

Meereswissenschaftliche Berichte
MARINE SCIENCE REPORTS

No. **71**

Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2006

von

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

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

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

Institut für Ostseeforschung
Warnemünde
2007

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abstract	5
Kurzfassung	6
1. Einleitung	7
2. Material und Methoden	8
2.1 Beprobungs-Strategie	9
2.2 Phytoplankton	11
2.3 Algenpigmente	11
2.4 Mesozooplankton	12
2.5 Makrozoobenthos	15
2.6 Sedimentation	16
2.7 Qualitätssicherung	16
3. Die abiotischen Verhältnisse in der Ostsee im Jahre 2006	17
4. Ergebnisse	18
4.1 Phytoplankton	18
4.1.1 Die Phytoplanktonentwicklung anhand von Satellitendaten	18
4.1.2 Jahrgang von Artenzusammensetzung und Biomasse	21
4.1.2.1 Mecklenburger Bucht	22
4.1.2.2 Arkonasee	25
4.1.2.3 Bornholmsee und östliche Gotlandsee	33
4.1.3 Sedimentation	34
4.1.4 Jahrgang der Chlorophyll a – Konzentration	40
4.1.5 Langzeittrend der Artenzusammensetzung	41
4.1.6 Langzeittrend der Chlorophyll a – Konzentration	42
4.2 Mesozooplankton	47
4.2.1 Jahreszeitliche Präsenz und mehrjähriger Vergleich	47
4.2.2 Situation im östlichen Gotlandbecken nach den Salzwassereinbrüchen von 2003	49
4.2.3 Zooplankton-Abundanzrückgang seit Anfang der neunziger Jahre	50
4.2.4 <i>Bosmina</i> spp. und <i>Cercopagis pengoi</i>	52
4.2.5 <i>Mnemiopsis leidyi</i> – eine mögliche Herausforderung von der amerikanischen Ostküste	53
4.3 Makrozoobenthos	54
Zusammenfassung	69
Summary	74
Danksagung	77
Literaturverzeichnis	78

Abstract

The time series on species composition and biomass or abundance of phyto- and zooplankton as well as macrozoobenthos in the Belt Sea and the Baltic proper, existing since 1979, was continued in 2006.

The phytoplankton growth started already in early February in Mecklenburg Bight and the Arkona Sea, probably caused by a shallow stratification. The spring bloom, however, could not be sampled because of cancellation of the March cruise. The late phase of the spring bloom (early May) was dominated by diatoms in the Bornholm Sea and by dinoflagellates in the Gotland Sea. A diatom summer bloom was not found. The cyanobacteria bloom was particularly strong in the western Baltic (exceptionally up to the Kattegat, see satellite images). The autumn bloom of *Coscinodiscus* was well developed in the entire Baltic Sea.

Data of sedimentation of organic matter in the Gotland Basin from spring and autumn 2005 are shown; the summer samples were defective due to clogging of the trap. The spring maximum occurred in mid of April and was dominated by diatoms. The main export of silica occurred in spring but the autumn diatom bloom was weak. Dinoflagellates played a minor role during the whole year. Mass flux (dry mass) amounted to 110 g a^{-1} .

Chlorophyll *a* data revealed a decreasing trend from 1979-2006 in Mecklenburg Bight but an increase in the Baltic Proper if only the spring data were considered, whereas summer data did not show any trend.

Up to 27 mesozooplankton taxa (in July 2006) were identified. Some species indicate a higher saline phase in the western Baltic, others an increasing limnic influence in the eastern Baltic. Species with mass occurrences in summer (*Bosmina* spp.) were present even in January (prolongation of the vegetation period ?). Malacostraca-larvae probably return as a stable component of the crustacean community, while the microphagous larvaceans lost their year-round presence. The ctenophore *Mnemiopsis leidyi* were recorded in summer 2006 for the first time in the Baltic Sea. It over-wintered in the deep water of the Bornholm Sea (at 9 °C) as well as in coastal waters of the western Baltic Sea.

The 140 species found in the macrozoobenthos in 2006 mark one of the highest diversities during the last 6 years at the 9 monitoring stations sampled by the IOW. Favourable salinity and oxygen conditions in 2006 allowed a rapid recolonisation of the western Baltic after the oxygen depletions in 2002 and 2005. In the central Arkona Sea, species number, abundance and biomass resembled that of previous years. The Bornholm Sea (Stat. 213) was characterised by a very low oxygen concentration in the deep water (0.5 ml/l) and a very sparse colonisation by the polychaete *Bylgides sarsi*.

Kurzfassung

Die 1979 begonnene HELCOM-Datenreihe der Artenzusammensetzung und Biomasse bzw. Abundanz des Phyto- und Zooplanktons sowie des Makrozoobenthos wurde im Jahre 2006 in der Beltsee und der eigentlichen Ostsee fortgesetzt.

Das Phytoplankton-Wachstum begann in der Mecklenburger Bucht und der Arkonasee bereits Anfang Februar, wahrscheinlich wegen extrem flacher Schichtung. Die eigentliche Frühjahrsblüte konnte wegen ausgefallener März-Terminfahrt nicht beprobt werden. Die späte Phase der Frühjahrsblüte (Anfang Mai) wurde in der Bornholmsee von Kieselalgen und in der Gotlandsee von Dinoflagellaten bestimmt. Eine Sommerblüte von Kieselalgen war 2006 nicht nachzuweisen. Die Cyanobakterienblüte war insbesondere in der westlichen Ostsee (sogar bis zum Kattegat) stark ausgeprägt (Satellitendaten). Die Herbstblüte von *Coscinodiscus* war in der gesamten Ostsee gut entwickelt.

Daten der Sedimentation des organischen Materials im Gotlandbecken für das Jahr 2005 lagen nur von Frühjahr und Herbst vor, da die Falle im Sommer blockiert war. Das Frühjahrsmaximum trat Mitte April auf und wurde fast ausschließlich von Kieselalgen gebildet. Der Hauptexport von Silikat aus der Deckschicht fand im Frühjahr statt, während die Kieselalgen-Herbstblüte schwach entwickelt war. Dinoflagellaten spielten in den Proben von 2005 eine geringe Rolle. Der Massefluss (Trockenmasse) betrug 110 g a^{-1} .

Die Frühjahrsdaten des Chlorophyll a zeigten von 1979 bis 2006 einen abnehmenden Trend in der Mecklenburger Bucht und eine Zunahme in der eigentlichen Ostsee, während die Sommerdaten keinen Trend zeigten.

Das Mesozooplankton umfasste bis 27 Taxa (im Juli 2006). Einige Arten zeigen eine salzreiche Phase in der westlichen Ostsee, andere einen zunehmend limnischen Einfluss in der östlichen Ostsee an. Arten mit typischem Massenvorkommen im Sommer (*Bosmina* spp.) waren noch im Januar nachzuweisen (Verlängerung der „Vegetationsperiode“). Malacostracen – Larven scheinen wieder zum festen Bestandteil des Planktons im Sommer zu werden, während die microphagen Appendicularien zurückgingen. Die seit dem Sommer 2006 in der Ostsee nachgewiesene Rippenqualle *Mnemiopsis leidyi* hat sowohl küstennah als auch in den Tiefen der Bornholmsee überwintert.

Die Artenzahl des Makrozoobenthos an den 9 Untersuchungsstationen markierte im Jahre 2006 mit insgesamt 140 ein Maximum im Vergleich zu den 6 vorangegangenen Jahren. Günstige Salz- und Sauerstoffbedingungen erlaubten die schnelle Wiederbesiedlung der westlichen Ostsee nach dem Sauerstoffmangel der Jahre 2002 und 2005. In der zentralen Arkonasee glichen Artenzahl, Abundanz und Biomasse den Vorjahren. Die Bornholmsee (Stat. 213) war durch geringe Sauerstoffkonzentrationen im Tiefenwasser (0.5 ml/l) und sehr spärliche Kolonisierung durch den Polychaeten *Bylgides sarsi* gekennzeichnet.

1. Einleitung

Dem Meer kommt als Ressource für Wirtschaft (z.B. Fischerei, Öl-, Kies- und Energiegewinnung, Transportweg) und Erholung (Strand-Tourismus, Kreuzfahrt-Tourismus) eine wachsende Bedeutung zu. Deshalb ist die Erhaltung der Gewässerqualität und somit auch die Überwachung des biologischen Zustandes der Ostsee von hoher gesellschaftspolitischer und sozio-ökonomischer Relevanz. Das am Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) im Auftrag des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) durchgeführte Ostseeüberwachungsprogramm trägt zur umfassenden Gewinnung von Umweltdaten bei. Im Rahmen einer Verwaltungsvereinbarung wurde dem IOW der Auftrag übertragen, die Bearbeitung der offenen Ostsee im Rahmen des deutschen Beitrages für das Monitoringprogramm (COMBINE) der Helsinki-Kommission (HELCOM) zu übernehmen. Dieses Programm richtet sich unter anderem auf die Erforschung der Stoff- und Energieflüsse im Ökosystem Ostsee, auf die Fragen zu Herkunft, Ausbreitung, Wirkung und Verbleib von anorganischen und organischen Einleitungen sowie auf die Erfassung längerfristiger Veränderungen abiotischer und biotischer Variablen. Darüber hinaus gehen die Daten auch in das Bund-Länder-Meßprogramm (BLMP) der deutschen Küstenländer ein, dessen Sekretariat im BSH angesiedelt ist.

Die gewonnenen Daten werden über nationale Datenbanken (in Deutschland die Meeresumwelt-Datenbank MUDAB am BSH) jährlich an die HELCOM-Datenbank, die beim ICES (International Council for the Exploration of the Sea) angesiedelt ist, gemeldet (zusammen mit einem nationalen Kommentar). Im Abstand von 5 Jahren wurden die Ergebnisse in Periodischen Assessments der HELCOM zusammengefaßt und in internationalen Arbeitsgruppen wissenschaftlich bewertet (HELCOM 1987, 1990, 1996, 2002). Gegenwärtig legt HELCOM verstärkter Wert auf aktuellere Berichte in Form der „Indicator Fact Sheets“ (HAJDU et al. 2006, JAANUS et al. 2007). Die detaillierten Auswertungen der eigenen Daten in den Jahresberichten für das BSH verbinden einen hohen wissenschaftlichen Anspruch mit der Forderung nach Aktualität. Das IOW als Forschungseinrichtung gewährleistet, dass die von ihm erhobenen Daten nicht nur für Langzeit-Erfassungen in Datenbanken eingehen, sondern auch wissenschaftlich bewertet werden. Aus diesen Auswertungen ergeben sich oft weitere Fragen, die in konkreten Forschungsprogrammen gelöst werden. Andererseits greifen die Forschungsprojekte wiederum auf die kontinuierlich erfassten Basisdaten zurück.

Die umfassende Auswertung der Daten wird im IOW ermöglicht durch die enge Zusammenarbeit von Hydrographen, Meereschemikern und Biologen. Die biologischen Daten werden vor dem Hintergrund der hydrographisch-chemischen Zustandseinschätzung interpretiert, die für das Jahr 2006 bereits erschienen ist (NAUSCH et al. 2007).

Für rückblickende Betrachtungen wird das Studium vorjähriger biologischer Berichte (SCHULZ et al. 1992; BREUEL et al. 1993, 1994, 1995; v. BODUNGEN et al. 1996; WASMUND et al. 1998a, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006a) empfohlen.

2. Material und Methoden

2.1 Beprobungs-Strategie

Die Aufgabenstellung für das wissenschaftliche Programm orientiert 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 und Phaeopigment-a-Gehalts von Wasserproben und die Auswertung von Sinkstoff-Fallen. Die Phytoplanktonentwicklung wird auch anhand von Satellitenbildern verfolgt. Die Methoden sind in einem Manual (HELCOM 2005) verbindlich vorgeschrieben. Für die Auswertung der Sinkstoff-Fallen und der Satellitenbilder gibt es noch keine HELCOM-Methodenvorschriften.

Von den traditionellen fünf Terminfahrten fiel die März-Fahrt wegen technischer Probleme der FS „Gauss“ aus. Das ist insbesondere für die Phytoplanktondaten dramatisch, da somit keine Daten der Frühjahrsblüte zur Verfügung stehen. Die Stationen für die biologischen Untersuchungen entsprechend der Vorgaben durch HELCOM und BLMP sind in Abb. 1 dargestellt. Die IOW-interne Bezeichnung der Terminfahrt-Stationen beginnt mit „TF“; wir verzichten im folgenden auf diesen redundanten Präfix und geben die Stationen nur mit 3 Ziffern an. Nach der offiziellen BLMP-Nomenklatur beginnt der Stationsname mit „OM“ und es schließt sich die Stationsbezeichnung des traditionellen „Baltic Monitoring Programme“ (BMP) an. Die Entsprechungen der Stationsbezeichnungen sind aus Tabelle 1 ersichtlich.

Da Planktonproben in der westlichen und südlichen Ostsee sowohl auf den Hin- als auch Rückreisen genommen wurden, können von den 4 Fahrten maximal 8 Proben pro Station und Jahr gewonnen werden.

Die seit 1998 praktizierte Übergabe von Phytoplanktonproben vom Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU) an das IOW zum Zwecke der Erhöhung der Probenfrequenz für die Stationen 012 und O22 konnte im Jahre 2006 fortgesetzt werden. Im Gegenzug wurden dem LANU Proben der Station 360 zur Verfügung gestellt. Da zu den LANU-Proben grundsätzlich aber keine Stammkartenfiles mit der IOW-Routine erstellt sind, sind diese Daten nicht in die ODIN-Datenbank eingegangen. Unsere Datenbearbeitung beruht in diesem Jahr erstmalig komplett auf den ODIN-Daten und berücksichtigt deshalb die LANU-Daten nicht mehr.

Die vom IOW genommenen Phytoplanktonproben sowie die Chlorophyll a – und Phaeopigment a-Werte der Küstenstationen O22, O5, O9 und O11 (jeweils nur von der Oberfläche) wurden dem Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) übergeben. Diese sind auch in Tabelle 1 erfaßt.

Die Auswertung der Sinkstoff-Fallen ist sehr aufwändig, so dass noch nicht der komplette Datensatz des Jahres 2006 vorliegt. Stattdessen werden hier die Daten der Sinkstoff-Fallen des Jahres 2005 gezeigt, die im vorigen Bericht noch nicht vorgestellt werden konnten.

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

Makrozoobenthos-Proben werden nur einmal im Jahr (im Oktober/November) genommen. Zu den bislang 7 Stationen wurden erstmalig auch Stationen in der Kieler Bucht und in der südlichen Pommernbucht mit ins Stationsnetz aufgenommen, so dass sich die Zahl der beprobten Stationen auf 9 erhöhte. Zusätzlich zu den Greifer-Proben kam eine Dredge zum Einsatz, um die selteneren und vagilen Arten zu erfassen, sowie eine Videokamera, um v.a. epibenthische Arten nachzuweisen sowie die Sediment- und Habitateigenschaften zu charakterisieren.

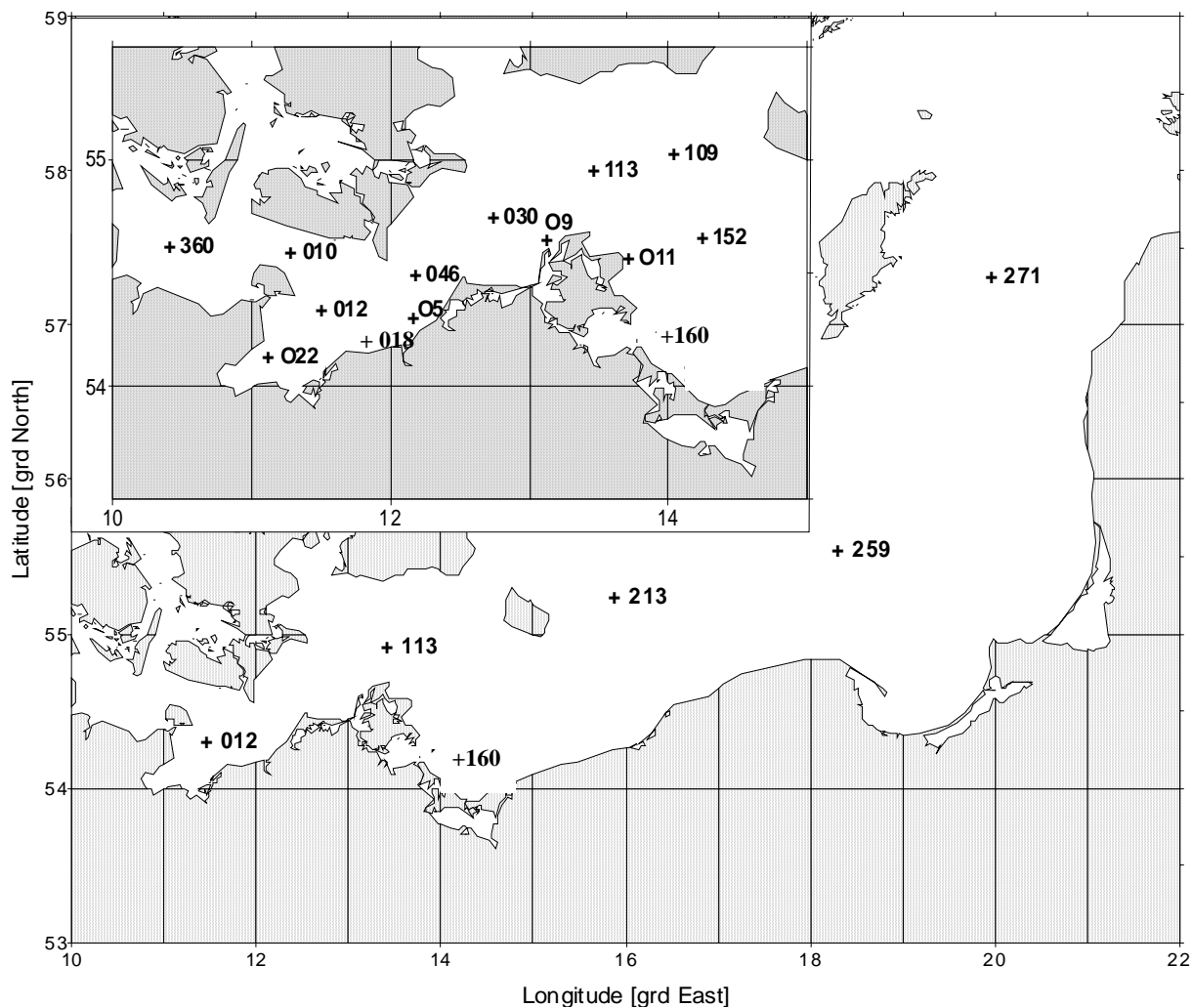


Abb. 1

Die Lage der beprobten Stationen in der Ostsee. Westliche Ostsee siehe Nebenkarte. Die Zentralstationen der einzelnen Seegebiete sind Stat. 012 = Mecklenburger Bucht, Stat. 113 = Arkonasee, Stat. 213 = Bornholmsee, Stat. 271 = östliche Gotlandsee und Pommersche Bucht, Stat.160.

Fig. 1

The station grid for biological sampling in the Baltic Sea. Stations in the main map represent Mecklenburg Bight (Stat. 012), Arkona Sea (Stat. 113), Bornholm Sea (Stat. 213), eastern Gotland Sea (Stat. 271), and Pomeranian Bight (Stat. 160)

Tab. 1

Häufigkeit der Probenahme (= Anzahl der Probentermine) zur Gewinnung der biologischen Daten des IOW im Jahre 2006 (für Sinkstoff-Fallen: 2005). Gültige Stationsnummern nach BLMP-Nomenklatur in Spalte 2. Angaben in Klammern kennzeichnen 0 m-Proben für das LUNG M-V und LANU S-H.

)¹ einschl. 4 Proben vom LANU S-H,

)² einschl. 6 Proben vom LANU S-H.

Table 1

Sampling statistics for different parameters specified for sampling stations in 2006 (for sedimentation traps from year 2005). International station number inserted in column 2. Numbers in brackets indicate samples from 0 m only, delivered to Environmental Agency Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V) and in the case of Stat. 360 to the Environmental Agency Schleswig-Holstein (LANU S-H)

)¹ incl. 4 samples from the LANU S-H,

)² incl. 6 samples from the LANU S-H.

IOW- Stationsnummer	Stations- nummer	Chlorophyll u. Phaeopigment	Phyto- plankton	Zoo- plankton	Zoo- benthos	Sinkstoff- Fallen (2005)
Beltsee						
360	OM BMP N3	4	(4)	4	1	-
010	OM BMP N1	-	-	-	1	-
012	OM BMP M2	8	13) ¹	6	1	-
O22		4 (4)	9) ² (4)	-	-	-
018		-	-	-	1	-
O5		(4)	(4)	-	-	-
046	OM BMP M1	7	8	6	-	-
Arkonasee						
030	OM BMP K8	7	8	6	1	-
109	OM BMP K4	4	4	-	1	-
113	OM BMP K5	8	8	6	-	-
O9		(3)	(3)	-	-	-
O11		(4)	(4)	-	-	-
Pommernbucht						
152	OM BMP K3	-	-	-	1	-
160		-	-	-	1	-
Bornholmsee						
213	OM BMP K2	8	7	6	1	-
Östl. Gotlandsee						
259	OM BMP K1	4	4	4	-	-
271	OM BMP J1	4	4	4	-	34

2.2 Phytoplankton

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

Die Biomasse der einzelnen Phytoplanktonarten wurde mikroskopisch entsprechend der traditionellen Methode nach UTERMÖHL (1958) bestimmt. Bei der Zählung wurden die Individuen nicht nur nach Taxa, sondern auch nach Größenklassen entsprechend der HELCOM-Vorgaben (OLENINA et al. 2006) eingeteilt. Um eine statistisch akzeptable Abschätzung zu erhalten, wurden von den häufigsten Arten mindestens 50 Individuen gezählt, so dass ein statistischer Zählfehler für die häufigsten Einzelarten von etwa 28 % angenommen werden kann. Insgesamt kommt man pro Probe auf mindestens 500 gezählte Individuen. Damit wird der Fehler für die Gesamtbiomasse deutlich geringer (< 10 %). Jeder Art bzw. Größenklasse entspricht ein charakteristisches Individuenvolumen (Berechnung nach HELCOM, 2005). 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 bis zur Bearbeitung einschließlich der Januar/Februar-Proben mit dem von HELCOM empfohlenen Programm PHYTO (DOS-Version) der Softwarefirma Kahma Ky (Helsinki) sowie einer selbst erstellten Biovolumina-Liste. Nach der Sitzung der Phytoplankton-Experten-Gruppe (PEG) vom 25.-29.9.2006 wurde die Zählung (ab den Mai-Proben) mittels der WINDOWS-Version PhytoWin und der nunmehr verbindlichen PEG-Arten- und Größenklassenliste (OLENINA et al. 2006) durchgeführt. In dem Zusammenhang wurde auch die Methode zur Berechnung des Kohlenstoffgehalts geändert. Die Umrechnungsfaktoren für die einzelnen Taxa bzw. Größenklassen sind in der genannten Biovolumenliste, die auch Bestandteil des PhytoWin ist, enthalten. Wie schon in den Vorjahren, werden die Kohlenstoffdaten in diesem Bericht aber nicht verwendet.

2.3 Algenpigmente

Da das Chlorophyll a in allen Pflanzenzellen, also auch im Phytoplankton, einen bestimmten Anteil an der Biomasse ausmacht, kann man seine Konzentration als ein Maß für die Gesamtbiomasse des Phytoplanktons annehmen. 1 mg Chlorophyll a soll etwa 30 (im Frühjahr und Herbst) bis 60 (im Sommer) mg organischem Kohlenstoff der Algen entsprechen (nach GARGAS et al. 1978). 1 mg organischer Kohlenstoff entspricht etwa 9 mg Algen-Frischmasse (EDLER 1979). Eine Korrelation zwischen Chlorophyll a-Konzentration und Phytoplankton-Frischmasse wurde schon in den Vorjahren (WASMUND et al. 1998 a) nachgewiesen.

Wenn das Interesse nicht auf die Zusammensetzung des Phytoplanktons, sondern lediglich auf dessen Gesamt-Biomasse gerichtet ist, empfiehlt sich die Betrachtung der Chlorophyll a – Konzentration. Sie hat folgende Vorteile:

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

- einfache Datenstruktur, dadurch einfache Datenbearbeitung und Datenaustausch.

Proben zur Bestimmung der Chlorophyll a – Konzentration wurden in der Regel parallel zu den Phytoplankton-Proben entnommen. Pro Entnahmetiefe (1 m, 5 m, 10 m, 15 m und 20 m) wurden 200-500 ml Probenwasser durch Glasfaserfilter (Whatman GF/F) filtriert. Die Filter wurden dann in flüssigem Stickstoff (–196 °C) schock-gefrostet. Im Institut wurden sie für maximal 3 Monate bei –80 °C gelagert. Sie wurden dann mit 96 %igem Ethanol extrahiert, wie es von HELCOM vorgeschrieben ist. Dadurch konnte auf Homogenisation und Zentrifugation verzichtet werden. Die fluorometrische Messung erfolgte am Fluorometer (TURNER 10-AU) nach der Ansäuerungs-Methodik von LORENZEN (1967). Zur Berechnung der Chlorophyll a – und Phaeopigment a – Konzentrationen wurden Formeln von EDLER (1979) und JGOFS (1993) benutzt. Die verwendete Methode zur Bestimmung des Chlorophyll a wurde ausführlich von WASMUND et al. (2006 b) beschrieben.

2.4 Mesozooplankton

Die Beprobung erfolgte entsprechend der HELCOM-Vorschrift mit einem WP-2 Netz (100µm Maschenweite) in möglichst drei Tiefenstufen pro Station. Die Details der Probenentnahme und -analyse sind dem Bericht über das Jahr 2004 zu entnehmen (Wasmund et al., 2005). Insgesamt beruht die Einschätzung des Jahres 2006 auf 88 Netzproben. Sie wurden auf 8 Standardstationen während 4 Terminfahrten gewonnen (Abb. 1). Die Beprobung erfolgte teilweise auf der Hin- und Rückfahrt, speziell für die Erfassung kurzfristiger Konzentrationsschwankungen bei Rotatorien und Cladoceren (Tabelle 2).

Die filtrierte Wassermenge wurde mit dem analog registrierenden Durchflusszähler TSK der Firma Tsurumi-Seiki Co. (Yokohama, Japan) durchgeführt. Er wurde für das optimale Arbeiten mit WP-2 Netzen entwickelt, speziell für die geforderte Hieugeswindigkeit von 0.5 m/s.

Durchflusszähler berücksichtigen zusätzliches Filtrieren des Netzes durch Schiffsbewegungen infolge von Wellengang und Drift bei stärkerem Wind sowie die Verstopfung der Maschen zu Zeiten der Frühjahrs- bzw. Herbstblüte des Phytoplanktons (Abbildung siehe Wasmund et al., 2006a).

Im Labor erfolgte, neben der bekannten Teilprobenanalyse, eine zusätzliche Durchmusterung der Gesamtprobe, um seltene Taxa erfassen zu können. Ferner wurden *Bosmina* spp. und *Pseudocalanus* spp. wegen taxonomischer Unsicherheiten (Wasmund et al., 2005) nur auf dem Gattungsniveau berücksichtigt. Die Gattung *Podon* spp. Lilljeborg, 1853 umfasst hier *Podon leuckartii* Sars, 1853, *Podon intermedius* Lilljeborg, 1853, sowie *Podon polyphemoides* Leuckart, 1859, das Synonym für die aktuelle Bezeichnung *Pleopsis polyphemoides* Leuckart, 1859. Dem Standard des „Integrated Taxonomic Information System“ folgend, wurden *Sagitta* als *Parasagitta* geführt, die Bryozoa als Gymnolaemata und die Mysidacea als Lophogastrida.

Die Tabelle 3 gibt die Namen der Taxa mit Autor, Jahreszahl der Beschreibung und ITIS Code wieder, die 2006 in der westlichen und zentralen Ostsee angetroffen wurden.

Tab. 2

Statistik der Zooplankton-Probenentnahmen in den jeweiligen Tiefenstufen [m] auf den in Abb. 1 verzeichneten Stationen im Jahre 2006.

Table 2

Sample statistic of zooplankton hauls (stations see Fig. 1) and sampling depth intervals [m] on cruises in 2006.

Stationsbezeichnung		Zeitraum			
		27.01. - 04.02.	04.05. -11.05.	18.07.-22.07.	07.11.-13.11.06
IOW Code	internationaler Code	Tiefe von-bis (m)	Tiefe von-bis (m)	Tiefe von-bis (m)	Tiefe von-bis (m)
360	OMBMPN3	14 - 0	15 - 5	15 - 0	12 - 0
360	OMBMPN3		5 - 0		
012	OMBMPM2	19 - 8	21 - 7	20 - 7	10 - 0
012	OMBMPM2	8 - 0	7 - 0	7 - 0	15 - 10
046	OMBMPM1	20 - 10	21 - 12	21 - 12	
046	OMBMPM1	10 - 0	12 - 0	12 - 0	20 - 0
030	OMBMPK8	17 - 0	19 - 0	18 - 0	5 - 0
113	OMBMPK5	40 - 25	43 - 25	49 - 21	18 - 5
113	OMBMPK5	25 - 0	25 - 0	21 - 0	40 - 15
213	OMBMPK2	80 - 43	84 - 45	82 - 50	15 - 0
213	OMBMPK2	43 - 25	45 - 21	50 - 12	38 - 0
213	OMBMPK2	25 - 0	21 - 0	12 - 0	45 - 38
259	OMBMPK1	80 - 60	84 - 62	82 - 60	75 - 45
259	OMBMPK1	60 - 25	62 - 15	60 - 12	38 - 0
259	OMBMPK1	25 - 0	15 - 0	12 - 0	80 - 38
271	OMBMPJ1	120 - 65	170 - 50	225 - 60	38 - 0
271	OMBMPJ1	65 - 25	50 - 10	60 - 25	100 - 38
271	OMBMPJ1	25 - 0	10 - 0	25 - 0	150 - 100
213	OMBMPK2	82 - 40	80 - 40		
213	OMBMPK2	40 - 25	40 - 18		
213	OMBMPK2	25 - 0	18 - 0		
113	OMBMPK5	40 - 30	40 - 35		
113	OMBMPK5	30 - 0	35 - 5		
113	OMBMPK5		5 - 0		
030	OMBMPK8	17 - 0	18 - 14		
030	OMBMPK8		14 - 0		
046	OMBMPM1	18 - 0	21 - 9		
046	OMBMPM1		9 - 0		
012	OMBMPM2	18 - 0	20 - 12		
012	OMBMPM2		12 - 0		

Gemäß der Vorschrift wurden ca. 500 Individuen pro Probe analysiert. Dazu wurden zwischen 1/1 und 1/769, im Durchschnitt $1/23 \pm 1/7$, der Proben durchgemustert. Statistisch gesehen, gilt für eine Anzahl von 400 Individuen ein 10%iger Zählfehler. Er nimmt für alle seltenen Vertreter drastisch zu (50% bei 16 Organismen, 100 % bei 4 Individuen). In den 2006er Analysen wurden pro taxonomische Gruppe zwischen 1 und 1514 Individuen gezählt, im Mittel 24 ± 55 . Das Maximum

betrif *Bosmina* spp. aus einer Probe von 21.07.2006 aus den oberen 12 m der Station 259 (südliche Gotlandsee). Im Vorjahr war auch hier das Maximum anzutreffen. Allerdings wurde es im Mai von Rotatorien der Gattung *Synchaeta* spp. gebildet.

Tab. 3

Liste der 2006 gefundenen Taxa mit Erstbeschreibung, taxonomischer Stellung und ITIS – Code.

Table 3

Compilation of taxa found in 2006 with author and year of original description, taxonomic rank, and ITIS – code.

Name	Author, Jahr	Rang	ITIS-Code
<i>Acartia bifilosa</i>	Giesbrecht, 1881	Art	86095
<i>Acartia discaudata</i>	Giesbrecht, 1882	Art	86086
<i>Acartia longiremis</i>	Lilljeborg, 1853	Art	86087
<i>Acartia tonsa</i>	Dana, 1849	Art	86088
<i>Alaurina composita</i>		Art	
<i>Balanus improvisus</i>	Darwin, 1854	Art	89622
Bivalvia	Linnaeus, 1758	Klasse	79118
<i>Bosmina</i> spp.	Baird, 1845	Gattung	83936
<i>Centropages hamatus</i>	Lilljeborg, 1853	Art	85766
Cumacea	Krøyer, 1846	Ordnung	90745
<i>Cyclops</i> spp.	O.F.Müller, 1776	Gattung	88640
Echinodermata	Klein, 1734	Stamm	156857
<i>Eurytemora affinis</i>	(Poppe, 1880)	Art	85863
<i>Evadne nordmanni</i>	Lovén, 1836	Art	83961
<i>Fritillaria borealis</i>	Lamarck, 1816	Art	159675
Gastropoda	Cuvier, 1797	Klasse	69459
Gymnolaemata syn Bryozoa		Klasse	155471
Harpacticoida	G.O.Sars, 1903	Ordnung	86110
Hydroidolina syn. Hydroida Johnston, 1836		Unterklasse	718924
<i>Keratella</i> spp.	Bory de St. Vincent, 1822	Gattung	58348
<i>Limnocalanus macrurus</i>	G.O.Sars, 1863	Art	85775
Lophogastrida syn. Mysidacea Haworth, 1825	Sars, 1870	Ordnung	89808
Malacostraca	Latreille, 1802	Klasse	89787
<i>Oikopleura dioica</i>		Art	159669
<i>Oithona similis</i>	Claus, 1866	Art	88805
<i>Parasagitta</i> sp.	Tokioka, 1965	Gattung	158783
<i>Podon</i> spp.	Lilljeborg, 1853	Gattung	83964
Polychaeta		Klasse	64358
<i>Pseudocalanus</i> spp.	Boeck, 1872	Gattung	85369
<i>Synchaeta</i> spp.	Ehrenberg, 1832	Gattung	59255
<i>Temora longicornis</i>	(O.F.Müller, 1785)	Art	85877
Tintinnidae		Familie	46743

2.5 Makrozoobenthos

Beginnend von der Kieler Bucht wurden bis zur Bornholmsee im November 2006 an 9 Stationen Benthosuntersuchungen durchgeführt. Erstmals wurden auch Stationen in der Kieler Bucht und in der südlichen Pommernbucht mit ins Stationsnetz aufgenommen. Die Erweiterung um diese 2 Stationen dient in erster Linie der besseren Abdeckung der offshore-Bereiche Deutschlands. Die Übersicht in Tabelle 4 soll die Lage der Stationen charakterisieren. 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. An allen Stationen wurde eine Dredge („Kieler Kinderwagen“) mit einer Spannweite von 1,5 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. Aus gleichem Grund und zur besseren Beurteilung der Sediment- und Habitateigenschaften wurden mit einer Videokamera (Fa. Mariscope) Aufnahmen von der Sedimentoberfläche gemacht. Es ging hauptsächlich darum, die Oberflächenstruktur und epibenthische Arten zu erfassen. Da wir die meisten Stationen seit 1998 regelmäßig mit Video überwachen, war der Einsatz eines vereinfachten Systems völlig ausreichend.

Tab. 4

Übersicht über die Stationen an denen 2006 Makrozoobenthos untersucht wurde.

Table 4

Station list of macrozoobenthic investigations in 2006.

