen Teil der Mecklenburger Bucht häufiger, die Bestandsgröße war jedoch generell niedrig ($< 1,0 \times 10^5$ Individuen m^{-2}). In der Arkona- und Bornholmsee war der saisonale Anstieg

in der Konzentration des Zooplanktons stark ausgeprägt. Während die Bestände noch im März durch geringe Vorkommen an Copepoden und Copelata dominierte wurden, nahm die Bedeutung von Rotatorien und Cladocera im Frühjahr/Sommer sprunghaft zu (OMBMP-K5 to OMBMPK2, Abb. 31). Hierfür waren Massenvorkommen von *Synchaeta* spp. (Rotatoria) und *Bosmina* spp. (Cladocera) verantwortlich. Im Unterschied zum Vorjahr blieb das Vorkommen der Rotatoria mit bis zu $1,7 \times 10^6$ Individuen m^{-2} hauptsächlich auf das Frühjahr beschränkt. Im Mai waren auch Copelata mit der Art *Fritellaria borealis* häufig; ihre Bedeutung nahm in östlicher Richtung zu. Die *Bosmina* spp. erreichte eine maximale Bestände von bis zu $3,5 - 4,7 \times 10^6$ Individuen m^{-2} während des Sommers. Dieses Vorkommen ist typisch für die Arkona- und Bornholmsee und wird regelmäßig beobachtet. Bivalvia- und Gastropoden-Larven traten vor allem im Sommer häufig auf. Die Zooplanktonentwicklung in der östlichen Ostsee folgte im Wesentlichen dem Trend in der Arkona- und Bornholmsee, die Bedeutung der Cladocera nahm aber wieder ab.

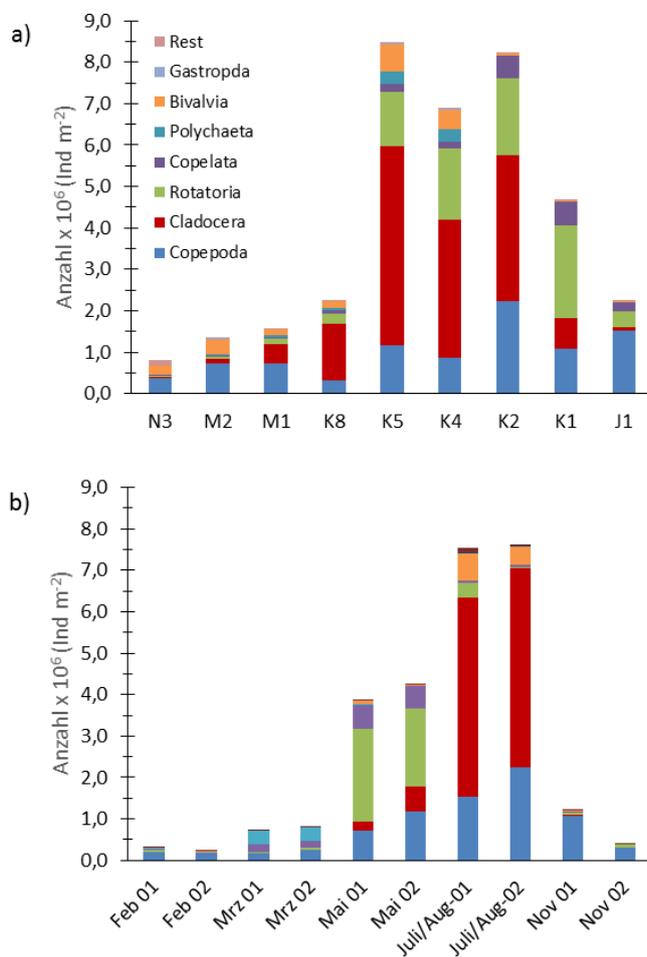


Abb. 32: Maximale Abundanz der Großgruppen des Mesozooplanktons in den verschiedenen Seegebieten (a) und saisonale Variation der maximalen Abundanz im gesamten Untersuchungsgebiet (b).

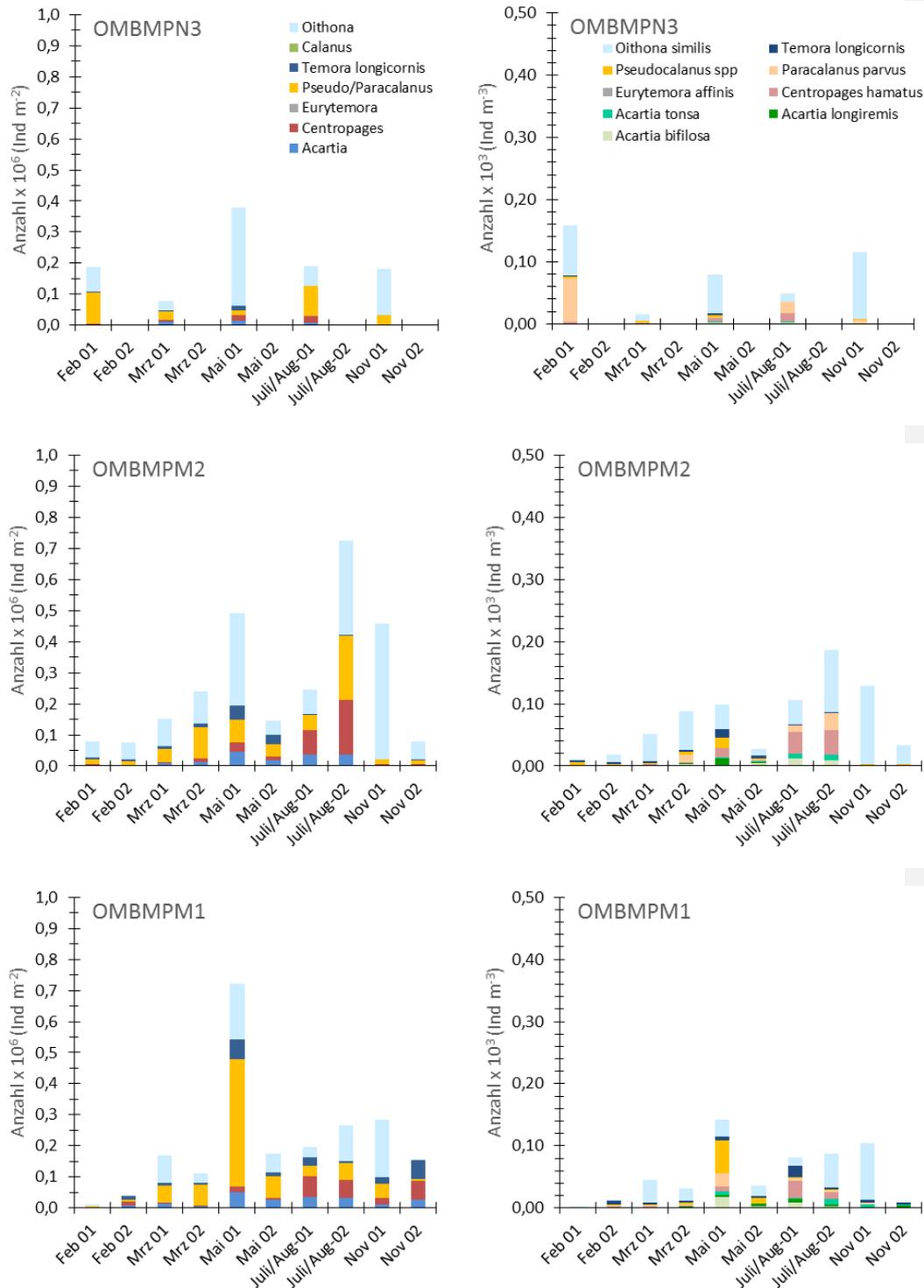


Abb. 33: Jahresgang der Abundanz und Zusammensetzung der juvenilen (links) und adulter Copepoda (rechts) verschiedener Gattungen in den untersuchten Seegebieten.

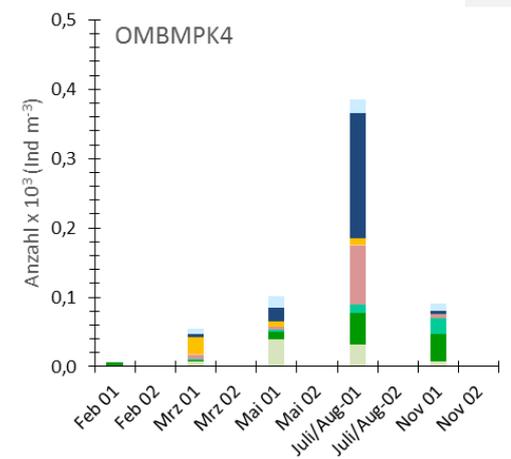
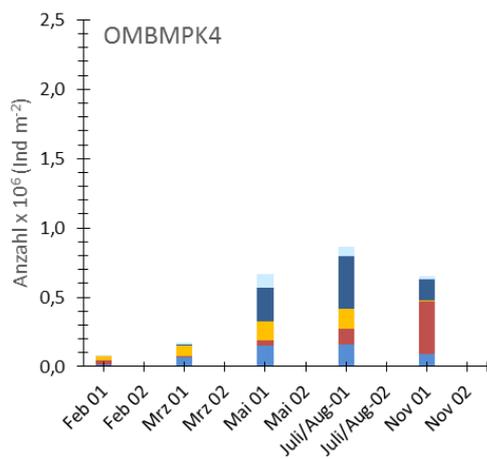
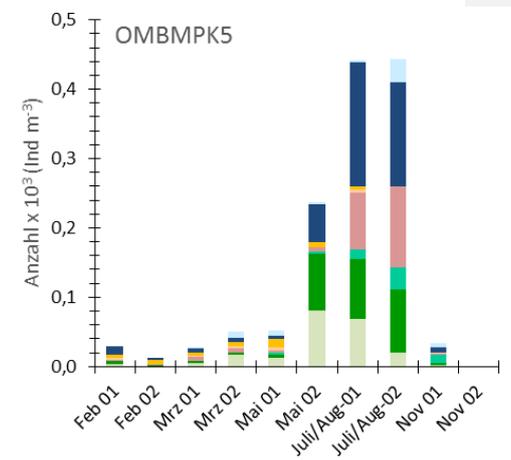
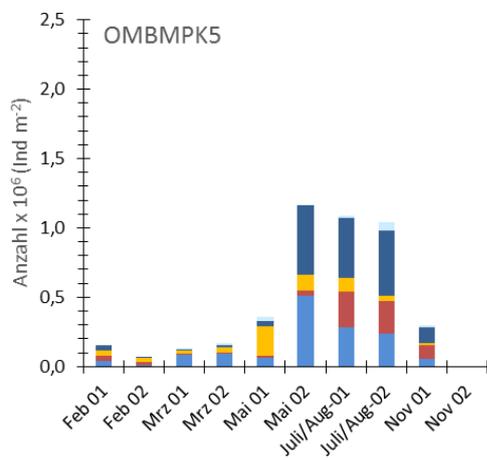
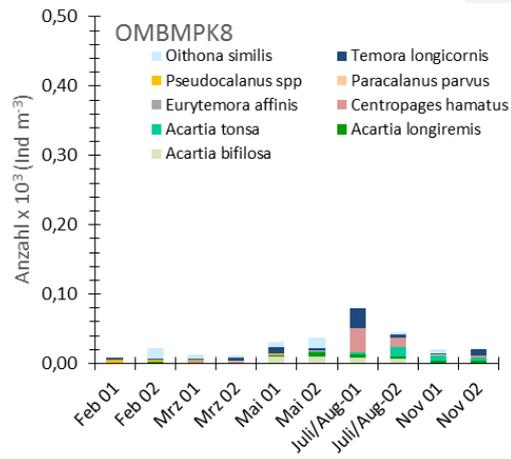
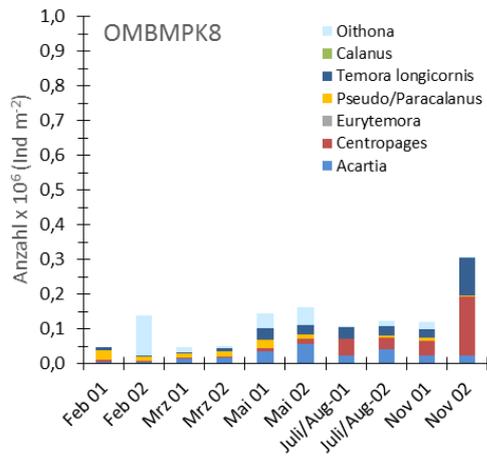


Fig. 33: continued.

