

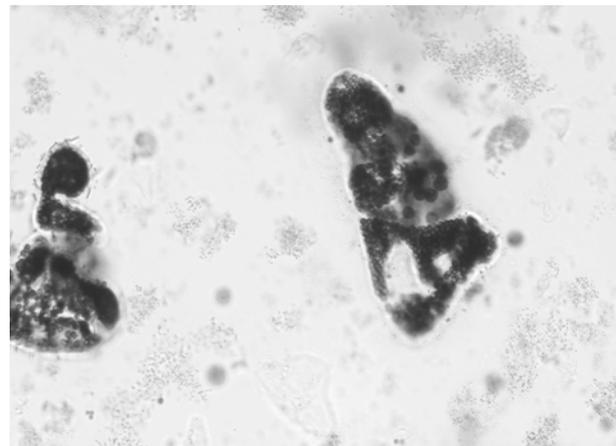
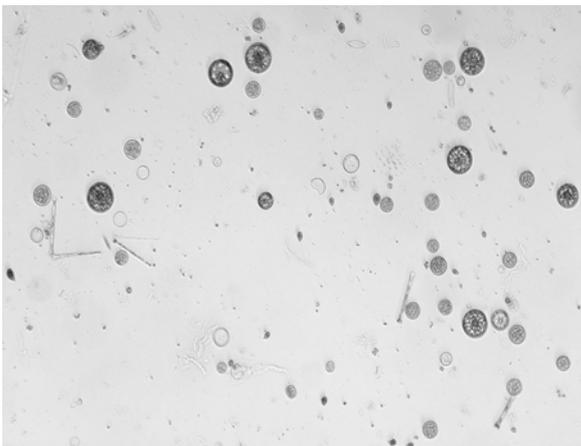
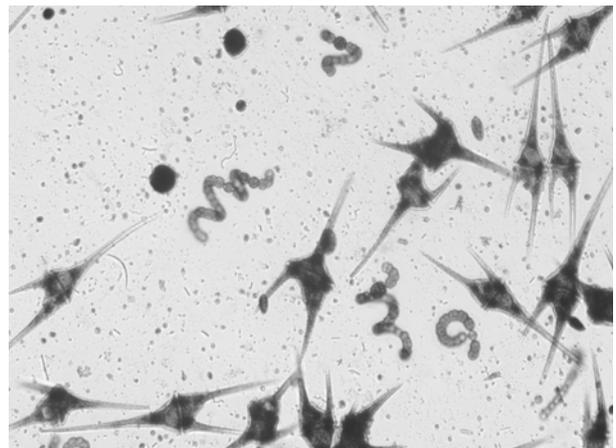
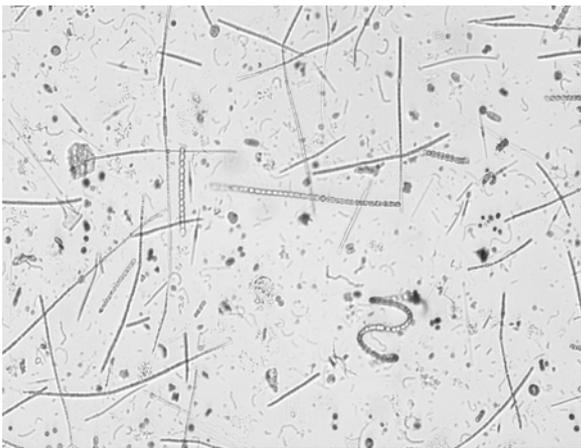
**Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons  
schleswig-holsteinischer Seen 2004**

**- Teilbericht: 12 Seen des WRRL-Programms -**

**Bericht**

für das

Landesamt für Natur und Umwelt  
Abteilung 4 - Gewässer  
Hamburger Chaussee 25  
24220 Flintbek



von

Dr. W. Arp, *LimPlan*

Berlin, Mai 2005

## **Beteiligte Personen und Institutionen:**

### **Auftraggeber:**

Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, Hamburger Chaussee 25, 24 220  
Flintbek

### **Auftragnehmer:**

*LimPlan*, Gewässer- und Landschaftsökologie, Dr. Wolfgang Arp

### **Phytoplanktonuntersuchungen:**

Dr. Wolfgang Arp

### **Zooplanktonuntersuchungen:**

Peer Martin

### **Bericht:**

Dr. Wolfgang Arp

### **Fotos der Titelseite (Arp):**

Oben links: Behlendorfer See 9.8. 2004. Oben rechts: Schwentine-See 4.8. 2004. Unten links:  
Vierer See 17.3. 2004. Unten rechts Süseler See. Alle Fotos wurden bei 100 facher Vergröße-  
rung und 40 mm Sedimentations-Kammerhöhe erstellt.