	Datum	Tiefe	Nord	Ost	Seegebiet
Stn. 360 (N3)	07.11.2006	18	54° 36,000	10° 27,000	Kieler Bucht
Stn. 010 (N1)	08.11.2006	27,5	54° 33,200	11° 20,000	Fehmarnbelt
Stn. 012(M2)	07.11.2006	23,7	54° 18,900	11° 33,000	Mecklenburger Bucht
Stn. 018	07.11.2006	20	54° 11,000	11° 46,000	Mecklenb. Bucht Süd
Stn. 030 (K8)	08.11.2006	22,5	54° 44,000	12° 47,400	Darßer Schwelle
Stn. 109 (K4)	10.11.2006	47,2	55° 00,000	14° 05,000	Arkonasee Zentral
Stn. 152 (K3)	09.11.2006	31	54° 38,000	14° 17,000	Pommernbucht Nord
Stn. 213 (K2)	11.11.2006	89,7	55° 15,000	15° 59,000	Bornholmsee
Stn. PB160	09.11.2006	15	54° 14,500	14° 04,000	Pommernbucht Zentral

Die weitere Bearbeitung der Proben erfolgte im Labor. Nach dem Waschen der einzelnen Hols wurden die Taxa mit Hilfe eines Binokulars bei 10-20 facher Vergrößerung ausgesammelt und bis auf wenige Gruppen (z. B. Nermertini indet., Halacaridae indet.) bis zur Art bestimmt. Bei der Nomenklatur wurde weitestgehend dem „European Register of Marine Species“ gefolgt (COSTELLO et al. 2001). Außerdem wurden die Abundanzen und Biomassen (Aschefreie Trockenmasse, AfTM) erfasst. Für eine vergleichbare Gewichtsbestimmung wurde der HELCOM-Richtlinie (HELCOM 1988) gefolgt und die Proben vor der Bearbeitung für 3 Monate gelagert. Alle Gewichtsbestimmungen (Feucht-, Trocken- und Aschefreies Trockengewicht) erfolgte durch Messungen auf einer Mikrowaage.

2.6 Sedimentation

Die Raten des vertikalen Partikelflusses (Sedimentation) wurden auf der Station 271 in der zentralen Gotlandsee 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 249 m ohne Oberflächenmarkierung ausgelegt und mit Hilfe von akustischen Auslösern nach 3-6 Monaten wieder aufgenommen. Die einzelnen Fangintervalle betragen zwischen 5 und 7 Tagen. In der Verankerung befand sich die Falle unter der Haloklinen und der Redoxgrenze in 180 m Tiefe im sauerstofffreien Tiefenwasser. Am aufgefangenen Material wurden Elementanalysen, Bestimmungen der natürlichen Isotopenzusammensetzung, Pigmentuntersuchungen sowie mikroskopisch-taxonomische Analysen durchgeführt.

Die Auslegungen im Jahr 2005 liefen wie geplant ab. Beim Austausch der Verankerung im Herbst wurde jedoch bemerkt, daß sich ein Großteil des Materials noch im Fangtrichter befand, der durch einen Pfropf aus Algenmaterial nach unten verschlossen war. Aufgrund des hohen Seeganges gelang es nicht, dieses Material sauber aufzufangen, so daß der größte Teil der im Sommer abgesunkenen Partikel verloren ging.

2.7 Qualitätssicherung

Die Zusammenarbeit verschiedener Institute und Labors im nationalen (Bund-Länder-Messprogramm) und internationalen (HELCOM) Rahmen macht eine Abstimmung der Methoden erforderlich, um die Vergleichbarkeit der Messdaten zu gewährleisten. Die Arbeit nach einem gemeinsamen Methodenhandbuch (HELCOM 2005) ist erste Voraussetzung für die Gewinnung vergleichbarer Daten. Darüber hinaus sind Interkalibrierungen zwischen den beteiligten Instituten erforderlich.

Gerade die Artbestimmung der Organismen ist subjektiv beeinflusst und wesentlich vom Kenntnisstand des Bearbeiters abhängig. Aus diesem Grunde führt die Phytoplankton-Expertengruppe (PEG) jährliche Weiterbildungsveranstaltungen durch, an denen regelmäßig der wissenschaftliche Bearbeiter und mindestens eine zählende Technische Assistentin teilnehmen. Im Jahre 2006 fand der jährliche Phytoplanktonkurs und -workshop der HELCOM vom 25. bis 29. September in Helsinki statt. Die Umstellung auf die PEG-Biovolumenliste ab den Proben vom Mai 2006 könnte bei einigen Arten durchaus zu einem Bruch in der langjährigen Messreihe geführt haben.

Wir beteiligten uns im Juni und November 2006 an den Chlorophyll-Vergleichen (AQ-11) im Rahmen von QUASIMEME (Runde 45 und 47). Unsere z-scores von Runde 45 lagen bei -0,2 und 0,06 und die von Runde 47 bei -0,7 und 0,2. Das ist ein gutes Ergebnis.

3. Die abiotischen Verhältnisse in der Ostsee im Jahre 2006

Die klimatologischen und hydrographischen Verhältnisse beeinflussen die Entwicklung der Organismen und sollen deshalb in diesem Kapitel kurz dargestellt werden. Diese Darstellung beruht auf dem Bericht von NAUSCH et al. (2007), aus dem detailliertere Daten zu entnehmen sind. Der Winter 2005/06 war ein mittelkalter Winter, nach 2002/03 der zweitkälteste Winter der vergangenen Dekade (seit 1996). Die Eisbildung in der Bottenwiek begann erst im Dezember, einen Monat später als im Durchschnitt. Die Bottenwiek war erst ab Mitte Februar vollständig zugefroren, über einen Monat später als normal. Die maximale Eisbedeckung der Ostsee wurde am 16. März 2007 mit 210 000 km² erreicht. Die Kältesummen der Wintermonate 2005/06 von Warnemünde waren überdurchschnittlich hoch im Januar und März, alle anderen Monate waren dagegen zu mild. Der Januar wies extreme Kälte und der März sehr viel Schnee auf. Die Eissaison in deutschen Gewässern begann am 7. Dezember 2005, erreichte am 27. Januar 2006 ihren Höhepunkt und endete am 29. März. An den Küsten Schleswig-Holsteins wurde in der inneren Schlei mit 59 Tagen und in Flensburg mit 13 Tagen deutlich länger Eis beobachtet als 2005, ebenso in Neustadt (26 Tage), Wismar (26 Tage) und Rostock (27 Tage) in Mecklenburg-Vorpommern (HOLFORT, 2006). Der Juli und September 2006 waren extrem warm. Noch nie war in Deutschland ein Monat so sonnig gewesen wie der Juli 2006. Der DWD maß als Wassertemperatur in Warnemünde 23,4 °C, ein außergewöhnlicher Wert für Juli. In Warnemünde war es 2006 in Bezug auf alle monatlichen Wärmesummen von Juni bis Oktober deutlich zu warm, nur April und Mai fielen etwas kälter aus als der langjährige Mittelwert. Insgesamt war das Jahr 2006 nach einem kalten Winter extrem warm, bis in den neuen Winter 2006/07 hinein.

Während des ganzen Juli herrschte eine starke haline Schichtung an der MARNET Station Darßer Schwelle (bis 24 psu am Boden) und deutete auf baroklinen Einstrom hin. Am 27. Juli zeigten sich auch an der Station Arkona Hinweise auf einen andauernden baroklinen Einstrom. Bei 40 m Tiefe war die Temperatur seit dem 12. Juli linear angestiegen von 7,5°C auf 12,5°C, der Salzgehalt pendelte zwischen 16 und 19 psu. Am 1. November brachte das Tief "Britta" eine „Jahrhundert-Sturmflut“ an die Nordseeküste. Am Abend traten in Warnemünde Pegel bis 120 cm auf, steigend bis auf 162 cm in der Nacht zum 2. November 2006. Zwei barokline Einströme über die Darßer Schwelle (September-Dezember 2005, Juni-August 2006) haben die tiefen Becken der Ostsee gering beeinflusst. Im Bornholmbecken trat eine gewisse Verbesserung der Sauerstoffsituation ein. Markante barotrope Einstromereignisse fanden 2006 nicht statt, so dass sich die Stagnationsperiode in den tiefen Becken der Ostsee im wesentlichen fortsetzte. Im Gotlandbecken war die gesamte Wassersäule zwischen 140 m Wassertiefe und dem Boden frei von Sauerstoff.

Die schwefelwasserstoffhaltige Schicht war frei von Nitrat und es kam zu einer Akkumulation von Ammonium. Die Zunahme der anoxischen Schicht führte zu einer Rücklösung von Phosphat. Trotzdem waren die Phosphatkonzentrationen des Oberflächenwassers im Winter 2006 deutlich niedriger als im Vorjahr. Die winterlichen Nitratkonzentrationen blieben im Oberflächenwasser etwa im Bereich der Vorjahre. Die dadurch verursachten sehr niedrigen N/P-Verhältnisse (von 3,0 in der Bornholmsee bis 5,9 im Bereich des Farötiefs) stellten ideale Bedingungen für die Entwicklung von stickstoff-fixierenden Cyanobakterien dar.

4. Ergebnisse

4.1 Phytoplankton

4.1.1 Die Phytoplanktonentwicklung anhand von Satellitendaten

Die Besonderheiten in der Planktonentwicklung des Jahres 2006 wurden anhand von Chlorophyllkarten erarbeitet, die aus Satellitendaten der amerikanischen MODIS Sensoren auf den Satelliten Aqua und Terra sowie von MERIS auf dem europäischen Satelliten ENVISAT abgeleitet worden sind. Diese Chlorophyllkarten haben eine räumliche Auflösung von 1 km. Für die Untersuchung der Cyanobakterienentwicklung wurden MODIS-Daten mit einer Auflösung von 250 m einbezogen. Cyanobakterien erhöhen durch Aggregatbildung bzw. Oberflächenakkumulationen die Rückstrahlung des Meerwassers und können somit sehr gut mit Echtfarbindarstellungen (RGB) der Wasserfarbe in höherer räumlicher Auflösung verfolgt werden.

Das Jahr 2006 war im Januar und Februar durch hohe Wolkenbedeckung gekennzeichnet. Dadurch lag das erste nutzbare Bild erst am 26. Februar vor. Es zeigte erhöhte Chlorophyllkonzentrationen in der Beltsee nördlich des Fehmarnbelt sowie leicht erhöhte Werte in der Arkonasee und in der nördlichen Bornholmsee. Diese beschränkte sich Anfang März wieder nur auf die Beltsee und das Kattegat und entwickelte sich dann langsam weiter nach Osten. Am 15. März war die Darßer Schwelle erreicht und am 21. März die Arkonasee. Am 25. und 26. März waren dann auch in der Bornholmsee und in der östlichen Gotlandsee die Chlorophyllkonzentrationen erhöht. Danach nahmen die Konzentrationen in der Gotlandsee wieder ab. Bis 2. April zeigten sich die höchsten Konzentrationen in der Arkona- und Bornholmsee. In der Folgezeit bis 14. April lieferten die Satelliten keine auswertbaren Daten. Vom 15.-17. April waren die Konzentrationen von der Bornholmsee bis in den Finnischen und Bottnischen Meerbusen erhöht, wogegen in der Arkonasee die Entwicklung schon leicht abgeschwächt war. Ab 20. April reduzierte sich die Blüte von Süden weiter. Die Entwicklung bis Ende April konnte aufgrund hoher Wolkenbedeckung nur eingeschränkt beobachtet werden. Ende April war nur der Finnische Meerbusen durch sehr hohe Konzentrationen gekennzeichnet. In der ersten Maidekade erhöhten sich die Konzentrationen ausgehend von den Rändern der Seegebiete und vom Finnischen Meerbusen in der nördlichen und westlichen Gotlandsee und im Bottnischen Meerbusen. Am 11. Mai bewirkte ein starker Oderausstrom erhöhte Konzentrationen in der zentralen Arkonasee. Ab 16. Mai gingen die Konzentrationen überall langsam zurück, bis sich Anfang Juni ein ziemlich stabiler Zustand eingestellt hatte, der sich dann etwa bis 22. Juni hielt.

Erste Anzeichen für erhöhte Konzentrationen von Cyanobakterien im Jahre 2006 wurden nach einer längeren Periode hoher Wolkenbedeckung am 23. Juni im Ostteil der östlichen Gotlandsee beobachtet, die ab 25. Juni in der gesamten Gotlandsee klar sichtbar waren. In den folgenden Tagen weiteten sich die Cyanobakterien bei schneller Erwärmung der Ostsee aus, wobei noch keine Oberflächenakkumulationen zu verzeichnen waren. Am 2. Juli war die gesamte Ostsee von der Arkonasee bis in den Finnischen Meerbusen bedeckt und es traten auch erste Oberflächenakkumulationen auf. In der Folgezeit intensivierte sich die Entwicklung und schritt von der Arkonasee weiter nach Westen vor. Am 9. Juli war die gesamte westliche Ostsee mit Filamenten bedeckt, aber durch den starken Auftrieb an der schwedischen Ostküste und an der Finnischen Südküste waren

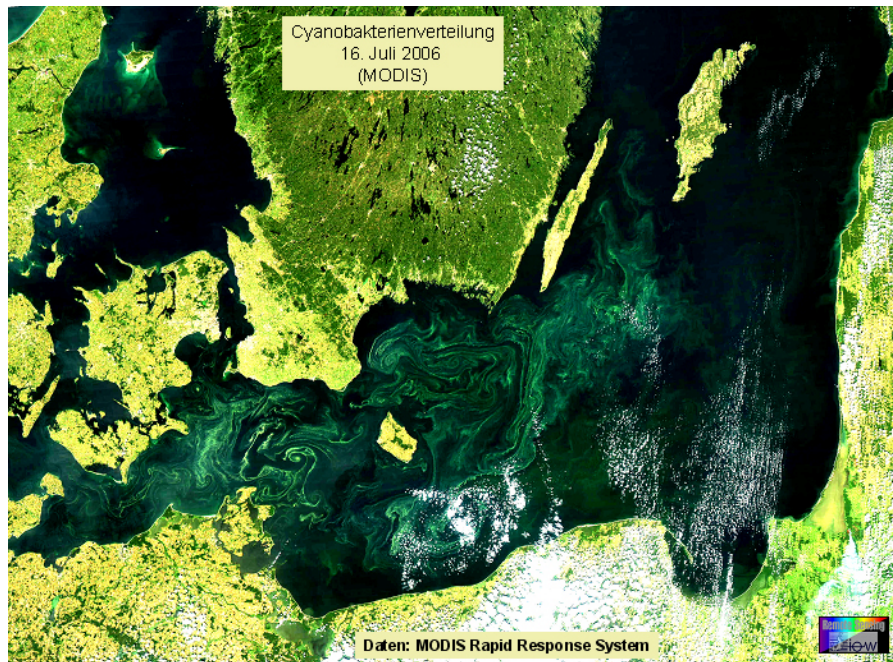


Abb. 2

Die MODIS-Szene (RGB) vom 16. Juli 2006 zeigt die intensive Entwicklung der Cyanobakterien in der südlichen und westlichen Ostsee

Fig. 2

MODIS image (RGB) from 16 July 2006, showing intense accumulations of cyanobacteria in the southern and western Baltic Sea.

die westliche Gotlandsee und der Finnische Meerbusen weitgehend Cyanobakterien-frei. Die Auftriebsgebiete dehnten sich weiter aus, so dass am 16. Juli nördlich der Insel Gotland keine Filamente mehr zu erkennen waren. Dafür bildeten in der Bornholm-, Arkona- und Beltsee die Oberakkumulationen sehr schön die Struktur der oberflächennahen Strömung mit ausgeprägten Wirbeln ab (Abb. 2). In diesen Seegebieten war es der Tag der intensivsten Cyanobakterienentwicklung. An den beiden folgenden Tagen schwächte sich die Blüte langsam ab, war aber noch ähnlich in den Verteilungsmustern.

Am 23. Juli befanden sich auch einige Filamente wieder im Eingang zum Finnischen Meerbusen. Diese waren noch am 25. Juli erhalten, und es traten wieder Filamente westlich und südlich Gotland auf, wogegen die nördliche Bornholmsee durch den Auftrieb an der südschwedischen Küste frei war. In der westlichen Ostsee waren Filamente abgeschwächt erhalten. Am Folgetag intensivte sich das Geschehen wieder in den beeinflussten Gebieten. Mit dem Ausstrom aus der Ostsee gelangten Cyanobakterien auch in den Eingang zum Sund (Abb. 3). Dadurch wurde ein sehr seltenes Ereignis, der Transport von Cyanobakterien in das Kattegat, vorbereitet. Stark betroffen waren an diesem Tag auch deutsche und polnische Küstenabschnitte. Bis Anfang August war es

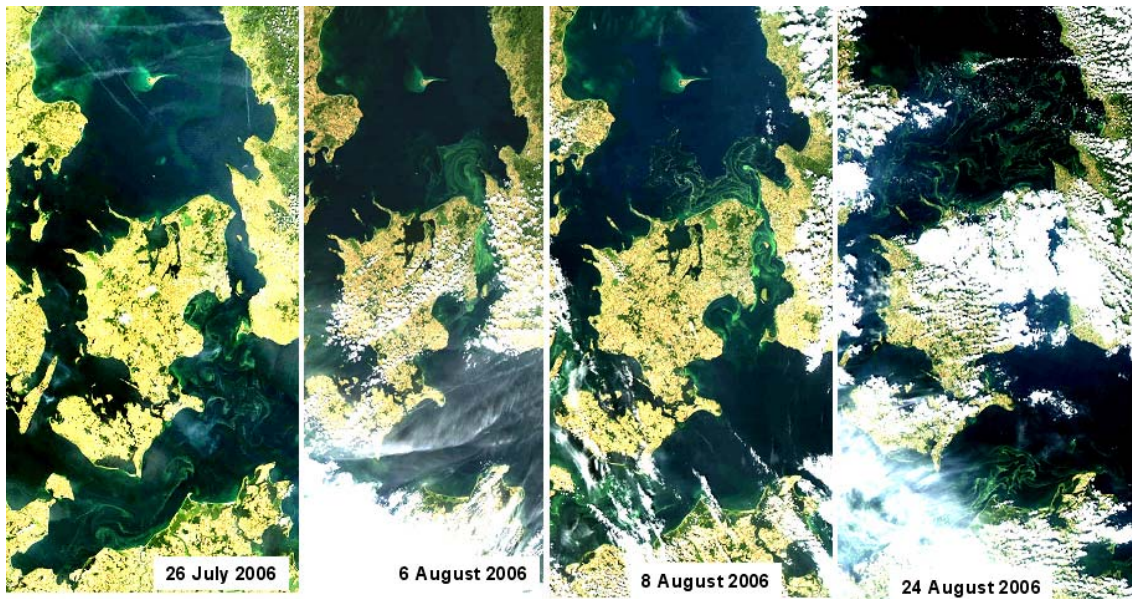


Abb. 3
Transport der Cyanobakterien durch den Sund in das Kattegat

Fig. 3
Transport of Cyanobacteria through the Öresund into the Kattegat

wie auch im gesamten August stark bewölkt. Am 1. August waren die Cyanobakterien weiter in den Sund und auch durch den Fehmarnbelt getrieben worden, was bis zum 4. August ähnlich blieb. An diesem Tag waren auch Filamente im Bottnischen Meerbusen und im Finnischen Meerbusen zu erkennen. Der Rest ist bewölkt. Am 6. August haben sie den Sund mit dem Ausstrom passiert und das südliche Kattegat erreicht. Der Transport durch Sund und die Ausbreitung im Kattegat wird durch die Zeiterie in Abb. 3 belegt. Weiter westlich sind Filamente auch im Großen Belt zu erkennen. Am 8. August hatten sich die Filamente im Kattegat weiter verteilt und im Bottnischen Meerbusen verstärkt. Ab 10. August ist sowohl in der Bornholmsee wie auch in der Gotlandsee nichts mehr zu erkennen. Ab 15. August waren auch keine Filamente im Bottnischen und Finnischen Meerbusen vorhanden. Zu dieser Zeit waren hauptsächlich nur noch in der Beltsee vom Darß bis in den Fehmarnbelt und im Kattegat Strukturen vorhanden. Diese beeinflussten Gebiete bleiben bis Ende August erhalten.

Die Entwicklung der Cyanobakterien im Sommer 2006 unterschied sich wesentlich von den Jahren zuvor. Sie war am stärksten in der westlichen Ostsee ausgeprägt und mit dem Ausstrom aus der Ostsee wurden die Cyanobakterien erstmals in das Kattegat transportiert, wo sie über einen längeren Zeitraum mit starken Oberflächenakkumulationen erhalten blieben. Filamente in der Bottensee waren nicht so ausgeprägt wie im letzten Jahr. Die starke Cyanobakterienentwicklung in der westlichen Ostsee bedrohte auch deutsche Küstenabschnitte, so dass die zuständigen Behörden an den aus Satellitendaten abgeleiteten Informationen interessiert waren. Das IOW hat den Behörden täglich mit den Erkenntnissen aus Satellitendaten versorgt, damit gezielte Messungen vor Ort vorgenommen werden konnten.

4.1.2 Jahrgang von Artenzusammensetzung und Biomasse

Während Satellitendaten einen sehr guten synoptischen Überblick über die Phytoplanktonentwicklung geben, sind sie für die Angabe konkreter Biomassewerte zu ungenau. Darüber hinaus geben sie keine Informationen über die Artenzusammensetzung und über die Tiefenverteilung. Diese Informationen sind nur durch diskrete Probennahmen auf Schiffsfahrten mit anschließender mikroskopischer Auswertung zu gewinnen. Die Ergebnisse der mikroskopischen Analysen sollen in diesem Kapitel dargestellt werden. Dabei beschränken wir uns aus Gründen der Übersichtlichkeit weitgehend auf die Proben aus der Oberflächenschicht des Wassers, nämlich Mischproben aus 0-10 m entsprechend der HELCOM-Vorschrift .

Die 10 wichtigsten Phytoplankton-Arten (nach Biomasse) aus den Oberflächenproben sind für die einzelnen Seegebiete und Jahreszeiten in Tabelle 5 (Seite 28/29) zusammengestellt. Wegen Ausfalls der März-Fahrt wurde der „Frühjahrswert“ nur aus den Werten der Januar/Februar- und der Mai-Fahrt gebildet. Die komplette Phytoplankton-Artenliste (alle Tiefen) des Jahres 2006, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Terminfahrten, ist in Tabelle 6 (Seite 30-33) zu finden. Die Arten sind dort alphabetisch sortiert. Die Rangfolge der Arten nach ihrer Biomasse, gemittelt über alle Stationen und Fahrten des Jahres 2006, ist ebenfalls angegeben. Es muß aber darauf hingewiesen werden, dass der Rangfolge seltener Arten keine Bedeutung beizumessen ist, da deren Biomasse nur mit größerer Ungenauigkeit zu bestimmen ist und deshalb keine feine Differenzierung mehr erlaubt. Deshalb wurde die Nummerierung nur bis Rang 70 vergeben. Nützliche Informationen zur taxonomischen Zugehörigkeit der Arten finden sich ebenfalls in Tabelle 6.

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 enthalten kann, hat sich die Abstraktion auf der Ebene der Klasse bewährt. Die Jahrgänge der Biomasse der wichtigsten Klassen des Phytoplanktons, wie Kieselalgen (= Bacillariophyceae, Diatomeen) und Dinoflagellaten (= Dinophyceae), sind in den Abb. 4 und 5 für die untersuchten Stationen dargestellt. Die Darstellung ist lückenhafter als in den Vorjahren, da (1) die März-Fahrt ausgefallen ist, (2) keine Projektfahrten stattfanden, die zu zusätzlichen Probennahmen herangezogen werden konnten, (3) die Proben des LANU wegen Umstellung der Zählprogramme und damit der IOW-Datenroutine nicht mehr in die Darstellung einbezogen werden konnten. Selbstverständlich wurden die Daten aus den LANU-Proben in der Diskussion genutzt. Auch die Daten aus dem Küstenmonitoring des IOW vor Heiligendamm wurden benutzt (siehe Kap. 4.1.2.1). Bei weniger intensiver Beprobung besteht die Gefahr, dass kurzzeitige Massenvermehrungen des Phytoplanktons, die sogenannten „Blüten“, übersehen werden, wenn sie in den Zeitraum zwischen den Fahrten fallen. Ohnehin sind die wahren Spitzen der Phytoplanktonentwicklung selten zu treffen. Integrierende Informationen über die Intensität einer Algenentwicklung können aus der Nährstoffabnahme im Wasser gewonnen werden, die dem Biomassewachstum proportional sein sollte. Da im Jahre 2006 aber keine Nährstoffwerte vom März genommen werden konnten, müssen wir auf eine Betrachtung der Nährstoff-Entwicklung verzichten. Informationen über die Frühjahrsentwicklung können aber aus den Satellitenbildern (Kap. 4.1.1) gewonnen werden.

Wie schon in den Vorjahren, ist auch der photoautotrophe Ciliat *Mesodinium rubrum* zum Phytoplankton gezählt worden. Er gehört zwar nicht zu den Algen, betreibt aber wie diese Photosynthese und macht oft einen erheblichen Anteil an der Biomasse aus. Er wurde in den Berichten der Jahre 1998 und 1999 mit dem neueren Synonym *Myrionecta rubra* bezeichnet. Dieses scheint sich aber nicht durchzusetzen (pers. Mitteilung von ELMIRA BOIKOVA, Juni 2001), so dass wir wieder den geläufigen Namen *Mesodinium rubrum* verwenden. Seine extreme Biomasseentwicklung der Jahre 1998-2000 wurde von WASMUND et al. (2001) ausführlich dokumentiert.

Traditionsgemäß werden auch heterotrophe Arten (wie *Ebria tripartita* und *Protoperidinium* spp.) bei der Zählung erfasst. Wir haben sie in die Artenlisten (Tab. 5 und 6) einbezogen, aber nicht in die Phytoplankton-Biomasseangaben (Abb. 4, 5).

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 Originalbeschreibung der Art *A. flos-aquae*. Deshalb ist sie provisorisch als *Aphanizomenon „baltica“* bezeichnet worden, solange keine gültige Artbeschreibung vorliegt. Dieses ist aber nur ein Arbeitsname; die taxonomisch richtige Bezeichnung ist *Aphanizomenon* sp. Bei den Arbeiten zur gültigen Neubeschreibung dieser Art durch mehrere Wissenschaftler stellte sich aber heraus, dass sie genotypisch von der eigentlichen Süßwasserart *A. flos-aquae* nicht verschieden ist (LAAMANEN et al. 2002). Wir könnten die Ostseeart also wieder *A. flos-aquae* nennen, bleiben vorläufig aber noch bei der in den letzten Jahren auch international verwendeten Bezeichnung *Aphanizomenon* sp.

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

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. Da sich Verlauf und Artenzusammensetzung der Blüten in den verschiedenen Seegebieten unterscheiden, sollen die Seegebiete separat behandelt werden.

4.1.2.1 Mecklenburger Bucht

Winter und Frühjahr

Wie zu erwarten, war die Phytoplankton-Biomasse Ende Januar/Anfang Februar sowohl in der zentralen und östlichen Mecklenburger Bucht (Abb. 4 a, b) als auch in der Lübecker Bucht (Stat. O22, nicht dargestellt) von Cryptophyceen (*Teleaulax* sp., *Plagioselmis prolunga*) dominiert. Daneben traten noch *Ceratium tripos*, *Mesodinium rubrum* sowie Kieselalgen (*Thalassiosira anguste-lineata* an Station 012 und *Rhizosolenia setigera* an Stat. O22) auf. Anfang Februar war

Rhizosolenia setigera auch an Stat. 012 und 046 gewachsen. Es ist hervorzuheben, dass am 27.1.06 an Station 012 in 15 m Wassertiefe eine Anreicherung von *Ceratium tripos* (778 mg m⁻³ !) und Kieselalgen (*Rhizosolenia setigera* 32 mg m⁻³, *Proboscia alata* 20 mg m⁻³, *Porosira glacialis* 16 mg m⁻³) beobachtet wurde, ohne dass hier eine besondere hydrographische Struktur vorlag (die Sprungschicht lag bei 8 m Tiefe). Die flache Schichtung könnte dafür verantwortlich sein, dass bereits Anfang Februar ein Biomassewachstum stattfand.

Der frühe Blütenbeginn konnte durch unsere Messungen an der Küstenstation Heiligendamm bestätigt werden. Diese Küstendaten (nur Oberflächenproben) sollen hier herangezogen werden, um die Lücke vom März/April zu schließen, selbst wenn sie nicht direkt mit der offenen See vergleichbar sein sollten. Die grafische Darstellung der Daten ist auf der Homepage des IOW unter „Forschung und Lehre“ → „Daten und Bilder“ → „Mikroalgen im Meer und unter dem Mikroskop“ → „Algenblüten vor Heiligendamm“ einzusehen. Neben den typischen Cryptophyceen und dem typischen Herbst-Dinoflagellaten *Ceratium tripos* waren in Heiligendamm seit dem 17.1.06 schon Frühjahrs-Kieselalgen (*Thalassiosira anguste-lineata*) stark vertreten. Zum 7.2.06 hatte sich *Actinocyclus* sp. mit einer Biomasse von 284 mg m⁻³ entwickelt. Diese Art war eine Woche später von anderen Kieselalgen (*Porosira glacialis*, *Rhizosolenia setigera*, *Thalassiosira nordenskiöldii*, *Skeletonema costatum*) fast wieder verdrängt. Von diesen setzte sich *Porosira glacialis* mit 236 mg m⁻³ am 21.2.06 durch, während die im Vorjahr dominierende *Rhizosolenia setigera* zurück ging. *Porosira glacialis* bildete mit 413 mg m⁻³ am 7.3.06 den Hauptanteil der frühen Phase der Frühjahrsblüte. *Skeletonema* war mit 191 mg m⁻³ vertreten und wuchs zum 14.3.06 auf 415 mg m⁻³ an. Während der Zeit der Kieselalgenblüte lagen die Wassertemperaturen meistens unter 1 °C. Die Kieselalgenblüte brach zum 28.3.06 zusammen, wobei die Wassertemperatur nun kontinuierlich anstieg (auf 2,8 °C in Woche 13, bis auf 7 °C in Woche 18). Es verblieben im wesentlichen noch die Kieselalgen *Skeletonema costatum* (107 mg m⁻³) und *Rhizosolenia setigera* (50 mg m⁻³). Dann kamen *Dictyocha speculum* und athecate Dinoflagellaten zur Entwicklung, zum 4.4.06 auch *Apedinella radians* und *Mesodinium rubrum*. Am 11.4.06 war schließlich der absolute Höhepunkt der Blüte mit der nackten Form von *Dictyocha speculum* (3350 mg m⁻³) zu verzeichnen. Es ist also innerhalb der Frühjahrsblüte eine deutlich Sukzession zu verzeichnen. Nach dieser Blüte kam zum 25.4.06 die Prymnesiophyceae *Chrysochromulina* sp. zur Entwicklung. Sie hat sich offensichtlich heterotroph (oder mixotroph) ernährt, denn es wurden Individuen gefunden, die Nahrungspartikel an ihrem Haptonema hatten. Mit dem allgemeinen Biomasserückgang zum 9.5.06 nahm auch *Chrysochromulina* sp. ab. Davon profitierten Cryptophyceen (*Plagioselmis prolunga*, *Teleaulax* sp.), die mixotroph sind.

Die geschilderte Entwicklung an der Küstenstation Heiligendamm wird auch durch Proben bestätigt, die uns vom LANU übergeben wurden. So dominierte am 24.4.06 im Oberflächenwasser der Lübecker Bucht (Stat. O22) die nackte Form von *Dictyocha speculum* mit 964 mg m⁻³; sie ging zum 17.5.06 auf 285 mg m⁻³ zurück. An Station 012 trat die nackte Form von *Dictyocha speculum* sogar mit 964 mg m⁻³ (am 11.4.06) auf, war zum 17.5.06 aber fast vollständig verschwunden.

Der generelle Biomasserückgang Anfang Mai ist mit unseren Daten von Station 012 zu bestätigen (Abb. 4a). In der Probe vom 4.5.06 dominierte allerdings *Mesodinium rubrum*, welches aber bereits zum 11.5.06 fast vollständig verschwand. Die zweithäufigste Art war am 4.5.06 an Station 012 *Chrysochromulina* sp., welche in Abb. 4a unter den „Übrigen“ erfasst ist. Sie hatte sich am 11.5.06 in 14 m Tiefe in einer etwas wärmeren Wasserschicht angereichert (399 mg m⁻³).

Eine Ablösung der Kieselalgen durch Dinoflagellaten innerhalb der Frühjahrsblüte wurde in der zentralen Mecklenburger Bucht bis 1999 allgemein beobachtet, in den Jahren 2000-2002 aber nicht mehr. In den Jahren 2003 und 2004 waren die Dinoflagellaten in der zweiten Phase der Frühjahrsblüte wieder vertreten. Im Jahre 2006 konnte in der offenen See wegen Probenmangels keine signifikante Dinoflagellaten-Entwicklung nachgewiesen werden; sie war aber an der Küstenstation nachzuweisen.

Der nach der Kieselalgenblüte häufige Flagellat *Dictyocha speculum* war ebenfalls in unseren Proben der offenen See schwächer als in den Vorjahren vertreten, wahrscheinlich nur wegen zu geringer Probenfrequenz. In den Proben des LANU und der Küstenstation Heiligendamm war er wie üblich stark vertreten. Er wurde in den Abb. 4 und 5 zu den Chrysophyceen gezählt, obwohl es nach neueren taxonomischen Gesichtspunkten eine eigene Klasse bildet.

Die wichtigsten Arten des Frühjahrs 2006 sind der Tabelle 5 (Seite 28-29) zu entnehmen.

Sommer und Herbst

Auch für die Betrachtung der Sommer- und Herbstphase nutzen wir die zusätzlichen Daten der Küstenstation Heiligendamm. Sie zeigen im Juni 2006 meistens Prymnesiophyceen (wahrscheinlich *Chrysochromulina* spp.), *Ceratium tripos* und wiederum die nackte Form von *Dictyocha speculum*. Kieselalgen, wie die in den Vorjahren häufigen *Dactyliosolen fragilissimus*, *Cerataulina pelagica* und *Proboscia alata*, bildeten im Jahre 2006 erstaunlicherweise keine Blüte. In unseren Proben vom Juli 2006 dominierten *Ceratium tripos*, Gymnodiniales und Cyanobakterien (*Nodularia spumigena*, *Aphanizomenon* und insbesondere am 18./19.7.06 ein ungewöhnlich hoher Anteil an *Anabaena* spp.). Die sonst in der westlichen Ostsee relativ seltenen Cyanobakterienblüten waren im Jahre 2006 in dieser Region besonders stark ausgeprägt. Die Entwicklung der Cyanobakterien wurde anhand von Satellitenbildern in Kap. 4.1.1 beschrieben.

Dicke Teppiche von Cyanobakterien wurden visuell vor Warnemünde vom 14.-17.8.06 und am 28.8.06 beobachtet. Am 11. und 17.8.06 mußten Strandabschnitte in Nordwest-Mecklenburg (um Boltenhagen, Barendorf, Steinbeck) für den Badebetrieb gesperrt werden, weitere an der Ostküste Schleswig-Holsteins (bei Grömitz), siehe auch WASMUND (2007). Ungewöhnlich ist, dass die Blüten sogar bis in das Kattegat vordrangen (HÖGLÄNDER 2006).

Erst zum 11.9.06 (Probe vom LANU) kam es an Station O22 zu einer gewissen Entwicklung von *Cerataulina pelagica* (52 mg m^{-3}) und *Guinardia flaccida* (44 mg m^{-3}). Bis zum 8.11.06 stieg die Biomasse und die Artenvielfalt im Oberflächenwasser von Stat. O22 an, im wesentlichen bestehend aus *Polykrikos schwartzii*, *Proboscia alata*, *Ceratium fusus*, *Ceratium tripos*, *Prorocentrum micans*, *Ditylum brightwellii*, *Porosira glacialis*. An Station 012 dominierten am 11.9.06 Dinoflagellaten (*Ceratium tripos*, *Protoperidinium divergens*, *Prorocentrum micans*). An der Küstenstation Heiligendamm waren *Ceratium tripos*, *C. fusus*, *Cerataulina pelagica* und *Coscinodiscus granii* die Arten, die im September eine Blüte bildeten. Die Artenzusammensetzung am 7./8.11.06 war an den Stationen 012 und 046 ähnlich der von Station O22 (ohne *Porosira glacialis*). Am 17.11.06 war an Station 046 *Coscinodiscus granii* (130 mg m^{-3}) dominant und an Station 012 *Coscinodiscus* cf. *wailesii* (1056 mg m^{-3}).

4.1.2.2 Arkonasee

In der Arkonasee wurden eine westliche Station nahe der Darßer Schwelle (Stat. 030, Abb. 4c), eine zentrale Station (Stat. 113, Abb. 5a) und eine östliche Station (Stat. 109, nicht gezeigt) untersucht.