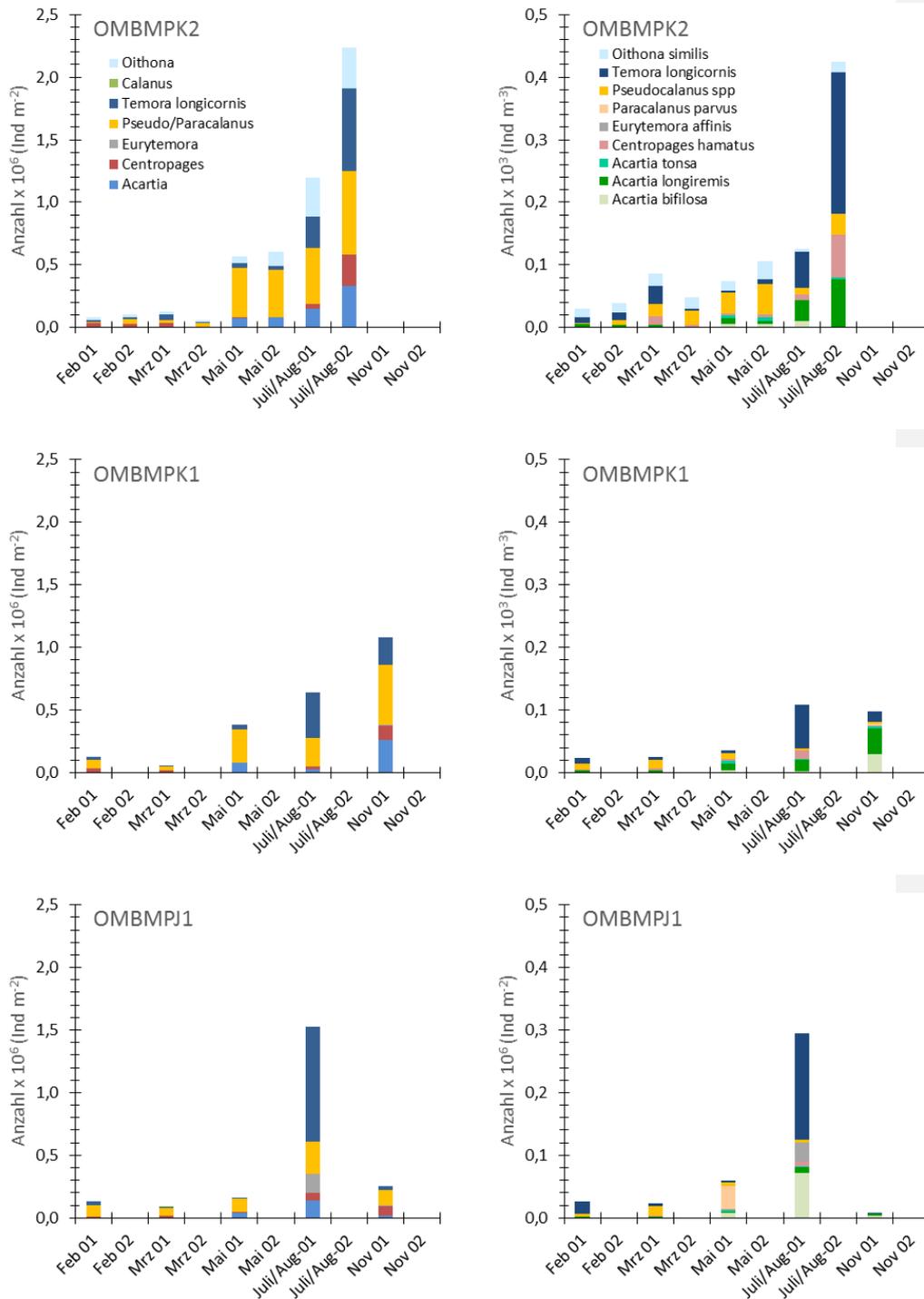


Fig. 33: continued

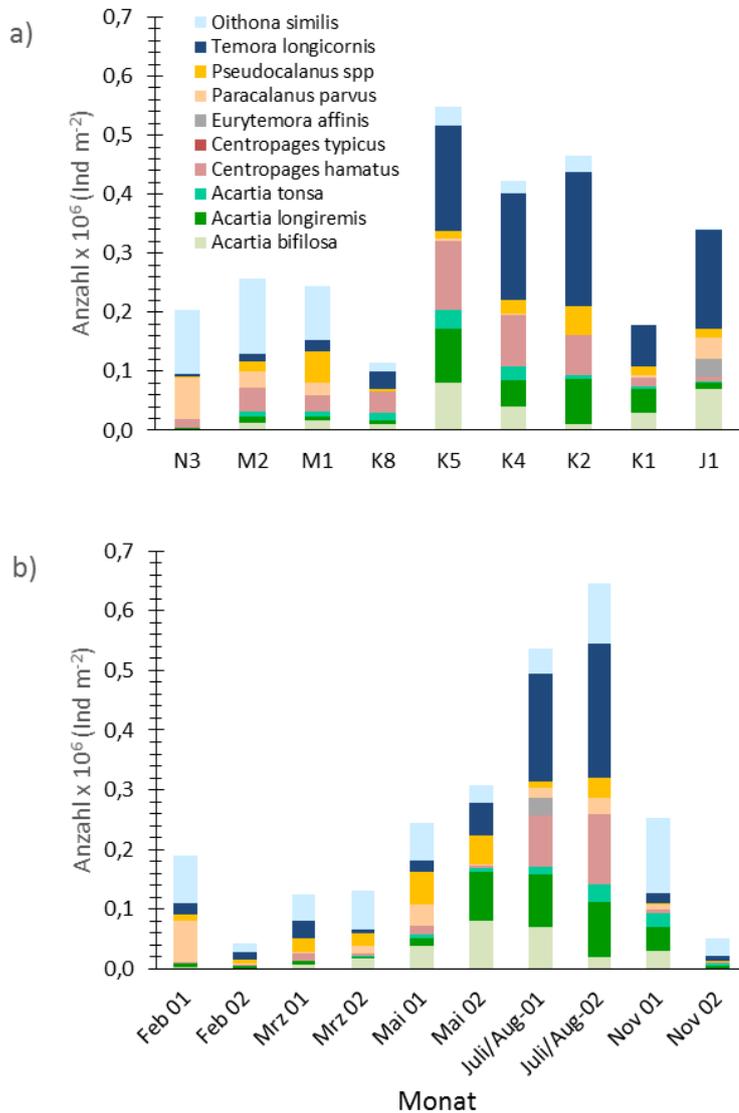


Abb. 34: Maximale Abundanz adulter calanoiden und cyclopoiden Copepoden-Taxa in den verschiedenen Seegebieten (a) und saisonale Variation der maximalen Abundanz im gesamten Untersuchungsgebiet (b).

In Bezug auf die maximale Abundanz der verschiedenen Großgruppen in den Seegebieten ergaben sich nur unwesentliche Unterschiede zum Vorjahr (Abb. 32 a). Während Cladocera und Rotatoria in der Mecklenburger Bucht geringe Bedeutungen hatten und von den Copepoden als dominante Gruppe abgelöst wurden (OMBMPM₂, OMBMPM₁), nahmen ihre maximalen Konzentrationen vor allem in der Arkona- und Bornholmsee zu (OMBMPK₅, OMBMPK₂). In der saisonalen Entwicklung zeigt das Zooplankton im Untersuchungsgebiet eine Sukzession von einer durch Copepoden und Polychaeten-Larven dominierten Gemeinschaft im Winter zu einer im Frühjahr/Sommer durch Rotatoria, Copepoden und Cladocera dominierten Gemeinschaft (Abb. 32 b).

Wie schon im Vorjahr dominierte der cyclopoide Copepode *Oithona similis* und Vertreter der calanoiden Copepoda-Gattung *Pseudo-/Paracalanus* die ökologische wichtige Gruppe der Copepoda in der Kieler und Mecklenburger Bucht (OMBMPN₃, OMBMPM₂, OMBMPM₁; Abb. 33). Als regelmäßig auftretende und daher typische Besonderheit der Kieler Bucht wurde auch in 2014 ein erhöhtes Vorkommen beider Gruppen schon im Winter beobachtet. Im Gegensatz zum Vorjahr wurden die Adulten der Gattung *Pseudo/Paracalanus* in 2014 durch die Art *Paracalanus parvus* und nicht durch *Pseudocalanus* spp. dominiert.

In der Mecklenburger Bucht war auch *Centropages hamatus* während des Sommers ungewöhnlich häufig (OMBMPM₂ and OMBMPM₁). Andere Gattungen/Arten spielten nur eine unbedeutende Rolle, die Abundanz lag generell auf dem Niveau des Vorjahres. Im Gegensatz hierzu lag die Konzentration der Copepoden in der Arkona und der Bornholmsee zum Teil deutlich über den Ergebnissen des Vorjahres (OMBMPK₅ to OMBMPK₂; Abb. 33). Dieser Anstieg geht vor allem auf ein vermehrtes Auftreten von *Temora longicornis* und *Centropages hamatus* während des Sommers zurück, in dem durchschnittlich bis zu $3,8-6,6 \times 10^5$ Individuen m⁻² bei den Copepoditen und $1,2-2,3 \times 10^5$ Individuen m⁻² bei den Adulten beobachtet wurden.

In der Bornholmsee wurde die Gattung *Pseudo/Paracalanus* wieder häufiger. Die Bestände der verschiedenen Copepoden-Arten nahmen zur Gotlandsee hin wieder auf Vorjahrsniveau ab. Zusammenfassend war in 2014 vor allem ein Anstieg in der Beständen der Copepoda in der Arkona- und der Bornholmsee auffällig, der mit Verschiebung in der Zusammensetzung der dominierenden Arten von *Acartia bifilosa*, *Acartia longiremis* und *Oithona similis* zu *Temora longicornis*, *Centropages hamatus* und *Acartia longiremis* einherging (Abb. 34 a). Saisonal zeigte sich in der maximalen Abundanz der Adulten eine deutliche Sukzession (Abb. 34 b). *Oithona similis* und *Paracalanus parvus* dominierten vor allem im Winter und Frühjahr, während *Temora longicornis*, *Centropages hamatus*, *Acartia longiremis* und *Acartia bifilosa* vermehrt im Sommer zusammen mit *Oithona similis* auftraten (Abb. 34 b).

In der langzeitlichen Entwicklung blieb das Gesamtzooplanktons trotz der in der Arkonasee beobachteten erhöhten Zooplanktonkonzentration auf einem wie in den Vorjahren niedrigen Niveau (Abb. 35 a). Vor allem bei den sehr häufigen Rotatoria und Cladocera blieb die maximale Konzentration deutlich unterhalb der in den Jahren 1991-2006 beobachteten Werte; mit $1,9 \times 10^5$ Individuen m⁻³ liegt die Gesamtabundanz des Zooplanktons im Jahre 2014 wiederum deutlich unterhalb des langjährigen Mittels von $3,9 \times 10^5$ Individuen m⁻³. Auch bei den calanoiden Copepoden ist nur eine leichte Erholung zu verzeichnen, die Bestände der meisten ökologisch wichtigen Arten wie *Temora longicornis*, *Acartia bifilosa/longiremis* oder *Pseudocalanus* spp. blieben mit maximal $1,4 \times 10^4$ Individuen m⁻³ auch in 2014 unterhalb des langjährigen Mittels von $2,49 \times 10^4$ Individuen m⁻³ (Abb. 35 b).

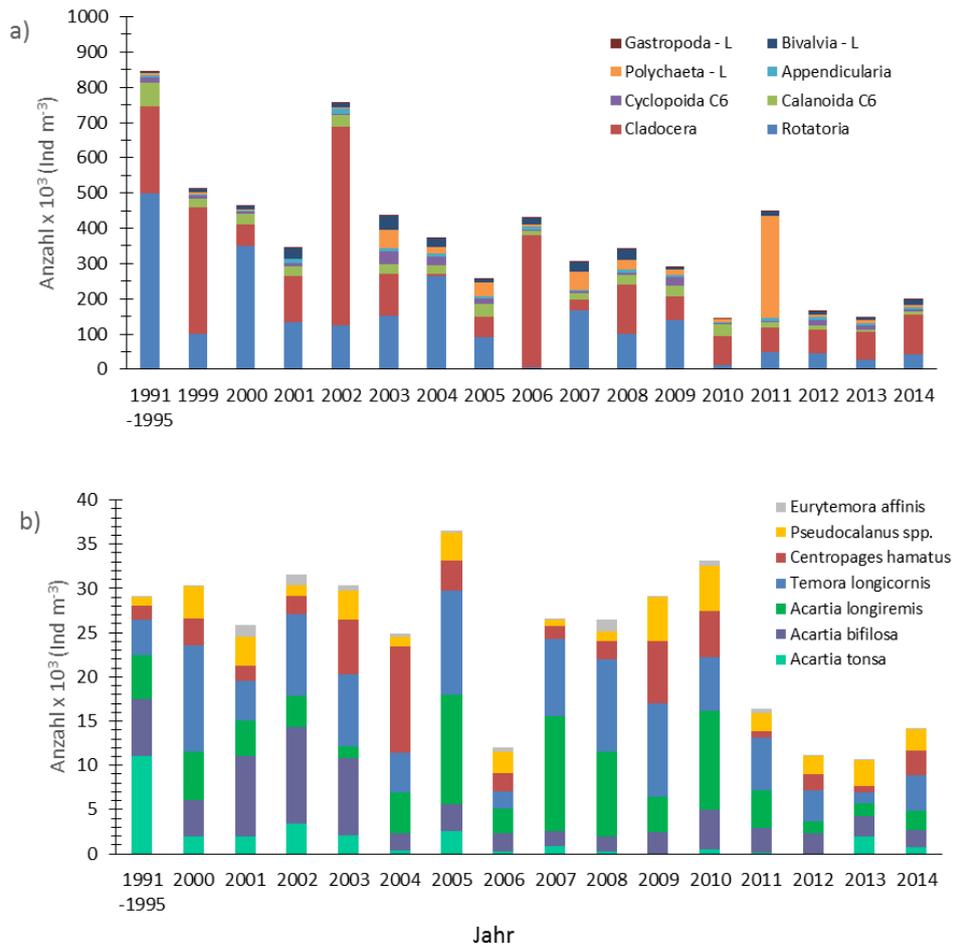


Abb. 35: Langzeitlicher Verlauf der Abundanzmaxima von a) fünf holoplanktischen Taxa (Rotatoria, Cladocera, Cyclopoida, Calanoida, Copelata) und drei meroplanktischen Taxa (Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda) und b) sieben verschiedenen Arten innerhalb der calanoiden Copepoden im Zeitraum 1991-2014.

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. 7).

Tab. 7

Abiotische Parameter an den 8 Monitoringstationen im Herbst 2014 (Org=Organischer Gehalt im Sediment in %, KG=mittlere Korngröße in μm , O₂=Sauerstoffgehalt im bodennahen Wasser in ml/l, S=bodennaher Salzgehalt in psu).

Station	Org (%)	KG (μm)	O ₂ (mg/l)	S (psu)	Sedimentansprache an Bord
OMBMPN ₃	1,18	174	4,45	24,2	Sand mit Schlickanteil
OMBMPN ₁	2,56	128	4,1	25,1	Schlick mit Feinsand
OMBMPM ₂	9,96	19	4,32	23,5	Schlick
OM18	1,67	86	0,1	22,7	Schlick mit Feinsand
OMBMPK ₈	0,30	226	6,88	8,3	Feinsand
OMBMPK ₄	10,83	18	4,77	22,1	Schlick
OMBMPK ₃	0,63	215	4,91	14,4	Mergel mit Feinsandauflage
OM160	0,49	160	1,92	12,5	Feinsand

Am Tag der Probenahme wurde an der Station OM18 sehr geringe Sauerstoffgehalte im bodennahen Wasser gemessen. Mit 0,1 mg/l lagen sie deutlich unter den für makrozoobenthischen Arten angenommenen „Grenzwert“ von 2 mg/l und waren die geringsten Konzentrationen, die wir je an der Station im Herbst gemessen haben. Auch die Werte auf der Oderbank, ein normalerweise gut durchlüfteter Wasserkörper, zeigte mit 1,92 mg/l Defizite. An den anderen Stationen wurden keine erniedrigten Sauerstoffwerte festgestellt, jedoch kann man anhand der geringeren Besiedlung erkennen, dass vorab in der Mecklenburger Bucht (OMBMPM₂) ebenfalls Sauerstoffmangel geherrscht haben muss. Der in Kap. 3 berichtete Einstrom von sauerstoffreichem Tiefenwasser hat sich auf die flachen Stationen offensichtlich nicht ausgewirkt.

4.3.2 Makrozoobenthos an den Stationen

Im November 2014 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. Mit 117 lag die Artenzahl im Vergleich zu den Jahren 1991 bis 2014 im Durchschnitt (Tab. A4, Abb. 36). Die Station OMBMPN₃ in der Kieler Bucht stellte sich erwartungsgemäß als die artenreichste im gesamten Untersuchungsgebiet heraus. 69 Taxa konnten dort nachgewiesen werden. Die Stationen in der Mecklenburger Bucht (OMBMPM₂ und OM18) zeigten einen deutlichen Artenschwund im Vergleich zum langjährigen Mittel, was auf vorhergehenden bzw. andauernden Sauerstoffmangel zurückzuführen war (siehe oben).

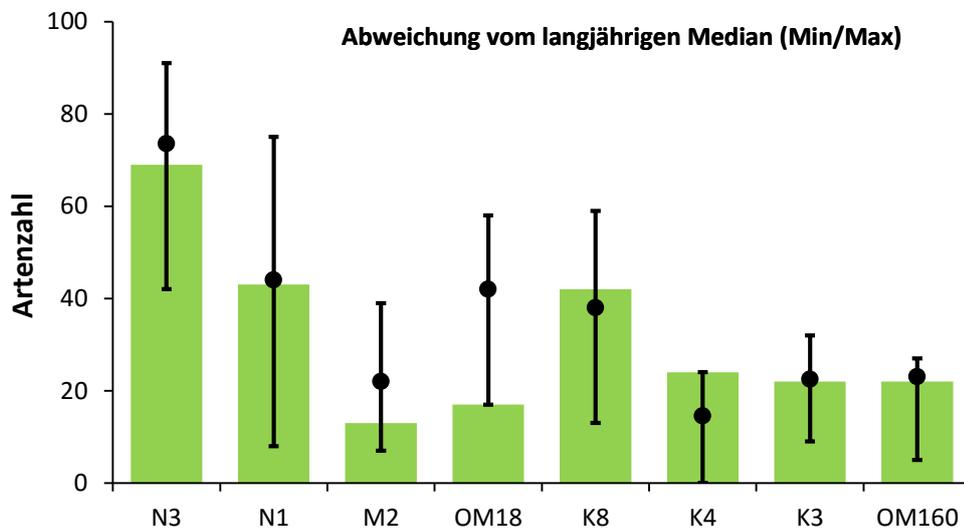


Abb. 36: Artenzahlen (Säulen) des Makrozoobenthos an 8 Monitoring-Stationen im November 2014. Die Medianwerte der Jahre 1991 bis 2014 sind als Punkte und die Minimal- und Maximalwerte als Intervall dargestellt. Die Stationen sind von West (Kieler Bucht = OMBMPN₃) nach Ost (Pommernbucht = OM160) aufgetragen.