## Übersicht

1. Zusammenfassung	5
2. Einleitung	7
3. Untersuchungsgewässer im Überblick	8
4. Methodik	9
4.1 Feldmethodik	9
4.2 Labormethodik	9
4.2.1 Phytoplanktonanalyse	9
4.2.2 Zooplanktonanalyse	11
4.2.3 Fotografische Dokumentation	13
5. Ergebnisse Plankton	13
5.1 Überblick	13
5.2 Arenholzer See	14
5.2.1 Phytoplankton	14
5.2.2 Zooplankton	17
5.3 Barkauer See	17
5.3.1 Phytoplankton	18
5.3.2 Zooplankton	18
5.4 Behlendorfer See	20
5.4.1 Phytoplankton	20
5.4.2 Zooplankton	22
5.5 Großer Pönitzer See	23
5.5.1 Phytoplankton	23
5.5.2 Zooplankton	25
5.6 Großer Segeberger See	26
5.6.1 Phytoplankton	26
5.6.2 Zooplankton	28
5.7 Passader See	29
5.7.1 Phytoplankton	29
5.7.2 Zooplankton	31
5.8 Schluensee	32
5.8.1 Phytoplankton	32
5.8.2 Zooplankton	34
5.9 Schwentine-See	34
5.9.1 Phytoplankton	35
5.9.2 Zooplankton	35

5.10 Seedorfer See	37
5.10.1 Phytoplankton	37
5.10.2 Zooplankton	39
5.11 Süseler See	40
5.11.1 Phytoplankton	40
5.11.2 Zooplankton	42
5.12 Vierer See	43
5.12.1 Phytoplankton	43
5.12.2 Zooplankton	45
5.13 Wittensee	45
5.13.1 Phytoplankton	45
5.13.2 Zooplankton	46
6. Bewertung	49
6.1 Phytoplankton in den 12 Untersuchungsgewässern	49
6.1.1 Indikatorfunktion	49
6.1.2 Das Phytoplankton-Gesamtbiovolumen als Kenngröße für die Degradationsklassen nach der EG-WRRL	50
6.1.3 Dominante Taxa	51
6.1.4 Toxizität von Cyanobakterien	58
6.1.5 Ausbildung eines Tiefenchlorophyll-Maximums (DCM)	59
6.1.6 Gruppierung der Seen anhand des Phytoplanktons	60
6.3 Zooplankton	64
6.3.1 Allgemeines	64
6.3.1 Zooplankton in 10 der 12 Untersuchungsgewässer (ohne Barkauer See und Seedorfer See)	65
6.3.2 Zooplankton im Barkauer See und Seedorfer See	66
6.3.3 Beziehung des Zooplanktons zur Trophie in den 12 Untersuchungsgewässern	67
7. Literatur	69
8. Danksagung	72
9. Anschrift des Verfassers	72
10. Anhang	73
10.1 Phytoplankton-Artenliste aller 12 Seen	73
10.2 Zooplankton-Artenliste aller 12 Seen	78

## 1. Zusammenfassung

Im Rahmen der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wurden 2004 12 schleswig-holsteinische kalkreiche Seen unterschiedlicher Größe und Trophie auf das Vorkommen von Phyto- und Zooplankton mit dem Schwerpunkt Phytoplankton untersucht. Es wurden dazu Schöpfproben aus 1 m Tiefe und Netzproben aus einer vertikalen Wassersäule entnommen. Die Seen gehören den Seetypen 10, 11, 12 und 13 an (typisierte Seen zur Umsetzung der EG-WRRL). Es wurden 60 Phyto- und 59 Zooplanktonproben, in der Regel 5 Proben pro See, im Zeitraum März bis Oktober mikroskopisch analysiert. Die Untersuchungen zeigen u.a. folgende Ergebnisse:

Insgesamt wurden vom Phytoplankton im Mittel 84 Taxa pro See ermittelt (60 – 107), vom Zooplankton im Mittel 50 Taxa pro See (40 – 60). Beim Vergleich des Vegetationsmittels Phytoplankton-Biovolumen mit der Trophiestufe wurde vielfach eine andere Einstufung gefunden. Eine engere Beziehung zum Trophiegrad ergab die Dominanz von Cyanobakterien im Sommer, außer in den zwei sehr flachen Seen Barkauer See und Gr. Pönitzer See, die gesondert zu betrachten sind.

Im **Frühjahr** dominierten in 6 der 8 Seen, von denen Frühjahrsproben entnommen wurden, solitäre centrische Diatomeen. Im **Sommer** waren die Verhältnisse bezüglich der Großgruppen diverser. Die großvolumige mobile und mixotrophe Gattung *Ceratium* dominierte in den tieferen polymiktischen und vor allem in nahezu allen geschichteten Seen. Die koloniebildende funktionell ähnliche Art *Microcystis* war eher in den schwach polymiktischen phosphorreichen Seen zu finden, während die nostocalen Formen (*Anabaena spp.* und *Aphanizomenon spp.*) insbesondere in allen polymiktischen Seen häufiger vertreten waren. *Oscillatoriales*, *Aulacoseira*, *Dinobryon* und pennale Diatomeen traten phasenweise gehäuft im Sommer und Frühherbst auf. Sie nehmen funktionell eine Mittelstellung zwischen den typischen Frühjahrs- und Sommerformen ein. Diatomeen waren vielfach im Sommer aufgrund geringer Tiefen und hoher Silikatwerte eine der dominanten Gruppen.