Winter und Frühjahr

Wie in der Mecklenburger Bucht, findet auch in der Arkonasee bereits zu Anfang Februar ein Phytoplanktonwachstum trotz sehr geringer Temperaturen statt. Auch hier wird die günstige Lichtbedingung wegen flacher Schichtung ausschlaggebend sein. Die Halocline begann an Station 113 am 28.1.06 erst ab 35 m Tiefe und die Temperatur der Wassersäule war bis etwa 20 m Tiefe fast gleich. Dagegen waren bereits am 3.2.06 nur die oberen 5 m der Wassersäule homogen, angezeigt durch Salzanstieg und Temperaturabfall unterhalb dieser Tiefe. Die in den oberen 5 m zirkulierenden Algen fanden also günstige Lichtbedingungen für ein Wachstum. Die Zusammensetzung der Phytoplanktongemeinschaft änderte sich von 28.1. zum 3.2. nicht; alle wesentlichen Gruppen (*Plagioselmis prolunga*, *Teleaulax* sp., *Mesodinium rubrum*, *Heterocapsa rotundata*) vermehrten sich. Wie schon an Station 012 beobachtet, hielt sich *Ceratium tripos* in etwa 13 m Tiefe in hoher Konzentration auf (Fluoreszenzmaximum, 3.2.06, Stat. 030). Noch am 11.5.06 war solch ein Fluoreszenz-Tiefenmaximum vorhanden, das allerdings nicht beprobt wurde.

Zum 5.5.06 hatte *Mesodinium rubrum* absolut die Dominanz übernommen. Daneben traten *Chaetoceros* spp., Chrysophyceen-Cysten und unbestimmte Dinoflagellaten auf. Die übliche Frühjahrsblüte aus Kieselalgen und/oder Dinoflagellaten wurde also wegen fehlender März-Probenahme nicht nachgewiesen

Sommer und Herbst

Die im Sommer für die eigentliche Ostsee typische Cyanobakterienblüte (meistens *Nodularia spumigena*, besetzt mit *Nitzschia paleacea*) konnte am 20.7., aber nicht mehr am 26.7.06 in den Proben der Arkonasee nachgewiesen werden. Der Verlauf der Blüte ist in Kapitel 4.1.1 beschrieben. Die ebenfalls erwartete Kieselalgenblüte wurde aber nicht gefunden. In 13 m Tiefe hatte sich *Ceratium tripos* angereichert (Stat. 030, 20.7.06, 15 m: 147 mg m^{-3}). Erstaunlicherweise gab es an Station 113 (20.7.07 und 26.7.07) und an Station 109 (26.7.06) in 20 m Tiefe ein Maximum von *Snowella* spp. (79, 197 bzw. 70 mg m^{-3}).

Die typische Herbstblüte der Kieselalge *Coscinodiscus granii* konnte auf der hier nicht gezeigten Station 109 nachgewiesen werden (10.11.06: 1331 mg m^{-3}). Da diese Art auch an den Stationen 113 und 030 dominierte, ist auch dort die Entwicklung einer Blüte wahrscheinlich. Die Biomasse dieser Art erreichte am 16.11.06 an Station 113 immerhin noch 371 mg m^{-3} .

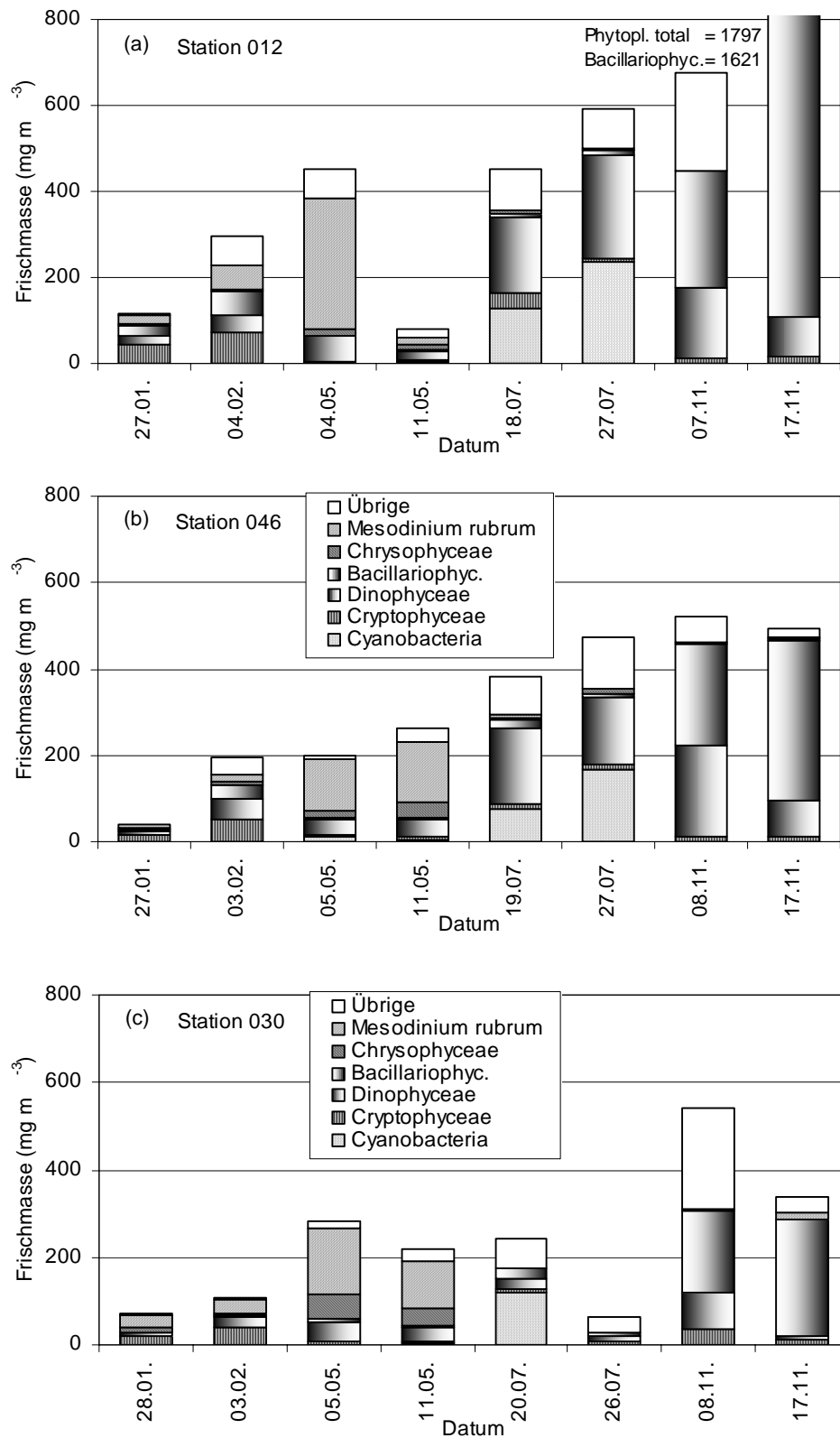


Abb. 4

Jahresgang 2006 der Phytoplanktonbiomasse (Frischmasse) in taxonomischen Gruppen in der zentralen (a) und östlichen Mecklenburger Bucht (b) sowie der westlichen Arkonasee (c).

Fig. 4

Seasonal variation of phytoplankton wet weight, split into main taxonomical groups, in the central (a) and eastern Mecklenburg Bight (b) and the western Arkona Sea (c) in 2006.

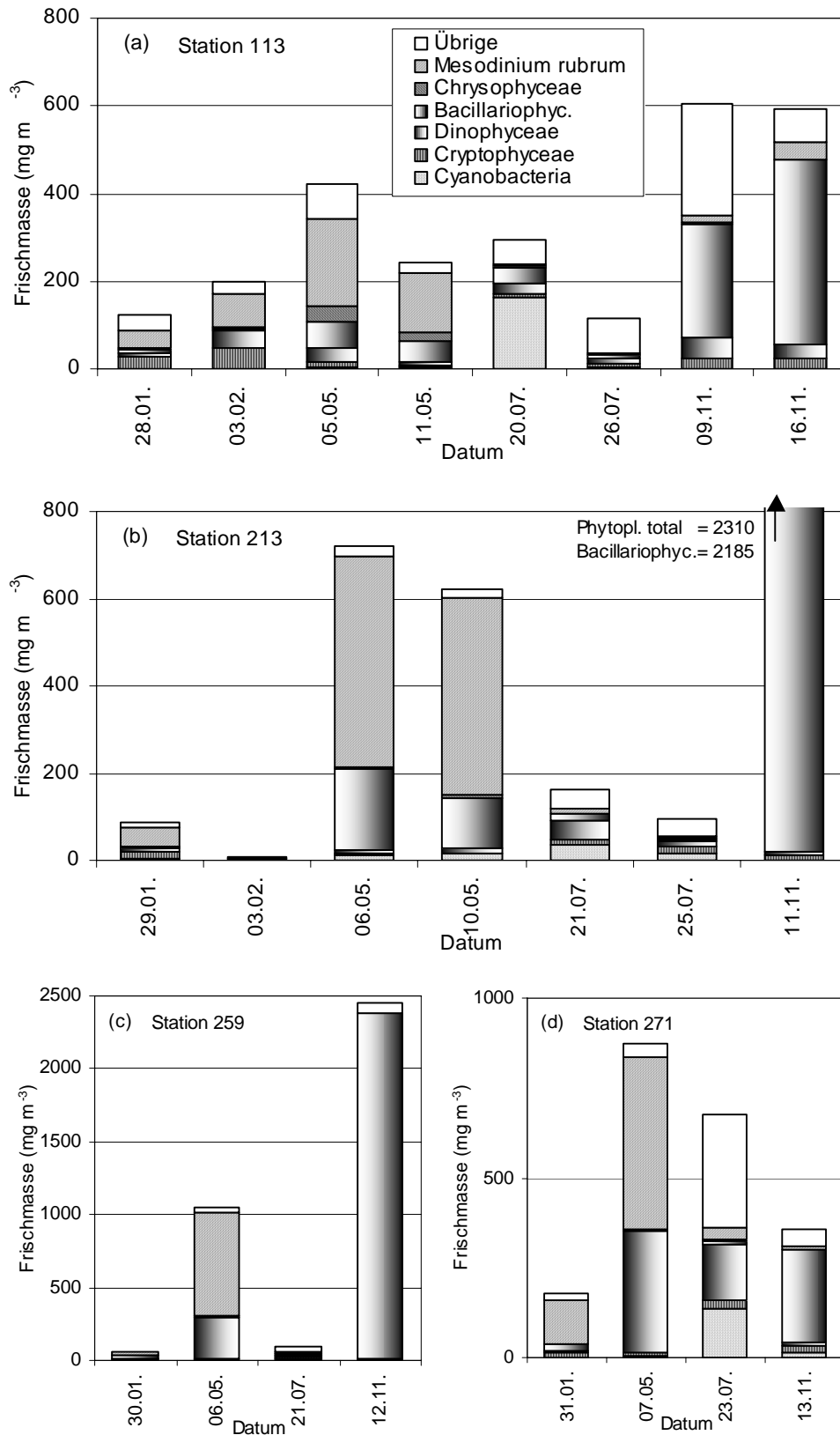


Abb. 5

Jahresgang 2006 der Phytoplanktonbiomasse (Frischmasse) in taxonomischen Gruppen in der zentralen Arkonasee (a), Bornholmsee (b), südlichen (c) und östlichen Gotlandsee (d).

Fig. 5

Seasonal variation of phytoplankton wet weight, split into main taxonomical groups, in the central Arkona Sea (a), Bornholm Sea (b), southern (c) and eastern Gotland Sea (d) in 2006.

Tab. 5

Die 10 wichtigsten Phytoplankton-Arten (in Prozent der Phytoplankton-Biomasse) in den oberen 10 m der Wassersäule im Frühjahr, Sommer und Herbst 2006 in den verschiedenen Seegebieten. Fortsetz. auf Seite 29 !

Table 5

The 10 most abundant phytoplankton species (percentage of total phytoplankton biomass) in the different sea areas (upper 10 m) in spring, summer and autumn 2006. Continued on page 29 !

Frühjahr (Febr.-Mai)	(%)	Sommer (Juni-Sept.)	(%)	Herbst (Okt.-Dez.)	(%)
Zentrale Mecklenburger Bucht (Stat. 012)					
<i>Mesodinium rubrum</i>	41.6	<i>Ceratium tripos</i>	29.5	<i>Coscinodiscus cf. walesii</i>	42.7
<i>Teleaulax</i> sp.	8.6	<i>Nodularia spumigena</i>	17.9	<i>Proboscia alata</i>	13.9
<i>Chrysochromulina</i> sp.	5.0	<i>Aphanizomenon</i> sp.	5.9	<i>Ditylum brightwellii</i>	3.8
<i>Katodinium rotundatum</i>	3.2	<i>Anabaena</i> sp.	4.5	<i>Guinardia flaccida</i>	2.3
<i>Plagioselmis prolunga</i>	3.1	<i>Nodularia</i> sp.	3.7	<i>Thalassiosira</i>	2.0
<i>Rhizosolenia setigera</i>	2.1	<i>Plagioselmis prolunga</i>	1.7	<i>Chaetoceros danicus</i>	1.9
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	1.8	<i>Leucocryptos marina</i>	1.4	<i>Polykrikos schwartzii</i>	1.8
<i>Ceratium tripos</i>	1.7	<i>Pyramimonas</i> sp.	1.1	<i>Ceratium fusus</i>	1.7
<i>Gyrodinium spirale</i>	1.3	<i>Aphanocapsa</i> sp.	1.0	<i>Ceratium tripos</i>	1.5
<i>Dictyocha speculum</i>	1.3	<i>Anabaena limnetica</i>	1.0	<i>Rhizosolenia setigera</i>	1.5
Östliche Mecklenburger Bucht (Stat. 046)					
<i>Mesodinium rubrum</i>	40.4	<i>Ceratium tripos</i>	23.1	<i>Proboscia alata</i>	19.1
<i>Katodinium rotundatum</i>	7.0	<i>Nodularia spumigena</i>	16.9	<i>Coscinodiscus granii</i>	12.8
<i>Teleaulax</i> sp.	6.4	<i>Aphanizomenon</i> sp.	8.4	<i>Polykrikos schwartzii</i>	9.8
<i>Plagioselmis prolunga</i>	4.0	<i>Plagioselmis prolunga</i>	1.4	<i>Ditylum brightwellii</i>	6.0
<i>Dictyocha speculum</i>	2.0	<i>Anabaena</i> sp.	1.2	<i>Ceratium tripos</i>	5.0
<i>Gyrodinium spirale</i>	1.9	<i>Mesodinium rubrum</i>	1.2	<i>Ceratium fusus</i>	4.7
<i>Aphanizomenon</i> sp.	1.6	<i>Aphanocapsa</i> sp.	1.0	<i>Actinocyclus normanii</i> f. <i>subsala</i>	3.4
<i>Porosira glacialis</i>	1.5	<i>Dictyocha speculum</i>	0.9	<i>Chaetoceros danicus</i>	2.5
<i>Dinobryon balticum</i>	1.3	<i>Actinocyclus normanii</i> f. <i>subsala</i>	0.8	<i>Prorocentrum micans</i>	2.3
<i>Pyramimonas</i> sp.	0.9	<i>Eutreptiella</i> sp.	0.8	<i>Thalassiosira</i> sp.	2.2
Westliche Arkonasee (Stat. 030)					
<i>Mesodinium rubrum</i>	47.0	<i>Nodularia spumigena</i>	37.3	<i>Coscinodiscus granii</i>	42.1
<i>Teleaulax</i> sp.	4.4	<i>Nitzschia paleacea</i>	6.8	<i>Prorocentrum micans</i>	3.4
<i>Plagioselmis prolunga</i>	4.2	<i>Plagioselmis prolunga</i>	3.5	<i>Teleaulax</i> sp.	3.2
<i>Katodinium rotundatum</i>	3.4	<i>Ceratium tripos</i>	3.0	<i>Actinocyclus</i> sp.	3.1
<i>Dictyocha speculum</i>	1.8	<i>Chaetoceros impressus</i>	1.9	<i>Mesodinium rubrum</i>	2.4
<i>Eutreptiella</i> sp.	1.3	<i>Pyramimonas</i> sp.	1.1	<i>Ceratium tripos</i>	2.4
<i>Dinobryon balticum</i>	1.3	<i>Aphanizomenon</i> sp.	0.9	<i>Cerataulina pelagica</i>	2.0
<i>Ceratium tripos</i>	0.8	<i>Actinocyclus normanii</i> f. <i>subsala</i>	0.9	<i>Thalassiosira</i> sp.	1.6
<i>Hemiselmis</i> sp.	0.6	<i>Leucocryptos marina</i>	0.9	<i>Hemiselmis</i> sp.	1.0
<i>Pseudopedinella</i> sp.	0.6	<i>Actinocyclus</i> sp.	0.7	<i>Pyramimonas</i> sp.	0.9
Zentrale Arkonasee (Stat. 113)					
<i>Mesodinium rubrum</i>	45.9	<i>Nodularia spumigena</i>	36.2	<i>Coscinodiscus granii</i>	51.8
<i>Chaetoceros wighamii</i>	5.3	<i>Nitzschia paleacea</i>	7.4	<i>Mesodinium rubrum</i>	4.9
<i>Katodinium rotundatum</i>	5.3	<i>Ceratium tripos</i>	4.7	<i>Actinocyclus</i> sp.	4.0
<i>Teleaulax</i> sp.	5.0	<i>Aphanizomenon</i> sp.	3.8	<i>Ceratium tripos</i>	3.2
<i>Chaetoceros holsaticus</i>	3.6	<i>Plagioselmis prolunga</i>	2.8	<i>Teleaulax</i> sp.	2.2
<i>Plagioselmis prolunga</i>	3.1	<i>Chaetoceros impressus</i>	2.8	<i>Hemiselmis</i> sp.	0.8
<i>Dinobryon balticum</i>	3.0	<i>Pterosperma</i> sp.	1.1	<i>Katodinium rotundatum</i>	0.8
<i>Eutreptiella</i> sp.	1.7	<i>Mesodinium rubrum</i>	1.0	<i>Cerataulina pelagica</i>	0.7
<i>Skeletonema costatum</i>	0.9	<i>Actinocyclus</i> sp.	0.8	<i>Pyramimonas</i> sp.	0.7
<i>Pyramimonas</i> sp.	0.9	<i>Leucocryptos marina</i>	0.6	<i>Leucocryptos marina</i>	0.5

Östliche Arkonasee (Stat. 109)					
<i>Mesodinium rubrum</i>	37.5	<i>Nodularia spumigena</i>	20.9	<i>Coscinodiscus granii</i>	83.2
<i>Chaetoceros wighamii</i>	27.0	<i>Plagioselmis prolunga</i>	17.6	<i>Mesodinium rubrum</i>	3.3
<i>Chaetoceros ceratosporus</i>	5.4	<i>Mesodinium rubrum</i>	4.4	<i>Teleaulax</i> sp.	1.9
<i>Diatoma tenue</i>	2.8	<i>Pyramimonas</i> sp.	2.8	<i>Actinocyclus</i> sp.	1.5
<i>Teleaulax</i> sp.	2.5	<i>Pterosperma</i> sp.	2.2	<i>Pyramimonas</i> sp.	0.7
<i>Plagioselmis prolunga</i>	1.5	<i>Hemiselmis</i> sp.	1.3	<i>Katodinium rotundatum</i>	0.6
<i>Katodinium rotundatum</i>	1.5	<i>Nitzschia paleacea</i>	0.9	<i>Eutreptiella</i> sp.	0.4
<i>Chaetoceros holsaticus</i>	1.3	<i>Chaetoceros impressus</i>	0.9	<i>Plagioselmis prolunga</i>	0.4
<i>Skeletonema costatum</i>	0.8	<i>Teleaulax</i> sp.	0.8	<i>Hemiselmis</i> sp.	0.3
<i>Eutreptiella</i> sp.	0.7	<i>Eutreptiella</i> sp.	0.4	<i>Leucocryptos marina</i>	0.2
Bornholmsee (Stat. 213)					
<i>Mesodinium rubrum</i>	68.2	<i>Gymnodiniales</i>	20.3	<i>Coscinodiscus granii</i>	92.8
<i>Chaetoceros holsaticus</i>	18.7	<i>Nodularia spumigena</i>	13.3	<i>Actinocyclus</i> sp.	1.7
<i>Aphanizomenon</i> sp.	1.3	<i>Plagioselmis prolunga</i>	10.3	<i>Mesodinium rubrum</i>	0.4
<i>Teleaulax</i> sp.	0.9	<i>Mesodinium rubrum</i>	5.9	<i>Teleaulax</i> sp.	0.3
<i>Attheya septentrionalis</i>	0.8	<i>Nodularia spumigena</i>	5.7	<i>Hemiselmis</i> sp.	0.1
<i>Snowella</i> sp.	0.6	<i>Nitzschia paleacea</i>	5.5	<i>Plagioselmis prolunga</i>	0.1
<i>Actinocyclus</i> sp.	0.5	<i>Chaetoceros impressus</i>	2.9	<i>Katodinium rotundatum</i>	0.1
<i>Chaetoceros wighamii</i>	0.5	<i>Pyramimonas</i> sp.	1.7	<i>Pyramimonas</i> sp.	0.1
<i>Dinobryon balticum</i>	0.5	<i>Pterosperma</i> sp.	0.9	<i>Chaetoceros danicus</i>	0.1
<i>Chaetoceros ceratosporus</i>	0.4	<i>Teleaulax</i> sp.	0.9	<i>Chaetoceros impressus</i>	0.1
Südliche Gotlandsee (Stat. 259)					
<i>Mesodinium rubrum</i>	66.1	<i>Nodularia spumigena</i>	12.6	<i>Coscinodiscus granii</i>	95.1
<i>Peridiniella catenata</i>	9.2	<i>Actinocyclus</i> sp.	12.4	<i>Actinocyclus</i> sp.	1.1
<i>Actinocyclus</i> sp.	2.9	<i>Plagioselmis prolunga</i>	8.7	<i>Mesodinium rubrum</i>	0.3
<i>Gyrodinium spirale</i>	1.4	<i>Teleaulax</i> sp.	7.4	<i>Teleaulax</i> sp.	0.1
<i>Dinobryon balticum</i>	1.2	<i>Mesodinium rubrum</i>	6.7	<i>Hemiselmis</i> sp.	0.1
<i>Katodinium rotundatum</i>	0.7	<i>Chaetoceros impressus</i>	4.1	<i>Chaetoceros impressus</i>	0.1
<i>Snowella</i> sp.	0.6	<i>Nitzschia paleacea</i>	1.2	<i>Chaetoceros danicus</i>	0.1
<i>Dinophysis</i> sp.	0.5	<i>Leucocryptos marina</i>	1.0	<i>Plagioselmis prolunga</i>	0.1
<i>Katablepharis remigera</i>	0.5	<i>Ebria tripartita</i>	1.0	<i>Aphanizomenon</i> sp.	0.1
<i>Teleaulax</i> sp.	0.5	<i>Katodinium rotundatum</i>	1.0	<i>Dinophysis</i> sp.	0.1
Östliche Gotlandsee (Stat. 271)					
<i>Mesodinium rubrum</i>	57.2	<i>Gymnodiniales</i>	13.0	<i>Coscinodiscus granii</i>	69.8
<i>Peridiniella catenata</i>	26.7	<i>Nodularia spumigena</i>	10.4	<i>Aphanizomenon</i> sp.	3.9
<i>Teleaulax</i> sp.	1.4	<i>Mesodinium rubrum</i>	4.8	<i>Actinocyclus</i> sp.	2.8
<i>Actinocyclus</i> sp.	1.4	<i>Pterosperma</i> sp.	4.8	<i>Teleaulax</i> sp.	2.6
<i>Protoperidinium</i> sp.	0.8	<i>Leucocryptos marina</i>	2.4	<i>Mesodinium rubrum</i>	2.4
<i>Gyrodinium spirale</i>	0.7	<i>Aphanocapsa</i> sp.	2.3	<i>Plagioselmis prolunga</i>	1.1
<i>Katablepharis remigera</i>	0.7	<i>Aphanothece</i> sp.	2.1	<i>Hemiselmis</i> sp.	1.0
<i>Dinobryon balticum</i>	0.7	<i>Cyanodictyon planctonicum</i>	1.4	<i>Katodinium rotundatum</i>	0.7
<i>Coscinodiscus granii</i>	0.5	<i>Aphanizomenon</i> sp.	1.2	<i>Eutreptiella</i> sp.	0.6
<i>Katodinium rotundatum</i>	0.4	<i>Phalacroma rotundatum</i>	1.1	<i>Prorocentrum minimum</i>	0.2

Tab. 6

Alphabetische Liste der im Jahre 2006 gefundenen Phytoplanktonarten (alle Stationen, alle Tiefen) und ihrer taxonomischen Zugehörigkeit mit Angabe der Rangfolge (nach Biomasse), und saisonalem Vorkommen. Fortsetzung Seite 31-33.

Table 6

Phytoplankton species list of 2006 (all stations, all depths), with class affiliation, biomass rank and seasonal occurrence (continued on page 31-33)

Artname (Gesamtliste)	Klasse	Rang	Febr.	April /Mai	Juli	Okt./Nov.
<i>Achnanthes taeniata</i>	Bacillarioph.			X		
<i>Actinocyclus</i> spp.	Bacillarioph.	14	X	X	X	X
<i>Amphidinium crassum</i>	Dinophyceae	67		X	X	X
<i>Amphidinium sphenoides</i>	Dinophyceae			X		
<i>Amphidinium</i> sp.	Dinophyceae			X		
<i>Amphora</i> sp.	Bacillarioph.				X	
<i>Amylax triacantha</i>) ¹	Dinophyceae			X		
<i>Anabaena</i> spp.	Cyanobact.	18			X	
<i>Anabaena torulosa</i>	Cyanobact.				X	
<i>Apedinella radians</i>	Chrysophyc.				X	X
<i>Aphanizomenon</i> sp.	Cyanobact.	17	X	X	X	X
<i>Aphanocapsa</i> spp.	Cyanobact.	37	X	X	X	X
<i>Aphanothece paralleliformis</i>	Cyanobact.		X	X	X	
<i>Aphanothece</i> sp.	Cyanobact.	56	X	X	X	X
<i>Attheya septentrionalis</i>	Bacillarioph.	57	X	X	X	X
<i>Cerataulina pelagica</i>	Bacillarioph.	38	X		X	X
<i>Ceratium furca</i>	Dinophyceae					X
<i>Ceratium fusus</i>	Dinophyceae	22	X	X	X	X
<i>Ceratium lineatum</i>	Dinophyceae	68			X	X
<i>Ceratium longipes</i>	Dinophyceae				X	
<i>Ceratium tripos</i>	Dinophyceae	3	X		X	X
<i>Chaetoceros affinis</i>	Bacillarioph.					X
<i>Chaetoceros brevis</i>	Bacillarioph.		X			
<i>Chaetoceros ceratosporus</i>	Bacillarioph.	35		X		
<i>Chaetoceros contortus</i>	Bacillarioph.				X	X
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	Bacillarioph.	61	X	X	X	X
<i>Chaetoceros danicus</i>	Bacillarioph.	28	X	X	X	X
<i>Chaetoceros debilis</i>	Bacillarioph.			X		
<i>Chaetoceros decipiens</i>	Bacillarioph.				X	X
<i>Chaetoceros holsaticus</i>	Bacillarioph.	12		X		
<i>Chaetoceros impressus</i>	Bacillarioph.	34	X	X	X	X
<i>Chaetoceros laciniosus</i>	Bacillarioph.		X			
<i>Chaetoceros similis</i>	Bacillarioph.		X	X	X	X
<i>Chaetoceros socialis</i>	Bacillarioph.	66				X
<i>Chaetoceros</i> sp.	Bacillarioph.	64	X	X	X	X
<i>Chaetoceros subtilis</i>	Bacillarioph.		X	X	X	X
<i>Chaetoceros thronsenii</i>	Bacillarioph.				X	
<i>Chaetoceros wighamii</i>	Bacillarioph.	11	X	X		
<i>Chattonella verruculosa</i>	Raphidoph.				X	X
<i>Chrysochromulina</i> spp.	Prymnesioph.	15	X	X	X	X
<i>Cocconeis</i> sp.	Bacillarioph.			X		
<i>Coelastrum reticulatum</i>	Chlorophyc.			X	X	
<i>Coelosphaerium minutissimum</i>	Cyanobact.		X	X	X	X
<i>Coelosphaerium</i> sp.	Cyanobact.				X	

<i>Coscinodiscus granii</i>	Bacillarioph.	1	X			X
<i>Coscinodiscus radiatus</i>) ²	Bacillarioph.	41	X		X	X
<i>Coscinodiscus cf. wailiesii</i>	Bacillarioph.	4				X
<i>Coscinodiscus sp.</i>	Bacillarioph.					X
<i>Cryptomonas sp.</i>	Cryptophyc.			X		
<i>Cyanodictyon balticum</i>	Cyanobact.				X	
<i>Cyanodictyon imperfectum</i>	Cyanobact.				X	
<i>Cyanodictyon planctonicum</i>	Cyanobact.	65	X	X	X	
<i>Cyanodictyon sp.</i>	Cyanobact.				X	
<i>Cyanonephron styloides</i>	Cyanobact.				X	
<i>Cylindrotheca closterium</i>	Bacillarioph.		X	X	X	X
<i>Cymbomonas tetramitiformis</i>	Prasinophyc.	40		X	X	
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	Bacillarioph.		X		X	X
<i>Diatoma tenuis</i>) ³	Bacillarioph.	50		X	X	
<i>Dictyocha speculum</i>	Dictyochoph.	8	X	X	X	X
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	Chlorophyc.			X		
<i>Dinobryon balticum</i>	Chrysophyc.	27		X		
<i>Dinobryon faculiferum</i>) ⁴	Chrysophyc.			X	X	
<i>Dinobryon sp.</i>	Chrysophyc.		X	X	X	
<i>Dinophysis acuta</i>	Dinophyceae	53				X
<i>Dinophysis norvegica</i>	Dinophyceae	54	X	X	X	X
<i>Dinophysis rotundata</i>	Dinophyceae		X		X	X
<i>Dinophysis sp.</i>	Dinophyceae	45	X	X	X	X
<i>Ditylum brightwellii</i>	Bacillarioph.	19	X			X
<i>Ebria tripartita</i>	Ebriidea	42	X	X	X	X
<i>Eutreptiella sp.</i>	Euglenophyc.	26	X	X	X	X
<i>Gonyaulax sp. (cf.)</i>	Dinophyceae				X	
<i>Guinardia delicatula</i>	Bacillarioph.		X			X
<i>Guinardia flaccida</i>	Bacillarioph.	36			X	X
<i>Gymnodinium albulum</i>	Dinophyceae	62		X		
<i>Gymnodinium cf. albulum</i>	Dinophyceae		X	X		
<i>Gymnodinium cf. simplex</i>	Dinophyceae			X		
<i>Gymnodinium spp.</i>	Dinophyceae		X	X		
<i>Gyrodinium cf. spirale</i>	Dinophyceae	21		X	X	X
<i>Gyrodinium spp. (cf.)</i>	Dinophyceae	9		X	X	X
<i>Hemiselmis spp.</i>	Cryptophyc.	30	X	X	X	X
<i>Heterocapsa rotundata</i>) ⁵	Dinophyceae	16	X	X	X	X
<i>Heterocapsa triquetra</i>	Dinophyceae			X		
<i>Heterocapsa cf. triquetra</i>	Dinophyceae				X	
<i>Heterocapsa spp.</i>	Dinophyceae				X	
<i>Katablepharis remigera</i>	Incertae sedis	52	X	X	X	X
<i>Katodinium glaucum</i>	Dinophyceae	69		X	X	
<i>Katodinium cf. glaucum</i>	Dinophyceae			X		
<i>Koliella spiralis</i>	Chlorophyc.			X		
<i>Lemmermanniella pallida</i>	Cyanobact.			X	X	
<i>Lemmermanniella parva</i>	Cyanobact.			X	X	
<i>Leptocylindrus danicus</i>	Bacillarioph.					X
<i>Leucocryptos marina</i>	Incertae sedis	32	X	X	X	X
<i>Melosira arctica</i>	Bacillarioph.			X		
<i>Mesodinium rubrum</i>	Ciliophora	2	X	X	X	X
<i>Monoraphidium contortum</i>	Chlorophyc.			X	X	X
<i>Monoraphidium sp.</i>	Chlorophyc.				X	
<i>Nitzschia paleacea</i>	Bacillarioph.				X	
<i>Nitzschia cf. paleacea</i>	Bacillarioph.	31			X	
<i>Nitzschia spp. (cf.)</i>	Bacillarioph.				X	
<i>Nodularia spumigena</i>	Cyanobact.	5	X		X	
<i>Nodularia sp.</i>	Cyanobact.	39			X	
<i>Oocystis spp.</i>	Chlorophyc.		X	X	X	

<i>Pachysphaera</i> spp.	Prasinophyc.			X	X	X
<i>Peridiniella catenata</i>	Dinophyceae	10	X	X		
<i>Plagioselmis prolunga</i>	Cryptophyc.	13	X	X	X	X
<i>Planctonema lauterbornii</i>	Chlorophyc.		X	X	X	X
<i>Planktoyngbya contorta</i>) ⁶	Cyanobact.			X	X	
<i>Planktoyngbya limnetica</i>	Cyanobact.				X	
<i>Planktoyngbya cf. limnetica</i>	Cyanobact.			X		
<i>Planktoyngbya</i> spp.	Cyanobact.		X	X		X
<i>Polykrikos schwartzii</i>	Dinophyc.	20				X
<i>Porosira glacialis</i>	Bacillarioph.	55	X			X
<i>Proboscia alata</i>	Bacillarioph.	6	X		X	X
<i>Pronocillula pelagica</i>	Dinophyceae		X			
<i>Prorocentrum micans</i>	Dinophyceae	29			X	X
<i>Prorocentrum minimum</i>	Dinophyceae				X	X
<i>Protoperidinium bipes</i>) ⁷	Dinophyceae		X	X		X
<i>Protoperidinium depressum</i>	Dinophyceae			X		
<i>Protoperidinium divergens</i>	Dinophyceae	63				X
<i>Protoperidinium cf. oblongum</i>	Dinophyceae				X	
<i>Protoperidinium pellucidum</i>	Dinophyceae		X			
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	Dinophyceae					X
<i>Protoperidinium steinii</i>	Dinophyceae			X		
<i>Protoperidinium</i> spp.	Dinophyceae	46	X	X	X	X
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	Cyanobact.	58		X	X	X
<i>Pseudanabaena</i> sp.	Cyanobact.		X	X	X	
<i>Pseudanabaena/Limnothrix</i>	Cyanobact.		X			
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	Bacillarioph.				X	
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	Bacillarioph.		X			
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	Bacillarioph.		X			
<i>Pseudo-nitzschia cf. seriata</i>	Bacillarioph.		X			
<i>Pseudo-nitzschia cf. pungens</i>	Bacillarioph.		X			
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	Bacillarioph.	48				X
<i>Pseudopedinella</i> spp.	Chrysophyc.	60	X	X	X	X
<i>Pterosperma</i> spp.	Prasinophyc.	43	X	X	X	X
<i>Pyramimonas</i> spp.	Prasinophyc.	24	X	X	X	X
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>semispina</i>	Bacillarioph.		X		X	X
<i>Rhizosolenia pugens</i>	Bacillarioph.	70				X
<i>Rhizosolenia setigera</i>	Bacillarioph.	25	X			X
<i>Romeria</i> spp.	Cyanobact.				X	
<i>Scenedesmus</i> spp.	Chlorophyc.		X	X	X	
<i>Skeletonema costatum</i>	Bacillarioph..	33	X	X	X	X
<i>Snowella septentrionalis</i>	Cyanobact.				X	
<i>Snowella</i> sp.	Cyanobact.	44	X	X	X	X
<i>Teleaulax</i> sp.	Cryptophyc.	7	X	X	X	X
<i>Telonema</i> sp.	Incertae sedis	51	X	X	X	X
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	Bacillarioph.	47	X	X	X	X
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	Bacillarioph.	49	X			X
<i>Thalassiosira baltica</i>	Bacillarioph.		X	X		
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>	Bacillarioph.		X			X
<i>Thalassiosira punctigera</i>	Bacillarioph.	59	X			X
<i>Thalassiosira cf. rotula</i>	Bacillarioph.			X		
<i>Thalassiosira</i> sp.	Bacillarioph.	23	X	X	X	X
<i>Trachelomonas</i> spp.	Euglenoph.			X	X	X
<i>Woronichinia compacta</i>	Cyanobact.		X			
<i>Woronichinia</i> spp.	Cyanobact.		X	X	X	
Anzahl der Taxa: insgesamt 181			77	87	98	81

-)¹ bisheriges Synonym war *Gonyaulax triacantha*
-)² Gültiges Synonym nach ITIS-Code wäre: *Actinocyclus normanii* f. *subsalsa*
-)³ Gültiges Synonym nach ITIS-Code wäre: *Diatoma tenue* var. *elongatum*
-)⁴ Gültiges Synonym nach ITIS-Code wäre: *Dinobryon petiolatum*
-)⁵ Gültiges Synonym nach ITIS-Code wäre: *Katodinium rotundatum*
-)⁶ Gültiges Synonym nach ITIS-Code wäre: *Lyngbya contorta*
-)⁷ Gültiges Synonym nach ITIS-Code wäre: *Minuscula bipes*

4.1.2.3 Bornholmsee und östliche Gotlandsee

Während sich Bornholmbecken und Gotlandbecken gut voneinander trennen lassen, ist eine Separierung der zugehörigen Wasserkörper kaum möglich. Die Bornholmsee erscheint noch als ein wenig strukturiertes einheitliches Seegebiet. Die Gotlandsee lässt sich zumindest in die westliche und die östliche Gotlandsee einteilen. In der westlichen Gotlandsee (westlich der Insel Gotland) wird vom IOW kein biologisches Monitoring durchgeführt. Auch im nördlichen Teil der Gotlandsee, oft als "nördliche eigentliche Ostsee" separat behandelt, gibt es keine Biologie-Stationen. Im Süden stellt die Danziger Bucht ein eigenständiges Seegebiet dar. Die Station 259, die im südlichen Teil des östlichen Gotlandbeckens liegt, stellt ein Bindeglied zwischen östlicher Gotlandsee und Bornholmsee dar. Wir haben in den bisherigen Berichten immer wieder diskutiert, ob man sie nicht eher mit der Bornholmsee vereinigen könnte. Nach der HELCOM-Nomenklatur sollte sie mit der Bornholmsee und der Arkonasee zur „südlichen eigentlichen Ostsee“ zusammengefasst werden. Wir konnten die Arkonasee aber bisher deutlich von der Bornholmsee unterscheiden. Andererseits wollen wir wie bereits im vorigen Bericht die Bornholmsee nicht mehr strikt von der östlichen Gotlandsee trennen und behandeln sie deshalb in einem gemeinsamen Kapitel.