Vergleicht man die langjährigen Medianwerte der beobachteten Artenzahl an den anderen Stationen, so stellt man fest, dass die aktuellen Werte im langjährigen Durchschnitt lagen (Abb. 36). Nur in der Arkonasee (OMBMPK₄), einer Station im zentralen Becken in einer Wassertiefe von ca. 45 m, war eine Erhöhung der Artenzahl zu beobachten. 24 Taxa wurden hier nachgewiesen. Ein ähnlich hoher Wert wurde in den über 30 Jahren Monitoring (seit 1981 liegen jährliche Daten vor) nur im Jahr 2003 nachgewiesen. Der ebenfalls hohe Salzgehalt von 22,1 psu (Tab. 4) bestätigt, dass zuvor Salzwassereinstrom stattgefunden hat (vgl. Kap. 3), der auch marine Arten mitgebracht hat. So tauchten einige euhaline Arten entweder erstmalig oder nach langer Zeit mal wieder an dieser Station auf. Dazu gehörten die Kleine Pfeffermuschel *Abra alba*, die Körbchenmuschel *Corbula gibba*, der Polychaet *Nephtys caeca* und der Schlangensterne *Ophiura albida*.

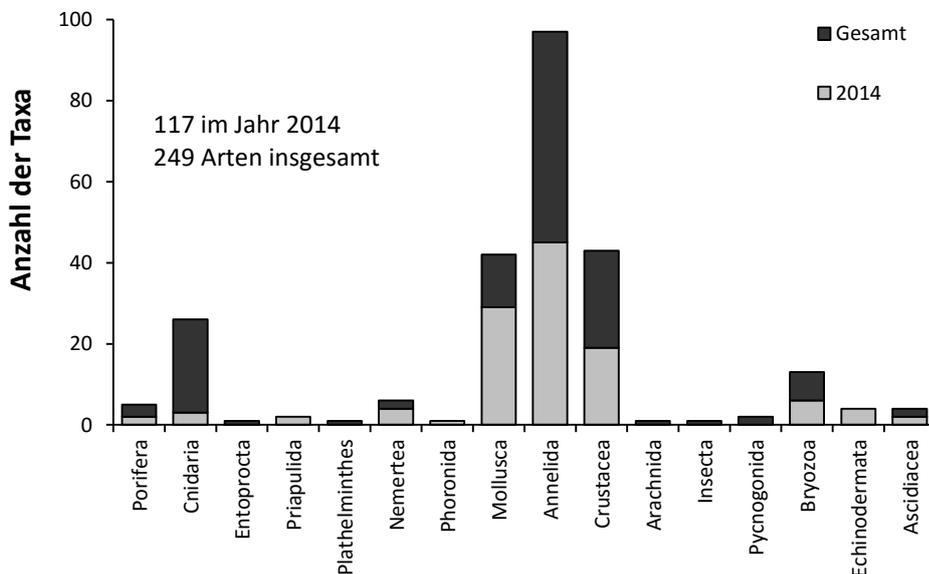


Abb. 37: Taxonomische Aufschlüsselung aller Makrozoobenthos-Vertreter, die während des Monitorings im November 2014 an den 8 Stationen gefunden wurden. Zusätzlich ist die Gesamtartenzahl für den Zeitraum 1991 bis 2014 angegeben.

In der Abb. 37 sind sowohl die Taxa erfasst, die 2014 an den 8 Stationen gefunden wurden als auch die in den seit 1991 durchgeführten Untersuchungen insgesamt gefundenen Arten. Als artenreichste Gruppen (nicht nur 2014) stellten sich die Annelida (Polychaeta und Oligochaeta) mit 97 Arten heraus. 2014 wurden 45 Arten identifiziert. Weitere artenreiche Gruppen im Jahr 2014 waren die Mollusca (29), Crustacea (19) und Bryozoa (6).

Die Abundanzen variierten je nach Seegebiet zwischen 183 (Mecklenburger Bucht) und 10.899 Ind./m² (Kieler Bucht) (Abb. 38, Tab. A4). In der Kieler Bucht lagen die Dichten damit deutlich über dem langjährigen Mittel (Abb. 38). Im Vergleich zu den Vorjahren wurden an der Station im Fehmarnbelt (OMBMPN₁), in der zentralen Pommernbucht (OM160) und in der zentralen Arkonasee (OMBMPK₄) durchschnittliche Werte beobachtet. An den anderen Stationen war die Abundanz zum Teil unverkennbar erniedrigt.

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) und im Fehmarnbelt (OMBMPN₁) die Muscheln *Abra alba*, *Arctica islandica*, *Corbula gibba* und *Kurtiella bidentata* über 40 % der Dichte ausmachten (*Lagis koreni* und *Ophiura albida* traten mit bis zu 10 % subdominant auf), war in der Pommernbucht (OM160) allein die Schnecke *Peringia ulvae* (70 %) für die hohen Abundanzen verantwortlich.

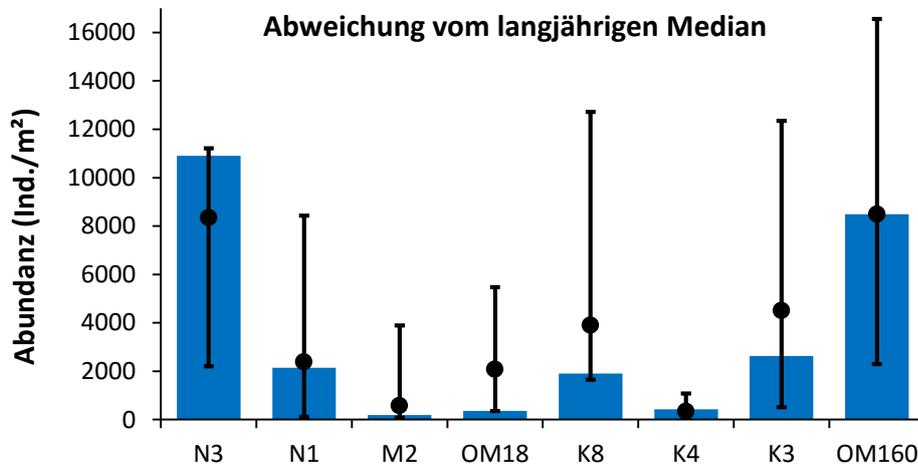


Abb. 38: Gesamtabundanzen (Säulen) des Makrozoobenthos an 8 Monitoring-Stationen im November 2014. Die Medianwerte der Jahre 1991 bis 2014 sind als Punkte und die Minimal- und Maximalwerte als Intervall dargestellt.

Die Dichte in der Mecklenburger Bucht (OMBMPM₂) dominierten der Cumacee *Diastylis rathkei* mit 64 % und die Islandmuschel *Arctica islandica* (19 %). In der südlichen Mecklenburger Bucht (OM18) waren es der Cumacee *Diastylis rathkei* (25 %), die Islandmuschel *Arctica islandica* (20 %) und die Körbchenmuschel *Corbula gibba* (12 %). An der Darßer Schwelle (OMBMPK₈) traten die Polychaeten *Pygospio elegans* (23 %) und *Scoloplos armiger* (21 %) sowie die Wattschnecke *Peringia ulvae* (19 %) dominant auf. In der zentralen Arkonasee (OMBMPK₄) dominierte mit 66 % der Polychaet *Scoloplos armiger* und mit 24 % der Amphipode *Pontoporeia femorata*. Die Individuendichte in der nördlichen Pommernbucht (OMBMPK₃) wurde im Wesentlichen von der Baltischen Plattmuschel *Macoma balthica* (51 %) und vom Polychaeten *Pygospio elegans* (37 %) beherrscht.

Die größten Biomassen wurden an den Stationen in der Kieler Bucht (OMBMPN₃) beobachtet (Abb. 39). 75 g AFTM/m² wurden festgestellt, wovon *Astarte borealis* 41 % und *Arctica islandica* 44 % ausmachten. In den Dredge-Fängen tauchten daneben auch noch vermehrt Stachelhäuter (*Asterias rubens*, *Ophiura albida*) und Großschnecken (*Neptunea antiqua*) auf (Abb. 40), die allerdings in den quantitativen Proben der Greifer unterrepräsentiert waren. Im Fehmarnbelt (OMBMPN₁) sowie in der Mecklenburger Bucht (OMBMPM₂ und OM18) war die Biomasse zu 93-99 % von der Islandmuschel bestimmt. Dort wurden Gesamtwerte zwischen 11 und 54 g AFTM/m² erreicht. An der Darßer Schwelle (OMBMPK₈) wurde die Biomasse (9,5 g AFTM/m²) durch die Muscheln *Astarte borealis* (55 %) und *Macoma balthica* (12 %) dominiert. In der Arkonasee (OMBMPK₄) stellten *Macoma balthica* 74 % und *Nephtys hombergii* 13 % der Biomasse (1,7 g AFTM/m²). In der nördlichen Pommernbucht (OMBMPK₃) wurden 4,7 g Gesamtbioasse gemessen, wovon *Macoma balthica* 90 % ausmachte. Weiter östlich in der zentralen Pommernbucht (OM160) (3,8 g AFTM/m²) spielten dann hauptsächlich *Mya arenaria* (22 %), *Peringia ulvae* (27 %) und die beiden Polychaeten *Hediste diversicolor* (19 %) und *Marenzelleria viridis* (14 %) eine Rolle.

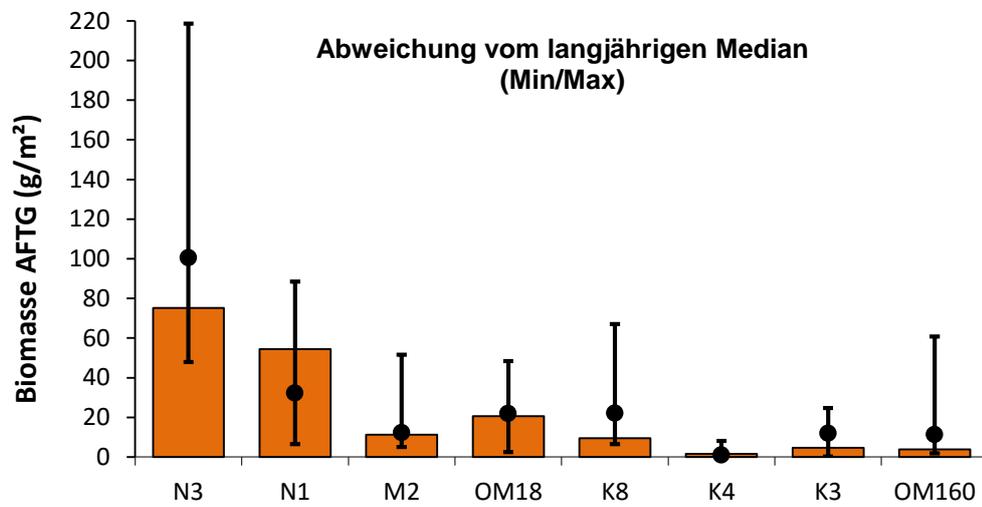


Abb. 39: Geamtbiomassen (Säulen) des Makrozoobenthos an 8 Monitoring-Stationen im November 2014. Die Medianwerte der Jahre 1991 bis 2014 sind als Punkte und die Minimal- und Maximalwerte als Intervall dargestellt.



Abb. 40: In der Kieler Bucht (OMBMPN₃) dominierten Islandmuscheln (*Arctica islandica*) und Schlangensterne (*Ophiura albida*) das Bild in der Dredge. Auch Großschnecken (*Neptunea antiqua*) wurden festgestellt.

Die Auswertung der Langzeitdaten ergab sowohl bei der Abundanz als auch bei der Biomasse zum Teil erhebliche Schwankungen, die als Abweichungsbalken (Min/Max) in den Abb. 38 und 39 dargestellt sind. Das hat im Wesentlichen mit der Populationsdynamik von langlebigen Arten (meistens Muscheln) zu tun. Auch das Einbrechen nach Sauerstoffmangel hat einen Einfluss. Nicht zuletzt sind aber auch die Zufälligkeit der Probennahme und die geklumpfte Verteilung der Organismen dafür verantwortlich.

4.3.3 Langfristiger Trend

Längerfristige Darstellungen (seit 1991) sind den Berichten der letzten Jahre zu entnehmen (siehe WASMUND et al. 2014). Die Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Ökosystemfunktion und die zeitlichen sowie räumlichen Veränderungen an ausgewählten Monitoringstationen wurden in GOGINA et al. (2014) publiziert. Um die Vergleichbarkeit so groß wie möglich zu halten, wurden bei der Auswertung der langfristigen Trends nur die letzten 9 Jahre (2006 bis 2014) herangezogen. Zum einen wurden in diesen 9 Jahren 8 Stationen jeweils im Herbst beprobt und zum anderen kamen bei allen 8 Stationen jeweils 3 Greifer und 1 Dredge zum Einsatz. Somit ist die Basis aus Sicht der Stationsauswertung identisch. In der Abb. 41 sind die relativen Artenzahlen (die absoluten Werte sind den Vorjahresberichten bzw. dem Anhang Tab. A4 zu entnehmen) dargestellt. Erwartungsgemäß nimmt die Artenvielfalt von West (Kieler Bucht OMBMPN₃) nach Ost (Pommernbucht OM160) ab. Nur die Station OMBMPN₁ (Fehmarnbelt) zeichnete sich durch drastischen Artenschwund bedingt durch Sauerstoffmangel in diesem Zeitraum aus. In den Jahren 2008 und 2010 sind jeweils bis zu 50 % weniger Arten als in den benachbarten Jahren gefunden worden. In diesem Jahr wurde ähnliches erstmals an der Station OM18 gefunden. Die Artenvielfalt ist mehr als halbiert worden. Alle anderen Stationen weisen relativ stabile Diversitätsverhältnisse auf.

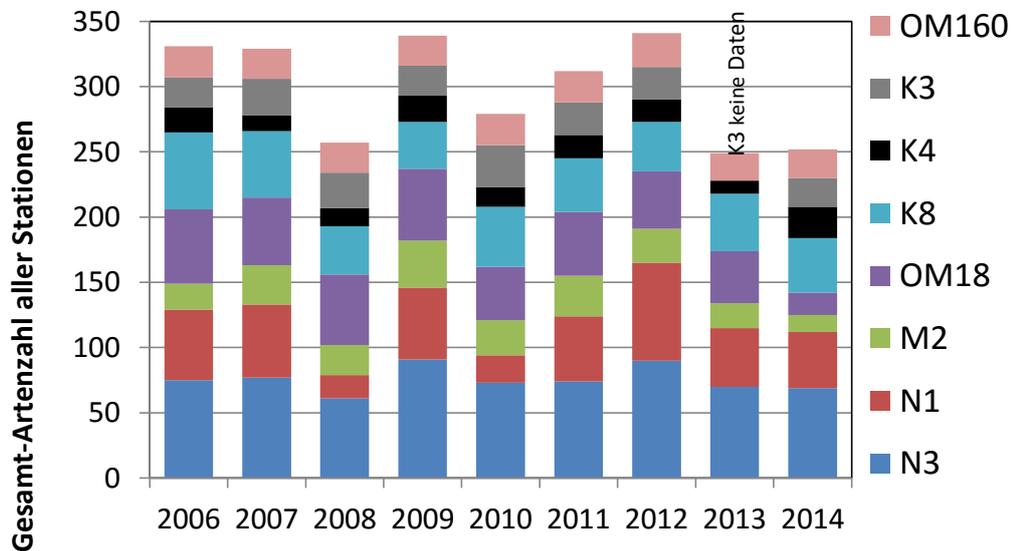


Abb. 41: Artenzahl des Makrozoobenthos an 8 Monitoring-Stationen der Jahre 2006 bis 2014. Die Stationen sind von West (Kieler Bucht=OMBMPN₃) nach Ost (Pommernbucht=OM160) aufgetragen.

Bei der Abundanz stellt sich die Situation ganz anders dar (Abb. 42). Sowohl die westlichste (Kieler Bucht OMBMPN₃) als auch die östlichste Station (Pommernbucht OM160) zeichnen sich durch hohe bis sehr hohe Abundanzen aus (wie bereits ausgeführt). Die Variationen sind jedoch teilweise erheblich. In manchen Jahren liegen die Werte mehr als 50 % unter den Werten der anderen Jahre, z.B. 2007 und 2008 an der Station OMBMPN₃ und 2010 und 2014 an der Station OM160. Auch an den anderen Stationen sind zum Teil erhebliche Variationen vorhanden, diese spielen sich jedoch auf erheblich niedrigeren Absolutwerten ab. Im Fehmarnbelt (OMBMPN₁) sind in den Jahren 2008 und 2010 die Abundanzen durch Sauerstoffmangel drastisch gesunken (siehe auch obige Ausführungen zur Artenzahl). Die Mecklenburger Bucht (OMBMPM₂) war davon nur im Jahre 2008 und 2014 betroffen. An der Station OM18 wurde dieses Jahr erstmals so ein Dichteschwund beobachtet.

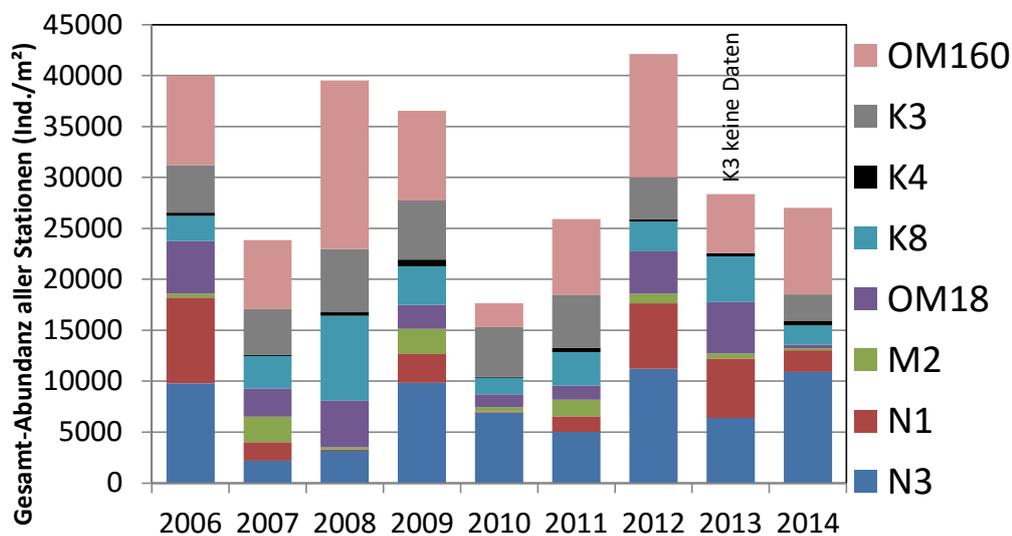


Abb. 42: Abundanz des Makrozoobenthos an 8 Monitoring-Stationen der Jahre 2006 bis 2014. Die Stationen sind von West (Kieler Bucht=OMBMPN₃) nach Ost (Pommernbucht=OM160) aufgetragen.

In der Abb. 43 ist der langfristige Trend der Biomasse dargestellt. Es wird deutlich, dass a) die jeweils größten Werte im Westen (Kieler Bucht OMBMPN₃ und Fehmarnbelt OMBMPN₁) gefolgt von der der südlichen Mecklenburger Bucht (OM18) festgestellt wurden und dass b) die Biomasse nicht so stark von Einflüssen betroffen ist wie die beiden vorangegangenen Parameter Artenzahl und Abundanz. Die Variationen sind zum Teil ebenfalls erheblich; wir konnten jedoch zu keiner Zeit einen sogenannten Einbruch beobachten, wie er beispielsweise durch Sauerstoffmangel im Fehmarnbelt (OMBMPN₁) in den Jahren 2008 und 2010 und bei der Mecklenburger Bucht (OMBMPM₂, OM18 in 2014) bei den Artenzahlen und der Dichte beobachtet wurde. Insgesamt war die 2014 festgestellt Gesamtbiomasse relativ niedrig.

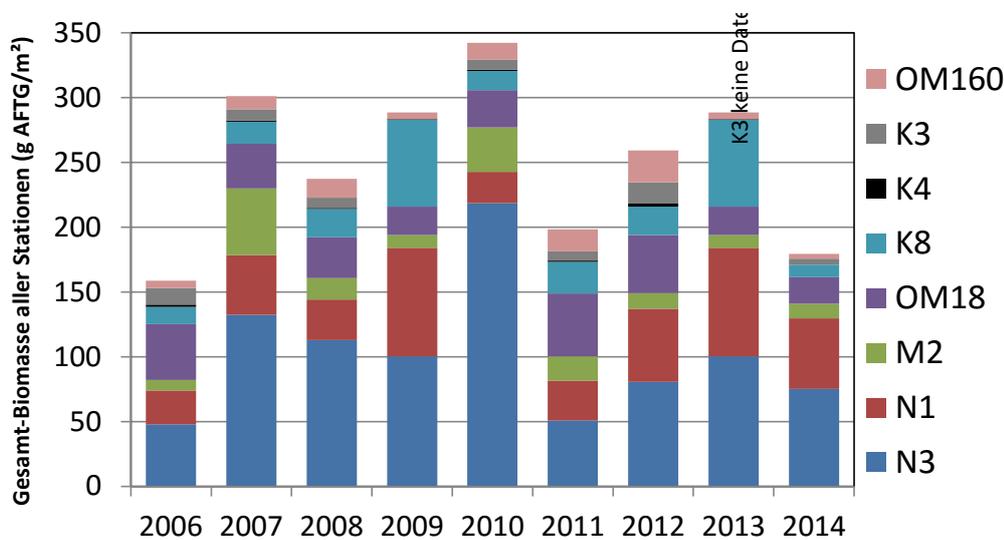


Abb. 43: Biomasse des Makrozoobenthos an 8 Monitoring-Stationen der Jahre 2006 bis 2014. Die Stationen sind von West (Kieler Bucht=OMBMPN₃) nach Ost (Pommernbucht=OM160) aufgetragen.

4.3.4 Rote Liste

Grundlage für dieses Unterkapitel ist die jüngst erschienene Rote Liste der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere von RACHOR et al. (2014). Von insgesamt 117 Arten gehören 17 einer Gefährdungskategorie (1, 2, 3, G) an (Abb. 44). Weiterhin befinden sich 5 Arten in der Vorwarnliste. Für 61 Arten wird derzeit keine Gefährdung angenommen. Die Datenlage für 18 Arten ist defizitär und 16 Taxa wurden in der Roten Liste nicht bewertet.

Die vom Aussterben bedrohte Kalk-Plattmuschel *Macoma calcarea* wurde wie in den Vorjahren in der Kieler Bucht (OMBMPN₃) in geringen Dichten (50 Ind./m²) nachgewiesen. In der südlichen Mecklenburger Bucht (OM18) gelang mit der Dredge ebenfalls ein Nachweis. Hier wird die Art seit Beginn des Monitorings sporadisch nachgewiesen. Die Arten der Gefährdungskategorie 2 (stark gefährdet) wurden ebenfalls an der westlichsten Station (OMBMPN₃) gefunden. Dazu gehören die Wellhornschnecke *Buccinum undatum* und die Abgestutzte Klaffmuschel *Mya truncata*. Die Islandmuschel *Arctica islandica*, Kategorie 3 (gefährdet), wurden an allen westlichen Stationen (OMBMPN₃, OMBMPN₁, OMBMPM₂, OM18) in unterschiedlichen Dichten beobachtet.

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. 10 Arten in der Kieler Bucht (OMBMPN₃), 3 Arten im Fehmarnbelt (OMBMPN₁), 2 Arten an der Darßer Schwelle (OMBMPK₈) und je 1 Art in der Mecklenburger Bucht (OM18) bzw. Arkonasee (OMBMPK₄).

Seit letztem Jahr gibt es auch eine Rote Liste der gesamten Ostsee, die durch ein Expertenteam der HELCOM erarbeitet wurde (KONTULA et al. 2014). Demnach sind zwei in dieser Studie angetroffenen Arten dort aufgelistet. Dazu gehören die schon genannten Arten Kalk-Plattmuschel (*Macoma calcarea*), die als VU (=vulnerable) eingestuft wurde und die Abgestutzte Klaffmuschel (*Mya truncata*), die als NT (=near threatened) kategorisiert wurde.

Rote Liste 2014

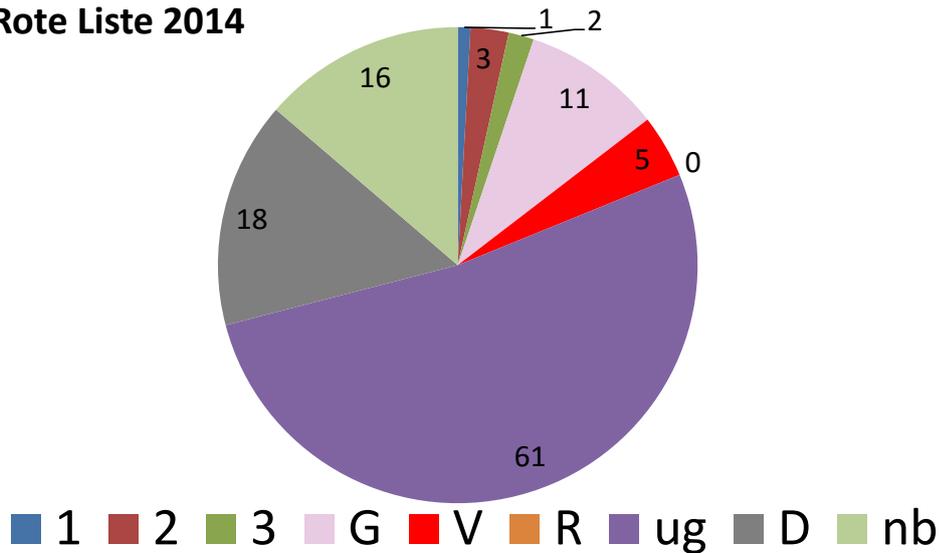


Abb. 44: Anteil der Gefährdungskategorien der Roten Liste (RACHOR et al. 2014) des Makrozoobenthos im Herbst 2014 (1=vom Aussterben bedroht, 2=stark gefährdet, 3=gefährdet, G=Gefährdung anzunehmen, V=Vorwarnliste, R=extrem selten, UG =ungefährdet, D=Daten defizitär, nb=nicht bewertet).



Abb. 45: *Musculus niger* (links) und *Musculus subpictus* (rechts): Muschelarten, die in der Roten Listen Deutschlands als „G“ eingestuft sind. Die abgebildeten Exemplare stammen aus dem Eingangsbereich des Fehmarnbelts.

4.3.5 Neozoen

Neozoen spielen offensichtlich in der offenen Ostsee kaum eine Rolle (s.a. ZETTLER et al. 2014). Lediglich 4 Arten wurden an den 8 Monitoringstationen 2014 nachgewiesen. Davon sind die Seepocke *Amphibalanus improvisus* und die Sandklaffmuschel *Mya arenaria* auf Grund ihrer schon sehr langen Anwesenheit im Ostseeraum kaum noch als Neozoen zu bezeichnen. Seit den 1980er bzw. 1990er Jahren sind zwei aus Nordamerika stammenden Polychaetenarten der Gattung *Marenzelleria* vorhanden. 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 (7 Ind./m²) an der Darßer Schwelle (OMBMPK8) festgestellt. In der nördlichen Pommernbucht (OMBMPK3) wurden 37 Ind./m² und in der zentralen Pommernbucht (OM160) 280 Ind./m² festgestellt. *M. neglecta* konnte während des Untersuchungsjahres 2014 auf der Oderbank (OM160) ebenfalls nachgewiesen werden (10 Ind./m²). *Mytilopsis leucophaeata* wurde im Gegensatz zum letzten Jahr nicht wieder gefunden. Wie schon im Vorjahr vermutet (WASMUND et al. 2014), wird sich die Art sehr wahrscheinlich dort nicht etablieren können.

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 2014 in der Kieler Bucht, Mecklenburger Bucht (einschl. Lübecker Bucht) und Arkonasee (Abb. 1) gewonnen. 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-2014.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 2014, 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 2014, 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: Die Phytoplankton-Biomasse war im Februar 2014 noch gering außer an Station OMBMPN₃, wo hohe Biomassen von *Ceratium tripos* auftraten, die sich, wie auch in der Mecklenburger Bucht, bis zum März hielten oder erstaunlicherweise sogar noch zunahmen (Abb. 6a, 10 a). Aus anderen Quellen (Küstenstation Heiligendamm, Nährstoffdaten nach Tab. 5, CO₂-Partialdruck) war zu schließen, dass die Frühjahrsblüte in der Mecklenburger Bucht etwa vom 20.2. bis 19.3.2014 (also deutlich früher als in 2013) stattgefunden haben muß. Deshalb konnte sie mit der März-Beprobung nicht erfasst werden, aber es kamen noch *Rhizosolenia setigera* und *Skeletonema marinoi* in relativ hohen Biomassen vor. Erstaunlich ist die starke Ansammlung von *Coscinodiscus concinnus* in tieferen Wasserschichten an einigen Stationen, an der Station OMBMPM₂ am 13.2.2014 aber in der oberen Wasserschicht (Abb. 6a, c). Nach dem Niedergang der Kieselalgen (auch durch Parasitenbefall, Abb. 6d) und von *Ceratium tripos* trat zum 30.4./1.5.2014 *Dictyocha speculum* als fast reine Spätfrühjahrsblüte auf (Fig. 6g, 8, 13c). Es ist in Abb. 8 unter den Chrysophyceen erfasst. So stark war es lange nicht mehr präsent. Nach der starken Aufzehrung der Nährstoffe (in der Kieler Bucht zuerst der Phosphor!) durch die Frühjahrsblüte stiegen die Silikatkonzentrationen plötzlich zum Mai wieder stark an; trotzdem kam *Dictyocha speculum* meistens in seiner nackten Form ohne das typische Kieselskelett vor (Abb. 6 e-g).