Winter und Frühjahr

Im Gegensatz zur Mecklenburger Bucht und zur Arkonasee fand in der Bornholmsee kein Wachstum von Ende Januar bis Anfang Februar statt (Abb. 5b). Das wird aus der in Kap. 4.1.2.2 gegebenen Erklärung verständlich. Während sich in der Arkonasee eine flache Oberflächen-Durchmischung ausgebildet hatte, bleibt die Oberkante der Halocline in der Bornholmsee in 40 m Tiefe bestehen. An Station 259 ist die Wassersäule sogar bis 60 m Tiefe homogen. Es deutet sich am 3.2.07 an Station 213 allerdings ein schwacher Sprung in 18 m Tiefe an, was ein Zeichen dafür sein kann, dass die Durchmischung nur noch bis 18 m Tiefe geht. Offensichtlich ist das Lichtintegral in diesen 18 Metern aber noch nicht für ein photoautotrophes Nettowachstum ausreichend. Auch an Station 271 findet sich ab 18 m Tiefe eine leichte Inhomogenität im Salzgehalts-Tiefenprofil. Hier hat offensichtlich schon ein Wachstum vom *Mesodinium rubrum* eingesetzt. Bislang fand man in diesen Seegebieten Mitte Februar noch extrem geringe Biomassen. Die Erfahrungen der vergangenen Jahre gehen von einer Blüte in der Bornholmsee Ende April und in der östlichen Gotlandsee Anfang Mai aus (z.B. WASMUND et al. 2005). Eventuell fand die Blüte tatsächlich schon relativ früh statt. FLEMING und KAITALA (2007) fanden allerdings keine Anzeichen für eine frühere Blüte in der nördlichen eigentlichen Ostsee und im Finnischen Meerbusen. Nach den Satellitendaten (Kap. 4.1.1) waren die Chlorophyllkonzentrationen in der Bornholmsee und in der östlichen Gotlandsee erst am 25. und 26. März deutlich erhöht. Die Periode erhöhter Chlorophyll-Konzentrationen könnte bis zum 15.-17. April angehalten haben.

Bedauerlich ist, dass wir über die Arten-Zusammensetzung keine Aussage machen können. Nachdem in den 90er Jahren Kieselalgen fast nicht mehr in den Frühjahrsblüten der südlichen eigentlichen Ostsee auftauchten, waren an Station 213 von 2000 bis 2003 und an Station 259 von 2002 bis 2003 wieder Kieselalgenblüten (*Skeletonema costatum*) registriert worden. In den Jahren 2004 und 2005 ist an den Stationen 259 und 271 keine Kieselalgenblüte, wohl aber eine moderate Silikatabnahme nachgewiesen worden, was für Kieselalgenwachstum spricht. An Station 213 trat 2005 eine Kieselalgenblüte auf.

Auch unsere Proben vom Mai 2006 aus der Bornholmsee enthielten neben dem dominierenden *Mesodinium rubrum* fast ausschließlich Kieselalgen (*Chaetoceros* cf. *holsaticus*), während die Proben von den Stationen 259 (Abb. 5c) und 271 (Abb. 5d) neben *Mesodinium rubrum* fast ausschließlich Dinoflagellaten (meist *Peridiniella catenata*) enthielten. Interessant ist, dass sich an Station 213 in 50 m Tiefe *Thalassiosira baltica* angereichert hatte (am 6.5.06: 197 mg m⁻³).

Sommer und Herbst

In den Juli-Proben war die Phytoplankton-Biomasse an den Stationen 213 und 259 sehr gering. Es trat zur Zeit der Seereise hier keine Cyanobakterienblüte auf. Wie schon in der Arkonasee, gab es an Station 213 in der Tiefe eine Anreicherung von *Snowella* sp. (21.7.06, 15 m: 34 mg m⁻³; 25.7.06, 20 m: 104 mg m⁻³). An Station 259 wurden in 20 m Tiefe Anreicherungen von *Dinophysis norvegica* und *Woronichinia* spp. gemessen (21.7.06). Station 271 wies am 23.7.06 eine wesentlich höhere Biomasse als die beiden anderen Stationen auf. Diese setzte sich hauptsächlich aus unbestimmten Einzelzellen (5-7 µm), unbestimmten Dinoflagellaten und blütenbildenden Cyanobakterien zusammen. Erste Anzeigen für erhöhte Konzentrationen von Cyanobakterien im Jahr 2006 wurden aus Satellitendaten (Kap. 4.1.1) am 23. Juni im Ostteil der östlichen Gotlandsee beobachtet. In den folgenden Tagen weitete sich die Cyanobakterien bei schneller Erwärmung der Ostsee aus. Am 2. Juli war die gesamte Ostsee von der Arkonasee bis in den Finnischen Meerbusen bedeckt und es traten auch erste Oberflächenakkumulationen auf. Zur Zeit der Monitoringfahrt war die Cyanobakterienblüte (*Aphanizomenon* sp., *Nodularia spumigena*) in diesem Gebiet im wesentlichen schon beendet.

Während die Herbstblüte in den Vorjahren oft verpasst wurde, konnte sie am 11./12.11.2006 an den Stationen 213 und 259 optimal angetroffen werden. Sie bestand, wie erwartet, fast ausschließlich aus der Kieselalge *Coscinodiscus granii*. Auch an Station 271 war sie die dominante Art, jedoch war die Blüte dort am 13.11.06 noch nicht oder nicht mehr voll entwickelt.

4.1.3 Sedimentation

Die Sedimentationsdaten beziehen sich auf das Jahr 2005 und nur auf Station 271. Im Gegensatz zu den bisherigen Jahren konnte aus den mikroskopischen Analysen des in den Fallen aufgefangenen Materials nicht die typische saisonale Abfolge des Phytoplanktons der zentralen Ostsee (Abb. 6 a-d) rekonstruiert werden, die normalerweise aus diatomeen- oder dinoflagellatendominierter Frühjahrsblüte, Sommerphase mit starkem Vorkommen von fädigen Cyanobakterien und Dinoflagellaten und einem herbstlichem Auftreten von Diatomeen und kolonialen Cyanobakterien besteht. Durch den Verlust der Sommerproben kann über diese Phase kaum etwas ausgesagt werden. Die durch Diatomeen dominierte Frühjahrsblüte mit einem Maximum Mitte April ist gut

dokumentiert. Es ist jedoch ungewöhnlich, daß Dinoflagellaten, die mit den Arten *Glenodinium* sp., *Dinophysis norvegica*, *Prorocentrum minimum*, *Dinophysis rotundata* und *Dinophysis acuminata* in anderen Jahren über den ganzen saisonalen Zyklus sichtbar vertreten waren, im Jahre 2005 auch im Frühjahr und Herbst kaum gefunden wurden. Nur *Glenodinium* tauchte in einigen Sommerproben auf und es konnten vereinzelt *Peridiniella catenata* im Frühjahr und *Dinophysis norvegica* im Herbst nachgewiesen werden. In diesem Zusammenhang läßt sich spekulieren, ob der in der 1990er Jahren im Frühjahr beobachtete Rückgang der Diatomeen bei gleichzeitiger Zunahme der Dinoflagellaten nicht bereits umgekehrt ist, denn seit einigen Jahren ist wieder eine Zunahme von Diatomeen und eine Abnahme der Dinoflagellaten zu verzeichnen. Diese Erwägung kann momentan nur als Hypothese formuliert werden, da für eine Trendanalyse die Datenlage noch zu unsicher ist. Im Vergleich der Datenreihen mit anderen Jahren fällt bereits der hohe Anteil nur durch Diatomeen bewirkter Elementflüsse im Frühjahr 2005 auf. Die Si-, C-, N- und P- Flüsse (Abb. 7a-d) liegen 2005 in diesem Zeitraum ungefähr viermal höher als im Durchschnittsjahr 2004, wozu die auf Diatomeen beruhende Blütensedimentation erheblich beiträgt. Während 2004 die Frühjahrsblüte von *Skeletonema costatum* und *Thalassiosira levanderi* dominiert wurde, ist sie 2005 wesentlich diverser mit ähnlich hohen Anteilen von *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira levanderi*, *Cyclotella* sp., *Chaetoceros* sp., *Thalassiosira baltica* und *Achnanthes taeniata* sowie dem Vorkommen von *Actinocyclus octonarius* und pennaten Diatomeen (Abb. 6a). Der Zeitraum des Einsetzens der Blüte ist ähnlich wie 2004, jedoch scheint die Entwicklung der Algenbiomasse schneller vor sich zu gehen und damit in eine zeitlich eng begrenzte Phase der Massensedimentation zu münden.

Die Sommerphase kann aufgrund der Verstopfung des unteren Trichterteils und des Verlustes dieses Materials bei der Aufnahme des Gerätes im Herbst nicht sinnvoll beschrieben werden. Die in den Fanggläsern identifizierten Arten sind noch Vertreter des Frühjahrs, die sich aus dem im Fangtrichter akkumulierten Material über den Sommer langsam ablösen. Auch die im Gegensatz zu vorhergehenden Jahren ansteigenden C/P-Verhältnisse zwischen April und Juni (Abb. 9) deuten auf den Eintrag abgebauten Materials hin. Der normalerweise wichtigste Beitrag zum vertikalen Partikelfluss wird in der Sommerperiode von diazotrophen, fädigen Cyanobakterien gestellt. Er kann wegen der erwähnten Probleme weder qualitativ noch quantitativ beschrieben werden.

In der Herbstphase treten die Cyanobakterien-Gattungen *Nodularia*, *Aphanizomenon* und *Anabaena* zu fast gleichen Teilen auf, werden jedoch von verschiedenen kolonialen Cyanobakterien in der Abundanz übertroffen (Abb. 6c, d). Es zeigen sich trotzdem in dieser Zeit die niedrigsten Werte der Stickstoffisotopie in den Partikeln (Abb. 8), was auf eine Übertragung von Materials diazotropher Entstehung aus der Sommerperiode hindeutet. Die Diatomeenflora des Spätherbstes unterscheidet sich nur wenig von der des Frühjahres mit Ausnahme des Auftretens von *Coscinodiscus granii*, das mit *Actinocyclus octonarius* und *Chaetoceros* sp. die vorherrschenden Formen stellt.

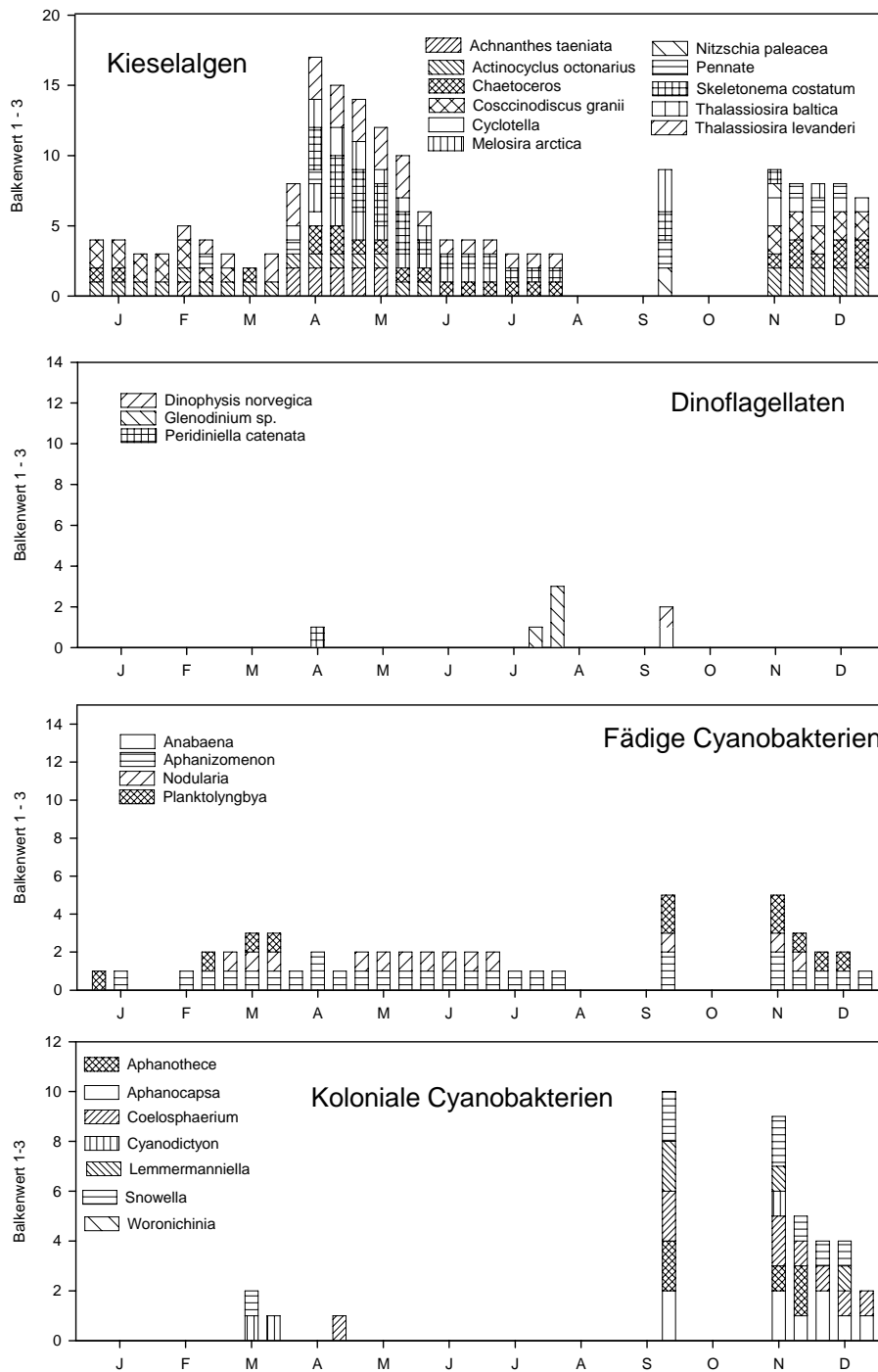


Abb. 6 a-d
Relative Häufigkeit einzelner Arten von Diatomeen, Dinoflagellaten sowie fädiger und kolonialer Cyanobakterien im sedimentierten organischen Material im Jahre 2005.

Fig. 6 a-d
Relative frequency of selected species of diatoms (a), dinoflagellates (b), filamentous (c) and colony-forming (d) cyanobacteria in sedimented organic material in 2005.

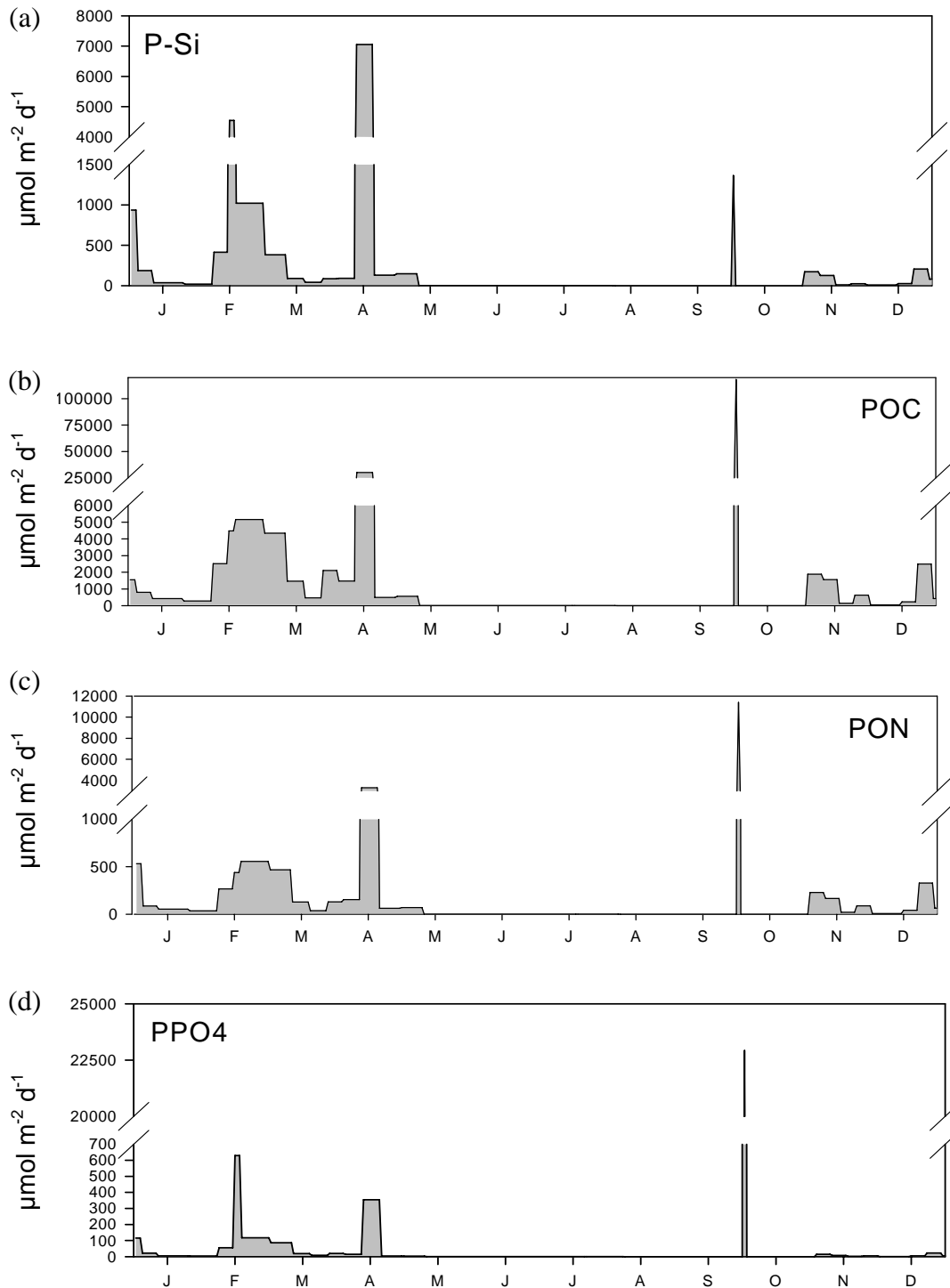


Abb. 7

Tägliche Sedimentationsraten von partikulärem biogenem Silikat (a), partikulärem organischem Kohlenstoff (b), partikulärem organischem Stickstoff (c) und partikulärem Phosphor (d) im Sedimentationshorizont 180 m auf der Station 271 im Jahre 2005.

Fig. 7

Daily sedimentation rates of particulate biogenic silicate (a), particulate organic carbon (b), particulate organic nitrogen (c) and particulate phosphorus (d) at 180 m depth at Station 271 in 2005.

Bedingt durch die fehlenden Sommerdaten lassen sich die Masseflüsse von Elementen (Abb. 7 a-d) primär mit zwei Ereignissen verknüpfen: Die schon beschriebene Frühjahrsblüte der Diatomeen mit hohen Flussraten aller Elemente, gleichzeitig C/P und C/N-Verhältnissen (Abb. 9, 10), die mit 100 bzw. 7 im Bereich lebender Algen liegen und einem Ereignis im Februar-März, das durch hohe Elementflüsse auffällt. Hier legen allerdings die niedrigen C/P-Verhältnisse (50), C/N-Verhältnisse über 10 und der niedrigere Kohlenstoffanteil an der Gesamtmasse die Vermutung nahe, dass durch eine Reihe starker Wintereinströme Bodenmaterial resuspendiert und in die Falle transportiert wurde. Ein unterhalb der Falle installierter Strömungsmesser zeigte in diesem Winter regelmäßig sehr hohe Strömungsgeschwindigkeiten von über 15 bis zu 25 cm s^{-1} an.

Das Jahr 2005 lässt sich durch die fehlenden Datensätze in Bezug auf den Massenfluss schlecht einordnen. Die Gesamtsumme für den jährlichen Vertikalfluss lag für die einzelnen Elemente bei 622 mmol C, 67 mmol N ($C/N=9,3$), 100 mmol Si und 8,6 mmol P pro m^2 und Jahr. Diese Werte sind um ca 1/3 geringer als im Vorjahr. Da im Mittel der letzten 10 Jahre die sommerliche Sedimentation die doppelte Menge der Frühjahrsphase in Bezug auf biogenes Material lieferte, muss aber davon ausgegangen werden, dass ein kompletter Jahresgang durchaus Ergebnisse über dem Durchschnitt ergeben hätte. Der Massefluss (Abb. 11) war im Jahr 2005 mit 110 g Trockenmasse pro Jahr höher als im Vorjahr, was sich aber durch das Resuspensionsereignis im Frühjahr erklären lässt.

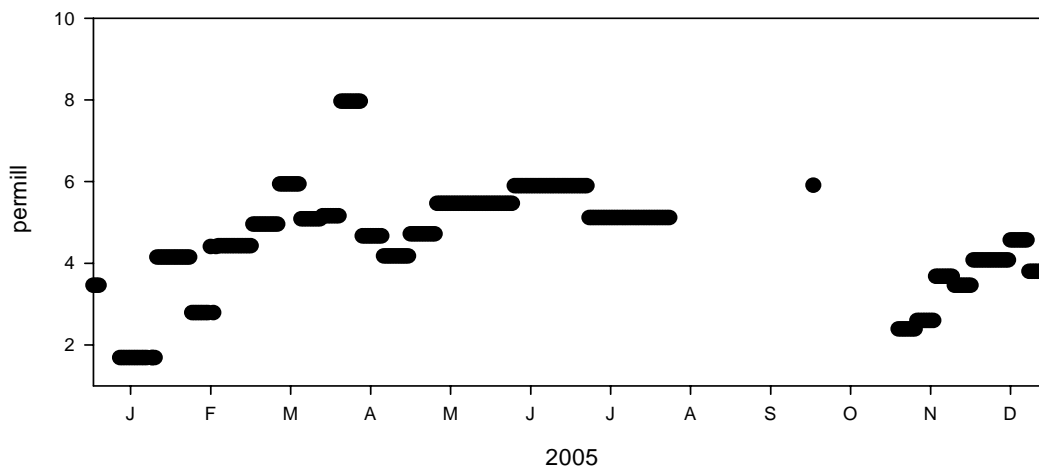


Abb. 8

Isotopie des Stickstoffs (permil delta 15 N) im Fallenmaterial im Jahr 2005.

Fig. 8

Isotopic composition (permil delta 15 N) in sedimented material at Stat. 271 in 2005.

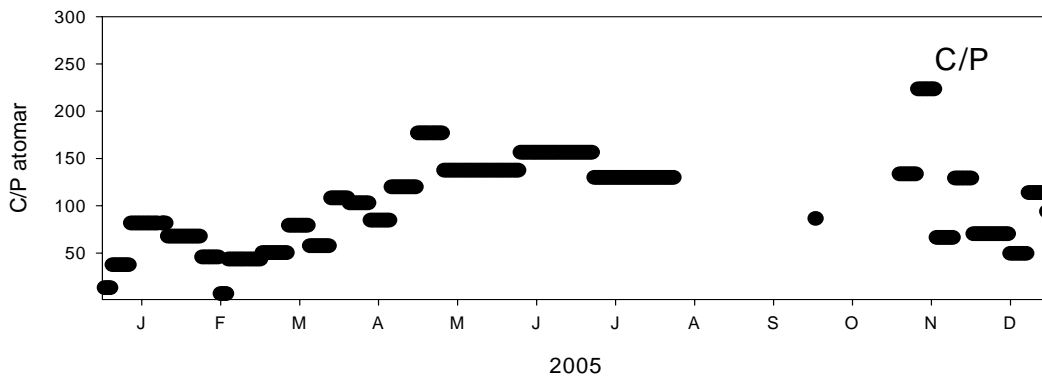


Abb.9

Atomares Verhältnis von Kohlenstoff zu Phosphor in Partikeln im Sedimentationshorizont 180 m auf der Station 271 im Jahre 2005.

Fig. 9

Atomic ratio of particulate carbon and particulate phosphorus at 180 m depth at Stat. 271 in 2005.

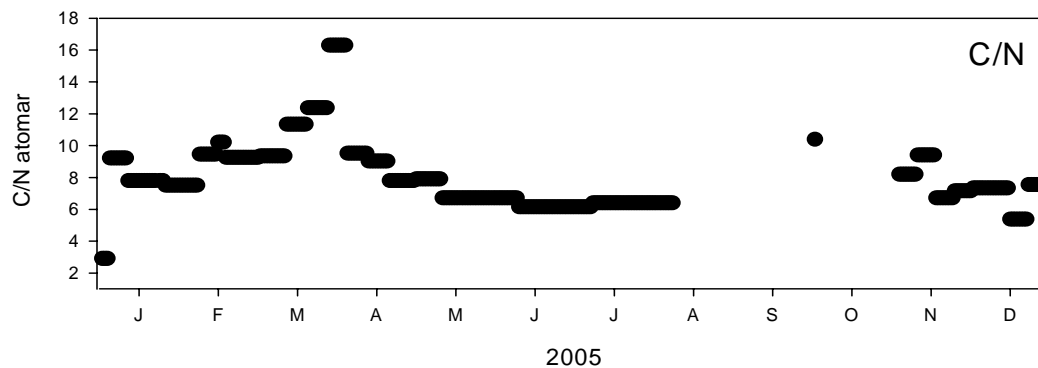


Abb. 10

Atomares Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff in Partikeln im Sedimentationshorizont 180 m auf der Station 271 im Jahre 2005.

Fig. 10

Atomic ratio of particulate nitrogen and particulate phosphorus at 180 m depth at Stat. 271 in 2005.

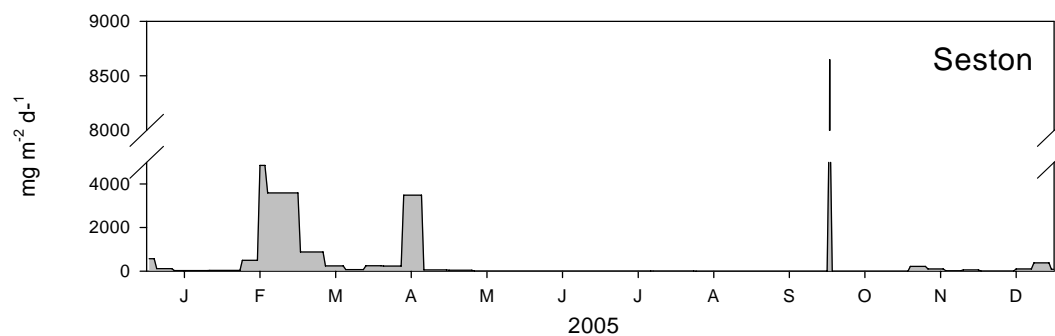


Abb. 11

Tägliche Sedimentationsraten von Trockenmasse (Seston) im Sedimentationshorizont 180 m auf der Station 271 im Jahre 2005.

Fig. 11

Daily sedimentation rates of seston (dry mass) at 180 m depth at Stat. 271 in 2005.

4.1.4 Jahrgang der Chlorophyll a – Konzentration

Der Chlorophyll-Jahrgang entspricht etwa den bereits in Abb. 4-5 dargestellten Jahrgängen der Biomasse. Deshalb verzichten wir auf eine spezielle Darstellung des Chlorophyll-Jahrgangs und verweisen auf die tabellarische Aufstellung der Meßwerte in Tabelle 7.

Tab. 7

Mittlere Konzentrationen von Chlorophyll a und Phaeopigment a (in mg m^{-3}) von 0 bis 10 m Tiefe oder (bei manchen Küstenstationen) von der Oberfläche (1 m).

Table 7

Average chlorophyll *a* and phaeopigment *a* concentration in the upper 10 m or (at some coastal stations) at the surface (1 m).

Station	Datum	Chl a (mg m^{-3})	Phaeo a (mg m^{-3})	Station	Datum	Chl a (mg m^{-3})	Phaeo a (mg m^{-3})
360	27.01.06	1.88	0.55	109	28.01.06	1.19	0.52
360	04.05.06	1.81	0.79	109	10.05.06	6.15	1.95
360	18.07.06	2.16	0.61	109	26.07.06	1.27	0.61
O22	27.01.06	1.16	0.48	109	10.11.06	4.34	1.43
O22	04.05.06	1.82	1.09	213	29.01.06	0.97	0.42
012	27.01.06	0.88	0.44	213	03.02.06	1.02	0.31
012	04.02.06	1.62	0.47	213	06.05.06	2.70	0.67
012	04.05.06	1.24	0.59	213	10.05.06	2.08	0.43
012	11.05.06	0.76	0.30	213	21.07.06	1.58	0.90
012	18.07.06	2.79	0.86	213	25.07.06	1.02	0.31
012	27.07.06	2.76	0.69	213	11.11.06	4.38	1.29
012	07.11.06	2.91	1.03	213	16.11.06	4.95	1.12
012	17.11.06	3.66	0.88	259	30.01.06	0.63	0.21
046	27.01.06	0.71	0.53	259	06.05.06	2.65	0.37
046	03.02.06	1.25	0.42	259	21.07.06	1.13	0.54
046	05.05.06	0.93	0.34	259	12.11.06	4.62	0.89
046	11.05.06	1.03	0.35	271	31.01.06	1.43	0.13
046	19.07.06	1.66	0.90	271	07.05.06	2.50	0.31
046	27.07.06	2.49	0.65	271	22.07.06	2.68	0.81
046	08.11.06	2.58	0.89	271	13.11.06	1.59	0.64
030	28.01.06	0.92	0.64	Nur Oberflächenwerte (1 m):			
030	03.02.06	1.22	0.53	O5	27.01.06	0.74	0.43
030	05.05.06	1.48	0.50	O5	05.05.06	1.12	0.42
030	11.05.06	0.89	0.38	O5	19.07.06	3.01	0.59
030	20.07.06	1.02	0.54	O5	07.11.06	3.92	1.05
030	26.07.06	0.90	0.49	O9	11.05.06	7.09	2.02
030	08.11.06	3.29	1.35	O9	19.07.06	1.08	0.41
113	28.01.06	1.24	0.59	O9	08.11.06	4.28	1.89
113	03.02.06	1.66	0.55	O11	28.01.06	0.94	0.61
113	05.05.06	2.92	0.93	O11	11.05.06	5.51	1.92
113	11.05.06	1.16	0.39	O11	26.07.06	1.39	0.61
113	20.07.06	1.73	0.82	O11	10.11.06	5.49	1.79
113	26.07.06	0.80	0.42	O22	18.07.06	2.74	0.81
113	09.11.06	3.12	1.48	O22	08.11.06	4.64	0.82
113	16.11.06	3.48	1.34	360	07.11.06	4.64	1.69

Da die Frühjahrsblüte nicht beprobt wurde, finden wir die typischen Frühjahrsmaxima nicht. Die höchsten Werte liegen deshalb in der Zeit der Herbstblüte. Wegen des Fehlens der März-Werte erübrigt sich auch die Errechnung eines Frühjahrs-Mittelwertes, so dass die in den Vorjahren stetig fortgeschriebene Tabelle der Saisonmittelwerte für das Jahr 2006 nicht sinnvoll weitergeführt werden kann.

4.1.5 Langzeittrend der Artenzusammensetzung

Langzeit-Veränderungen in der Artenzusammensetzung können ein wichtiger Indikator für Umweltveränderungen sein. Allerdings ist die Auswertung auf Artebene schwierig, denn taxonomische Auffassungen zu den einzelnen Arten ändern sich über längere Zeiträume, so dass die Konsistenz von Datenbanken über Jahrzehnte oft nicht gewährleistet ist. Um das Problem der möglicherweise abweichenden Artbestimmung zu umgehen, arbeitet man gern mit taxonomischen Gruppen, denn diese sind nicht so anfällig für Fehlbestimmungen. Außerdem sind viele Individuen, die einer Artbestimmung nicht zugänglich sind, oftmals wenigstens einer höheren taxonomischen Gruppe (z.B. Klasse) zuzuordnen. Dadurch reduziert sich die Masse der "Unbestimmten". Da die Klassen wesentlich mehr Individuen enthalten als die einzelnen Arten, werden die Daten bei höheren taxonomischen Rängen robuster und repräsentativer. Bisherige Phytoplanktontrendauswertungen wurden deshalb hauptsächlich auf der Ebene der Klasse gemacht (HELCOM 1996, WASMUND und UHLIG 2003). Die Ergebnisse dieser Analysen wurden im Bericht zum Jahre 2001 (WASMUND et al. 2002) ausführlich diskutiert und sollen hier nicht wiederholt werden. Auch auf die bis zum Jahre 2003 jährlich fortgeschriebenen Grafiken zur Phytoplankton-Zusammensetzung (= Abb. 17-21 in WASMUND et al. 2004) wird bis auf weiteres verzichtet.