Die Arkonasee unterscheidet sich bezüglich der Phytoplanktonentwicklung von der westlichen Ostsee deutlich. Hier war die Frühjahrsblüte während der Monitoringfahrt Mitte März 2014 noch voll entwickelt (*Skeletonema costatum* =Abb. 13 b, *Thalassiosira* spp., *Chaetoceros* cf. *wighamii*). *Dictyocha speculum* trat in der Arkonasee nicht auf, aber ab Mitte März hatte sich *Mesodinium rubrum* als Beimischung zur Kieselalgenblüte entwickelt, und es wurde nach dem Zusammenbruch der Kieselalgen Anfang Mai 2014 zur dominanten Art (in Abb. 8-10 als „Ciliophora (mixotr.)“, Abb. 14 a).

Die im Jahr 2011 dominierende für die westliche Ostsee ungewöhnliche Kieselalge *Achnanthes taeniata* sowie der im Frühjahr 2011 dominierende neu erfasste Dinoflagellat *Peridiniella danica* waren im Jahre 2014 wieder relativ bedeutungslos. Die dominierende Kieselalge Mitte März 2014 in der Mecklenburger Bucht und der Arkonasee war wie gewöhnlich *Skeletonema marinoi*. *Dictyocha speculum* war deutlich stärker als in den beiden Vorjahren vertreten.

Anfang Mai hatten sich in der Bornholmsee und in der östlichen Gotlandsee eine kräftige Blüten entwickelt, die deutlich von *Mesodinium rubrum* dominiert wurden (Abb. 10).

Sommerblüte: Die Sommerbeprobung beruht auf nur einer Fahrt und kann die große Vielfalt der Phytoplanktongemeinschaft nur unzureichend widerspiegeln. In der Kieler, Lübecker und zentralen Mecklenburger Bucht konnte eine Sommer-Kieselalgenblüte registriert werden (Abb. 8 a-c), die hauptsächlich aus *Dactyliosolen fragilissimus* bestand, begleitet von dem bemerkenswerten Dinoflagellaten *Alexandrium pseudogonyaulax* (Abb. 11 b, 14 b, 14c). Letztere

Art wurde im Jahre 2010 erstmals von uns nachgewiesen und zeigt einen zunehmenden Trend. Bereits im Sommer beginnen die im Herbst blütenbildenden *Ceratium*-Arten und *Coscinodiscus granii* ihre Entwicklung. Die stickstoff-fixierenden Cyanobakterien *Aphanizomenon* sp. und *Nodularia spumigena* waren zur Zeit der Terminfahrt (Ende Juli) in der westlichen Ostsee nur schwach entwickelt, in der östlichen Gotlandsee stellenweise aber blütenbildend (Abb. 7).

Herbstblüte:

Die Herbstblüte wurde in der westlichen Ostsee (Kieler, Lübecker und Mecklenburger Bucht) von *Ceratium*-Arten dominiert (Abb. 12 a, 15 a), erstaunlicherweise nicht vom üblichen *Ceratium tripos*, sondern von *C. fusus*. Bedeutend war auch der sonst seltenere Dinoflagellat *Polykrikos schwartzii*. Zum 17.11.2014 war *Ceratium tripos* an Station OMBMPM2 deutlich zurückgegangen.

In östliche Richtung nehmen *Ceratium* spp. ab und Kieselalgen üblicherweise zu. Dementsprechend finden wir an der Darßer Schwelle (Stat. OMBMPM1) und in der Arkonasee keine Dinoflagellatenblüten mehr, sondern Kieselalgenblüten. Die wichtigsten Vertreter waren *Coscinodiscus granii* und *Cerataulina pelagica* (Abb. 12 d, e), wobei der Anteil von *Coscinodiscus granii* in östliche Richtung normalerweise zunimmt und der von *Cerataulina pelagica* in östliche Richtung abnimmt. In den Tiefenproben kam, wie schon in 2012, *Coscinodiscus radiatus* in einigen Exemplaren vor. In der Bornholmsee fanden wir eine fast reine Blüte von *Coscinodiscus granii* vor, in schwächerer Ausprägung auch in der östlichen Gotlandsee.

Besonders hervorzuheben sind die in der Lübecker und Mecklenburger Bucht im November 2014 gefundenen marinen Arten *Noctiluca scintillans* (Abb. 12 b) und *Spatulodinium pseudonociluca* (Abb. 12 c). Sie zeigen einen Einstrom von Nordseewasser an. Das ist umso bedeutsamer, da sie ein Anzeiger dafür sind, dass offensichtlich schon vor dem großen Einstromereignis vom Dezember 2014 verschiedene kleinere Einströme stattfanden.

Chlorophyll: Die Chlorophyll a-Konzentrationen sind der Tab. 6 zu entnehmen. Das Jahres-Maximum der Chlorophyll a-Konzentration ($10,35 \text{ mg m}^{-3}$) wurde wie üblich zu Zeiten der Frühjahrsblüte gefunden, die wir Mitte März in der Arkonasee angetroffen haben. In der westlichen Ostsee wurde die Frühjahrsblüte verpasst; deshalb finden wir hier die Maximalwerte im Herbst.

Die Blüte von *Dactyliosolen fragilissimus* im Juli in der westlichen Ostsee war in den Chlorophyll-a-Werten nicht zu bemerken (Abb. 17 b). Das liegt daran, dass die großen Kieselalgen sehr chlorophyllarm sind.

Sedimentation: Die Werte des jährlichen vertikalen Partikelflusses waren im Jahr 2014 extrem hoch und zeigten ein ungewöhnliches saisonales Muster. Während die Raten im ersten Halbjahr gering blieben und die Frühjahrsblüte kaum zu erkennen war, trat im Juni ein erstes Maximum auf, das bis zum Jahresende von zunehmend größeren Massenflüssen gefolgt wurde. Elementflüsse in diesen Maxima und der Gesamtfluss für das Jahr zeigten um bis zu 5-fach erhöhte Raten im Vergleich mit den Vorjahren, so dass das Absinken von Algenmaterial nicht als einzige Quelle angenommen werden kann. Ein hoher Kohlenstoffgehalt von über 12 Gewichtsprozenten schließt hierbei Resuspensionsprozesse von Oberflächensediment aus. Die

mikroskopische Untersuchung zeigte, dass ein zunehmender Teil des Materials aus intakten und zerbrochenen Kotballen im Millimeterbereich bestand, die von der Besiedlung des Gitterdeckels der Falle mit Seepocken und deren aktiver Konzentration von Nahrungspartikeln herrührten. Die extrem hohen Raten von 3,0 mol C, 429 mmol N, 1,2 mol Si und 9,3 mmol P m⁻² a⁻¹ bei einem Massefluss von 293 g Trockenmasse m⁻² a⁻¹ können daher nicht durch das Absinken von Schwebstoffen allein erklärt und somit quantitativ auch nicht mit den Daten aus den Vorjahren verglichen werden. Elementverhältnisse und die isotopische Signatur des Materials wurden durch diesen Prozess ebenfalls beeinflusst, da die meisten dieser Werte einen Trend über das ganze Jahr zeigen, der mit der zunehmenden Menge an Kotpartikeln in den Fallengläsern korrespondierte. Kurze Phasen niedriger δ¹⁵N-Werte zwischen 2-4 Promille im Juni/Juli deuten allerdings auch auf Perioden mit diazotropher Stickstofffixierung hin.

Die qualitative Zusammensetzung der Mikroalgengemeinschaft über den Jahresverlauf ist allerdings im Fallenmaterial recht gut dokumentiert, obwohl die Dominanz der Diatomeen hier auch ein Effekt der preferentiellen Verdauung von unbeschalten Arten sein kann. Die Artendiversität sowohl der Diatomeen als auch der Dinoflagellaten blieb in ähnlich hohen Bereichen wie im Vorjahr und nur die Zahl identifizierbarer Flagellatenformen nahm ab.

Zooplankton

Im Rahmen der Langzeituntersuchung des Zooplanktons in der Ostsee wurden im Jahre 2014 an insgesamt 67 Stationen innerhalb der Deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ), der Bornholm- und der Gotlandsee Probenmaterial zur Analyse der Abundanz und Artenzusammensetzung gewonnen. Mit insgesamt 49 Taxa war die Artenvielfalt im Vergleich zu den Vorjahren weiterhin auf einem hohen Niveau.

Das Artenspektrum hat sich gegenüber dem Vorjahr nur unwesentlich verändert, auffälliger sind hingegen Verschiebungen in der Häufigkeit der verschiedenen. Innerhalb der Copepoda traten vor allem *Pseudocalanus* spp., *Temora longicornis*, *Centropages hamatus*, *Paracalanus parvus*, *Acartia bifilosa* und *A. longiremis* sowie der cyclopoide Copepode *Oithona similis* regelmäßig und häufig im Pelagial auf. Im Vergleich zum Vorjahr wurden vor allem *Temora longicornis* und *Centropages hamatus* in deutlich erhöhter Abundanz beobachtet. *Calanus* spp. trat vor allem in der Arkona- und der Bornholmsee auf. Die Cladocera wurden von *Bosmina* spp. und *Evadne nordmanni* dominiert. *Podon leuckartii* löste *P. intermedius* als dritthäufigste Art ab. *Evadne spinifera* und *E. anonyx* wurden erstmals in einzelnen Proben aus der Kieler Bucht beobachtet. Die ozeanische Art *Evadne spinifera* wird in der Ostsee eher selten angetroffen, ihr Vorkommen beruht wahrscheinlich auf den Transport salzreicheren Wassers aus dem Skagerrak in die Kieler Bucht. Bei *Evadne anonyx* handelt es sich um eine in der Ostsee invasive Art, die wahrscheinlich aus dem Kaspischen Meer in die Ostsee eingeschleppt wurde. Weitere Neozoa wurden nicht gefunden.

In der saisonalen Entwicklung zeigt das Zooplankton im Untersuchungsgebiet eine Sukzession von einer durch Copepoden und Polychaeten-Larven dominierten Gemeinschaft im Winter zu einer im Frühjahr und Sommer durch Rotatoria, Copepoden und Cladocera dominierten Gemeinschaft. Der saisonale Anstieg in der Gesamtabundanz war in 2014 besonders in der Arkona- und Bornholmsee sehr ausgeprägt, was vor allem auf die stark nach Osten ansteigende Konzentration von *Bosmina* spp. zurückzuführen ist.

Hohe Bestände der Rotatoria wurden vor allem in der Arkona-, Bornholm- und südlichen Gotlandsee beobachtet. Im Unterschied zum Vorjahr blieb ihr Vorkommen auf das Frühjahr beschränkt. Die ökologisch wichtige Gruppe der Copepoden wurde in der Kieler und Mecklenburger Bucht durch *Oithona similis* und der Gattung *Pseudoparacalanus* dominiert. Auffällig ist, dass innerhalb der Adulten *Paracalanus parvus* die Gattung *Pseudocalanus* als dominante Art ersetzte. In der Arkonasee lag die Konzentration der Copepoden zum Teil deutlich über den Ergebnissen des Vorjahres. Dieser Anstieg geht vor allem auf ein vermehrtes Auftreten von *Temora longicornis* und *Centropages hamatus* während des Sommers zurück. Daher wurde für die Arkona- und Bornholmsee eine Verschiebung in der Zusammensetzung der dominierenden Arten von *Acartia biflosa*, *Acartia longiremis* und *Oithona similis* in 2013 zu *Temora longicornis*, *Centropages hamatus* und *Acartia longiremis* in 2014 verzeichnet.

In der langzeitlichen Entwicklung blieb das Gesamtzooplankton trotz der erhöhten Zooplanktonkonzentration in der Arkona- und Bornholmsee auf einem den Vorjahren vergleichbaren, niedrigen Niveau. Mit $1,9 \times 10^5$ Individuen m^{-3} beim Gesamtplankton bzw. $1,4 \times 10^4$ Individuen m^{-3} bei den adulten Calanoida lagen die Werte unterhalb des langjährigen Mittels von $3,9 \times 10^5$ Individuen m^{-3} bzw. $2,49 \times 10^4$ Individuen m^{-3} .

Makrozoobenthos

In der vorliegenden Studie werden die Ergebnisse des Makrozoobenthos-Monitorings in der südlichen Ostsee vom November 2014 dargestellt. Als Parameter wurden die Artenvielfalt, die Abundanz und die Biomasse der Organismen je Station erfasst. Mit insgesamt 117 ist die Artenzahl der 8 offshore-Stationen im Jahr 2014 im Vergleich zu den Vorjahren als mittelmäßig zu bezeichnen. Insbesondere in der Mecklenburger Bucht wurden lokale Einbrüche beobachtet, die auf anhaltenden Sauerstoffmangel zurückgeführt wurden. In Abhängigkeit vom Seegebiet schwankten die Individuendichten zwischen 183 und 10.899 Ind./ m^2 . Bei den Biomassen wurden ebenfalls die zu erwartenden Unterschiede (1,7 g in der Arkonasee bis 75,2 g AFTM/ m^2 in der Kieler Bucht) beobachtet. Die hohe Artenzahl von 24 und der ebenfalls hohe Salzgehalt von 22,1 psu lassen vermuten, dass der Salzwassereinstrom im zentralen Arkonabecken bereits im Herbst 2014 angekommen ist und auch marine Arten mitgebracht hat bzw. davon profitierten. So tauchten einige euhaline Arten entweder erstmalig oder nach langer Zeit mal wieder an dieser Station auf. Dazu gehörten die Kleine Pfeffermuschel *Abra alba*, die Körbchenmuschel *Corbula gibba*, der Polychaet *Nephtys caeca* und der Schlangensterne *Ophiura albida*.

An den 8 Monitoringstationen konnten insgesamt 17 Arten der deutschen 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 und Mecklenburger Bucht lebend festgestellt. Mit *Macoma calcarea* (VU) und *Mya truncata* (NT) sind zwei Arten der HELCOM Roten Liste (KONTULA et al. 2014) nachgewiesen worden.

Der Anteil an Neozoen war 2014 wie erwartet sehr gering. Lediglich 4 Arten wurden beobachtet. Dazu gehören die schon seit langer Zeit etablierten Arten wie die Seepocke (*Amphibalanus improvisus*) und die Sandklaffmuschel (*Mya arenaria*). Seit den 1980 und 1990er Jahren in die Ostsee eingeschleppte Arten der Polychaeten-Gattung *Marenzelleria*. Davon ist *Marenzelleria viridis* hervorzuheben, der in der Pommernbucht Dichten von 280 Ind./ m^2 erreichte.

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 CHRISTIAN BURMEISTER, SUSANNE BUSCH, INES GLOCKZIN, REGINA HANSEN, JANETT HARDER, UWE HEHL, ROSEMARIE HINRICH, IRIS LISKOW, LINA LIVDANE, MICHAEL PÖTZSCH, sowie den bei der Datenbearbeitung engagierten Kolleginnen und Kollegen Dr. STEFFEN BOCK, JAN DONATH, Dr. SUSANNE FEISTEL, MONIKA GERTH und SOLVEY HÖLZEL. Den Kapitänen und Besatzungen der Forschungsschiffe „ALKOR“ und „ELISABETH MANN BORGESE“ sowie den Fahrleitern 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

- ALADIN, N.V., 1995: The conservation ecology of the Podonidae from the Caspian and Aral Seas. *Hydrobiologia* **307** (1–3), 85–97.
- BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE, 2014: Arbeitsplan 2015. Zur Wahrnehmung meereskundlicher Aufgaben in der Ostsee durch das Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde für das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Hamburg, November 2014.
- 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.
- 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.
- GIESKES, W.W.C., 1971: Ecology of the cladocera of the North Atlantic and the North Sea, 1960-1967. – *Netherlands Journal of Sea Research* **5** (3), 342-376.
- GOGINA, M., DARR, A., ZETTLER, M.L., 2014: Approach to assess consequences of hypoxia disturbance events for benthic ecosystem functioning. – *Journal of Marine Systems* **129**, 203-213.