Über die Zunahme der Dinoflagellaten in der Frühjahrsblüte auf Kosten der Kieselalgen insbesondere in der Bornholmsee, Gotlandsee und in geringerem Maße auch in der Arkonasee wurde bereits von WASMUND et al. (1998 b) berichtet. Es ist interessant, dass sich die Frühjahrs-Kieselalgen in den Jahren 2000-2003 in der Arkonasee und Bornholmsee, ab 2002 auch in der südlichen Gotlandsee wieder stärker entwickelt haben. Im Jahre 2004 konnte in den Wasserproben aus der Bornholmsee und der östlichen Gotlandsee aber keine Frühjahrs-Kieselalgenblüte nachgewiesen werden. Die Sinkstoff-Falle zeigte in der östlichen Gotlandsee Anfang April 2004 allerdings eine erhöhte Sedimentation von Kieselalgen und von biogenem Silikat an. Auch die Silikatabnahme im Wasser hat ein gewisses Kieselalgenwachstum in diesen Seegebieten angezeigt. Im Jahre 2005 war Anfang April in der Bornholmsee eine deutliche Kieselalgenblüte aufgetreten, in der östlichen Gotlandsee in geringerer Ausprägung. Leider können zur Frühjahrsblüte 2006 keine fundierten Angaben gemacht werden. Die Daten von Anfang Mai aus der Bornholmsee zeigen jedoch an, dass eine Kieselalgenblüte stattgefunden haben muss (Abb. 5b). Auch die an Station 213 in 50 m Tiefe gefundene Konzentration von *Thalassiosira baltica* dürfte ein Überbleibsel einer Blüte sein. In der Gotlandsee war keine Kieselalgenentwicklung nachzuweisen.

Erstaunlich ist, dass gerade in der westlichen Ostsee, wo regelmäßig Frühjahrs-Kieselalgenblüten auftreten, bereits im Sommer wieder Kieselalgen zur Entwicklung kommen. Im Jahre 2006 war allerdings keine Sommer-Kieselalgenblüte nachzuweisen. Blüten der Kieselalge *Dactyliosolen fragilissimus* wurden im Sommer 1998, 1999, 2001 und 2002 zumindest in der Mecklenburger Bucht und dem westlichen Teil der Arkonasee gefunden. Im Juli 2003 war allerdings *Guinardia flaccida* stärker entwickelt als *Dactyliosolen fragilissimus*. Im Juli 2004 dominierten *Cerataulina*

pelagica und *Proboscia alata*. Im Sommer 2005 war in der Mecklenburger Bucht und dem westlichen Teil der Arkonasee wiederum eine kräftige *Dactyliosolen*-Blüte festzustellen. In den östlicheren Seegebieten können keine Kieselalgen-Sommerblüten nachgewiesen werden, obwohl gerade hier wegen der geringen oder ganz fehlenden Kieselalgen-Frühjahrsblüten noch ausreichend Silikat vorhanden ist.

Der bereits in Kapitel 4.1.4 erwähnte, in den jährlichen HELCOM-Indikatorreports vorgestellte „spring bloom intensity index“ zeigt für 2006 (wie schon für 2005) keine Blüte für die Arkonasee an, da als Kriterium für eine Blüte eine Chlorophyll a Konzentration $> 5 \text{ mg m}^{-3}$ angesetzt wurde, die nicht erreicht wurde (http://www.helcom.fi/environment2/ifs/ifs2006/en_GB/springbloom/). Diese Aussage erscheint uns allerdings als zweifelhaft, denn im Jahre 2005 fanden wir auf Station 109 sehr wohl eine Blüte mit einer Biomasse von über 4000 mg m^{-3} .

Während Cyanobakterienblüten in der Bornholmsee in den Jahren 2004 und 2005 ausgeblieben waren, konnten sie im Jahre 2006 wieder nachgewiesen werden. Eine besonders starke und lang anhaltende Cyanobakterienblüte zeigte sich in der westlichen Ostsee; sie breitete sich sogar bis in das Kattegat aus. Der „Cyanobacteria bloom index“ macht für das Jahr 2006 noch keine Angaben (http://www.helcom.fi/environment2/ifs/ifs2006/en_GB/CyanobacteriaBloom/).

4.1.6 Langzeittrend der Chlorophyll a – Konzentration

In den Jahresberichten bis zum Jahr 2004 (WASMUND et al. 2005) basierten die Untersuchungen zu Chlorophyll-a-Trends auf der HELCOM-Datenbank, die allerdings nur bis zum Jahre 1993 (also dem Stand des 3. Periodischen Assessments der HELCOM) geführt wurde. Die Daten für weitere 5 Jahre (also für das 4. Periodische Assessment, vgl. WASMUND 2002) wurden direkt von den Daten-Originatoren der verschiedenen Ostsee-Institute zur Verfügung gestellt. Ab dem Jahre 1999 konnte die Datenreihe nur noch mit den eigenen Daten fortgeführt werden. Die Datenreihe wurde folglich immer „dünnere“. Dem wollten wir durch Akquirierung aktuellerer Fremddaten aus der ICES-Datenbank entgegenwirken. Das wurde möglich, da die neue Datenpolitik des ICES nun stärker auf die Datenverfügbarkeit gerichtet ist (siehe http://www.ices.dk/Datacentre/Data_Policy_2006.pdf). Es traten jedoch erhebliche Abweichungen zwischen der bisherigen HELCOM-Datenbank und der ICES-Datenbank zu Tage. Mit aufwändigen Recherchen konnten wir verschiedene Fehler eliminieren und schließlich eine neue interne Datenbank schaffen. Diese bildete die Basis für die umfangreichen Untersuchungen zu Chlorophyll-Trends im letztjährigen Bericht (WASMUND et al. 2006a). Die auf den Einzel-Meßwerten (0-10m) basierende Trendstatistik wurde dort zu Vergleichszwecken parallel mit der „alten“ und der „neuen“ Datenbank durchgeführt. Allein durch Hinzufügen der Daten von 2005 zu der „alten“ Datenbank verlor der bislang zunehmende Trend in der Arkonasee seine Signifikanz und es blieb nur noch der abnehmende Trend der Mecklenburger Bucht für $p=0,05$ signifikant (t-Test). Die Durchführung des t-Tests mit der „neuen“ Datenbank ergab sogar für die Mecklenburger Bucht keine Signifikanz mehr. Die Streuung der Werte war offensichtlich zu groß. Entgegen der Ankündigung von WASMUND et al. (2006a) wollen wir doch noch einmal die Grafiken mit den Einzelwerten darstellen, wie sie bis zum Bericht von 2004 (WASMUND et al. 2005) gezeigt wurden, nun aber mit den „neuen“ Daten (Abb. 12, 13). Wie oben erwähnt sind die Trends bei Einbeziehung aller Meßwerte nicht mehr signifikant und die eingezeichnete Linie dient nur noch der Orientierung.

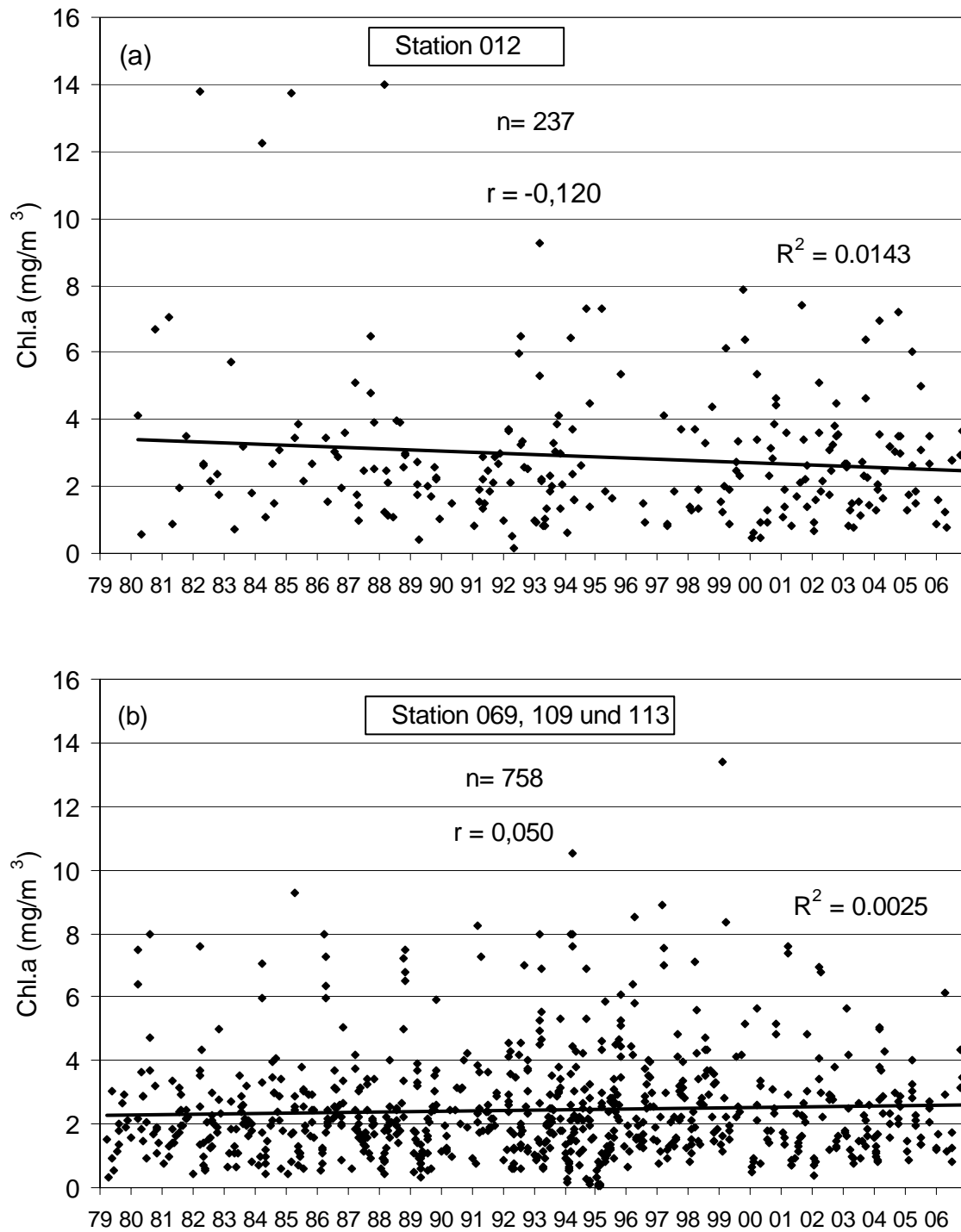


Abb. 12

Trend 1979-2006 der Chlorophyll *a* –Konzentration (Mittelwerte aus 0-10 m Wassertiefe) in (a) der Mecklenburger Bucht und (b) der Arkonasee.

Fig. 12

Trend 1979-2006 of the chlorophyll *a* concentration (mean of 0-10 m depth) in (a) Mecklenburg Bight and (b) Arkona Sea.

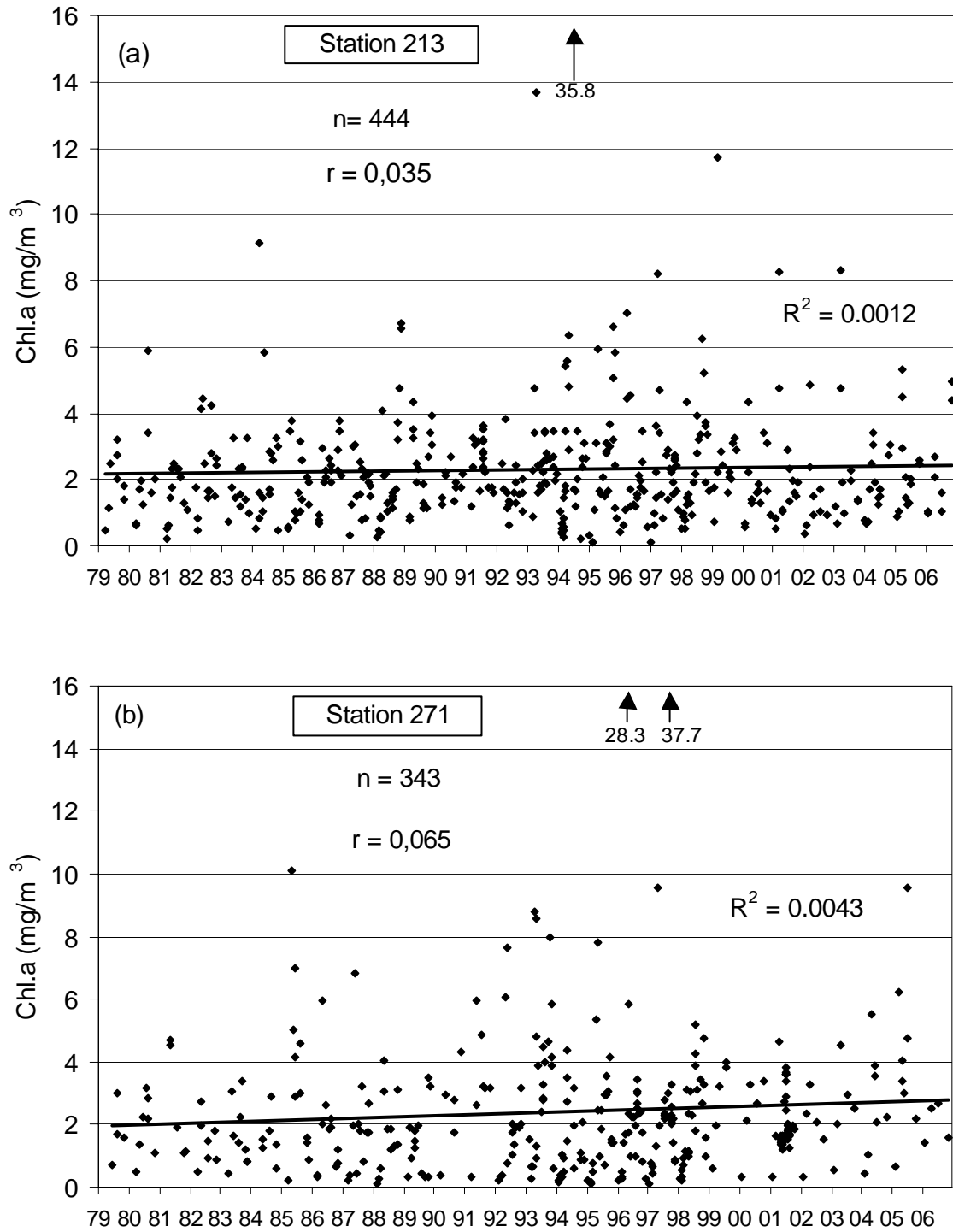


Abb. 13

Trend 1979-2006 der Chlorophyll a –Konzentration (Mittelwerte aus 0-10 m Wassertiefe) in (a) der Bornholmsee und (b) der östlichen Gotlandsee.

Fig. 13

Trend 1979-2006 of the chlorophyll *a* concentration (mean of 0-10 m depth) in (a) Bornholm Sea and (b) eastern Gotland Sea.

Um die hohe Variabilität möglicherweise einzuschränken, haben WASMUND et al. (2006a), die Jahreszeiten separat betrachtet. Die Jahreszeiten wurden einfach nach Monaten definiert, wie das bereits von HELCOM (1996) vorgeschlagen wurde (Tabelle 8).

Tab. 8

Definition der Jahreszeiten anhand der Monate nach HELCOM-Strategie.

Table 8

Definition of seasons according to the HELCOM strategy.

Jahreszeit	Beltsee (einschl. Mecklenburger Bucht)	Eigentliche Ostsee
Winter	Dezember-Januar	Januar-Februar
Frühjahr	Februar-April	März-Mai
Sommer	Mai-August	Juni-September
Herbst	September-November	Oktober-Dezember

WASMUND et al. (2006a) stellten fest, dass sich nun deutliche Trends ergaben, die in den unterschiedlichen Jahreszeiten sogar sehr verschieden waren, unabhängig davon, ob sie auf Einzelwerten oder Saison-Mittelwerten basierten. Es zeigte sich, dass in erster Linie die Frühjahrs-werte einen Trend zeigten, während die Sommerwerte im Langzeit-Verlauf recht gleichbleibend waren. Das wird besonders deutlich bei der grafischen Darstellung der wichtigsten Beispiele (Abb. 14). Die Frühjahrswerte zeigen in der Mecklenburger Bucht einen stark signifikanten Abfall, aber in der Arkonasee und in der Bornholmsee signifikante Anstiege. Die Sommerwerte ergaben keinen signifikanten Trend. Erwartungsgemäß blieben die Trends erhalten nach Hinzufügen der Daten von 2006 (Tabelle 9). Es sind auch die Saisonmittel dargestellt und durch eine gestrichelte Linie verbunden. Die auf den Saisonmitteln basierende Trendgerade ist ebenfalls gestrichelt dargestellt; sie weicht kaum von der auf Einzelwerten basierenden Geraden ab.

Tab. 9

Korrelationskoeffizienten (r) der linearen Regression der Chlorophyll a -Daten (Einzelwerte; immer Mittelwerte aus 0-10 m Wassertiefe) der Jahre 1979-2006 für 4 ausgewählte Seegebiete. r kursiv gedruckt für Signifikanz bei $p=0.05$, fett gedruckt für Signifikanz bei $p=0.01$. Anzahl der Messwerte (n) ist der Abb. 14 zu entnehmen.

Table 9

Correlation coefficients (r) of the linear regression of all chlorophyll a data (single data, always averages of 0-10 m depth) in the period 1979-2006 for 4 selected sea areas. r in italics if significant for $p=0.05$, bold if significant for $p=0.01$. Number of data (n) is given in Fig. 14.

Stationen	Linearer Regressionskoeffizient		
	Frühjahr	Sommer	Herbst
012	-0.418	0.037	0.142
069, 109 und 113	0.158	-0.010	0.066
213	<i>0.166</i>	-0.140	0.010
271	0.085	0.152	<i>0.249</i>

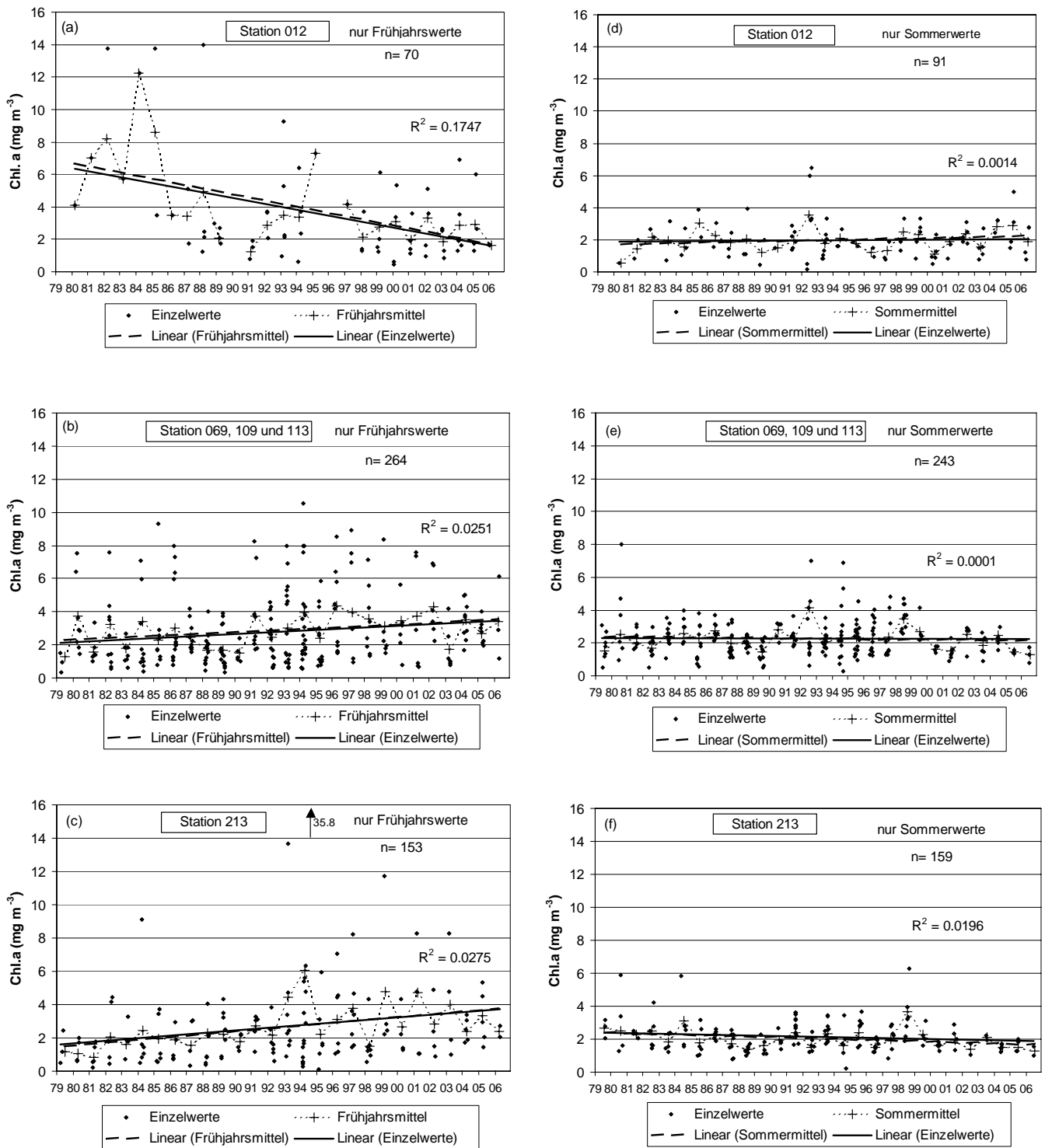


Abb. 14: Trends der Chlorophyll a-Konzentrationen (mittels linearer Regression), sowohl für Einzelwerte als auch Saison-Mittelwerte, für die Frühjahrswerte (a-c) und Sommerwerte (d-f) in der Mecklenburger Bucht (a,d), Arkonasee (b,e) und Bornholmsee (c,f); R^2 gilt für die Einzelwerte.

Fig. 14: Trends in the chlorophyll *a* concentration (by linear regression), both for single data and seasonal means, for spring (a-c) and summer (d-f) data in Mecklenburg Bight (a,d), Arkona Sea (b,e) and Bornholm Sea (c,f); R^2 is based on the single data.

4.2 Mesozooplankton

4.2.1 Jahreszeitliche Präsenz und mehrjähriger Vergleich

Über die letzten acht Jahre betrachtet, wurden insgesamt 37 Taxa registriert. Davon wurden (im Juli) 2006 maximal 27 Gruppen gefunden (Tab. 10). Das bisherige Maximum von 31 Taxa je Terminfahrt wurde im November 2005 beobachtet. Prinzipiell sind sieben Gruppen zu unterscheiden:

Die Vertreter der Gruppe 1 (laufende Nummer 1 bis 12) waren im Vergleichszeitraum stets ganzjährig präsent. Dazu gehören die Schlüsselarten, wie die calanoiden Copepoden (in der Reihenfolge ihrer Dominanz: *A. longiremis*, *Pseudocalanus* spp., *A. bifilosa*, *Temora longicornis*, *Centropages hamatus* und *Eurytemora affinis*), der cyclopoide Copepode *Oithona similis*, die Rotatorien (*Synchaeta* spp.) sowie meroplanktische Larven (Bivalvia, Gastropoda, Polychaeta). Gymnolaemata- (syn. Bryozoa) fehlten im Mai. Zur Gruppe 2 (laufende Nummer 13) zählt nur diejenige Gruppe, die in den letzten drei Jahren stets nur in wenigen Exemplaren vorhanden war. Das betrifft die Hydroidolina. Das ist der Oberbegriff für die marinen, athekaten Anthomedusen, wie *Euphysa aurata*. Das könnte ein Zeichen für eine beginnende, salzreichere Ära in der westlichen Ostsee sein. Auch die erstmals ganzjährige Präsenz der Gruppe 3 im Jahre 2006 unterstreicht diese Tendenz (laufende Nummer 14 bis 17). Darin enthalten sind *Alaurina composita*, *Evadne nordmanni* und *Podon* spp., die alle dem marinen Spektrum zuzurechnen sind. Die ebenfalls ganzjährige Präsenz von *Keratella* spp. (Rotifera) hingegen bezieht sich auf die eigentliche Ostsee und ist dort ein Zeichen für Süßwassereinfluss. Die Gruppe 4 (laufende Nummer 18 bis 21) umfasst Taxa, deren ganzjährige Präsenz zurückging, wie die microphagen Appendicularien *Fritillaria borealis* im Sommer. Hier gehört auch *Cyclops* spp. hinein, die früher stets in der Pommerschen Bucht gefunden wurden, auf einer Station, die jetzt nicht mehr beprobt wird. Leicht zugenommen hat auch die jahreszeitliche Präsenz der Vertreter der Gruppe 5 (laufende Nummer 22 bis 27). Dazu zählen marine Vertreter, wie *Parasagitta* spp. (im Tiefenwasser der Bornholmsee), ferner *Oikopleura dioica*, der eher marine Vertreter der Appendicularien in der westlichen Ostsee, sowie die auf den westlichsten Stationen vorkommenden Echinodermaten-Larven und Lophogastrida (syn. Mysidacea). *Limnocalanus macrurus* war in den tieferen Horizonten der östlichen Gotlandsee zwar öfters als in den Vorjahren, aber stets nur in wenigen Exemplaren anzutreffen. Die Veränderungen in Gruppe 6 (laufende Nummer 28 bis 30) sind unterschiedlich zu deuten. So nahmen die jahreszeitliche Präsenz der microphagen Tintinniden im November 2006 ab. *Bosmina* spp., mit typischem Massenvorkommen im Sommer, hat sich in der letzten Zeit noch im Januar nachweisen lassen. Die Malacostracen-Larven (wahrscheinlich der Strandkrabbe *Carcinus maenas* Linnaeus 1758) scheinen wieder zum festen Bestandteil des Planktons im Sommer zu werden. Die Vertreter der Gruppe 7 (laufende Nummer 31 bis 37), sind Zufallsnachweise, meist mit salzreichem Wasser eingetragen, oder sie waren Bestandteile des Planktons in der vormals beprobten Pommerschen Bucht (*Daphnia* spp.).

Tab. 10

Jahreszeitliche Präsenz der zwischen 1999 und 2006 von Kieler Bucht bis in die östliche Gotlandsee identifizierten taxonomischen Gruppen des Mesozooplanktons (L = Larven). Die vorletzte Zeile enthält die Monatssumme, die letzte Zeile, die Abweichung vom Jahresmittel der monatlichen Summe (23 Taxa). Siehe nächste Seite !

4.2.2 Situation im östlichen Gotlandbecken nach den Salzwassereinbrüchen von 2003

Mit dem stärkeren Salzwassereinstrom im Jahre 2003 hatte die Abundanz der in der Nordsee heimischen Strudelwürmer *Alaurina composita* mit maximal 10300 Ind./m³ einen Höhepunkt im Ostseeraum (Kieler Bucht) erreicht. Sie ging im Jahre 2005 auf die übliche Konzentration von maximal 2200 Ind./m³ zurück. Im Berichtsjahr 2006 erniedrigte sich dieser Wert weiter auf 545 Ind./m³. Gegen Ende 2006 wurden in den tiefen Becken, speziell in der Gotlandsee Anzeichen für eine sehr schwache Erneuerung des Tiefenwassers gefundenen, durch wenige Einschübe oxischen Wassers in den ansonsten anoxischen Wasserkörper unterhalb der Haloklinen (NAUSCH et al., 2007). Das spiegelte sich durch geringste Mengen dieser Nordseebewohner auf der Station 271 wieder. Die Abundanzen betragen im November oberhalb von 38 m 24 Ind./m³, unterhalb von 100 m wurden nur einige Exemplare gefunden (0,05 Ind./m³). Das Ausbleiben deutlicher Einstromereignisse betraf 2006 auch den zweiten Indikator, die Abundanz des marinen Cyclopoiden *Oithona similis* unterhalb der Haloklinen im Gotlandtief. Hier wurde gegenüber den höchsten Werten, die seit Beginn der Untersuchungen im Jahre 1979 in den Jahren 2004/2005 zu beobachten waren, eine 7-fache Reduktion verzeichnet (Abb. 15). Damit hatte sich die Abundanz von *Oithona similis* wieder auf das gewohnte Maß von weniger als 100 Ind./m³ verringert. Zu einem völligen Ausfall, wie in den späten achtziger Jahren, ist es zur Zeit noch nicht gekommen.

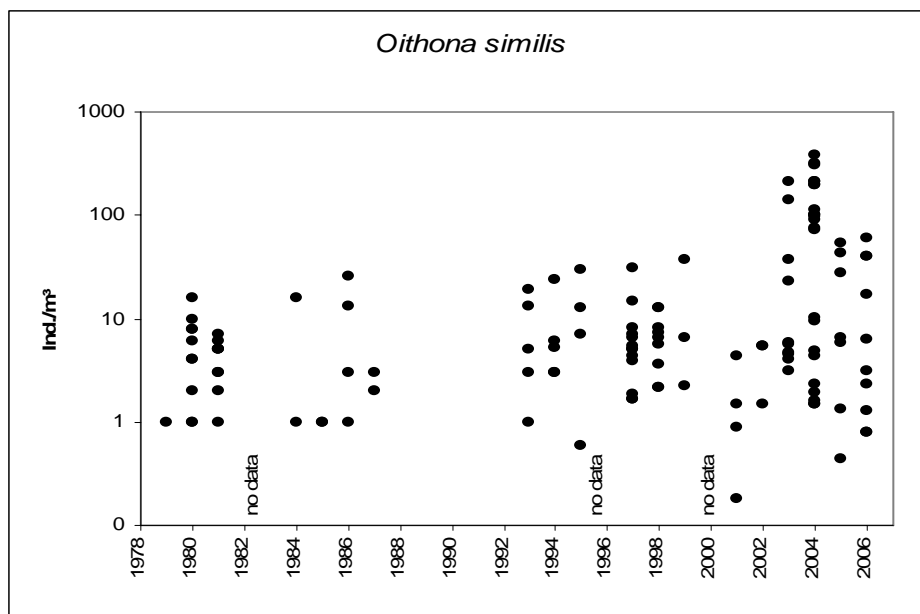


Abb. 15

Oithona similis - Abundanz unterhalb der Haloklinen des Gotlandtiefs zwischen 1979 und 2006 als Indikator für biotische bzw. abiotische Phasen im Tiefenwasser.

Fig. 15

Oithona similis abundance below the halocline as an indication of the shift between abiotic and abiotic phases in deep water east of Gotland Island between 1979 and 2006.

4.2.3 Zooplankton - Abundanzrückgang seit Anfang der neunziger Jahre

Der Rückgang in der Gesamtabundanz des Mesozooplanktons um 50 % (2006) bzw. 70 % (2005) gegenüber der Periode in den frühen 90er Jahren hat sich nicht absolut aber tendenziell fortgesetzt. (Tab. 11, Abb. 16). Am auffälligsten war der Rückgang, wie in den Vorjahren, bei den Rotatorien. Die Abundanzmaxima verringerten sich 2006 gegenüber den Zahlen zu Beginn der neunziger Jahre um fast zwei Größenordnungen. Das kann als Indiz für eine rückläufige Eutrophierung in der offenen Ostsee angesehen werden, denn gerade Rotatorien werden als Indikator für diesen Effekt benutzt (z.B. EKDAHL et al., 2004). Gleichzeitig reduzierte sich 2006 auch die maximale Copepoden-Abundanz.

Die Maxima der adulten calanoiden Copepoden schwanken in der Gesamtmenge seit Mitte der neunziger Jahre relativ wenig um ein Mittel von etwa 30000 Ind./m³. Das ist im Vergleich zu Beginn der neunziger Jahre jedoch nur halb so hoch. Im Jahre 2006 halbierte sich dieser Wert erneut auf 12000 Ind./m³. Im Verhältnis der Arten zueinander gab es seit jeher beträchtliche Schwankungen (Tab. 12). Es dominierte im Jahre 2006 (wie im Vorjahr) *Acartia longiremis*, gefolgt von *Pseudocalanus* spp. sowie den übrigen. *Acartia tonsa* und *Eurytemora affinis* sind Arten des küstennahen Bereiches bzw. der nördlicheren Gebiete (Rigaer Bucht, Finnischer Meerbusen). Der Rückgang kann sowohl „bottom up“ (s. oben) als auch „top down“ bedingt sein, letzteres durch den Fraßdruck seitens der im Bestand deutlich gestiegenen Sprotten (*Sprattus sprattus*) (z.B. MÖLLMANN et al., 2005; HANSSON et al., 2007).

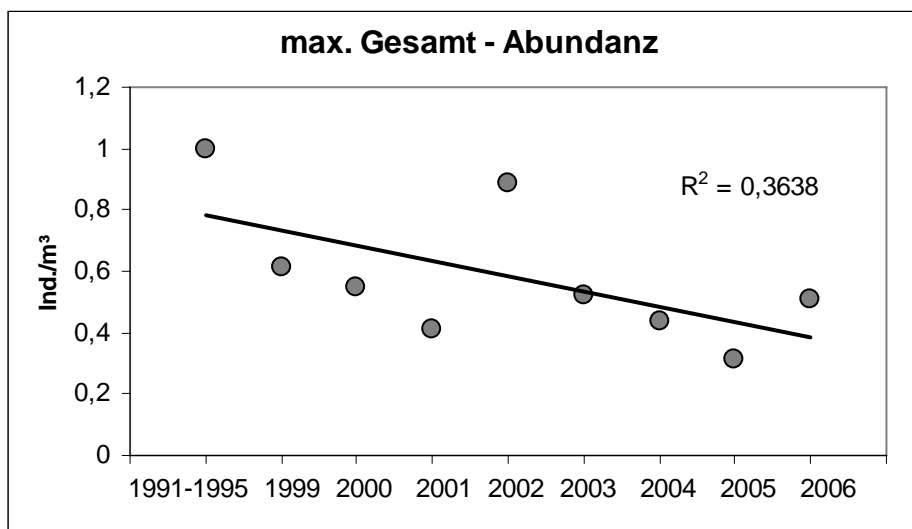


Abb. 16

Relativer Rückgang in der Summe der Abundanzmaxima von fünf holo- und drei meroplanktischen Gruppen (Tab. 11) seit dem Beginn der neunziger Jahre (1991-1995 = 1).

Fig. 16

Relative decrease in total abundance maxima of five holo- and three meroplanktonic taxa (Tab. 11) since the beginning of the nineties of the last century (1991-1995 = 1).

Tab. 11

Maximale Abundanz von fünf holo- und drei meroplanktischen Gruppen aus allen im Jahre 2006 gewonnenen Proben im Vergleich mit der Rangordnung aus den Jahren 1991-95 und den Ergebnissen seit 1999. Die vorletzte Zeile erlaubt den relativen Vergleich der Summe aller Werte zwischen 1999 und 2005 mit derjenigen des Vergleichszeitraumes von 1991-95. Die unterste Zeile enthält die jährliche maximale Wassertemperatur in der östlichen Gotlandsee. Die höchsten Abundanzen je Taxon wurden durch Fettdruck hervorgehoben.

Table 11

Abundance maximum of five holoplanktic and three meroplanktic taxa of all samples collected in 2006 in comparison to the previous years and the period between 1991 and 1995. The relative numbers in comparison to the 1991 to 1995 period are shown in the row before the last one. Annual sea temperature maxima in the eastern Gotland Sea are shown in the last row. Largest concentrations are printed in bold.

Taxa	Maximale Abundanz (Ind. /m ³)								
	1991 – 1995	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Rotatoria	500 000	101 500	350 000	135 000	124 000	152 700	264 000	92 500	6 100
Cladocera	245 000	357 900	60 000	130 000	564 600	116 600	7 200	55 638	375 600
Calanoida (C6 – Stadien)	68 000	24 800	30 400	25 900	31 600	30 400	24 940	36 600	12 000
Cyclopoida (C6 – Stadien)	14 000	8 533	8 000	9 500	4 700	35 300	22 800	15 935	2 300
Appendicularia	8 000	4 700	3 500	12 000	13 800	8 300	8 900	7 540	9 050
Polychaeta - Larven	5 000	3 500	3 000	2 000	3 900	53 800	17600	38 274	5 700
Bivalvia - Larven	4 000	10 200	9 000	28 000	12 100	37 300	24500	8 459	19 400
Gastropoda - Larven	500	900	800	1 300	2 200	2 000	900	2 398	1 100
Summe , relativ zu 1991-1995	1	0,61	0,55	0,41	0,89	0,52	0,44	0,31	0,51
Maximale Wassertemperatur, mittlere Gotlandsee °C	21,7	21,1	17,7	20,7	20	20,8	15,7	17	18,7

Tab. 12

Maximale Abundanz von sieben calanoiden Copepoden-Gattungen bzw. -Arten aus allen im Jahre 2006 gewonnenen Proben im Vergleich mit den Situationen aus den Jahren 1995 und ab 2000.

Table 12

Maximum abundance of seven calanoid copepods species and genera, respectively from all samples of 2006 in comparison to 1995 and to the period beginning with 2000.

Calanoide Copepoden (C6- Stadien)	Maximale Abundanz [Individuen / m ³]							
	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<i>Acartia tonsa</i>	11 000	2 000	2 000	3 400	2 100	340	2 600	200
<i>Acartia bifilosa</i>	6 500	4 100	9 100	10 900	8 700	2 000	3 000	2 100
<i>Acartia longiremis</i>	5 000	5 500	4 000	3 500	1 300	4 600	12 400	2 800
<i>Temora longicornis</i>	4 000	12 000	4 500	9 300	8 200	4 500	11 800	2 000
<i>Centropages hamatus</i>	1 500	3 000	1 600	2 000	6 200	12 000	3 300	2 000
<i>Pseudocalanus</i> spp.	1 000	3 600	3 300	1 200	3 300	1 100	3 200	2 500
<i>Eurytemora affinis</i>	100	200	1 400	1 300	600	400	250	400
Summe	29 100	30 400	25 900	31 600	30 400	24 940	36 600	12 000

4.2.4 *Bosmina* spp. und *Cercopagis pengoi*

Der 2005 bereits festgestellte Zuwachs im Bereich der Cladocera *Bosmina* spp., *Evadne nordmanni*, und *Podon* spp., setzte sich fort. Im Jahre 2006 wurden mit 375 600 Ind./m³ die dritthöchsten Konzentrationen des Vergleichszeitraumes registriert (Tab. 11). Aus Abb. 17 lässt sich eine typische, temperaturabhängige Optimumskurve (FLÖßNER, 1972) ableiten, mit einem Maximum bei 20°C. Sie enthält auch zwei Abweichungen davon (s. Kreis) bei 20,7 °C (2001) und bei 20,8 °C (2003). Ursache kann ein Räuber-Beute-Effekt zwischen der herbivoren Gattung *Bosmina* spp. und carnivoren Art *Cercopagis pengoi* sein. Das lassen Ergebnisse aus Untersuchungen von Sedimentfallen-Proben von 2003 und 2004 durch Anja Zettler vermuten (Abbildung siehe in WASMUND et al., 2005). Während im Jahre 2003 *Bosmina* – Exhuvien deutlich überwogen, gestaltete sich das Verhältnis 2004 zugunsten von *Cercopagis pengoi*. Inzwischen wurde die Hypothese über Räuber-Beute-Beziehungen zwischen den einheimischen *Bosmina*-Arten und von *Cercopagis pengoi* aus dem ponto-kaspischen Raum durch Netzproben aus estnischen Gewässern (POLLUMÄE et al., 2004) und durch molekularbiologische Untersuchungen am Darminhalt von *Cercopagis pengoi* (GOROKHOVA et al., 2005) nachgewiesen. Im letzteren Fall wurden Bosminen identifiziert. Die hohen *Bosmina*-Abundanzen 2006 passen zu diesen Ergebnissen, denn eine auf *Cercopagis pengoi* gerichtete Probenentnahme auf dem finnischen FS „Aranda“ ergab im August, dem Monat mit dem Hauptvorkommen von *Bosmina* spp., eine nur mäßige Ausbeute.

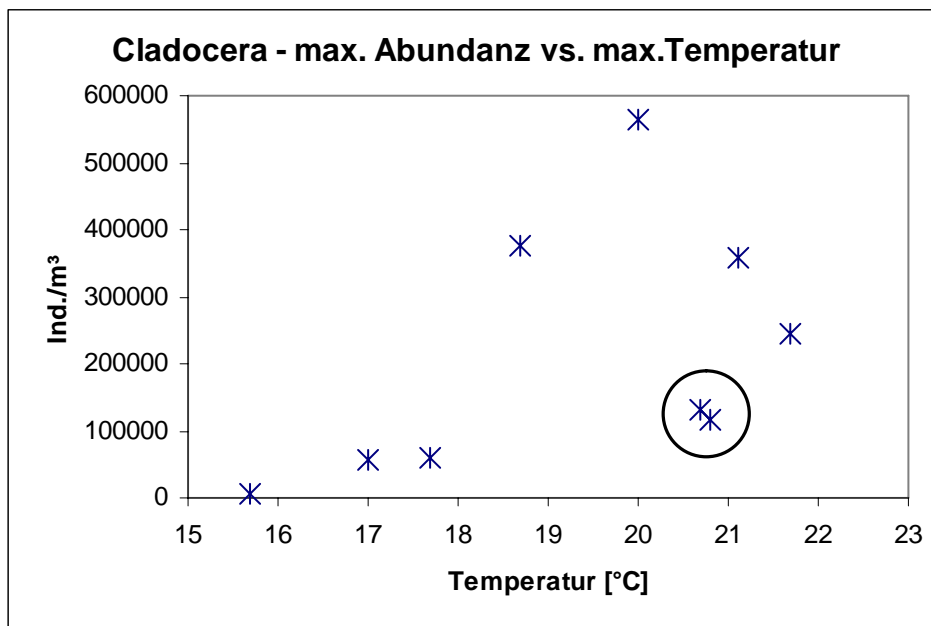


Abb. 17

Maxima der Cladoceren – Abundanz zwischen 1999 und 2006 im Vergleich zur jährlichen maximalen Wassertemperatur.

Fig. 17

Maxima of the abundance of cladocerans between 1999 and 2006 in comparison to the annual maximum sea temperature.

4.2.5 *Mnemiopsis leidyi* – eine mögliche Herausforderung von der amerikanischen Ostküste

Seit dem Sommer 2006 gibt es in der Ostsee eine zusätzliche Rippenqualle, *Mnemiopsis leidyi* (A. AGASSIZ, 1865), die an der amerikanischen Ostküste beheimatet ist (HANSSON, 2006; JAVIDPOUR et al., 2006). Sie hatte in den achtziger Jahren für großes Aufsehen im Schwarzen Meer gesorgt, nachdem sie dort, per Ballastwasser eingetragen, die ohnehin schon geschwächten Anchovis-Bestände (*Engraulis encrasicolus* GÜNTHER, 1868) zusätzlich um 90% dezimiert hatte. Die Geschichte des vermutlichen Eintrags und die Fundorte im Nord- und Ostseeraum sind bei KUBE et al. (2007) dokumentiert worden. Demzufolge hat die Art 2006/2007 im 9 °C warmen Tiefenwasser der Bornholmsee überwintert. Die östlichste Ausbreitung wurde auf der BSH/IOW-Terminfahrt im Februar 2007 in der südlichen Gotlandsee (Station 259) ausgemacht. Hinsichtlich des „Bedrohungspotentials“ wird im Moment vermutet, dass sich dies im Vergleich zum Schwarzen Meer in Grenzen halten wird. Die Art ist hier einem höheren Konkurrenzdruck im Nahrungserwerb ausgesetzt als dies dort der Fall war. Außerdem werden die optimalen Reproduktionstemperaturen von mehr als 22 °C nicht erreicht werden. Es ist allerdings notwendig, die Entwicklung im Auge zu behalten, speziell im Hinblick auf die Adaptationsfähigkeit der Tiere und die Synchronisierung im Nahrungsnetz (Fischeier und -larven).

4.3. Makrozoobenthos

Im November 2006 wurden an 9 Stationen je 3 Proben mit einem van-Veen-Greifer genommen und auf Makrozoobenthos untersucht. Zusätzlich kam an allen Stationen eine Dredge zum Einsatz, um die selteneren und vagilen Arten zu erfassen. An den gleichen Stationen wurde auch eine Unterwasser-Videokamera eingesetzt, um v. a. epibenthische Arten nachzuweisen sowie die Sediment- und Habitateigenschaften zu charakterisieren. Mit 140 war die Artenzahl im Vergleich zu den Jahren 1991 bis 2005 sehr hoch (WASMUND et al. 2006a) (Tab. 13, Abb. 18). Allerdings muss betont werden, dass 2 zusätzliche Stationen mit ins Programm aufgenommen wurden (siehe oben). Die Station 360 in der Kieler Bucht stellte sich erwartungsgemäß als die artenreichste im gesamten Untersuchungsgebiet heraus. 75 Taxa konnten dort nachgewiesen werden. Nach den verheerenden Bestandseinbußen und Artenrückgängen im Jahre 2002 hatte sich insbesondere die Fauna an den Stationen 010 (Fehmarnbelt) und 012 (Mecklenburger Bucht) in den darauffolgenden Jahren (mit Ausnahme von 2005) deutlich erholt.

Tab. 13

Verbreitung des Makrozoobenthos an den 9 Stationen im November 2006.

Table 13

Distribution of macrozoobenthos at 9 stations in November 2006.

Taxa	360	010	012	018	030	109	152	160	213
PORIFERA									
<i>Halichondria panicea</i>	X	X		X					
<i>Haliclona limbata</i>		X							
<i>Halisarca dujardini</i>	X			X					
<i>Leucosolenia</i> sp.	X	X							
CNIDARIA									
<i>Actinia equina</i>	X								
<i>Cordylophora caspia</i>								X	
<i>Dynamena pumila</i>		X							
<i>Edwardsia danica</i>	X			X	X				
<i>Eudendrium</i> sp.			X						
<i>Halitholus yoldia-arcticae</i>					X		X		
<i>Hartlaubella gelatinosa</i>	X	X		X	X		X	X	
<i>Lafoenia tenuis</i>					X				
<i>Metridium senile</i>		X		X	X				
<i>Opercularella lacerata</i>			X						
<i>Sertularia cupressina</i>		X							
PRIAPULIDA									
<i>Halicryptus spinulosus</i>			X		X		X		
PLATHELMINTHES									
Turbellaria indet.	X							X	
NEMATHELMINTHES									
<i>Cyanophthalma obscura</i>					X				
<i>Lineus ruber</i>	X				X				
<i>Malacobdella grossa</i>	X			X					
Nemertini indet.	X			X	X				

MOLLUSCA									
<i>Abra alba</i>	X	X	X	X	X	X			
<i>Acanthodoris pilosa</i>					X				
<i>Aporrhais pespelicani</i>	X								
<i>Arctica islandica</i>	X	X	X	X	X	X			
<i>Astarte borealis</i>	X			X	X				
<i>Astarte elliptica</i>	X			X					
<i>Astarte montagui</i>	X				X				
<i>Buccinum undatum</i>		X							
<i>Cerastoderma glaucum</i>								X	
<i>Corbula gibba</i>	X	X	X	X	X				
<i>Facelina bostoniensis</i>	X			X	X				
<i>Hiatella arctica</i>	X								
<i>Hydrobia ulvae</i>					X	X		X	
<i>Macoma balthica</i>	X			X	X	X	X	X	
<i>Modiolarca subpicta</i>	X								
<i>Musculus discors</i>	X								
<i>Musculus niger</i>	X								
<i>Mya arenaria</i>		X		X	X		X	X	
<i>Mya truncata</i>	X			X					
<i>Mysella bidentata</i>	X	X	X	X					
<i>Mytilus edulis</i>	X	X		X	X		X	X	
<i>Parvicardium ovale</i>	X	X			X				
<i>Phaxas pellucidus</i>		X		X	X				
<i>Philine aperta</i>	X				X				
<i>Retusa obtusa</i>					X				
<i>Retusa truncatula</i>		X			X				
ANNELIDA									
<i>Heterochaeta costata</i>					X		X	X	
<i>Oligochaeta indet.</i>			X						
<i>Tubificoides benedii</i>								X	
<i>Ampharete acutifrons</i>	X			X		X			
<i>Ampharete baltica</i>	X	X		X	X	X			
<i>Aricidea suecica</i>	X				X				
<i>Bylgides sarsi</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Capitella capitata</i>	X		X	X	X	X			
<i>Chaetozone setosa</i>		X							
<i>Dipolydora quadrilobata</i>			X		X				
<i>Eteone longa</i>		X			X	X			
<i>Euchone papillosa</i>		X		X					
<i>Eulalia bilineata</i>	X	X		X		X			
<i>Exogone naidina</i>	X								
<i>Flabelligera affinis</i>	X								
<i>Harmothoe imbricata</i>	X			X	X				
<i>Harmothoe impar</i>	X		X	X	X				
<i>Hediste diversicolor</i>						X	X	X	
<i>Heteromastus filiformis</i>	X	X	X	X	X	X			
<i>Lagis koreni</i>	X	X	X	X	X				
<i>Levinsenia gracilis</i>		X							
<i>Marenzelleria spp.</i>					X			X	
<i>Myriochele oculata</i>		X		X					

<i>Neanthes succinea</i>								X	
<i>Neoamphitrite figulus</i>	X								
<i>Nephtys caeca</i>	X			X					
<i>Nephtys ciliata</i>		X		X	X	X			
<i>Nephtys hombergii</i>	X	X	X	X		X			
<i>Nereimyra punctata</i>	X	X		X					
<i>Pherusa plumosa</i>	X	X							
<i>Pholoe assimilis</i>	X			X					
<i>Pholoe baltica</i>	X	X	X	X					
<i>Pholoe inornata</i>	X								
<i>Phyllodoce maculata</i>	X			X					
<i>Phyllodoce mucosa</i>	X	X	X	X		X			
<i>Pseudopolydora pulchra</i>			X	X					
<i>Pygospio elegans</i>	X			X	X	X	X	X	
<i>Scalibregma inflatum</i>	X	X							
<i>Scoloplos armiger</i>	X	X		X	X	X			
<i>Spio filicornis</i>		X							
<i>Spio gonioccephala</i>					X				
<i>Spirorbis spirorbis</i>		X							
<i>Terebellides stroemi</i>	X	X		X		X			
<i>Travisia forbesii</i>					X				
<i>Trochochaeta multisetosa</i>		X				X			
CRUSTACEA									
<i>Ampithoe rubricata</i>				X					
<i>Apherusa bispinosa</i>		X							
<i>Balanus crenatus</i>	X	X							
<i>Balanus improvisus</i>								X	
<i>Corophium crassicorne</i>					X				
<i>Corophium insidiosum</i>				X					
<i>Crangon crangon</i>	X	X		X	X			X	
<i>Cyathura carinata</i>								X	
<i>Diastylis rathkei</i>	X	X	X	X	X	X	X		
<i>Eudorellopsis deformis</i>	X								
<i>Gammarillus homari</i>	X				X				
<i>Gammarus oceanicus</i>							X		
<i>Gammarus salinus</i>							X		
<i>Gammarus zaddachi</i>							X	X	
<i>Hyperia galba</i>							X		
<i>Idotea balthica</i>					X				
<i>Jaera albifrons</i>							X		
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	X			X	X				
<i>Monoporeia affinis</i>							X		
<i>Mysis mixta</i>							X		
<i>Neomysis integer</i>							X	X	
<i>Palaemon adspersus</i>	X								
<i>Palaemon elegans</i>				X	X			X	
<i>Phtisica marina</i>	X								
<i>Pontoporeia femorata</i>		X							
<i>Praunus flexuosus</i>					X			X	
<i>Rhithropanopeus harrisi</i>								X	
<i>Saduria entomon</i>							X		

ARACHNIDA										
Halacaridae indet.				X				X		
PYCNOGONIDA										
<i>Callipallene brevisstris</i>	X									
<i>Nymphon grossipes</i>						X				
ECHINODERMATA										
<i>Asterias rubens</i>	X	X		X	X					
<i>Echinocyamus pusillus</i>	X									
<i>Ophiura albida</i>	X	X		X	X					
<i>Psammechinus miliaris</i>	X									
BRYOZOA										
<i>Alcyonidium polyoum</i>	X			X				X		
<i>Bowerbankia gracilis</i>		X								
<i>Callopora lineata</i>		X		X	X					
<i>Crisia eburnea</i>		X								
<i>Electra crustulenta</i>		X		X			X	X		
<i>Electra pilosa</i>	X	X		X	X					
<i>Eucratea loricata</i>	X	X	X	X	X					
<i>Farrella repens</i>	X									
<i>Mucronella immersa</i>		X								
<i>Walkeria uva</i>	X					X				
TUNICATA										
<i>Ciona intestinalis</i>	X									
<i>Dendrodoa grossularia</i>	X	X				X				
<i>Molgula manhattensis</i>	X			X	X					
Summe	140 Taxa	75	54	20	57	59	19	23	24	1
Abundanz (Ind./m²)	9782	8412	366	5182	2476	332	4664	8767	51	
Biomasse (g AFTG/m²)	47,9	26,2	8,0	43,2	13,4	1,5	12,8	5,7	0,0	

Durch den Salzgehaltsgradienten von West nach Ost bedingt, wurden die höchsten Artenzahlen von der Kieler Bucht (Stn. 360), über den Fehmarnbelt (Stn. 010), über die Mecklenburger Bucht (018) bis zur Darßer Schwelle (030) festgestellt (Abb. 18). Die Becken der Mecklenburger Bucht (012) und der Arkonasee (109) sind reine Schlickgebiete und erwartungsgemäß relativ gering besiedelt. Die Bereiche im Osten (Pommernbucht, Stn. 152 und 160) zeigten durch den natürlicherweise geringeren Salzgehalt ein reduziertes Artenspektrum. In der Bornholmsee (Stn. 213) wurde als einziges makrozoobenthisches Faunenelement der Polychaet *Bylgides sarsi* in Abundanzen um 50 Ind./m² festgestellt. Insgesamt stellte sich die Gruppe der Annelida (Polychaeta und Oligochaeta) mit 45 Taxa als die artenreichste heraus (Abb. 19). Weitere artenreiche Gruppen waren die Mollusca (26), Crustacea (28), Cnidaria (11) und Bryozoa (10).

Bei den Abundanzen (Abb. 20) hoben sich die Stationen in der Kieler Bucht (360), im Fehmarnbelt (010) und in der Pommernbucht (160) besonders hervor. Allerdings waren die verursachenden makrozoobenthischen Arten jeweils verschieden. Während an der Station 360 die Kleine Pfeffermuschel *Abra alba* (3755 Ind./m²), der Cumacee *Diatsylis rathkei* (1269 Ind./m²) und die Seescheide *Molgula manhattensis* (1694 Ind./m²) das Benthos dominierten, waren in der Pommernbucht (Stn. 160) die Wattschnecke *Hydrobia ulvae* (5884 Ind./m²) und der Polychaet *Pygospio elegans* (1102 Ind./m²) für die hohen Abundanzen verantwortlich. Im Fehmarnbelt (010) wurde ebenfalls *Abra alba* (6531 Ind./m²) dominant angetroffen.

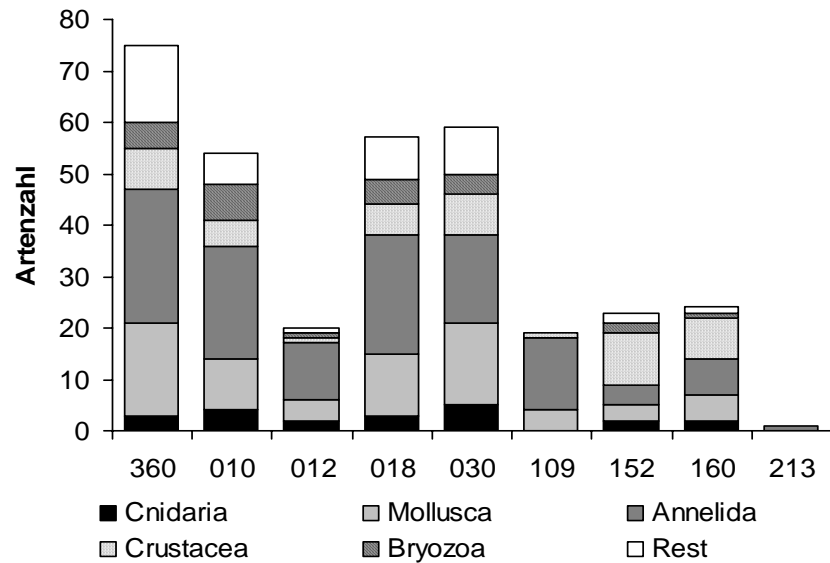


Abb. 18

Zusammenfassung der Artenzahlen differenziert nach höheren taxonomischen Gruppen an den 9 untersuchten Stationen im November 2006. Die Stationen sind von West (Kieler Bucht=360) nach Ost (Bornholmsee=213) aufgetragen.

Fig. 18

The species number differentiated in higher taxonomical groups at 9 monitoring stations in November 2006. The stations are drawn from west (Kiel Bight=360) to east (Bornholm Sea=213).

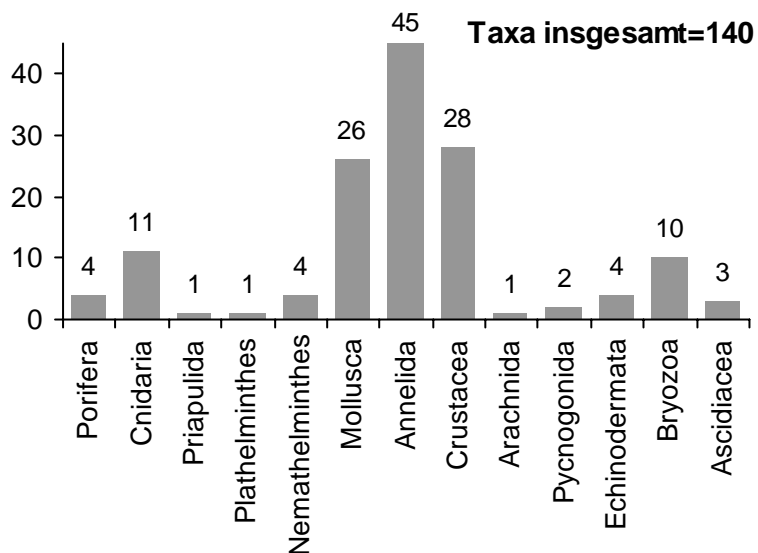


Abb. 19

Taxonomische Aufschlüsselung aller Makrozoobenthos-Vertreter, die während des Monitorings im November 2006 an den 9 Stationen gefunden wurden.

Fig. 19

Taxonomical classification of macrozoobenthos at 9 monitoring station in November 2006.

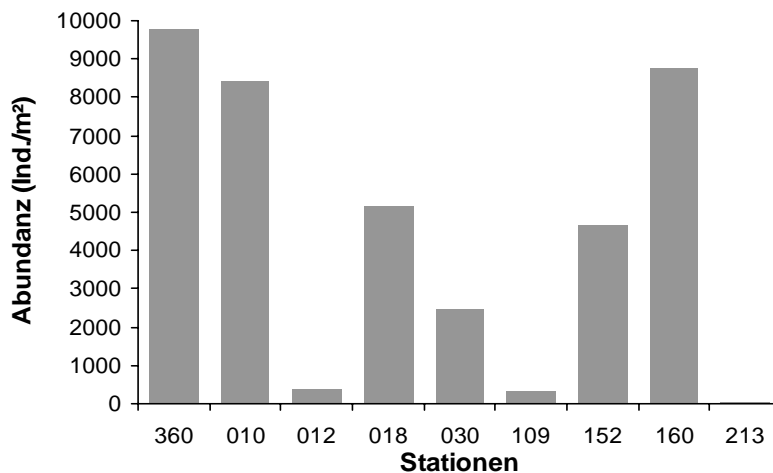


Abb. 20

Abundanzen des Makrozoobenthos an 9 Monitoring-Stationen im November 2006.

Fig. 20

Abundances of macrozoobenthos at 9 monitoring stations in November 2006.

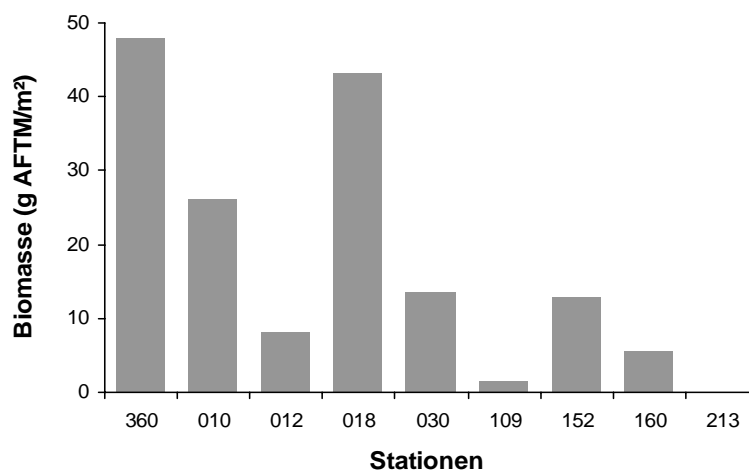


Abb. 21

Biomassen (Aschefreie Trockenmasse) des Makrozoobenthos an 9 Monitoring-Stationen im November 2006.

Fig. 21

Biomasses (ash free dry weight) of macrozoobenthos at 9 monitoring stations in November 2006.

Die größten Biomasse wurden wiederum an den Stationen in der Kieler Bucht (360) bzw. im Fehmarnbelt (010) sowie in der südlichen Mecklenburger Bucht (018) beobachtet (Abb. 21). 75 bis 90 % wurden durch die Kleine Pfeffermuschel *A. alba* die Reliktmuschel *Astarte borealis* und die Islandmuschel *Arctica islandica* gestellt. An der Darßer Schwelle (030) wurde die Biomasse durch die Muscheln *Astarte borealis*, *Macoma balthica* und *Mya arenaria* dominiert. Weiter östlich in der Pommernbucht spielten dann hauptsächlich die beiden Letzteren eine Rolle.

Kieler Bucht (360)

Diese Station wurde erstmalig im Monitoringprogramm des IOW angefahren, um die Messnetzdichte innerhalb der AWZ im Monitoringprogramm für das BSH bzw. die HELCOM zu erhöhen. Mit 75 Arten stellte sich die Station 360 als besonders artenreich dar (siehe auch Abb. 18). Die mit abfallender Anbundanz 5 häufigsten Arten waren die Kleine Pfeffermuschel *Abra alba* (3755 Ind./m²), die Seescheide *Molgula manhattensis* (1694 Ind./m²), der Cumacee *Diastylis rathkei* (1269 Ind./m²) und die Polychaeten *Lagis koreni* (963 Ind./m²) und *Pygospio elegans* (344 Ind./m²). Die Biomasse wurde von den Muscheln (siehe oben) dominiert. Besonders hervorzuheben sind die für die Ostsee seltenen bzw. Rote-Liste-Arten: die Schnecke *Aporrhais pespelecani*, die Muscheln *Astarte borealis*, *A. elliptica* und *A. montagui*, der Polychaet *Scalibregma inflatum* und die Seescheide *Ciona intestinalis*.

Fehmarnbelt (010)

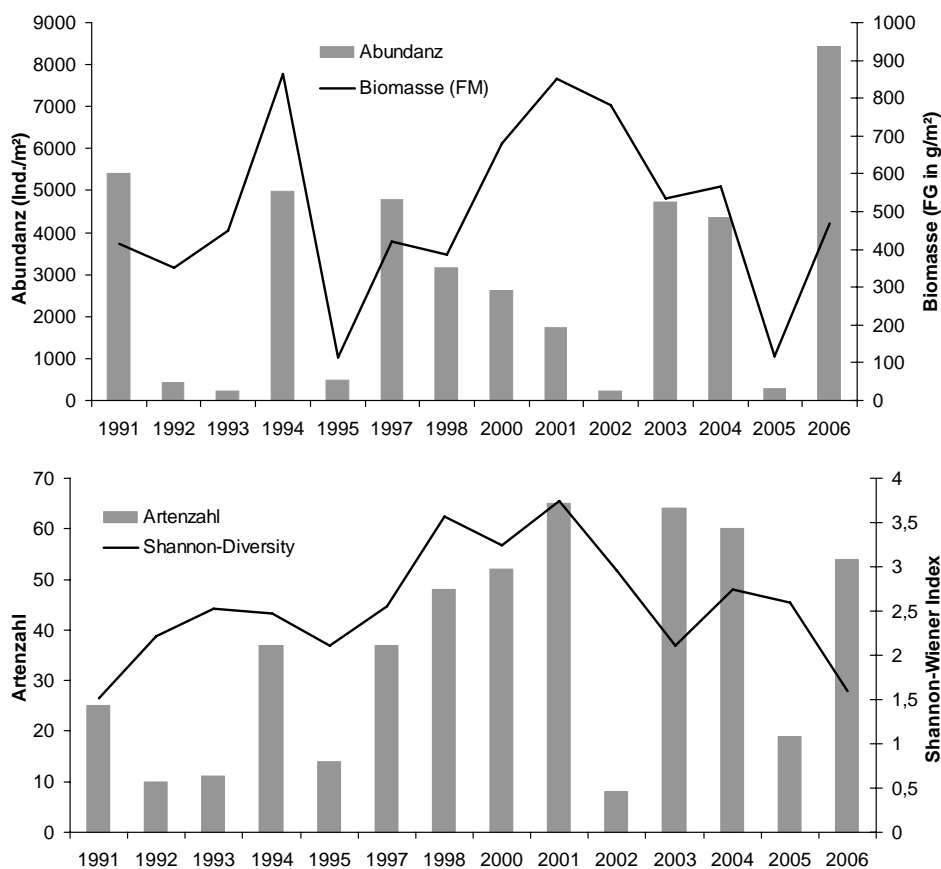


Abb. 22

Entwicklung der Abundanz, Biomasse (Feuchtgewicht), Artenzahl und des Shannon-Wiener-Index' im Fehmarnbelt (Stn. 010) von 1991 bis 2006.

Fig. 22

Development of abundance, biomass (wet weight), species number and Shannon-Wiener-Index at the Fehmarnbelt area (stn. 010) from 1991 to 2006.

Bis 2001 wurde eine stetige Artenzunahme beobachtet, die durch den Sauerstoffmangel im Jahr 2002 unterbrochen wurde (Abb. 22). Die Artenzahl fiel um mehr als 90 % ab. Nach einer

kurzzeitigen Erholung in den Jahren 2003 und 2004 kam es 2005 erneut zum Zusammenbruch (etwa um 65 %) der Populationen. Auch bei der Besiedlungsdichte wurde dieser Prozess beobachtet, allerdings scheint es hierbei größere Schwankungen zu geben, die nicht immer auf die Sauerstoffsituation zurückzuführen sind. Die Schwankungsbreite liegt bei über 90 %. Die Biomasse zeigt seit 2001 einen deutlich negativen Trend und erreichte mit 6,7 g (AFTG/m²) im Jahr 2005 den geringsten Wert seit 1995. Im Jahr 2006 wurde die Biomasse durch das dominante Auftreten von *Abra alba* und durch das Enthalten von adulten Islandmuscheln (*Arctica islandica*) deutlich nach oben gehoben. Neben einer Anzahl von Jungtieren waren auch Tiere bis zu Größen von 50 mm enthalten. Besonders hervorzuheben sind die für die Ostsee seltenen bzw. Rote-Liste-Arten: die Schnecke *Buccinum undatum*, die Polychaeten *Chaetozone setosa*, *Euchone papillosa* und *Scalibregma inflatum*, der Amphipode *Pontoporeia femorata* und die Seescheide *Dendrodoa grossularia*.

Zentrale Mecklenburg Bucht (012)

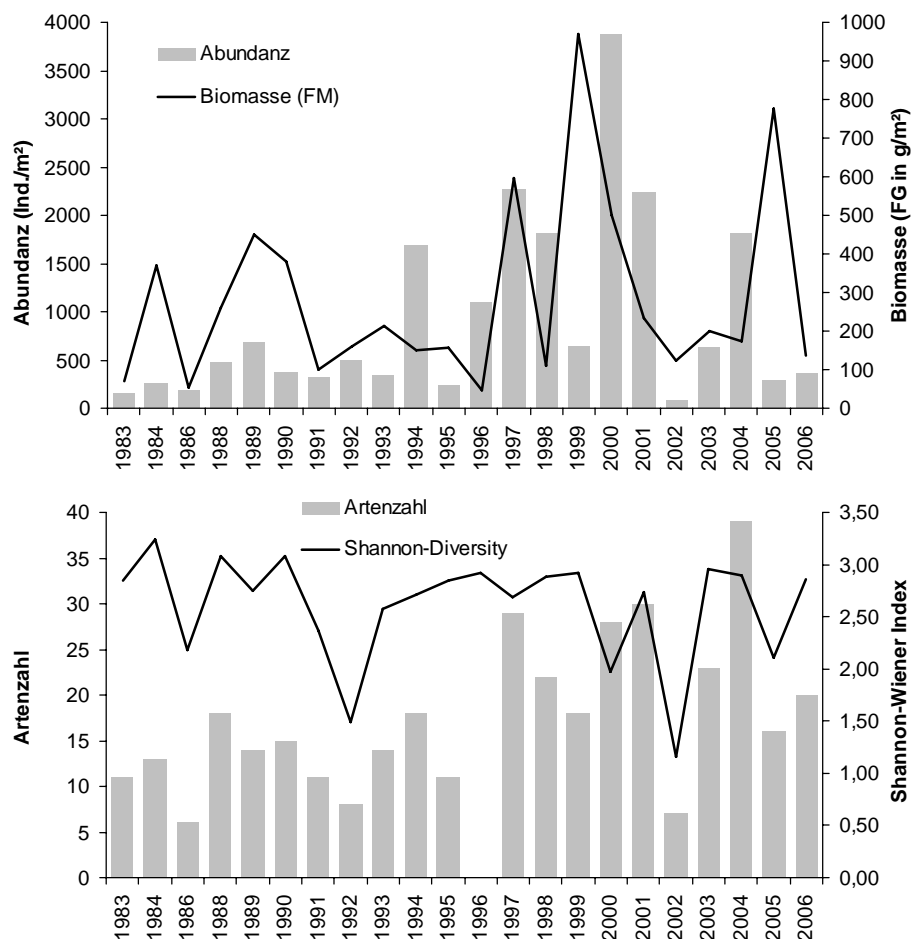


Abb. 23

Entwicklung der Abundanz, Biomasse (Feuchtgewicht), Artenzahl und des Shannon-Wiener-Index' in der Mecklenburger Bucht (Stn. 012) von 1983 bis 2006.

Fig. 23

Development of abundance, biomass (wet weight), species number and Shannon-Wiener-Index at Mecklenburg Bight (stn. 012) from 1983 to 2006.

Der kontinuierliche Trend bei der Zunahme der Artenzahl wurde durch die Sauerstoffmangelereignisse in den Jahren 2002 und 2005 unterbrochen (Abb. 23). Ergebnisse aus 2004 zeigten potentiell eine sehr schnelle Regenerierbarkeit. Es bleibt abzuwarten, wie lange die Erholungsphase nach dem erneuten Artenverlust (ca. 60 %) dauert. Bei der Abundanz wurden mit Ausnahme von 2000 eher niedrige Werte und erhebliche Schwankungen beobachtet. Im Vergleich dazu lagen 2005 und 2006 die Dichten um etwa 90 % niedriger. Während 1999 und 2005 durch das vermehrte Auftreten großer *Arctica islandica* die höchsten Biomassen (0,8-1 kg FG/m²) seit 1991 gemessen wurden, „brach“ der Wert 2006 erneut zusammen und erreichte 138 g. Auch hier dominierten einzelne *Arctica islandica* die Biomasse. Im November 2006 konnte ein vermehrtes Aufkommen von Jungtieren beobachtet werden.