- GRINIENE, E., DAUNYS, D., OLENINA, I., HÖGLANDER, H., WASMUND, N., 2013: Phytoplankton ring test 2013. Counting of *Rhodomonas* sp. and *Nodularia spumigena* using different counting strategies and sedimentation chamber volumes. Report to HELCOM, November 2013. Klaipėda: HELCOM Phytoplankton Expert Group (HELCOM PEG). 39 S.
- 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.
- 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/Documents/Baltic%20sea%20trends/Environment%20ofact%20sheets/Unusual%20phytoplankton%20event%20during%20winter%202007-2008_BSEFS2008.pdf
- 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, 2013a: Climate change in the Baltic Sea area. HELCOM Thematic Assessment in 2013. – *Baltic Sea Environment Proceedings* **137**, 1-70.
<http://www.helcom.fi/Lists/Publications/BSEP137.pdf>
- HELCOM, 2013b: HELCOM core indicators. Final report of the HELCOM CORESET project. – *Baltic Sea Environment Proceedings* **136**, 1-74.
<http://www.helcom.fi/Lists/Publications/BSEP136.pdf>
- HELCOM, 2014a: Eutrophication status of the Baltic Sea 2007-2011- A concise thematic assessment. – *Baltic Sea Environment Proceedings* **143**, 1-41.
<http://www.helcom.fi/Lists/Publications/BSEP143.pdf>

- HELCOM, 2014b: Manual for marine monitoring in the COMBINE programme of HELCOM. – Internet, updated January 2014: <http://www.helcom.fi/Documents/Action%20areas/Monitoring%20and%20assessment/Manuals%20and%20Guidelines/Manual%20for%20Marine%20Monitoring%20in%20the%20COMBINE%20Programme%20of%20HELCOM.pdf>
- HENRIKSEN, P., KNIPSCHILDT, F., MOESTRUP, Ø., THOMSEN, H.A., 1993: Autecology, life history and toxicology of the silicoflagellate *Dictyocha speculum* (Silicoflagellata, Dictyochophyceae). – *Phycologia* **32**: 29-39.
- HOPPENRATH, M., ELBRÄCHTER, M., DREBES, G., 2009: Marine Phytoplankton. Selected microphytoplankton from the North Sea around Helgoland and Sylt. – *Kleine Senckenberg-Reihe*, 49.
- JANUS, 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/baltic-sea-trends/environment-fact-sheets/eutrophication/shifts-in-the-baltic-sea-summer-phytoplankton-communities-in-1992-2006/>
- JOCHEM, F., BABENERD, B., 1989: Naked *Dictyocha speculum* - a new type of phytoplankton bloom in the western Baltic. – *Mar. Biol.* **103**, 373-379.
- KAITALA, S., HÄLLFORS, S., MAUNULA, P., 2011: Phytoplankton biomass and species succession in the Gulf of Finland, northern Baltic Proper and southern Baltic Sea in 2011. - HELCOM Baltic Sea Environment Fact Sheets. Online. <http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/environment-fact-sheets/eutrophication/phytoplankton-biomass-and-species-succession/>
- KALOUS, M., OJAVEER, H., 2014: Over one decade of invasion: the non-indigenous cladoceran *Evadne anonyx* G.O. Sars, 1897 in a low-salinity environment. *Aquatic Invasions* **9**, 499-506.
- KOMÁREK, J., ZAPOMĚLOVÁ, E., 2007: Planktic morphospecies of the cyanobacterial genus *Anabaena* = subg. *Dolichospermum* – 1. part: coiled types. – *Fottea, Olomouc* 2007, 7 (1), 1-31.
- KOMÁREK, J., ZAPOMĚLOVÁ, E., 2008: Planktic morphospecies of the cyanobacterial genus *Anabaena* = subg. *Dolichospermum* – 2. part: straight types. – *Fottea, Olomouc* 2008, 8 (1), 1-14.
- KONTULA, T., HALDIN, J. (EDS.) KARLSSON, A., FLORIN, A.B., FÜRHAUPTER, K., HERRMANN, C., KARLSSON, O., SONNTAG, N., AUTIO, I., LAAMANEN, M., ARRENDAL, J., BIRZAKS, J., BRZESKA, P., BOEDEKER, D., BUČAS, M., CHERNOVA, N., FEDOROV, V., GALATIUS, A., GERB, M., GLAZKOVA, E., GRUSZKA, P., HARIO, M., HERKÜL, K., HÄRKÖNEN, T., JOHANSSON, G., KARVINEN, V., KAUTSKY, H., KIECKBUSCH, J., KOSTAMO, K., KOVALCHUK, N., LAINE, A., LOŽYS, L., MARTIN, G., MAXIMOV, A., MORITZ, T., PUSCH, C., PÜTYS, Z., SCHIELE, K., SKÓRA, K., STERNIK, L., STÍPNIECE, A., SVEDÄNG, H., SVENSSON, M., THORUP,

- O., TJERNBERG, M., TORN, K., TYLIK, K., URHO, L. VITALE, F., VOLODINA, A., ZETTLER, M.L., 2014: HELCOM Red List of Baltic Sea species in danger of becoming extinct. – Baltic Sea Environment Proceedings **140**, 1-106.
- LAAMANEN, M., 2002: Genetic and species diversity of planktonic cyanobacteria in the northern Baltic Sea. – Finnish Institute of Marine Research, Contributions No. 4.
- MOHRHOLZ, V., NAUMANN, M., NAUSCH, G., KRÜGER, S., GRÄWE, U., 2015: Fresh oxygen for the Baltic Sea – An exceptional saline inflow after a decade of stagnation. – J. Mar. Syst. **148**, 152-166.
- NAUSCH, G., NAUMANN, M., UMLAUF, L., MOHRHOLZ, V., SIEGEL, H., 2015: Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 2014. – Meereswiss. Ber., Warnemünde **96**, 1-93.
- ÖBERG, J., 2014: Cyanobacterial blooms in the Baltic Sea in 2014. - HELCOM Baltic Sea Environment Fact Sheets 2014. Online. <http://helcom.fi/baltic-sea-trends/environment-fact-sheets/eutrophication/cyanobacterial-blooms-in-the-baltic-sea/>
- 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.
<http://www.helcom.fi/Lists/Publications/BSEP106.pdf>
- 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/baltic-sea-trends/environment-fact-sheets/eutrophication/impacts-of-invasive-phytoplankton-species-on-the-baltic-sea-ecosystem-in-1980-2008/>
- 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/baltic-sea-trends/environment-fact-sheets/eutrophication/an-unusual-phytoplankton-event/>
- 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.
- PÖLLUPÜ, M., SIMM, M., PÖLLUMÄE, A., OJAVEER, H. 2008: Successful establishment of the Ponto-Caspian alien cladoceran *Evadne anonyx* G.O. Sars 1897 in low-salinity environment in the Baltic Sea. Journal of Plankton Research **30**, 777–782.
- RACHOR, E., BÖNSCH, R., BOOS, K., GOSELCK, F., GROTHJAHN, M., GÜNTHER, C.-P., GUSKY, M., GUTOW, L., HEIBER, W., JANTSCHIK, P., KRIEG, H.-J., KRONE, R., NEHMER, P., REICHERT, K., REISS, H., SCHRÖDER, A., WITT, J., ZETTLER, M.L., 2014: Rote Liste der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere. – Naturschutz und Biologische Vielfalt **70**(2), 81-176.

Formatiert: Deutsch (Deutschland)

Formatiert: Deutsch (Deutschland)

Formatiert: Deutsch (Deutschland)

Formatiert: Deutsch (Deutschland)

- SANDERS, R.W., 1995: Seasonal distributions of the photosynthesizing ciliates *Laboea strobila* and *Myrionecta rubra* (= *Mesodinium rubrum*) in an estuary of the Gulf of Maine. – *Aquat. Microb. Ecol.* **9**, 237-242.
- 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., ANTONI, S., 2010: Phytoplankton ring test 2007. Identification, counting and biomass determination of synthetic and natural phytoplankton samples. Final report. – Umweltbundesamt, 198 pp.
- SCHNEIDER, B., BÜCKER, S., KAITALA, S., MAUNULA, P., WASMUND, N., 2015: Characteristics of the spring/summer production in the Mecklenburg Bight (Baltic Sea) as revealed by long-term pCO₂ data. – *Oceanologia* (in press).
<http://dx.doi.org/10.1016/j.oceano.2015.07.001>
- STICH, H.B., BRINKER, A., 2005: Less is better: Uncorrected versus pheopigment-corrected photometric chlorophyll-a estimation. – *Arch. Hydrobiol.* **162**, 111-120.
- STOECKER, D.K., SILVER, M.W., MICHAELS, A.E., DAVIS, L.H., 1988: Obligate mixotrophy in *Laboea strobila*, a ciliate which retains chloroplasts. – *Marine Biology* **99**, 415-423.
- TELESH, I., POSTEL, L., HEERKLOSS, R., MIRONOVA, E., SKARLATO, S., 2008: Zooplankton of the open Baltic Sea: Atlas. - *Meereswissenschaftliche Berichte* **73**, 3-251.
- UTERMÖHL, H., 1958: Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. – *Ass. intern. Limnol. théor.* **9**, 1-38.
- WACKLIN, P., HOFFMANN, L., KOMÁREK, J., 2009: Nomenclatural validation of the genetically revised cyanobacterial genus *Dolichospermum* (Ralfs ex Bornet et Flahault) comb. nova. – *Fottea* **9**, 59-64.
- WASMUND, N., 1984: Probleme der spektrophotometrischen Chlorophyllbestimmung. – *Acta hydrochim. hydrobiol.* **12**, 253-270.
- WASMUND, N., 2014: Cruise report r/v "Elisabeth Mann Borgese", cruise-No. EMB 078.
http://www.io-warnemuende.de/tl_files/forschung/pdf/cruise-reports/crembo78.pdf
- WASMUND, N., BUSCH, S., GÖBEL, J., GROMISZ, S., HÖGLANDER, H., JAANUS, A., JOHANSEN, M., JURGENSONE, I., KARLSSON, C., KOWNACKA, J., KRAŚNIEWSKI, W., LEHTINEN, S., OLENINA, I., v.Weber, M., 2015: Cyanobacteria biomass. – HELCOM Baltic Sea Environment Fact Sheet 2015. Online. <http://helcom.fi/baltic-sea-trends/environment-fact-sheets/eutrophication/cyanobacteria-biomass/>

- WASMUND, N., DUTZ, J., POLLEHNE, F., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L., 2014: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2013. – Meereswissenschaftliche Berichte **94**, 1-93.
- WASMUND, N., GÖBEL, J., V.BODUNGEN, 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., 2013: Silicate consumption: an indicator for long-term trends in spring diatom development in the Baltic Sea. – J. Plankton Res. **35**, 393-406.
- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L., 2006 a: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2005. – Meereswiss. Ber., Warnemünde **69**, 1-78.
- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L. 2011 a: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2010. – Meereswissenschaftliche Berichte **85**, 1-87.
- 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>
- WELSCHMEYER, N.A., 1994: Fluorometric analysis of chlorophyll a in the presence of chlorophyll b and pheopigments. – Limnol. Oceanogr. **39**, 1985-1992.
- ZETTLER, M.L., KARLSSON, A., KONTULA, T., GRUSZKA, P., LAINE, A., HERKÜL, K., SCHIELE, K., MAXIMOV, A., HALDIN, J., 2014: Biodiversity gradient in the Baltic Sea: A comprehensive inventory of macrozoobenthos data. – Helgoland Marine Research **68**, 49-57.
- 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 Novemberfahrt 2014 in den Seegebieten. Zu Beginn jedes Stations-Blocks ist die durchschnittliche Phytoplanktonbiomasse (in µg/l) in Fettdruck angegeben. „Unbestimmte“, „Gymnodiniales“ und „Peridinales“ wurden aus der Liste gelöscht. Fortsetzung auf S. 83-84!

Februar-Mai	(%)	Juli/August	(%)	Oktober/November	(%)
Kieler Bucht (Stat. OMBMPN3)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	700	Phytopl.-Biomasse in µg/l	3003	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1040
Dictyocha speculum	46.7	Dactyliosolen fragilissimus	88.7	Ceratium fusus	39.6
Ceratium tripos	25.3	Alexandrium pseudogonyaulax	4.3	Ceratium tripos	17.8
Rhizosolenia setigera	5.8	Cerataulina pelagica	1.6	Polykrikos schwartzii	8.7
Teleaulax	3.1	Ceratium tripos	1.4	Dinophysis norvegica	7.8
Mesodinium rubrum	2.3	Plagioselmis prolonga	0.4	Ceratium lineatum	3.3
Actinocyclus	1.9	Prorocentrum micans	0.3	Thalassiosira	2.5
Dinophysis norvegica	1.4	Proboscia alata	0.3	Protopteridinium	1.8
Protopteridinium pellucidum	1.1	Coscinodiscus radiatus	0.3	Dinophysis acuminata	1.6
Thalassiosira	1.1	Actinocyclus	0.3	Prorocentrum micans	1.4
Coscinodiscus radiatus	1.0	Prymnesiales	0.3	Teleaulax	1.3
Lübecker Bucht (Stat. OMO22)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	516	Phytopl.-Biomasse in µg/l	4890	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1119
Dictyocha speculum	62.7	Dactyliosolen fragilissimus	89.5	Ceratium fusus	39.9
Ceratium tripos	6.9	Alexandrium pseudogonyaulax	3.3	Polykrikos schwartzii	23.8
Skeletonema marinoi	6.7	Ceratium tripos	3.2	Ceratium tripos	4.9
Rhizosolenia setigera	6.0	Coscinodiscus radiatus	1.1	Dinophysis norvegica	4.4
Teleaulax	2.0	Dolichospermum	0.3	Cerataulina pelagica	2.9
Mesodinium rubrum	1.4	Plagioselmis prolonga	0.3	Dictyocha speculum	2.6
Thalassiosira	1.2	Katablepharis remigera	0.3	Teleaulax	2.5
Gyrodinium spirale	1.0	Prymnesiales	0.3	Ceratium lineatum	2.4
Protopteridinium pellucidum	0.7	Guinardia delicatula	0.2	Gyrodinium spirale	2.1
Chaetoceros curvisetus	0.6	Aphanizomenon	0.1	Dinophysis acuta	1.3
Zentrale Mecklenburger Bucht (Stat. OMBMPM2)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	444	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1806	Phytopl.-Biomasse in µg/l	859
Dictyocha speculum	30.5	Dactyliosolen fragilissimus	73.8	Cerataulina pelagica	26.6
Ceratium tripos	21.0	Ceratium tripos	8.7	Ceratium fusus	26.0
Coscinodiscus concinnus	15.4	Alexandrium pseudogonyaulax	4.4	Ceratium tripos	13.7
Rhizosolenia setigera	5.2	Nodularia spumigena	1.8	Polykrikos schwartzii	12.3
Teleaulax	4.6	Aphanizomenon	1.7	Coscinodiscus granii	3.2
Mesodinium rubrum	3.0	Actinocyclus	1.3	Ceratium lineatum	1.8
Gyrodinium spirale	2.4	Plagioselmis prolonga	0.8	Ditylum brightwellii	1.1
Skeletonema marinoi	2.2	Prymnesiales	0.8	Teleaulax	1.0
Protopteridinium pellucidum	1.1	Katablepharis remigera	0.6	Prorocentrum micans	0.9
Chaetoceros decipiens	0.6	Guinardia delicatula	0.3	Dinophysis norvegica	0.8
Östliche Mecklenburger Bucht (Stat. OMBMPM1)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	255	Phytopl.-Biomasse in µg/l	202	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1355
Dictyocha speculum	53.9	Ceratium tripos	33.2	Coscinodiscus granii	61.0
Ceratium tripos	8.9	Nodularia spumigena	10.2	Cerataulina pelagica	20.6
Teleaulax	5.7	Aphanizomenon	7.2	Ceratium tripos	4.3
Mesodinium rubrum	5.3	Prymnesiales	6.6	Ceratium fusus	2.3