Südliche Mecklenburger Bucht (018)

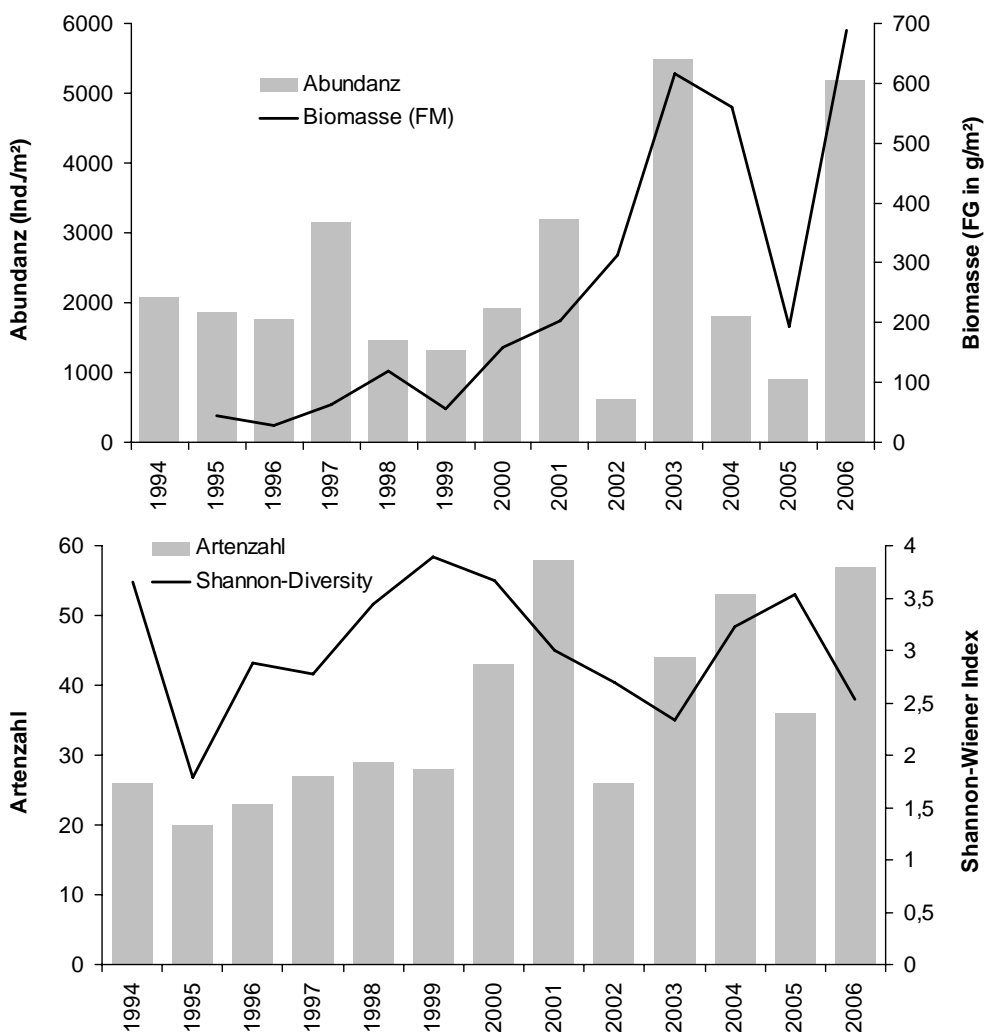


Abb. 24

Entwicklung der Abundanz, Biomasse (Feuchtwicht), Artenzahl und des Shannon-Wiener-Index' in der südlichen Mecklenburger Bucht (Stn. 018) von 1994 bis 2006.

Fig. 24

Development of abundance, biomass (wet weight), species number and Shannon-Wiener-Index at southern Mecklenburg Bight (stn. 018) from 1994 to 2006.

Die Sauerstoffmangelsituationen im Jahr 2002 und 2005 verursachten leichte Verluste bei der Artenzahl und starke Rückgänge (bis zu 90 %) bei der Abundanz (Abb. 24). Die Biomasse war 2005 nicht so stark betroffen. Hier gingen die Werte um etwa 50-60 % gegenüber den Maximalwerten zurück. 2006 wurden sowohl bei der Artenzahl als auch bei der Abundanz und Biomasse sehr hohe Werte gemessen. Die Regenerationsfähigkeit nach Defaunationsereignissen ist in den gut mit Salz und Sauerstoff versorgten Randbereichen der Mecklenburger Bucht sehr hoch. Die Kleine Pfeffermuschel (*Abra alba*) erreichte im Jahr 2006 Abundanzen von über 500 Ind./m². Die südliche Mecklenburger Bucht stellt die Grenze ihres Verbreitungsgebietes dar. Nur gelegentlich werden hohe Abundanzen hier festgestellt. Ähnliches trifft auch für den Schlangensterne *Ophiura albida* zu, der 2006 in geringen Abundanzen gefunden wurde. Von den 2006 nachgewiesenen Arten sind folgende hervorzuheben: die Muscheln *Astarte borealis*, *A. elliptica* und *Mya truncata*, die Polychaeten *Euchone papillosa* und *Harmothoe impar* und die Seescheide *Molgula manhattensis*.

Darßer Schwelle (030)

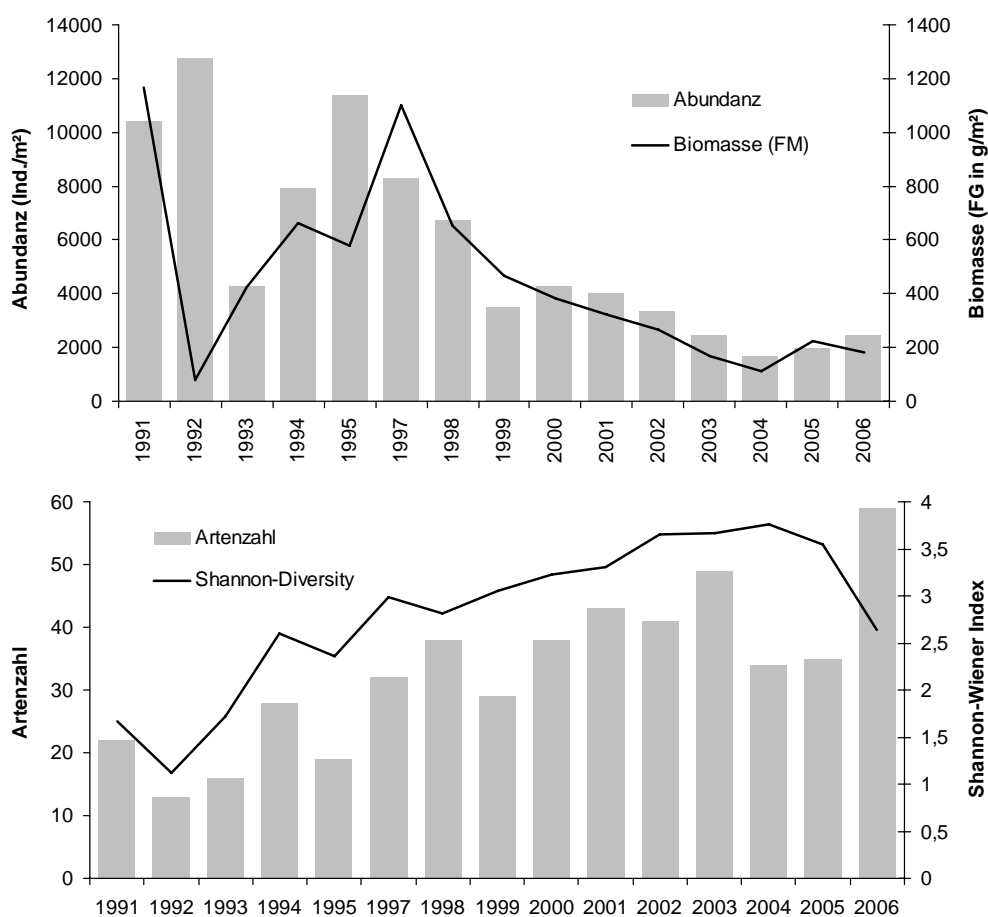


Abb. 25

Entwicklung der Abundanz, Biomasse (Feuchtgewicht), Artenzahl und des Shannon-Wiener-Index' an der Darßer Schwelle (Stn. 030) von 1991 bis 2006.

Fig. 25

Development of abundance, biomass (wet weight), species number and Shannon-Wiener-Index at the Darss Rise (stn. 030) from 1991 to 2006.

Bei der Artenzahlentwicklung kann ein positiver Trend festgestellt werden (Abb. 25). Betrachtet man allerdings nur die Jahre seit 1998 ist der Wert in einer Schwankungsbreite von 30 % relativ stabil. 2006 wurden mit 59 Taxa die höchste Anzahl seit 1991 nachgewiesen. Auf Grund der hohen Abundanz vom Köcherwurm *Lagis koreni* (1412 Ind./m²) lag der Shannon-Wiener Index jedoch deutlich niedriger als in den Vorjahren. Im Gegensatz zur Artenzahl zeigte sich bei der Abundanz eine deutliche Abnahme, die seit Beginn der Untersuchungen anhält. Es werden nur noch 10-20 % der Ausgangswerte von 1991 bzw. 1992 gemessen. Die Biomasseentwicklung sieht ähnlich aus, allerdings ist der negative Trend erst seit 1998 stabil. Nur etwa 20-30 % der Maximalwerte wurden seit 2003 festgestellt.

Zentrale Arkonasee (109)

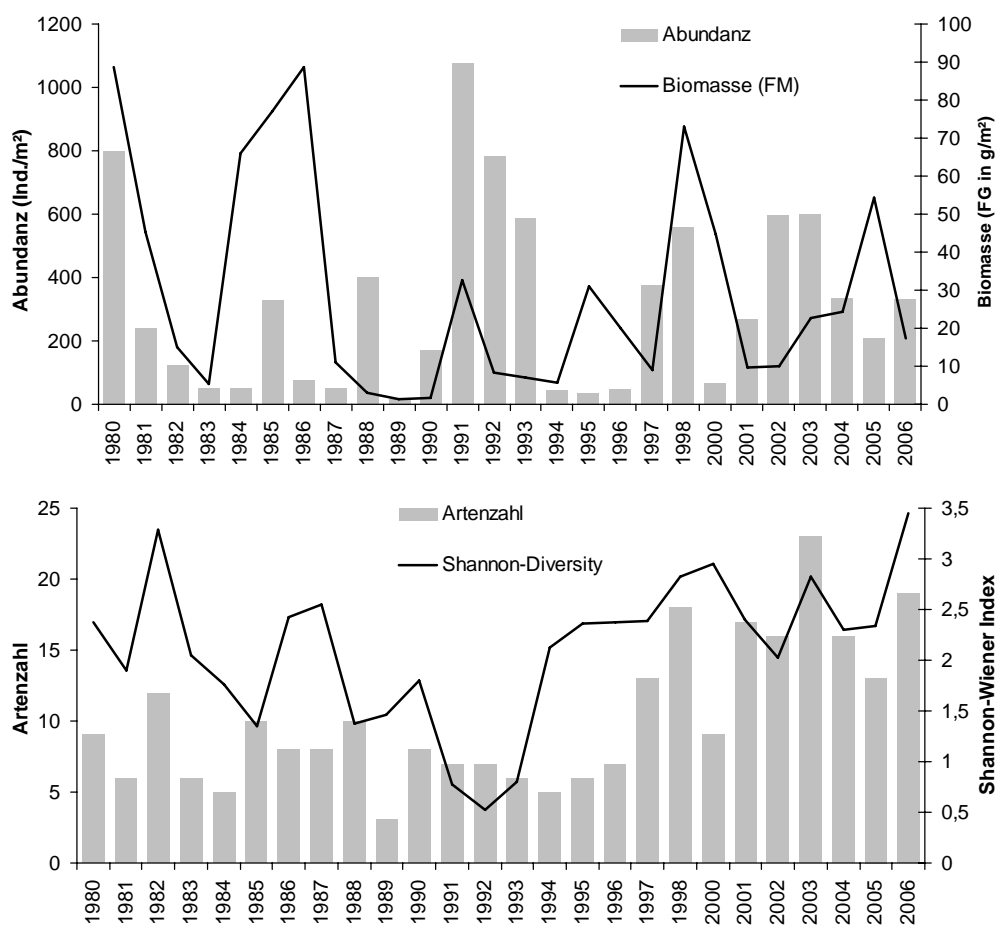


Abb. 26

Entwicklung der Abundanz, Biomasse (Feuchtgewicht), Artenzahl und des Shannon-Wiener-Index' in der Zentralen Arkonasee (Stn. 109) von 1980 bis 2006.

Fig. 26

Development of abundance, biomass (wet weight), species number and Shannon-Wiener-Index at the central Arkona Sea (stn. 109) from 1980 to 2006.

Die Artenzahl variiert von 1997 bis 2006 zwischen 9 und 23 und liegt im Mittelwert bei 16 (Abb. 26). 2006 wurden 19 Arten beobachtet, nach 2003 der höchste Wert. Es bleibt abzuwarten, ob es sich um ein Trend oder eher um natürliche Schwankungen handelt. Die geringsten Werte wurden

Anfang der 1990er Jahre beobachtet, wofür eine damalige schlechte Sauerstoffversorgung verantwortlich gemacht wurde. Die Abundanz zeigte eine sehr hohe Schwankungsbreite (über 90 %). Die Werte liegen seit Jahren bei bzw. unter 60 % des Maximalwertes von 1991. Von den beiden „Spitzenwerten“ in den Jahren 1998 und 2000 abgesehen, die durch das Auftreten von größeren *Arctica islandica* verursacht wurden, liegt die Biomasse meist deutlich unter 40 % der Maximalwerte.

Nördliche Pommernbucht (152)

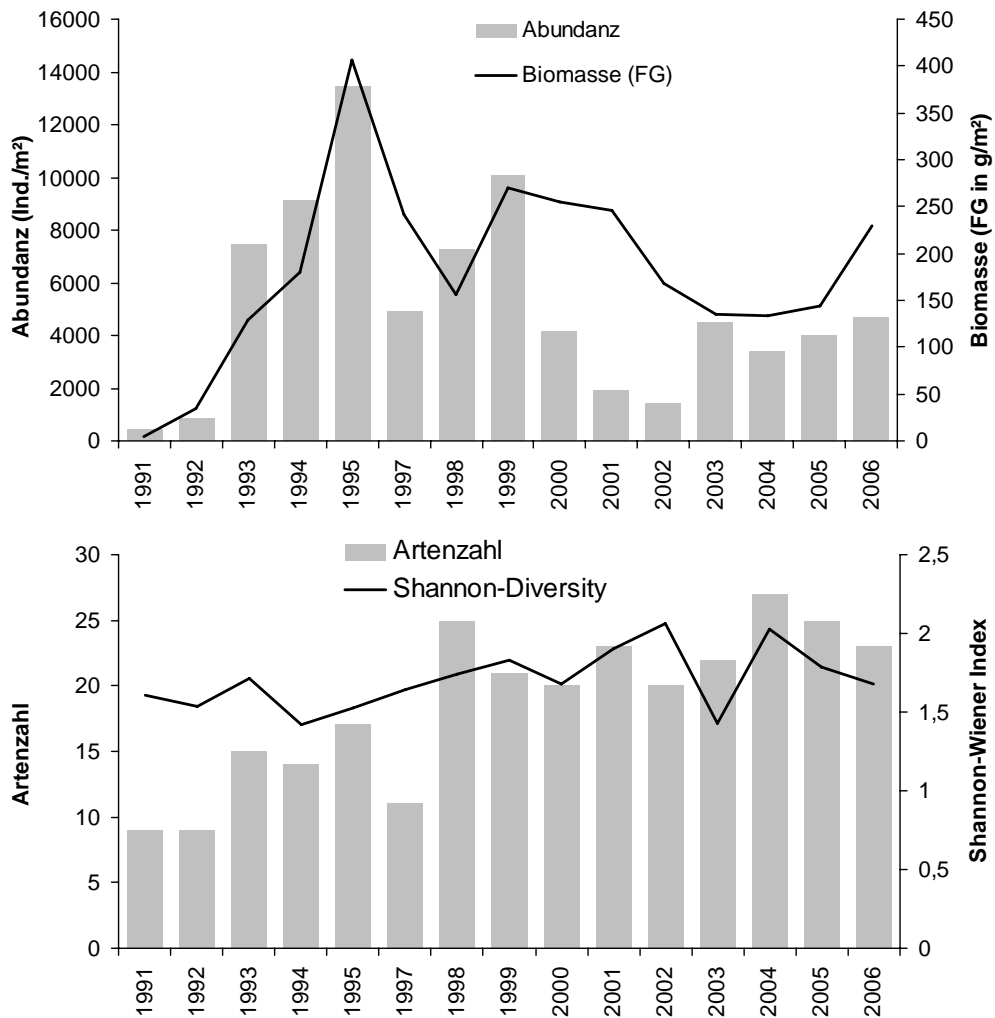


Abb. 27

Entwicklung der Abundanz, Biomasse (Feuchtgewicht), Artenzahl und des Shannon-Wiener-Index' in der nördlichen Pommernbucht (Stn. 152) von 1991 bis 2006.

Fig. 27

Development of abundance, biomass (wet weight), species number and Shannon-Wiener-Index at the northern Pomeranian Bay (stn. 152) from 1991 to 2006.

Auch hier wurde seit den 1990er Jahren eine Zunahme der Artenzahl festgestellt (Abb. 27). Seit 1998 ist die Artenzahl relativ stabil und schwankt mit einer Varianz von etwa 20 % um den Mittelwert von 23 Arten. 2006 betrug die beobachtete Artenzahl 23 und lag somit im Trend.

Sowohl bei der Abundanz als auch bei der Biomasse lassen sich nach dem Tief am Anfang der 2000er Jahre eine leichte Zunahme beobachten. Von den nachgewiesenen Makrozoobenthosarten sind folgende hervorzuheben: die Hydrozoe *Halitholus yoldia-arcticae*, der Amphipode *Monoporeia affinis* und die Assel *Saduria entomon*. Alle drei gehören der Glazialreliktfauna an und waren in den 1980er Jahren durch Sauerstoffmangelereignisse in den tieferen Becken besonders betroffen.

Zentrale Pommernbucht (160)

Die Zentrale Pommernbucht wurde im Jahr 2006 erstmalig ins Monitoringprogramm aufgenommen, um die Makrozoobenthos-Situation im offshore-Bereich der Pommernbucht besser beurteilen zu können. Die Artenzahl lag mit 24 erwartungsgemäß niedrig. Dominante Arten nach abfallender Abundanz geordnet waren die Wattschnecke *Hydrobia ulvae* (5884 Ind./m²), der Polychaet *Pygospio elegans* (1102 Ind./m²) und die Baltische Plattmuschel *Macoma balthica* (432 Ind./m²). Die Biomasse wurde im Wesentlichen von *M. balthica*, *H. ulvae* und der Sandklaffmuschel *Mya arenaria* bestimmt.

Diskussion:

Die Entwicklung des Makrozoobenthos an der westlichsten Station, in der Kieler Bucht, bleibt abzuwarten. Die Aufnahme dieser Station ins Monitoring-Messprogramm war dringend erforderlich, da die AWZ in der Kieler Bucht bisher nicht abgedeckt wurde. Zwar sind in der Vergangenheit Messkampagnen an dieser Station durchgeführt worden (insbesondere IfM Kiel, heute GEOMAR), allerdings liegen diese Daten derzeit nicht vor. Im Vergleich mit den Ausführungen von JOSEFSON (1996), der Daten von 1979 bis 1993 u.a. auch für diese Station auswertete, bleibt festzustellen, dass 2006 die Abundanz etwa doppelt so hoch und die Biomasse etwa ein Drittel niedriger liegt. Allerdings lässt sich dieser Vergleich nur bedingt durchführen, da JOSEFSON (1996) mehr als 32 Beprobungen auswertete und im vorliegenden Fall nur die Beprobung vom November 2006 herangezogen werden kann. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, erfolgte im Jahr 2006 die Beprobung nach dem gleichen Prozedere wie alle anderen im IOW-Messprogramm beprobten Stationen, so dass in Zukunft über Trends und Umwelteinflüsse geurteilt werden kann.

Die drastischen Zusammenbrüche im Makrozoobenthos an den drei westlichen Stationen (Fehmarnbelt, Mecklenburger Bucht und vor Kühlungsborn), verursacht durch den anhaltenden Sauerstoffmangel im Jahre 2002, waren bereits nach einem Jahr weitestgehend durch Neubesiedlung und überlebende Organismen (v. a. große Muscheln wie z. B. *Arctica islandica*) ausgeglichen (s. a. WASMUND et al. 2005 und 2006a, WEBER et al. 2005). Die aus den Vorjahren bekannte hohe Biodiversität (ZETTLER et al. 2000) war 2004 weitestgehend wieder hergestellt. Der erneute Sauerstoffmangel im Jahr 2005 verursachte wiederum an den drei westlichen Stationen einen Arten-, Abundanz- und Biomasserückgang, der diesmal dazu führte, dass auch die längerlebigen Muscheln (*Arctica islandica*, *Astarte borealis*) stark in ihrer Zahl der Adulten und damit auch Biomasse abnahmen (Abb. 22). Bis zum November Jahr 2006 war erneut eine schnelle Regeneration dieser betroffenen Gebiete zu beobachten. Sowohl die Artenzahlen als auch die Abundanzen und Biomassen erreichten vergleichbare Werte der Vorjahre oder wurden zum Teil auch übertroffen. Die drastischen Bestandseinbußen, verursacht durch anhaltenden Sauerstoffmangel in den Sommermonaten 2002 und 2005 spiegelten sich zum einen in dem

Zusammenbruch der Artenzahlen wider, wurden aber auch deutlich durch die Kalkulation sogenannter Biodiversitätsindices reflektiert (ZETTLER et al. 2007).

Im November 2006 konnten an allen Stationen eine deutliche Erholung des makrozobenthischen Fauneninventars festgestellt werden. Mit Ausnahme der Bornholmsee, die durch regelmäßige sauerstofffreie Perioden nur eine äußerst spärliche und sporadische Besiedlung zulässt, wurden an allen Stationen sehr hohe bis höchste Artenzahlen festgestellt (Abb. 28 und 29). Die hydrographischen Bedingungen der vorangegangenen Monate und die Versorgung mit Larven aus angrenzenden Arealen können für das Jahr 2006 als optimal bezeichnet werden.

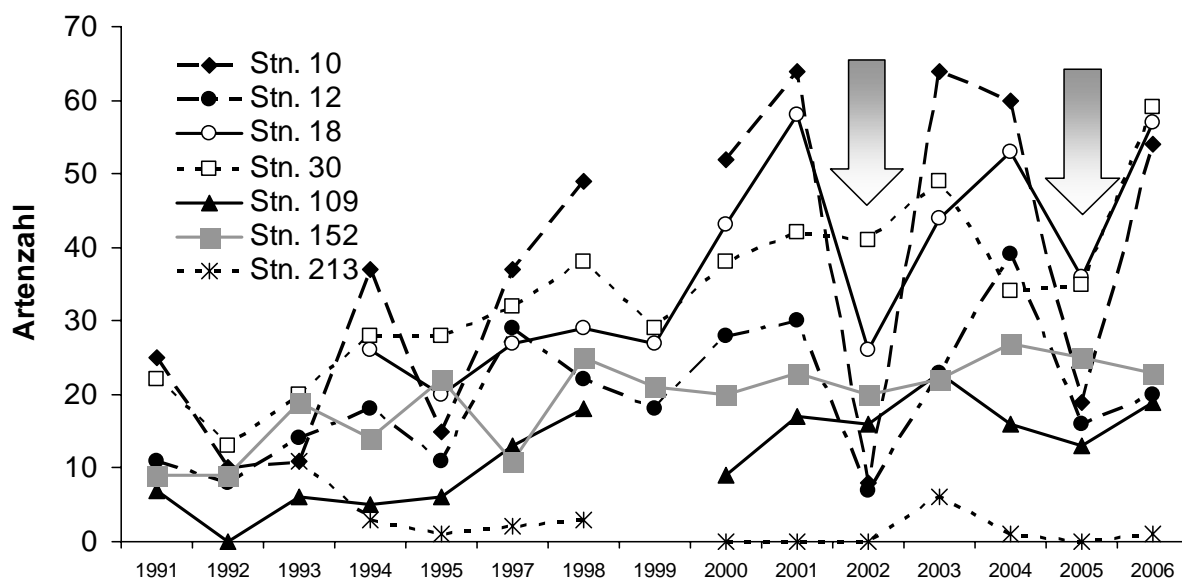


Abb. 28

Entwicklung der Artenzahlen an den einzelnen Monitoringstationen von 1991 bis 2006. Die Pfeile markieren den Sauerstoffmangel an den westlichen Stationen in den Jahren 2002 und 2005.

Fig. 28

Development of the species number at the different stations from 1991 to 2006. The arrows indicate the oxygen depressions in the western part in 2002 and 2005.

Mit 113 war die Artenzahl für die 7 ausgewählten Monitoringstationen (360 und 160 wurden nicht berücksichtigt, da dieses Jahr mit der Beprobung erst begonnen wurde) im Jahr 2006 die höchste seit Auflegung des Monitorings. In allen Jahren seit 1991 war die artenreichste Gruppe die Polychaeta (Abb. 29) gefolgt von den Mollusca und Crustacea. Die deutlichsten Artenrückgänge durch die Sauerstoffmangelereignisse in den Jahren 2002 und 2005 waren auch innerhalb dieser drei Gruppen festzustellen. Jeweils 30 bis 40 % weniger Arten als im Vorjahr wurden registriert. Vermutlich lag auch 1992 eine Defaunationsereignis vor, das jedoch durch die bestehende Datenlage nicht mehr rekonstruiert werden kann.

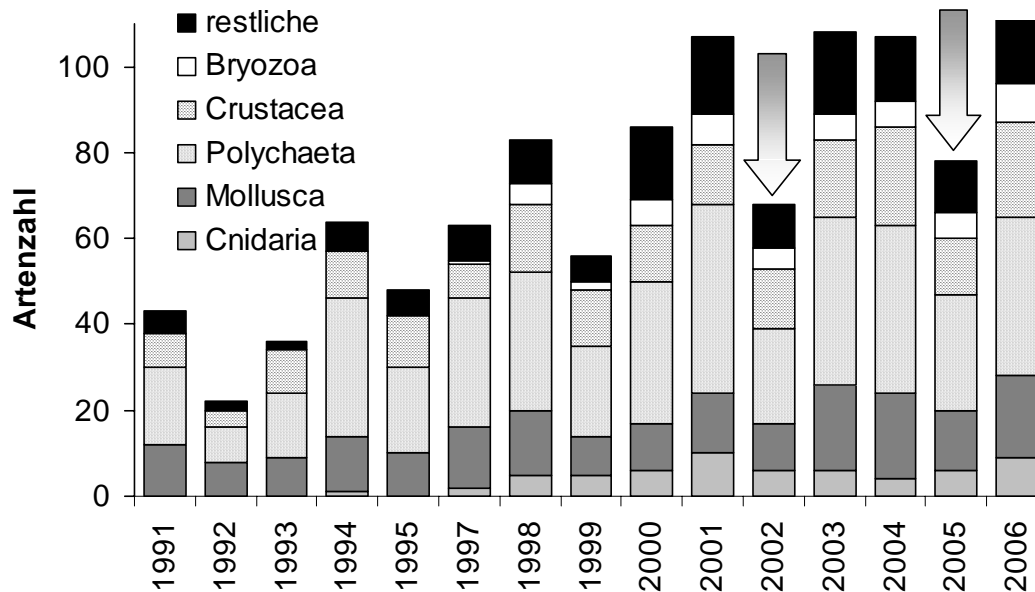


Abb. 29

Zusammensetzung des Makrozoobenthos an den 7 Monitoringstationen (ohne 360 und 160) von 1991 bis 2006. Die Pfeile markieren den Sauerstoffmangel an den westlichen Stationen in den Jahren 2002 und 2005.

Fig. 29

Composition of the macrozoobenthos at the 7 monitoring stations (without 360 and 160) from 1991 to 2006. The arrows indicate the oxygen depressions in the western part in 2002 and 2005.

Bezüglich der Abundanz und Biomasse sind insbesondere in der zentralen Mecklenburger Bucht und an der Darßer Schwelle negative Trends festzustellen. Die stetige Abnahme der Abundanz (und zum Teil auch der Biomasse) an der Darßer Schwelle (030) ist auf das drastische Zurückgehen der Populationen der Wattschnecke *Hydrobia ulvae* und des Polychaeten *Pygospio elegans* zurückzuführen (Abb. 30). Beide Arten konnten bis Mitte der 1990er Jahre große Bestände aufbauen, die dann seit Ende der 1990er kontinuierlich abnahmen. Ursachen für das Zurückgehen bzw. Verschwinden dieser Arten an dieser Station können nicht genannt werden.

Langfristige Vergleiche mit historischen Daten aus der Literatur (80 Jahre zurück) ergaben für die zentrale Arkonasee eine 3 bis 10fache Zunahme der Abundanz, was auf Eutrophierung zurückzuführen sein könnte. Allerdings fehlen signifikante Beweise für die kausalen Zusammenhänge (ZETTLER et al. 2006).

Das Auftreten von „Exoten“ bzw. sehr seltenen Vertretern des Makrozoobenthos konnte auch 2006 wieder bestätigt werden. Mit dem Pelikanfuß (*Aporrhais pespelecani*) und der Wellhornschncke (*Buccinum undatum*) wurden zwei imposante Schnecken in der Kieler Bucht bzw. am Fehmarnbelt lebend nachgewiesen.

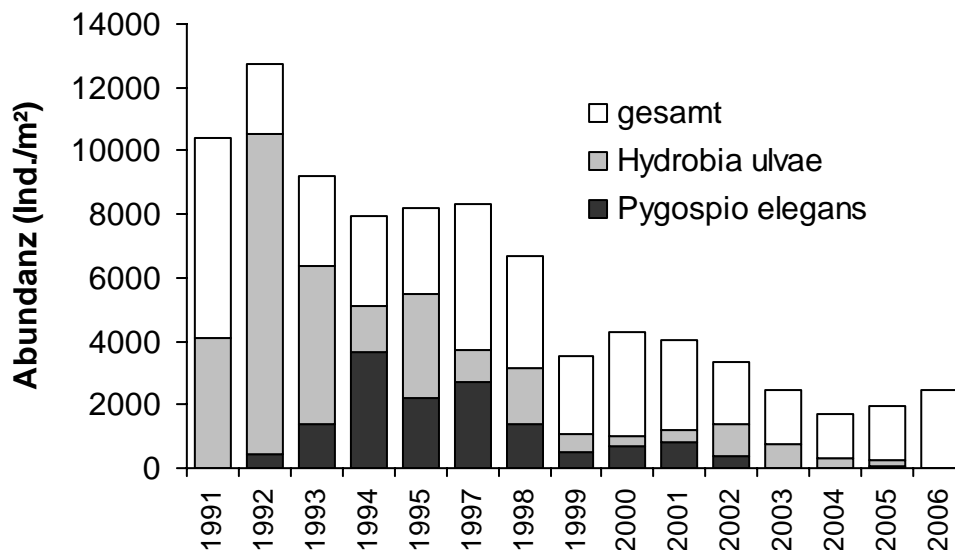


Abb. 30

Abundanzentwicklung an der Darßer Schwelle (030) von 1991 bis 2006. Die Anteile von *Hydrobia ulvae* und *Pygospio elegans* sind gekennzeichnet.

Fig. 30

Development of abundance at the Darss Sill (030) from 1991 to 2006. The fractions of *Hydrobia ulvae* und *Pygospio elegans* are indicated.

Zusammenfassung

Im Rahmen des HELCOM-Monitorings wurden Daten über die Artenzusammensetzung und Biomasse bzw. Abundanz des Phyto- und Zooplanktons sowie des Makrozoobenthos des Jahres 2006 von der westlichen Ostsee bis in die östliche Gotlandsee (Abb. 1) gewonnen. Sie werden im Zusammenhang mit satelliten- sowie schiffsgebundenen physiko-chemischen Daten vorgestellt und diskutiert. Die Einbindung in die seit 1979 kontinuierlich weitergeführten Datenreihen soll Aussagen zu eventuellen Trends ermöglichen. Daten von Sinkstoff-Fallen des Jahres 2005 aus dem Gotlandbecken vervollständigen saisonale Angaben zur Phytoplanktodynamik. Wegen Ausfalls der März-Terminfahrt basieren die Daten allerdings nur auf 4 Fahrten. Für die Stationen 012 und O22 wurden auch Proben analysiert, die uns vom Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU) zur Verfügung gestellt wurden. Sie wurden allerdings nicht in die Grafiken und Tabellen dieses Berichts einbezogen, da sie wegen fehlender Stammkartendaten nicht in die ODIN-Datenbank des IOW eingelesen werden konnten. Die Probenstatistik ist in Tab. 1 und eine spezielle Statistik der Zooplankton-Hols in Tab. 2 gezeigt.

Wegen Fehlens der März-Daten können kaum Aussagen zur Entwicklung der Frühjahrsblüte des Phytoplanktons gemacht werden. Diese Lücke wurde speziell für die Mecklenburger Bucht durch Einbeziehung der Proben des LANU und der IOW-Küstenstation Heiligendamm geschlossen. Aufgrund dieser Daten zeigte sich an den Stationen 012, O22 und vor Heiligendamm eine sehr frühe Frühjahrsblüte. Schon im Verlaufe der Januar/Februar-Terminfahrt konnte in der Mecklenburger Bucht (Abb. 4a, b) und der Arkonasee (Abb. 4c, 5a) vom 27./28.01. zum

03./04.02.2006 ein deutliches Wachstum festgestellt werden. Es könnte durch die flache Schichtung (Sprungschicht ab etwa 5-8 m Tiefe) hervorgerufen sein, die gewährleistet, dass die Algen nur in der durchlichteten Oberflächenschicht zirkulieren. Die frühen Stadien der Phytoplankton-Sukzession werden von *Mesodinium rubrum* und Cryptophyceen dominiert. Anfang Februar entwickelten sich in der Mecklenburger Bucht zunehmend Kieselalgen (*Porosira glacialis*, *Rhizosolenia setigera*, *Thalassiosira anguste-lineata*, in der späteren Phase meistens *Skeletonema costatum*). Die Kieselalgenblüte brach zumindest an der Küstenstation Heiligendamm bereits Ende März zusammen. Es folgte die typische Entwicklung der nackten Form des Kieselflagellaten *Dictyocha speculum* und von Dinoflagellaten bei gleichzeitigem starkem Anwachsen von *Mesodinium rubrum*. Zum Abschluß der Frühjahrs-Sukzession folgen mixotrophe Arten wie Cryptophyceen und *Chrysochromulina* sp.

In der Arkonasee konnte die übliche Frühjahrsblüte aus Kieselalgen und/oder Dinoflagellaten wegen fehlender März-Probennahme nicht nachgewiesen werden. Im Gegensatz zur Mecklenburger Bucht und zur Arkonasee fand in der Bornholmsee kein Wachstum von Ende Januar bis Anfang Februar statt, denn die Wassersäule scheint hier noch bis 18 m Tiefe durchmischt zu sein. Unsere Proben vom Mai 2006 aus der Bornholmsee (Abb. 5b) enthielten neben dem dominierenden *Mesodinium rubrum* fast ausschließlich Kieselalgen (*Chaetoceros* cf. *holsaticus*), während die Proben von den Stationen 259 (Abb. 5c) und 271 (Abb. 5d) neben *Mesodinium rubrum* fast ausschließlich Dinoflagellaten (meist *Peridiniella catenata*) enthielten. Nach den Satellitendaten (Kap. 4.1.1) waren die Chlorophyllkonzentrationen in der Bornholmsee und in der östlichen Gotlandsee vom 25. März bis zum 17. April 2006 erhöht.

Es ist hervorzuheben, dass häufig in 12-15 m Tiefe ein Fluoreszenzmaximum auftrat, das an keine deutliche hydrographische Struktur gebunden war, z.B. am 27.1.06 an Station 012 (*Ceratium tripos* und Kieselalgen), und am 3.2. und 20.7.06 an Station 030 (*Ceratium tripos*). Am 11.5.06 hatte sich *Chrysochromulina* sp. in 14 m Tiefe in einer etwas wärmeren Wasserschicht angereichert. An Station 213 war am 6.5.06 in 50 m Tiefe eine Konzentration von *Thalassiosira baltica* zu finden.