Rhizosolenia setigera	4.4	Plagioselmis prolonga	3.1	Mesodinium rubrum	1.1
Gyrodinium spirale	2.4	Katablepharis remigera	3.0	Teleaulax	1.0
Plagioselmis prolonga	0.9	Pyramimonas	2.5	Prorocentrum minimum	0.9
Actinocyclus	0.8	Cyclotella	2.5	Coscinodiscus radiatus	0.6
Thalassiosira	0.6	Alexandrium pseudogonyaulax	2.2	Pyramimonas	0.6
Katodinium rotundatum	0.4	Teleaulax	2.1	Ceratium lineatum	0.5
Westliche Arkonasee (Stat. OMBMPK8)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	427	Phytopl.-Biomasse in µg/l	305	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1185
Skeletonema marinoi	52.2	Ceratium tripos	26.6	Coscinodiscus granii	83.2
Mesodinium rubrum	16.9	Nodularia spumigena	12.3	Cerataulina pelagica	3.0
Thalassiosira	4.3	Aphanizomenon	8.3	Actinocyclus	1.8
Chaetoceros	3.4	Prymnesiales	5.7	Ceratium tripos	1.3
Dictyocha speculum	3.3	Katodinium rotundatum	5.4	Prorocentrum minimum	1.1
Chaetoceros wighamii	1.6	Actinocyclus	5.1	Ebria tripartita	1.1
Teleaulax	1.4	Plagioselmis prolonga	4.9	Teleaulax	0.9
Rhizosolenia setigera	0.9	Pseudanabaena limnetica	3.9	Coscinodiscus radiatus	0.7
Scrippsiella COMPLEX	0.8	Coscinodiscus granii	3.7	Prymnesiales	0.6
Gyrodinium spirale	0.6	Pyramimonas	3.1	Mesodinium rubrum	0.6
Zentrale Arkonasee (Stat. OMBMPK5)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	616	Phytopl.-Biomasse in µg/l	264	Phytopl.-Biomasse in µg/l	520
Skeletonema marinoi	50.7	Ceratium tripos	36.4	Coscinodiscus granii	74.2
Mesodinium rubrum	19.6	Pyramimonas	10.0	Ceratium tripos	5.4
Thalassiosira	8.9	Mesodinium rubrum	5.8	Actinocyclus	2.9
Chaetoceros wighamii	4.2	Nodularia spumigena	5.8	Teleaulax	2.0
Chaetoceros	1.3	Pseudanabaena limnetica	5.5	Mesodinium rubrum	1.1
Teleaulax	1.0	Plagioselmis prolonga	5.1	Plagioselmis prolonga	0.9
Actinocyclus	0.6	Teleaulax	4.8	Cerataulina pelagica	0.8
Scrippsiella COMPLEX	0.5	Aphanizomenon	4.3	Chaetoceros danicus	0.7
Achnanthes taeniata	0.5	Katodinium rotundatum	4.2	Protoperidinium	0.7
Chaetoceros ceratosporus var. ceratosporus	0.4	Actinocyclus	3.6	Ebria tripartita	0.7
Östliche Arkonasee (Stat. OMBMPK4)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	751	Phytopl.-Biomasse in µg/l	203	Phytopl.-Biomasse in µg/l	473
Skeletonema marinoi	50.9	Ceratium tripos	17.2	Coscinodiscus granii	83.3
Mesodinium rubrum	21.6	Actinocyclus	16.5	Actinocyclus	2.7
Thalassiosira	8.2	Pseudanabaena limnetica	13.6	Coscinodiscus radiatus	2.5
Chaetoceros wighamii	6.4	Plagioselmis prolonga	7.5	Teleaulax	1.7
Actinocyclus	1.4	Teleaulax	4.6	Hemiselmis	0.8
Chaetoceros pseudobrevis	1.0	Aphanizomenon	2.7	Plagioselmis prolonga	0.7
Dictyocha speculum	1.0	Pseudopedinella	2.6	Mesodinium rubrum	0.7
Teleaulax	0.7	Pyramimonas	2.1	Dictyocha speculum	0.6
Scrippsiella COMPLEX	0.5	Mesodinium rubrum	1.9	Eutreptiella	0.4
Chaetoceros ceratosporus var. ceratosporus	0.3	Katablepharis remigera	1.3	Katodinium rotundatum	0.4
Bornholmsee (Stat. OMBMPK2)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	786	Phytopl.-Biomasse in µg/l	162	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1332
Mesodinium rubrum	92.5	Unicell spp.	34.9	Coscinodiscus granii	87.8
Actinocyclus	0.9	Actinocyclus	11.2	Actinocyclus	6.2
Katodinium glaucum	0.7	Prymnesiales	10.5	Mesodinium rubrum	0.9
Prymnesiales	0.5	Mesodinium rubrum	7.1	Teleaulax	0.8
Teleaulax	0.5	Pseudanabaena limnetica	5.5	Plagioselmis prolonga	0.5
Dinophysis acuta	0.3	Plagioselmis prolonga	5.1	Katodinium rotundatum	0.3
Coscinodiscus radiatus	0.3	Cyanonephron styloides	3.6	Hemiselmis	0.3
Dinobryon balticum	0.3	Teleaulax	3.6	Eutreptiella	0.2
Thalassiosira	0.2	Nodularia spumigena	2.8	Prymnesiales	0.2
Plagioselmis prolonga	0.2	Pyramimonas	1.9	Pyramimonas	0.2

Südliche Gotlandsee (Stat. OMBMPK1)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	996	Phytopl.-Biomasse in µg/l	332	Phytopl.-Biomasse in µg/l	552
Mesodinium rubrum	89.0	Prymnesiales	17.9	Coscinodiscus granii	70.3
Dinophysis acuta	2.3	Unicell spp.	16.2	Actinocyclus	21.5
Actinocyclus	1.7	Cyanonephron styloides	15.1	Teleaulax	1.9
Peridiniella catenata	1.2	Pyramimonas	8.0	Gymnodiniales	1.5
Gyrodinium spirale	0.6	Mesodinium rubrum	7.5	Plagioselmis prolonga	0.8
Amylax triacantha	0.6	Aphanizomenon	5.9	Coscinodiscus radiatus	0.7
Teleaulax	0.5	Plagioselmis prolonga	5.7	Mesodinium rubrum	0.6
Prymnesiales	0.4	Teleaulax	4.4	Chaetoceros danicus	0.4
Dinophysis acuminata	0.3	Nodularia spumigena	3.8	Pyramimonas	0.2
Nodularia spumigena	0.3	Aphanothece	2.9	Hemiselmis	0.2
Östliche Gotlandsee (Stat. OMBMPJ1)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	508	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1184	Phytopl.-Biomasse in µg/l	496
Mesodinium rubrum	84.1	Nodularia spumigena	46.4	Coscinodiscus granii	67.3
Peridiniella catenata	2.4	Prymnesiales	15.5	Mesodinium rubrum	14.2
Scrippsiella COMPLEX	2.1	Aphanizomenon	10.8	Dinophysis norvegica	5.0
Actinocyclus	1.5	Aphanothece	3.0	Dinophysis acuta	1.3
Teleaulax	1.0	Aphanocapsa	2.0	Prymnesiales	1.2
Aphanizomenon	0.8	Plagioselmis prolonga	1.9	Plagioselmis prolonga	0.9
Coscinodiscus granii	0.7	Pyramimonas	1.6	Katodinium rotundatum	0.8
Amylax triacantha	0.5	Aphanothece paralleloformis	1.5	Teleaulax	0.8
Peridiniella danica	0.3	Cyanonephron styloides	1.4	Katablepharis remigera	0.6
Plagioselmis prolonga	0.3	Pseudanabaena limnetica	1.0	Eutreptiella	0.5

Tab. A2

Alphabetische Liste der im Jahre 2014 gefundenen Phytoplanktontaxa und ihrer taxonomischen Zugehörigkeit mit Angabe der Rangfolge (nach Biomasse, alle Stationen einschl. zentrale Ostsee, alle Tiefen) und saisonalem Vorkommen (5 Terminfahrten).

Fortsetzung auf Seite 86-88.

Artname (Gesamtliste)	Klasse	Rang	Feb.	März	April/Mai	Juli	Nov.
<i>Achnanthes taeniata</i>	Bacillarioph.	78		X			
<i>Actinocyclus</i> sp.	Bacillarioph.	10	X	X	X	X	X
<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>	Dinophyceae	23				X	
<i>Amphidinium crassum</i>	Dinophyceae	103				X	X
<i>Amphidinium sphenoides</i>	Dinophyceae	101	X	X	X	X	X
<i>Amylax triacantha</i>	Dinophyceae	63		X	X	X	
<i>Anabaenopsis</i> sp.	Cyanobact.	147				X	
<i>Apedinella radians</i>	Chrysophyc.	91	X	X		X	X
<i>Aphanizomenon</i> sp.	Cyanobact.	24	X	X	X	X	
<i>Aphanocapsa</i> spp.	Cyanobact.	37	X	X	X	X	X
<i>Aphanothece paralleliformis</i>	Cyanobact.	71	X	X	X	X	X
<i>Anathece</i> spp.	Cyanobact.	57	X		X	X	
<i>Attheya septentrionalis</i>	Bacillarioph.	97	X	X		X	X
<i>Botryococcus</i> spp.	Chlorophyc.	135	X			X	
<i>Calliacantha</i> spp.	Craspedoph.	149		X			
Centrales	Bacillarioph.	72	X		X	X	X
<i>Cerataulina pelagica</i>	Bacillarioph.	9		X		X	X
<i>Ceratium fusus</i>	Dinophyceae	11	X	X		X	X
<i>Ceratium lineatum</i>	Dinophyceae	38	X	X			X
<i>Ceratium longipes</i>	Dinophyceae	61		X		X	X
<i>Ceratium tripos</i>	Dinophyceae	6	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros affinis</i>	Bacillarioph.	90				X	
<i>Chaetoceros brevis</i>	Bacillarioph.	74		X			
<i>Chaetoceros ceratosporus</i>	Bacillarioph.	81		X			
<i>Chaetoceros circinalis</i>	Bacillarioph.	131				X	
<i>Chaetoceros contortus</i>	Bacillarioph.	114				X	X
<i>Chaetoceros convolutus</i>	Bacillarioph.	117					X
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	Bacillarioph.	77	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros danicus</i>	Bacillarioph.	60	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros debilis</i>	Bacillarioph.	132		X	X		
<i>Chaetoceros decipiens</i>	Bacillarioph.	86		X			X
<i>Chaetoceros impressus</i>	Bacillarioph.	46	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	Bacillarioph.	121		X			
<i>Chaetoceros pseudobrevis</i>	Bacillarioph.	84		X			
<i>Chaetoceros similis</i>	Bacillarioph.	109	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros socialis</i>	Bacillarioph.	108		X		X	X
<i>Chaetoceros</i> spp.	Bacillarioph.	30	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros subtilis</i>	Bacillarioph.	116		X		X	

Artname (Gesamtliste)	Klasse	Rang	Feb.	März	April/Mai	Juli	Nov.
<i>Chaetoceros thronsdensei</i>	Bacillarioph.	139				X	
<i>Chaetoceros wighamii</i>	Bacillarioph.	19		X			
Chrysophyceae	Chrysophyc.	65	X		X	X	X
<i>Cladopyxis claytonii</i>	Dinophyceae	76	X	X	X	X	X
<i>Cocconeis</i> sp.	Bacillarioph.	144				X	
<i>Coelosphaerium minutissimum</i>	Cyanobact.	80			X	X	
<i>Coscinodiscus concinnus</i>	Bacillarioph.	7	X	X	X		
<i>Coscinodiscus granii</i>	Bacillarioph.	2				X	X
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	Bacillarioph.	22	X	X	X	X	X
Craspedophyceae	Craspedoph.	58	X	X	X	X	X
<i>Cyanodictyon planctonicum</i>	Cyanobact.	88			X	X	
<i>Cyanonephron styloides</i>	Cyanobact.	47			X	X	
<i>Cyclotella</i> spp.	Bacillarioph.	54				X	X
<i>Cylindrotheca closterium</i>	Bacillarioph.	112	X	X		X	X
<i>Cymbomonas tetramitiformis</i>	Prasinophyc.	98			X	X	X
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	Bacillarioph.	3	X	X	X	X	X
<i>Desmodesmus communis</i>	Chlorophyc.	138	X				
<i>Detonula confervacea</i>	Bacillarioph.	89	X	X			
<i>Diatoma tenuis</i>	Bacillarioph.	143		X			
<i>Dictyocha speculum</i>	Dictyochoph.	5	X	X	X	X	X
<i>Dinobryon balticum</i>	Chrysophyc.	82	X	X	X		
<i>Dinobryon faculiferum</i>	Chrysophyc.	113		X	X	X	
<i>Dinobryon</i> spp.	Chrysophyc.	126		X		X	
<i>Dinophysis acuminata</i>	Dinophyceae	53	X	X	X	X	X
<i>Dinophysis acuta</i>	Dinophyceae	35			X		X
<i>Dinophysis norvegica</i>	Dinophyceae	20	X	X	X	X	X
<i>Dinophysis rotundata</i>	Dinophyceae	118					X
<i>Dissodinium pseudolunula</i>	Dinophyceae	110				X	X
<i>Ditylum brightwellii</i>	Bacillarioph.	56		X			X
<i>Dolichospermum</i> spp.	Cyanobact.	69				X	
<i>Ebria tripartita</i>	Ebriophyc.	36	X	X	X	X	X
Euglenales	Euglenoph.	145		X			
<i>Eutreptiella braarudii</i>	Euglenoph.	94	X	X			
<i>Eutreptiella</i> spp.	Euglenoph.	43	X	X	X	X	X
<i>Guinardia delicatula</i>	Bacillarioph.	34	X	X	X	X	X
Gymnodiniales	Dinophyceae	8	X	X	X	X	X
<i>Gyrodinium spirale</i>	Dinophyceae	25	X	X	X	X	X
<i>Gyrodinium</i> spp.	Dinophyceae	123		X			
<i>Hemiselmis</i> sp.	Dinophyceae	48	X	X	X	X	X
<i>Heterocapsa rotundata</i>	Dinophyceae	29	X	X	X	X	X
<i>Heterocapsa triquetra</i>	Dinophyceae	130				X	X
<i>Katablepharis remigera</i>	Incertae sedis	39	X	X	X	X	X
<i>Katablepharis</i> sp.	Incertae sedis	124		X			
<i>Katodinium glaucum</i>	Dinophyceae	41	X	X	X	X	X
<i>Koliella</i> spp.	Chlorophyc.	148	X				
<i>Laboea strobila</i>	Oligotrichea	83	X	X	X	X	X
<i>Lemmermanniella pallida</i>	Cyanobact.	99	X		X	X	
<i>Lemmermanniella parva</i>	Cyanobact.	122				X	
<i>Lennoxia faveolata</i>	Bacillarioph.	129			X	X	