Eine Sommerblüte aus Kieselalgen war im Jahre 2006 nicht nachzuweisen. In der Mecklenburger Bucht dominierten im Juli 2006 *Ceratium tripos*, Gymnodiniales und Cyanobakterien (*Nodularia spumigena*, *Aphanizomenon* und insbesondere am 18./19.7.06 ein ungewöhnlich hoher Anteil an *Anabaena* spp.). Die Entwicklung der Cyanobakterien wurde anhand von Satellitenbildern in Kap. 4.1.1 beschrieben. Bereits am 9.7.06 war die gesamte westliche Ostsee mit Filamenten bedeckt. Der 16.7.06 war der Tag der intensivsten Cyanobakterienentwicklung in diesem Gebiet (Abb. 2). Mit dem Ausstrom aus der Ostsee gelangten Cyanobakterien auch in den Öresund (Abb. 3). Ungewöhnlich ist, dass die Blüten sogar bis in das Kattegat vordrangen. Am 11. und 17.8.06 mussten Strandabschnitte in Nordwest-Mecklenburg für den Badebetrieb gesperrt werden, weitere an der Ostküste Schleswig-Holsteins (bei Grömitz). In der Arkonasee konnte die Cyanobakterienblüte (meistens *Nodularia spumigena*, besetzt mit *Nitzschia paleacea*) noch am 20.7., aber nicht mehr am 26.7.06 in den Proben nachgewiesen werden. Die östliche Gotlandsee ist der Bereich innerhalb unseres Untersuchungsgebietes in dem die Cyanobakterienentwicklung beginnt (etwa 23.6.06).

Erstaunlicherweise gab es an Station 113 (20.7.07 und 26.7.07), an Station 109 (26.7.06) und an Station 213 (25.7.06) in 20 m Tiefe ein Maximum von *Snowella* spp. An Station 259 wurden am 21.7.06 in 20 m Tiefe Anreicherungen von *Dinophysis norvegica* und *Woronichinia* spp. gemessen.

Die Herbstblüte wurde in der Mecklenburger Bucht neben *Ceratium*-Arten von Kieselalgen (Station 046: *Coscinodiscus granii*, Station 012: *Coscinodiscus* cf. *wailiesii*) dominiert. Auch in der östlichen Arkonasee (Station 109), Bornholmsee (Stat. 213) und südlichen Gotlandsee (Stat. 259) konnte eine gut entwickelte Blüte von *Coscinodiscus granii* nachgewiesen werden.

Die wichtigsten Phytoplanktonarten jeder Saison sind für jedes Seegebiet in Tabelle 5 zusammengestellt. Eine komplette Artenliste des Jahres 2006, einschl. eines saisonalen Indikators, findet sich in Tabelle 6.

Die Sedimentation organischen Materials in der Gotlandsee konnte im Jahre 2005 nur in der Frühjahrs- und Herbstperiode verlässlich verfolgt werden. In der Phase zwischen Mai und September traten so niedrige Werte auf, dass eine Verstopfung des Fangtrichters durch punktuelle extrem hohe Einträge der Frühjahrsblüte angenommen werden muss. Daher sind die Daten des reinen Sommers nicht durchgängig interpretierbar.

Das Sedimentationsmaximum im Frühjahr 2005, das in diesem Jahr ähnlich wie im Vorjahr Mitte April auftrat, wurde wieder fast ausschließlich von Diatomeen gebildet. Anders als im Vorjahr waren mehrere Vertreter der Kieselalgen beteiligt, wobei *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira levanderi*, *Cyclotella* sp., *Chaetoceros* sp., *Thalassiosira baltica* und *Achnanthes taeniata* in ähnlichen Größenordnungen auftraten und *Actinocyclus octonarius* und pennate Diatomeen in kleineren Mengen vorkamen. Der Hauptexport von Silikat aus der Deckschicht fand im Frühjahr statt. Die Herbstblüte der Kieselalgen war nur gering ausgeprägt und wurde vom fast gleichen Artenspektrum wie das Frühjahrswachstum gebildet. Als dominierende Arten traten hier allerdings *Actinocyclus octonarius*, *Chaetoceros* sp. und *Coscinodiscus granii* in Erscheinung.

Die oft mit Cyanobakterien assoziierte Kieselalge *Nitzschia paleacea* wurde nur in der Restprobe der Sommerphase gefunden und kann in ihrer quantitativen Bedeutung nicht bewertet werden. Das Absinken von Cyanobakterienaggregaten, das den vertikalen Stofffluss normalerweise im Sommer dominiert, konnte aus den oben genannten Gründen nicht verfolgt werden. Erst im Herbst/Winter wurden wieder größere Mengen von fädigen (*Planktolyngbya*, *Nodularia*, *Aphanizomenon*) und kolonialen (*Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Coelosphaerium*, *Lemmermanniella*, *Snowella*) Cyanobakterien gefunden. Dinoflagellaten spielten ungewöhnlicherweise das ganze Jahr über eine relativ geringe Rolle.

Die Gesamtsumme für den jährlichen Vertikalfluss lag für die einzelnen Elemente bei 622 mmol C, 67 mmol N (C/N=9,3), 100 mmol Si und 8,6 mmol P pro m² und Jahr. Diese Werte sind um ca. 1/3 geringer als im Vorjahr, was durch den Ausfall der Sommerperiode zu erklären ist. Der Massefluss betrug im Jahr 2005 110 g Trockenmasse pro Jahr. Die Sedimentation mineralischen Materials war damit etwas höher als im Vorjahr.

Die Chlorophyll a-Daten sind in Tab. 7 dargestellt. Nach Ergänzung und neuer Prüfung der Chlorophyll-Datenbank wurden im vorigen Bericht völlig neue Trendanalysen durchgeführt. Das

Hinzufügen der Daten von 2006 veränderte die Trends an den verschiedenen Stationen nicht. Wenn alle Daten pro Station verwendet wurden, war kein signifikanter Langzeittrend auszumachen (Abb. 12, 13). In vergangenen Jahren gefundene Abwärtstrends in der Mecklenburger Bucht und Aufwärtstrends in der eigentlichen Ostsee hatten ihre Signifikanz verloren. Wenn jedoch die Daten einzelner Jahreszeiten (Tab. 8) analysiert wurden, fand sich die Abnahme in der Mecklenburger Bucht und die Zunahme in der Arkonasee und Bornholmsee in den Frühjahrswerten wieder, während die Sommerwerte keinerlei Trend von 1979-2006 zeigten (Tab. 9, Fig. 14).

Im Artenspektrum des Mesozooplankton wurden in den letzten acht Jahre insgesamt 37 Taxa registriert. Davon wurden im Juli 2006 maximal 27 Taxa beobachtet.

Prinzipiell waren mehrere Gruppen zu unterscheiden:

- die Schlüsselarten, die ganzjährig präsent waren (*Acartia bifilosa*, *Acartia longiremis*, *Balanus improvisus*, *Bivalvia* – L, *Centropages hamatus*, *Eurytemora affinis*, *Gastropoda* – L, *Oithona similis*, *Polychaeta* – L, *Pseudocalanus* spp., *Synchaeta* spp., und *Temora longicornis*),
- die Taxa, welche in den letzten Jahren auf eine salzreiche Phase in der westlichen Ostsee aufmerksam machten (athekate Hydromedusen, *Alaurina composita*, marine Cladoceren, *Parasagitta* spp, *Oikopleura dioica*, Echinodermaten – Larven und Lophogastrida (syn. Mysidacea)), oder auf zunehmend limnischen Einfluss in der östlichen Ostsee (*Keratella* spp. anstelle von *Synchaeta* spp.)
- Arten mit typischem Massenvorkommen im Sommer (*Bosmina* spp.), die sich in der letzten Zeit noch im Januar nachweisen ließen (Verlängerung der „Vegetationsperiode“?).
- Malacostracen-Larven (wahrscheinlich der Strandkrabbe *Carcinus maenas*), die anscheinend wieder zum festen Bestandteil des Planktons im Sommer gehören,
- die microphagen Appendicularien, deren bisherige, ganzjährige Präsenz zurückging, sowie
- Zufallsnachweise, meist durch einzelne Individuen, die mit salzreichem Wasser eingetragen wurden.

Situation im östlichen Gotlandbecken nach den Salzwassereinbrüchen von 2003: Schwache Einschübe von oxischem Wasser in anoxischen Wasserkörper unterhalb der Haloklinen gingen mit geringsten Abundanzen von marinen Vertretern einher (*Alaurina composita*, *Oithona similis*). Die Indikatorarten blieben jedoch noch präsent, im Gegensatz zu der längeren Stagnationsperiode vor 1993.

Mesozooplankton - Abundanzrückgang seit Anfang der neunziger Jahre: Er wurde durch den Rückgang in den Maxima der Gesamtabundanz um 50 % (2006) bzw. um 70 % (2005) gegenüber der Periode in den frühen 90er Jahren offenkundig. Eine besondere Verringerung war bei den für Eutrophierung typischen Rotatorien zu verzeichnen (um fast zwei Größenordnungen), aber auch bei Calaniden (halbierte Zahlen gegenüber dem Vorjahr).

Bosmina spp.: Im Jahre 2006 wurden mit 375 600 Ind./m³ die dritthöchsten Konzentrationen des gesamten Untersuchungszeitraumes registriert. Als Grund werden Sommer-Temperaturen im Optimalbereich und das Fehlen von räuberischen Artgenossen (*Cercopages pengoi*) angesehen.

Mnemiopsis leidy: Die seit dem Sommer 2006 in der Ostsee nachgewiesene, von der amerikanischen Ostküste stammende Rippenqualle hat sowohl küstennah als auch in den Tiefen der Bornholmsee überwintert. Im Januar 2007 wurde Reproduktion nachgewiesen. Ihr

„Bedrohungspotentials“ wird sich im Vergleich zum Schwarzen Meer in Grenzen halten. Die Art ist hier einem höheren Konkurrenzdruck im Nahrungserwerb ausgesetzt als dort. Außerdem fehlen die optimalen Reproduktionstemperaturen von mehr als 21°C. Es wird empfohlen, die Entwicklung zu beobachten, speziell im Hinblick auf die Adaptationsfähigkeit der Tiere und die Synchronisierung im Nahrungsnetz (Fischeier und –larven).

Die Artenzahl im Makrozoobenthos lag an den 9 offshore-Stationen mit insgesamt 140 im Jahre 2006 im Vergleich zu den Vorjahren deutlich über dem Durchschnitt. Allerdings muss betont werden, dass 2 zusätzliche Stationen in das Messprogramm aufgenommen wurden. Wertet man nur die 7 Stationen aus, die bereits seit Jahren im Monitoringprogramm untersucht werden, so wurden 113 Arten gefunden. Das ist die höchste Artenzahl die jemals seit Auflegung des Monitoringprogrammes gefunden wurde. Im Vergleich zum letzten Jahr (2005 wurden 78 Taxa festgestellt) lag die Artenzahl um 35 höher. Das ist als ein deutliches Regenerationszeichen insbesondere der westlichen, in den Jahren 2002 und 2005 vom Sauerstoffmangel betroffenen Stationen (010, 012, 018), zu werten. Mit *Aporrhais pespelecani* und *Buccinum undatum* konnten unter anderem zwei sehr selten zu beobachtende Großschnecken an den Monitoringstationen lebend nachgewiesen werden. Günstige Salzverhältnisse erlaubten 2006 das dominante Auftreten bzw. das Vordringen von *Abra alba* und *Ophiura albida* in der Kieler und Mecklenburger Bucht. An der Darßer Schwelle pegelte sich die Biodiversität des Makrozoobenthos im Bereich der Vorjahre ein, jedoch ist seit Jahren ein deutlich negativer Trend bei der Abundanz und Biomasse zu erkennen, der auf das Verschwinden bzw. starke Zurückgehen von *Hydrobia ulvae* und *Pygospio elegans* zurückzuführen ist. Verursachende Faktoren sind hierfür derzeit nicht festzustellen. Die Faunenzusammensetzung hat sich im Laufe der Jahre mehr zu Arten verschoben, die organisch angereicherte Sedimente bevorzugen (z.B. *Lagis koreni*). In der Arkonasee pegelten sich die Werte im Bereich der Vorjahre ein. Es war kein eindeutiger Trend zu beobachten. Die Besiedlung kann sowohl bei der Artenzahl als auch bei der Abundanz und Biomasse als auf einem mittleren bis hohen Niveau bezeichnet werden. Die nördliche Pommernbucht weist seit Jahren stabile Verhältnisse bezüglich der Besiedlung durch das Makrozoobenthos auf. Es wurden leichte Zunahmen der Biomasse und der Abundanz beobachtet. Die Bornholmsee zeigte trotz niedriger Sauerstoffwerte (0,5 ml/l) im Becken (90 m Wassertiefe) eine geringe Besiedlung mit dem Polychaeten *Bylgides sarsi*.

Summary

In the frame of the HELCOM monitoring, data on species composition and biomass or abundance of phyto- and zooplankton as well as macrozoobenthos from the western part of the Baltic Sea to the Eastern Gotland Sea (Fig. 1) were gathered in 2006 together with physico-chemical data in order to continue the time series which exists since 1979. Data from sediment traps deployed in 2005 in the Gotland Basin give information on particle dynamics. Also satellite data are used to trace the phytoplankton bloom development. Because of cancellation of the March cruise, our data are based on only four regular monitoring cruises (January/February, May, July and November). They are supplemented by data gained from additional phytoplankton samples (stations 012 and O22) taken by Landesamt für Natur und Umwelt of the German country Schleswig-Holstein (LANU), but these data were not imported into the ODIN data bank of IOW and therefore not

involved in the graphs and tables. A sample statistics is shown in Table 1 and a special statistics of the zooplankton net hauls is presented in Table 2.

Because of the lack of cruise data from March, information on the spring bloom of the phytoplankton is limited. This gap could be closed in Mecklenburg Bight by the samples delivered by LANU and by data from the coastal station Heiligendamm (west of Rostock-Warnemünde). Based on these data, a very early spring bloom could be identified. Already in the course of our first cruise, a clear growth from 27./28.01. to 03./04.02.2006 was detected in Mecklenburg Bight (Fig. 4a, b) and in the Arkona Sea (Fig. 4c, 5a). This may be caused by the shallow stratification of the water column (pycnocline at 5-8 m depth), which allows a permanent exposure of the algae suspended in the upper water layer. The early stages of the phytoplankton succession are dominated by *Mesodinium rubrum* and Cryptophyceae. In early February, diatoms (*Porosira glacialis*, *Rhizosolenia setigera*, *Thalassiosira anguste-lineata*, in a later phase *Skeletonema costatum*) developed in Mecklenburg Bight. The diatom bloom declined at the end of March (at least at the coastal station Heiligendamm). It was followed by the naked form of *Dictyocha speculum* and dinoflagellates and a strong continued growth of *Mesodinium rubrum*. The spring succession was terminated by mixotrophic species like Cryptophyceae and *Chrysochromulina* sp.

The typical spring bloom of diatoms and/or dinoflagellates could not be proved in the Arkona Sea because of lacking March samples. In contrast to the Mecklenburg Bight and the Arkona Sea, no phytoplankton growth occurred in the Bornholm Sea from end of January to early February since the water column seems to be mixed down to 18 m depth. Besides of the dominating *Mesodinium rubrum*, our samples from May 2006 contained almost exclusively diatoms (*Chaetoceros* cf. *holsaticus*) in the Bornholm Sea (Fig. 5b), but almost exclusively dinoflagellates (*Peridiniella catenata*) at Stations 259 (Fig. 5c) and 271 (Fig. 5d). According to satellite data (Chapter 4.1.1), chlorophyll concentrations were raised in the Bornholm Sea and the Eastern Gotland Sea from 25.3.06 until 17.4.06.

It has to be emphasized that a fluorescence maximum occurred frequently at 12-15 m depth, independently of hydrographic structures, e.g. on 27.1.06 at Station 012 (*Ceratium tripos* and diatoms), and on 3.2. and 20.7.06 at Station 030 (*Ceratium tripos*). On 11.5.06, *Chrysochromulina* sp. enriched at 14 m depth in a somewhat warmer water layer. An accumulation of *Thalassiosira baltica* was noticed at Station 213 on 6.5.06 at 50 m depth.

A summer bloom of diatoms was not noticed in 2006. In Mecklenburg Bight, *Ceratium tripos*, Gymnodiniales and cyanobacteria (*Nodularia spumigena*, *Aphanizomenon* and especially on 18./19.7.06 an unusually high share of *Anabaena* spp.) dominated in July 2006. The development of cyanobacteria is described on the basis of satellite images in Chapter 4.1.1. In our investigation area, the development of cyanobacteria starts in the Eastern Gotland Sea (approximately 23.6.06) and spreads into southern direction. Already on 9.7.06, the whole western Baltic was covered by filaments. The 16.7.06 was the day of the most intensive cyanobacteria development in the southern Baltic Sea (Fig. 2). In samples from the Arkona Sea, bloom concentrations of *Nodularia spumigena* were still found on 20.7., but not on 26.7.06 anymore. The outflow of Baltic water transported cyanobacteria into the Öresund (Fig. 3). The penetration into the Kattegat is an exceptional event. On 11.8. and 17.8.06 swimming in waters of the northwestern Mecklenburg region was prohibited, similarly to the eastern coast of Schleswig-Holsteins (near Grömitz).

Astonishingly, *Snowella* spp. accumulated at 20 m depth on several occasions, e.g. Station 113 (20.7.07 and 26.7.07), Station 109 (26.7.06) and Station 213 (25.7.06). At Station 259, *Dinophysis norvegica* and *Woronichinia* spp. enriched at 20 m depth in the thermocline (on 21.7.06).

The autumn bloom in Mecklenburg Bight was dominated, besides of *Ceratium* spp., by diatoms (Station 046: *Coscinodiscus granii*, Station 012: *Coscinodiscus* cf. *wailesii*). Also in the eastern Arkona Sea (Station 109), Bornholm Sea (Station 213) and southern Gotland Sea (Station 259), a well-developed bloom of *Coscinodiscus granii* was found.

The 10 most important phytoplankton species of each season in each sea area are compiled in Table 5. A complete species list of the year 2006, including a seasonal indicator, is given in Table 6.

The sedimentation of organic matter in the central Gotland Basin in 2005 could be recorded reliably only in spring and autumn. Between May and September 2005, the extremely low sedimentation rates indicated a clogging of the funnel due to the sudden and massive sinking of the spring bloom and a concomitant loss of the material. Therefore, the summer data can not be interpreted consistently. The sedimentation maximum in spring occurred at about the same time (middle of April) as in the previous year and consisted of different diatom species, with a higher diversity than in former years. *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira levanderi*, *Cyclotella* sp., *Chaetoceros* sp., *Thalassiosira baltica* and *Achnanthes taeniata* occurred in similar high numbers and *Actinocyclus octonarius* and pennate diatoms in smaller amounts.

The main export of silica out of the mixed layer occurred in spring. The autumn bloom of diatoms was less pronounced than usual and was formed by nearly the same composition of species as the spring peak. The species spectrum at the end of the year was dominated by *Actinocyclus octonarius*, *Chaetoceros* sp. and *Coscinodiscus granii*. *Nitzschia paleacea*, a diatom often associated with filamentous cyanobacteria, was detected just once at the end of the summer phase which was probably due to the loss of the summer material. The sinking of cyanobacterial biomass, which usually is a major contributor to vertical mass transfer, could not be quantified in 2005. Towards the end of the year both filamentous (*Planktolyngbya*, *Nodularia*, *Aphanizomenon*) and colonial (*Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Coelosphaerium*, *Lemmermanniella*, *Snowella*) forms of cyanobacteria could be detected again. Dinoflagellates played an unusual minor role throughout the whole year.

The absolute amount of the annual flux was estimated for the single elements with 622 mmol C, 67 mmol N (C/N=9,3), 100 mmol Si and 8,6 mmol P per m² and year. These values are about 30% lower than in the previous year what can be explained by the loss of the summer material. Mass flux amounted to 110 g (mass dry weight per year) for 2005 making the flux of nonbiogenic material slightly higher than in the previous year.

The chlorophyll a data from the surface water are shown in Table 7. After an upgrading and re-evaluation of the chlorophyll data bank, completely new trend analyses were performed in the previous report. The update with the data from 2006 confirmed the reported trends at the different stations. If all annual data were implied, no significant linear trends could be identified anymore (Fig. 12, 13). That means, downwards trends in Mecklenburg Bight and upwards trends in the

Baltic Proper, found in some previous analyses, have lost their significance. However, if the seasons (Table 8) were analysed separately, the spring data revealed long-term trends, but not the summer data (Table 9, Fig. 14). The spring data were decreasing in Mecklenburg Bight but increasing in the Arkona Sea and the Bornholm Sea from 1979 to 2006.

In the mesozooplankton, thirty seven taxa were recorded in total during the last eight years. In Juli 2006, 27 taxa were present. Several groups of taxa were distinguished according their seasonal presence.

- Key species which were permanently present in the assessment period: *Acartia bifilosa*, *Acartia longiremis*, *Balanus improvisus*, *Bivalvia* – L, *Centropages hamatus*, *Eurytemora affinis*, *Gastropoda* – L, *Oithona similis*, *Polychaeta* – L, *Pseudocalanus* spp., *Synchaeta* spp., and *Temora longicornis* (in alphabetic order),
- Taxa which were permanently present in the last three years:
 - indicating a period of higher salinity in the western Baltic Sea (athecate hydromedusae, *Alaurina composita*, cladoceran of marine origin, *Parasagitta* spp, *Oikopleura dioica*, echinodermata – larvae and Lophogastrida (syn. Mysidacea)), and
 - indicating an increased limnetic influence in the Eastern Gotland Basin (*Keratella* spp.).
- Taxa with mass occurrence in summer (*Bosmina* spp.) which were still present in the next January (prologation of the annual “vegetation” period ?).
- Malacostraca – larvae (probably of the common shore crab *Carcinus maenas*) which presumably returns as a stable component of the crustacean community, while the microphagous larvaceans lost their year-round presence.

The hydrographic situation in the Eastern Gotland Sea was characterized by very weak intrusions of oxic water within an anoxic water body below the halocline; they were accompanied by small abundances of marine species (*Alaurina composita*, *Oithona similis*). These indicator species were present below the halocline round the year in contrast to the longer stagnation period before 1993.

The maximum values of the total abundance of zooplankton declined by 50% (in 2006) and by 70% (2005) in comparison to the period of the early 1990s. A special decrease was recorded in the maximum abundance of rotifers - a taxon which stands for eutrophication - by nearly two orders of magnitude. In comparison to 2005, maximum abundances of adult calanoids declined by a factor of two.

Concerning *Bosmina* spp., the third largest maximum abundances in the assessment period was observed in 2006 (375 600 ind./m³) due to summer temperatures within the optimum range and the probable low abundance of the carnivorous *Cercopages pengoi*.

The ctenophore *Mnemiopsis leidyi* were recorded in summer 2006 for the first time in the Baltic Sea. It over-wintered in the deep water of the Bornholm Sea (at 9°C) as well as in coastal waters of the western Baltic Sea. In January 2007, its reproduction was observed.

The macrozoobenthos of 9 offshore stations in the southwestern Baltic is described. Following water bodies were sampled: Kiel Bight (stn. 360), Fehmarnbelt (stn. 010), Mecklenburg Bight (stn. 012 and 018), the Darss Sill (stn. 030), Arkona Sea (stn. 109), the Pomeranian Bay (stn. 152 and 160) and the Bornholm Sea (stn. 213). At each station the species composition, their abundance and

their biomass were determined. Whereas 7 stations were sampled during the last decades 2 additional stations were included within the monitoring programme in 2006. One “new” station is situated in the Kiel Bight with high salinity (23 psu) and showed with 74 species the highest taxonomical diversity. Another one represents the central Pomeranian Bay with its low salinity (8 psu) and was colonised by 24 species. The 140 (and 113 for 7 “old” stations respectively) species found in the macrozoobenthos in 2006 mark one of the highest diversities during the last 16 years at the 9 monitoring stations sampled by the IOW (Fig. 29). After the quick recovery following the oxygen depletions in 2002 and 2005 in the western Baltic (Stat. 010, 012 and 018) the benthic communities reached highest species numbers in 2006. Favourable salinity and oxygen conditions in 2006 allowed a rapid recolonisation of the western Baltic during 1 year. Furthermore typical marine species were able to colonise wide ranges within the Kiel and Mecklenburg Bight. The bivalve *Abra alba* and the brittle star *Ophiura albida* reached highest and moderate abundances within this area, respectively. With the whelk *Buccinum undatum* and the common pelican foot *Aporrhais pespelecani* two very rare species of the Baltic Sea were recorded. At the Darss Sill (Stat. 030) the species number was comparable with the years before. Otherwise, a strong negative trend in abundance and biomass is to be observed since the beginning of the 1990s. The main causes are the disappearance or decline of *Hydrobia ulvae* and *Pygospio elegans*. No reasons for this observations could be found. During the last years the community had a little bit changed to more species which prefer organic rich sediments (e.g. *Lagis koreni*). In the central Arkona Sea the values (species number, abundance and biomass) were more or less similar to the years before. No significant trend could be observed. In respect to historical data both the species number and the abundance/biomass are increased. The northern Pomeranian Bay (Stat. 152) shows relatively stable conditions in respect to colonisation by macrozoobenthos for several years. Slight increase of biomass and abundance could be observed. The Bornholm Sea (Stat. 213) was characterised by very low amount of oxygen in the deep water (0.5 ml/l) and a very sparse colonisation of the polychaete *Bylgides sarsi*.

Danksagung

Die Autoren danken den am Ostseeüberwachungsprogramm beteiligten Mitarbeitern des Instituts für Ostseeforschung, insbesondere den mit der Probengewinnung und -bearbeitung betrauten Kolleginnen und Kollegen BÄRBEL BUUK, SUSANNE BUSCH, INES GLOCKZIN, ANNETT GRÜTTMÜLLER, REGINA HANSEN, UWE HEHL, ANNELI POSTEL, DORIS SETZKORN, INA TOPP sowie den bei der Datenbearbeitung engagierten Kolleginnen und Kollegen JAN DONATH, SABINE FEISTEL, ANNETT GRÜTTMÜLLER, Dr. STEFFEN BOCK und MONIKA GERTH. Die meteorologisch-hydrographischen sowie chemischen Daten wurden uns von Dr. RAINER FEISTEL und Dr. GÜNTHER NAUSCH zur Verfügung gestellt. Dem Kapitän und der Besatzung des Forschungsschiffes „Gauss“ sowie den Fahrleitern sei gedankt für die Unterstützung während der Messfahrten. Lücken in unserer Probennahme-Datenreihe konnten geschlossen werden durch zusätzliche Proben, die uns von JEANNETTE GÖBEL (Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein) zur Verfügung gestellt wurden. Dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie gebührt Dank für die Finanzierung des vom Institut für Ostseeforschung durchgeführten Monitoring sowie für vielfältige logistische und administrative Unterstützungen.

Literaturverzeichnis

- V. BODUNGEN, B., JOST, G., POSTEL, L., POWILLEIT, M., WASMUND, N., 1996: Biologisches Monitoring und wissenschaftliche Zustandseinschätzung der Ostsee im Rahmen der HELCOM. - Abschlussbericht 1991-1995 des IOW im Auftrag des Umweltbundesamtes, 183 pp.
- BREUEL, G., JOST, G., KAISER, W., POWILLEIT, M., WASMUND, N., v. BODUNGEN, B., 1993: Biologisches Monitoring und Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 1992. - Bericht des IOW im Auftrag des Umweltbundesamtes, 51 pp.
- BREUEL, G., JOST, G., KAISER, W., POWILLEIT, M., WASMUND, N. v. BODUNGEN, B., 1994: Biologisches Monitoring und Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 1993. - Bericht des IOW im Auftrag des Umweltbundesamtes, 65 pp.
- BREUEL, G., JOST, G., KAISER, W., POWILLEIT, M., WASMUND, N., v. BODUNGEN, B., 1995: Biologisches Monitoring und Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 1994. - Bericht des IOW im Auftrag des Umweltbundesamtes, 58 pp.
- COSTELLO, M.K., EMBLOW, C.S., WHITE, R. 2001: European Register of Marine Species. A Check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. - *Patrimoines Naturels* **50**, 1-463.
- 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.
- EKDAHL, E.J., TERANES, J.L., GUILDERSON, T.P., TURTON, C.L., MCANDREWS, J.H., WITTKOP, C.A., AND EUGENE F. STOERMER, E.F., 2004: Prehistorical record of cultural eutrophication from Crawford Lake, Canada. – *Geology* **32** (9):745–748.
- FLEMING, V., KAITALA, S., 2007: Phytoplankton spring bloom biomass in the Gulf of Finland, Northern Baltic Proper and Arkona Basin in 2006. HELCOM Indicator Fact Sheets 2006. http://www.helcom.fi/environment2/ifs/ifs2006/en_GB/springbloom/
- FLÖBNER, D., 1972: Die Tierwelt Deutschlands 60. Teil. Krebstiere Crustacea. Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda Fischläuse, Branchiura. VEB Gustav Fischer Verlag Jena. 501 pp.
- GOROKHOVA E., HANSSON S., HÖGLANDER H., ANDERSEN CM., 2005: Stable isotopes show food web changes after invasion by the predatory cladoceran *Cercopagis pengoi* in a Baltic Sea bay. – *Oecologia* **143**(2): 251-259
- HAJDU, S., OLENINA, I., WASMUND, N., EDLER, L., WITEK, B., 2006: Unusual phytoplankton events in 2005. HELCOM/MONAS Indicator Fact Sheet. http://www.helcom.fi/environment2/ifs/ifs2006/en_GB/phyto

- HANSSON, H.G., 2006: Ctenophores of the Baltic and adjacent Seas – the invader *Mnemiopsis* is here! – *Aquatic Invasions* **1**: 295-298
- HANSSON, S., HJERNE, O., HARVEY, C., KITCHELL, J.F., COX, S.P., ESSINGTON, T.E., 2007: Managing Baltic Sea fisheries under contrasting production and predation regimes: ecosystem model analyses. – *Ambio* **36**(2-3): 259-265
- 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, 1988: Guidelines for the Baltic Monitoring Programme for the Third Stage; Part D. Biological Determinants. *Baltic Sea Environmental Proceedings* **27**, Helsinki Commission
- 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, 2005: Manual for marine monitoring in the COMBINE programme of HELCOM, Part C. – Internet, updated 2005: <http://sea.helcom.fi/Monas/CombineManual2/PartC/CFrame.htm>
- HÖGLÄNDER, H., 2006: Reports on the Conditions of the Coastal and Off Shore Waters of the Baltic Proper. Information No 8/06 – County Administrative Board of Stockholm.
<http://www.infobaltic.se>
- HOLFORT, J., 2006: Jahresbericht der Eissaison 2005/2006. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Hamburg, Rostock.
- JAANUS, A., ANDERSSON, A., HAJDU, S., HUSEBY, S., JURGENSONE, I., OLENINA, I., WASMUND, N., TOMING, K., 2007: Shifts in the Baltic Sea summer phytoplankton communities in 1992-2006. HELCOM/MONAS Indicator Fact Sheet.
http://www.helcom.fi/environment2/ifs/ifs2007/en_GB/Phytoplankton/
- JAVIDPOUR, J., SOMMER, U. AND SHIGANOVA, T., 2006: First record of *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz 1865 in the Baltic Sea. – *Aquatic Invasions* **1**: 299-302
- JOSEFSON, A.B., 1996: Macrozoobenthos. In: Third Periodic Assessment of the State of the Marine Environment of the Baltic Sea, 1989-1993. – *Baltic Sea Environment Proceedings* **64B**, Helsinki Commission: 123-127

- JGOFS, 1993: Core measurement protocol. - Scientific Committee on Oceanic Research, Bergen (JGOFS Rep. No. 6).
- KUBE, S. POSTEL, L., HONNEF, C., AUGUSTIN, C.B., 2007: *Mnemiopsis leidyi* in the Baltic Sea – distribution and overwintering between autumn 2006 and spring 2007. – Aquatic Invasions 2 (2): 137-146 (URL: <http://www.aquaticinvasions.ru>)
- LAAMANEN, M.J., FORSSTRÖM, L., SIVONEN, K., 2002: Diversity of *Aphanizomenon* populations (cyanobacteria) on a Baltic Sea salinity gradient - Only one ITS1-S genotype persists in the Baltic Sea. In: LAAMANEN, M.J. - Genetic and species diversity of planktonic cyanobacteria in the northern Baltic Sea. Contributions of the Finnish Inst. of Marine Research, Helsinki, Vol. 4, Part IV, 14 pp.
- LORENZEN, C.J., 1967: Determination of chlorophyll and phaeo-pigments: spectrophotometric equations. – Limnology and Oceanography, 12, 343-346.
- MÖLLMANN, C., KORNILOVS, G., FETTER, M. AND KÖSTER, F. W. 2005: Climate, zooplankton and pelagic fish growth in the Central Baltic Sea. – ICES Journal Marine Science 62: 1270-1280
- NAUSCH, G., FEISTEL, R., LASS, H.U., NAGEL, K., SIEGEL, H., 2007: Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 2005. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, 70, 1-91.
- 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.
- POLLUMÄE, A., VÄLJATAGA, K., 2004: *Cercopagis pengoi* (Cladocera) in the Gulf of Finland: environmental variables affecting its distribution and interaction with *Bosmina coregoni* maritima. – Proc. Estonian Acad.Sci. Biol. Ecol., 53: 276-282.
- 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.
- SCHULZ, S., KAISER, W., BREUEL, G., 1992: Biologisches Monitoring und Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 1991. – Bericht des IOW im Auftrag des Umweltbundesamtes, 37 S.
- UTERMÖHL, H., 1958: Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. – Ass. intern. Limnol. théor., 9, 1-38.
- WASMUND, N., 2007: Cyanobakterienentwicklung in der Ostsee. – GWF Wasser Abwasser 148, Nr. 7-8: 543-547.

- WASMUND, N., ALHEIT, J., POLLEHNE, F., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L., 1998 a: Ergebnisse des Biologischen Monitorings der Ostsee im Jahre 1997 im Vergleich mit bisherigen Untersuchungen. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **32**, 1-66.
- WASMUND, N., ALHEIT, J., POLLEHNE, F., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L., 1999: Der biologische Zustand der Ostsee im Jahre 1998 auf der Basis von Phytoplankton-, Zooplankton- und Zoobenthosuntersuchungen. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **37**, 1-75.
- WASMUND, N., ALHEIT, J., POLLEHNE, F., SIEGEL, H., 2000: Der biologische Zustand der Ostsee im Jahre 1999 auf der Basis von Phytoplankton- und Zooplanktonuntersuchungen. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **43**, 1-65.
- WASMUND, N., NAUSCH, G., MATTHÄUS, W., 1998 b: Phytoplankton spring blooms in the southern Baltic Sea – spatio-temporal development and long-term trends. - J. Plankton Res., **20**, 1099-1117.
- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L., 2001: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2000. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **46**, 1-74.
- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L., 2002: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2001. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **51**, 1-80.
- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L., 2003: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2002. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **56**, 1-78.
- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L. 2004: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2003. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **60**, 1-87.
- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L. 2005: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2004. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **64**, 1-78.
- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L. 2006 a: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2005. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **69**, 1-78.
- WASMUND, N., TOPP, I., SCHORIES, D. 2006 b: Optimising the storage and extraction of chlorophyll samples. – Oceanologia, **48**, 125-144.
- WASMUND, N., UHLIG, S., 2003: Phytoplankton trends in the Baltic Sea. - ICES Journal of Marine Science, **60**, 177-186.

- WEBER, M. VON, VOB, J. ZETTLER, M.L. 2005: Ostsee: Makrozoobenthos. In: Messprogramm Meeresumwelt: Zustandsbericht 1999-2002 für Nord- und Ostsee. Hamburg, Rostock: Bundesamt f. Seeschifffahrt u. Hydrographie (Bund-Länder-Messprogramm Meeresumwelt; **4**), 243-259.
- ZETTLER, M.L., BÖNSCH, R., GOSSELCK, F., 2000: Das Makrozoobenthos der Mecklenburger Bucht – rezent und im historischem Vergleich. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **42**, 1-144.
- ZETTLER, M.L., FRANKOWSKI, J., RÖHNER, M., 2006: Long term changes of macrozoobenthos in the Arkona Basin (Baltic Sea). – Boreal Environmental Research **11**: 247-260.
- ZETTLER, M.L., SCHIEDEK, D., BOBERTZ, B., 2007: Benthic biodiversity indices versus salinity gradient in the southern Baltic Sea. – Marine Pollution Bulletin **55**: 258-270.
- 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.