Artname (Gesamtliste)	Klasse	Rang	Feb.	März	April/Mai	Juli	Nov.
<i>Leptocylindrus danicus</i>	Bacillarioph.	146				X	
<i>Leptocylindrus minimus</i>	Bacillarioph.	128				X	
<i>Leucocryptos marina</i>	Incertae sedis	64	X	X	X	X	X
<i>Licmophora</i> sp.	Bacillarioph.	142			X		
<i>Melosira arctica</i>	Bacillarioph.	106		X			
<i>Merismopedia punctata</i>	Cyanobact.	141					X
<i>Merismopedia</i> spp.	Cyanobact.	119	X		X		X
<i>Mesodinium rubrum</i>	Litostomatea	1	X	X	X	X	X
<i>Microcystis wesenbergii</i>	Cyanobact.	140	X				
<i>Monoraphidium contortum</i>	Chlorophyc.	125	X	X	X	X	X
<i>Monoraphidium minutum</i>	Chlorophyc.	150	X				
<i>Nitzschia paleacea</i>	Bacillarioph.	104				X	X
<i>Nodularia spumigena</i>	Cyanobact.	15			X	X	
<i>Oocystis</i> spp.	Chlorophyc.	87	X	X	X	X	
Pennales	Bacillarioph.	105	X	X	X	X	X
Peridinales	Dinophyceae	32	X	X	X	X	X
<i>Peridiniella catenata</i>	Dinophyceae	31	X	X	X		
<i>Peridiniella danica</i>	Dinophyceae	50		X	X		
<i>Plagioselmis prolunga</i>	Cryptophyc.	21	X	X	X	X	X
<i>Planctonema lauterbornii</i>	Chlorophyc.	79	X	X	X	X	X
<i>Planktolyngbya</i> spp.	Cyanobact.	127				X	
<i>Polykrikos schwartzii</i>	Dinophyceae	17		X			X
<i>Proboscia alata</i>	Bacillarioph.	26	X			X	X
<i>Prorocentrum micans</i>	Dinophyceae	44	X	X		X	X
<i>Prorocentrum minimum</i>	Dinophyceae	51		X	X	X	X
<i>Proto-peridinium bipes</i>	Dinophyceae	136		X		X	
<i>Proto-peridinium divergens</i>	Dinophyceae	75					X
<i>Proto-peridinium pallidum</i>	Dinophyceae	92		X			
<i>Proto-peridinium pellucidum</i>	Dinophyceae	42		X	X		
<i>Proto-peridinium</i> spp.	Dinophyceae	40	X	X	X	X	X
<i>Proto-peridinium steini</i>	Dinophyceae	115		X			
Prymnesiales	Prymnesioph.	18	X	X	X	X	X
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	Cyanobact.	33	X			X	X
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> group	Bacillarioph.	137				X	
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	Bacillarioph.	62		X		X	X
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> group	Bacillarioph.	111				X	X
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	Bacillarioph.	100				X	X
<i>Pseudopedinella</i> spp.	Chrysophyc.	59	X	X	X	X	X
<i>Pterosperma</i> spp.	Prasinophyc.	93		X		X	X
<i>Pyramimonas</i> spp.	Prasinophyc.	28	X	X	X	X	X
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>semispina</i>	Bacillarioph.	68	X	X			
<i>Rhizosolenia pungens</i>	Bacillarioph.	45				X	X
<i>Rhizosolenia setigera</i>	Bacillarioph.	16	X	X		X	X
<i>Romeria</i> spp.	Cyanobact.	120				X	
<i>Scenedesmus</i> spp.	Chlorophyc.	134	X				
<i>Scrippsiella complex</i>	Dinophyceae	27	X	X	X	X	X
<i>Skeletonema marinoi</i>	Bacillarioph.	4	X	X	X	X	X
<i>Skeletonema subsalsum</i>	Bacillarioph.	133	X				
<i>Snowella</i> spp.	Cyanobact.	70	X	X	X	X	X

Artname (Gesamtliste)	Klasse	Rang	Feb.	März	April/Mai	Juli	Nov.
<i>Spatulodinium pseudonociluca</i>	Dinophyceae	96					X
<i>Teleaulax</i> spp.	Cryptophyc.	13	X	X	X	X	X
<i>Telonema</i> spp.	Incertae sedis	52	X	X	X	X	X
<i>Tetrastrum</i> spp.	Chlorophyc.	102	X		X		X
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	Bacillarioph.	73	X	X	X	X	X
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	Bacillarioph.	85		X			
<i>Thalassiosira baltica</i>	Bacillarioph.	95	X	X			
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	Bacillarioph.	66				X	X
<i>Thalassiosira hyperborea</i>	Bacillarioph.	107		X			
<i>Thalassiosira punctigera</i>	Bacillarioph.	55	X		X	X	X
<i>Thalassiosira</i> spp.	Bacillarioph.	12	X	X		X	X
<i>Trachelomonas</i> spp.	Euglenoph.	67	X	X		X	X
Unidentified	-	14	X	X	X	X	X
Unidentified flagellata	-	49	X	X	X	X	X
Anzahl der Taxa: insgesamt 150			80	97	72	105	89

Tab. A3

Liste der im Jahre 2014 gefundenen Zooplankton-Taxa mit Erstbeschreibung, taxonomischer Stellung und Seriennummer (TSN) des ‚Integrated Taxonomic Information System‘ (ITIS) und saisonales Vorkommen im Untersuchungsgebiet.

	Rang	TSN	Feb	März	Mai	Aug	Nov
Protozoa							
Tintinnidae	Familie	46743		0	0	0	0
Annelida							
Polychaeta - Trochophora	Unterstamm	914166	0	0	0	0	0
Polychaeta - others	Unterstamm	914166	0	0	0	0	0
<i>Harmothoe</i> spp. Kinberg, 1855	Gattung	64502	0	0	0	0	0
Arthropoda - Crustacea							
Copepoda							
<i>Acartia bifilosa</i> Giesbrecht, 1881	Art	86095	0	0	0	0	0
<i>Acartia longiremis</i> Lilljeborg, 1853	Art	86087	0	0	0	0	0
<i>Acartia tonsa</i> Dana, 1849	Art	86088	0	0	0	0	0
<i>Calanus</i> spp. Leach, 1819	Art	85263	0	0	0		0
<i>Calanus helgolandicus</i> (Claus, 1863)	Art	85276		0			
<i>Centropages hamatus</i> Lilljeborg, 1853	Art	85766	0	0	0	0	0
<i>Eurytemora affinis</i> Poppe, 1880	Art	85863	0	0	0	0	0
<i>Euterpina acutifrons</i> Dana, 1849	Art	86546			0		
<i>Limnocalanus macurus</i> G.O. Sars 1863	Art	85775	0	0			0
<i>Microsetella</i> spp. Brady & Robertson, 1873	Gattung	86208	0	0	0	0	0
<i>Oithona similis</i> Claus, 1866	Art	88805	0	0	0	0	0
<i>Paracalanus parvus</i> Claus, 1863	Art	85323	0	0	0	0	0
<i>Pseudocalanus</i> spp. Boeck, 1872	Gattung	85369	0	0	0	0	0
<i>Temora longicornis</i> O.F.Müller, 1785	Art	85877	0	0	0	0	0
Phyllopoda							
<i>Bosmina</i> spp. Baird, 1845	Gattung	83936		0	0	0	0
<i>Evadne nordmanni</i> Lovén, 1836	Art	86546	0	0	0	0	0
<i>Evadne anonyx</i> G.O. Sars, 1897	Art			0			
<i>Evadne spinifera</i> P. E. Müller, 1867	Art	83964				0	
<i>Podon intermedius</i> Lilljeborg, 1853	Art	83965				0	0
<i>Podon leuckartii</i> G. O. Sars, 1862	Art	83966	0	0	0	0	0
<i>Pleopsis polyphaemoides</i> (Leuckart, 1859)	Art	684626		0	0	0	0
other Crustacea							
<i>Crangon crangon</i> Linnaeus, 1758	Art	107552				0	
<i>Carcinus maenas</i> Linnaeus, 1758	Art	107381				0	
Gammaridea Latreille, 1802	Unterordnung	93295	0		0		
<i>Balanus</i> spp. Da Costa, 1778	Gattung	89600	0	0	0	0	0

Tab. A3 Fortsetzung

	Rang	TSN	Feb	März	Mai	Aug	Nov
Bryozoa							
Gymnolaemata Allman, 1856	Class	155471	0	0	0	0	0
Chaetognatha							
Sagittidae Claus and Grobben, 1905	Familie	158726	0	0			0
Chordata							
<i>Fritellaria borealis</i> Lohmann, 1896	Art	159675	0	0	0	0	0
<i>Oikopleura dioica</i> Fol 1872	Art	159669	0	0		0	0
Teleostei	Infraklasse	161105	0	0	0	0	
Echinodermata							
<i>Asterias</i> spp. Linnaeus, 1758	Gattung	157215					0
<i>Ophiura</i> spp. Lamarck, 1801	Gattung	157411				0	
Cnidaria & Ctenophora							
Ctenophora Eschscholtz, 1829	Stamm	53856	0	0			
<i>Aurelia aurita</i> Linnaeus, 1758	Art	51701		0			
<i>Rathkea octopunctata</i> M. Sars, 1835	Art	49387		0			
<i>Euphysa aurata</i> Forbes, 1848	Art	48976				0	0
<i>Steenstrupia natans</i> (M. Sars, 1835)	Art	48970				0	
Phoronida							
<i>Phoronis muelleri</i> Selys-Longchamps, 1903	Art	206663				0	
Platyhelminthes							
<i>Alaurina</i> spp. Metschnikoff, 1861	Art	54024	0	0		0	0
Acoelomorpha	Unterstamm	914172		0			
Molluska							
Bivalvia Linnaeus, 1758	Klasse	79118	0	0	0	0	0
Gastropoda Cuvier, 1797	Klasse	69459	0	0	0	0	0
Rotifera							
<i>Synchaeta</i> spp. Ehrenberg, 1832	Gattung	59255	0	0	0	0	0
<i>Keratella quadrata</i> O. F. Muller, 1786	Art	58352				0	0
<i>Keratella cochlearis</i> Gosse, 1851	Art	58360				0	
<i>Keratella cruciformis</i> Thompson, 1892	Art	58349					0

Taxa	N3	N1	M2	OM18	K8	K4	K3	OM160	RL2013
Flustra foliacea		1							*
Cirripedia									
Amphibalanus improvisus							1	1	nb
Balanus crenatus		1							*
Cumacea									
Diastylis rathkei	1	1	1	1	1	1	1		*
Eudorellopsis deformis	1	1							*
Decapoda									
Carcinus maenas					1				*
Crangon crangon	1				1	1	1	1	*
Palaemon elegans					1				*
Rhithropanopeus harrisi								1	nb
Echinodermata									
Asterias rubens	1				1				*
Echinocyamus pusillus	1								G
Ophiura albida	1	1				1			*
Psammechinus miliaris	1								*
Gastropoda									
Aporrhais pespelecani	1								G
Buccinum undatum	1								2
Neptunea antiqua	1								G
Odostomia scalaris					1				*
Onoba semicostata		1							*
Peringia ulvae	1			1	1			1	*
Philine aperta	1								*
Retusa obtusa		1			1				*
Retusa truncatula	1	1							*
Hydrozoa									
Hartlaubella gelatinosa					1		1	1	D
Isopoda									
Jaera albifrons							1		*
Mysida									
Gastrosaccus spinifer	1				1				nb
Mysis mixta					1	1	1	1	nb
Neomysis integer					1	1	1		nb
Nemertea									
Lineus ruber	1			1	1				nb
Malacobdella grossa		1							nb
Nemertea	1		1		1				nb
Tubulanus polymorphus	1								nb
Oligochaeta									
Tubificidae		1	1		1		1	1	nb
Tubificoides benedii	1			1	1		1	1	*
Phoronida									
Phoronis sp.	1	1							nb
Polychaeta									
Alitta succinea					1	1		1	D
Ampharete acutifrons	1					1			*

Taxa	N3	N1	M2	OM18	K8	K4	K3	OM160	RL2013
<i>Ampharete baltica</i>	1	1			1	1			*
<i>Arenicola marina</i>					1				*
<i>Aricidea suecica</i>	1	1			1				*
<i>Bylgides sarsi</i>		1			1	1			*
<i>Capitella capitata</i>		1	1		1				*
<i>Dipolydora quadrilobata</i>	1	1		1	1	1			*
<i>Eteone longa</i>	1				1	1			*
<i>Euchone papillosa</i>	1								2
<i>Eumida sanguinea</i>	1								*
<i>Exogone naidina</i>	1								D
<i>Flabelligera affinis</i>	1								D
<i>Harmothoe imbricata</i>					1				D
<i>Harmothoe impar</i>	1				1				*
<i>Hediste diversicolor</i>		1						1	*
<i>Heteromastus filiformis</i>	1	1	1						*
<i>Lagis koreni</i>	1	1	1	1	1				*
<i>Laonome kroyeri</i>	1								D
<i>Marenzelleria neglecta</i>								1	nb
<i>Marenzelleria viridis</i>					1		1	1	nb
<i>Nephtys caeca</i>	1	1				1			*
<i>Nephtys ciliata</i>	1	1				1			*
<i>Nephtys hombergii</i>	1	1	1	1		1			*
<i>Nereimyra punctata</i>	1	1							G
<i>Nicolea zostericola</i>	1								*
<i>Notomastus latericeus</i>			1						*
<i>Paradoneis eliasoni</i>	1								*
<i>Paraonis fulgens</i>			1						*
<i>Pherusa plumosa</i>	1	1							D
<i>Pholoe assimilis</i>	1								D
<i>Phyllodoce mucosa</i>	1	1			1	1			*
<i>Prionospio steenstrupi</i>		1							*
<i>Pseudopolydora antennata</i>					1				D
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	1	1							*
<i>Pygospio elegans</i>	1				1		1	1	*
<i>Scalibregma inflatum</i>	1								G
<i>Scoloplos armiger</i>	1	1			1	1			*
<i>Spio gonocephala</i>					1				*
<i>Streblospio shrubsolii</i>								1	V
<i>Terebellides stroemii</i>	1	1							*
<i>Travisia forbesii</i>					1				G
<i>Trochochaeta multisetosa</i>						1			D
Porifera									
<i>Chalinula limbata</i>		1							D
<i>Haliclona oculata</i>		1							D
Priapulida									
<i>Halicryptus spinulosus</i>							1		nb
<i>Priapulus caudatus</i>								1	nb
Artenzahl 117	69	43	13	17	42	24	22	22	

Taxa	N3	N1	M2	OM18	K8	K4	K3	OM160	RL2013
Abundanz (Ind./m ²)	10899	2136	183	358	1904	425	2630	8486	
Biomasse (AFTM g/m ²)	75,2	54,5	11,2	20,6	9,5	1,7	4,7	3,8	