Die Stabilität der Schichtung im Sommer und desweiteren der Phosphor- und Silikatgehalt sind entscheidende steuernde Faktoren für die sommerliche Phytoplanktonentwicklung in den Untersuchungsgewässern. Anhand dieser Rahmenbedingungen lassen sich bei Betrachtung der absoluten Phytoplankton-Biovolumina und der dominanten Taxa die 12 Seen folgendermaßen gruppieren.

- **Seedorfer See und Barkauer See:** In diesen zwei stark polymiktischen Seen der Trophie e2 mit mittleren Tiefen von ca. 1 und 1,9 m wird die Algenproduktion im Wasserkörper stark von Weterschwankungen beeinflusst. Jahreszeitliche Sukzessionsmuster sind nicht zu erkennen. Es dominierten 2004 bei hohen TP-Gehalten schnellwachsende Formen verschiedenster Gruppen wie der Cryptophyceen, Diatomeen und Haptophyceen bzw. im makrophytendominierten Barkauer See Litoralformen (*Spirogyra*), bei drastischem zeitlichen Wechsel der dominanten Taxa. Stabile Sommerformen traten in der Regel nur in geringer Dichte auf. In beiden Seen wurde Phosphor nur in geringem Maße in Planktonbiomasse umgesetzt, im Barkauer See vermutlich aufgrund der Konkurrenz der submersen Makrophyten.
- **Arenholzer See, Süseler See:** Diese zwei Seen hoher Trophie (e2 und p1) sind im Sommer meist ungeschichtet, mit zwischenzeitlich kurzen Schichtungsphasen. Es dominierten im Sommer und Herbst 2004 bei hohen TP-Gehalten insbesondere potentiell toxische Blaualgen, im Süseler See die Gattung *Microcystis* als Massenvorkommen. Daneben waren auch *Ceratium hirundinella* im Arenholzer See und solitäre und kettenförmige centrischen Kieselalgen häufig. Dominante Taxa

wechseln sich in diesen Seen öfter als in den tieferen geschichteten Seen ab. Im flacheren der beiden Seen, dem Arenholzer See, wurde Phosphor nur in geringem Maße in Algenbiomasse umgesetzt.

- **Passader See:** Dieser See hoher Trophie (p1) ist ebenfalls im Sommer meist ungeschichtet, mit zwischenzeitlich kurzen Schichtungsphasen. Es dominierten bei einem erhöhten TP-Gehalt von im Mittel 88 µg/l vor allem zwei *Ceratium*-Arten und nostocale und chroococcale Blaualgen, u.a. *Microcystis spp.*, des weiteren in geringerem Maß kettenförmige centrische Kieselalgen (*Aulacoseira spp.*). Im Spätsommer nahmen Oscillatoriales deutlich zu (*Planktothrix agardhii*), bedingt vermutlich durch die hohe Windanfälligkeit dieses 273 ha großen Sees.
- **Schwentine-See:** Dieser Flussee der Trophiestufe e2 weist bei geringer Wasseraufenthaltszeit zeitweise einen Seencharakter auf, jedoch ohne typische Sukzessionsmuster. Der See wies bei erhöhten TP-Gehalten starke Biomassenschwankungen auf. Anfang August wurden extrem hohe Biovolumina ermittelt. Es dominierten im Sommer Dinophyceen und Cryptophyceen.
- **Wittensee:** Der 989 ha große windexponierte und schwach eutrophe Wittensee ist im Verhältnis zur Fläche sehr flach (mittlere Tiefe 9,5 m). Ein fehlendes Metalimnion und eine insgesamt schwache Schichtung im Jahr 2004 bedeuteten in großen Teilen des Sees Polymixie. Aufgrund der relativ großen Mixistiefe im Sommer (Lichtmangel) waren die Bedingungen für ein Algenwachstum trotz hoher P-Werte nicht optimal. Im Juli *Asterionella formosa* und die selten gefundene centrische Art *Aulacoseira islandica* und im August die verzweigte Goldalge *Dinobryon sociale* waren die dominanten Vertreter. Im Wittensee wurde Phosphor nur in geringem Maße in Algenbiomasse umgesetzt.
- **Vierer See, Gr. Pönitzer See und Gr. Segeberger See:** In diesen stabil geschichteten Seen (Trophie e1) dominierte 2004 im Sommer bei mittleren TP-Gehalten in erster Linie der K-Strategie *Ceratium hirundinella*. Daneben traten in deutlich geringerer Biomasse im Juli bei widrigen Wetterverhältnissen (stärkere Durchmischung) in hoher Vielfalt pennale und centrische Diatomeen (Vierer See, Gr. Segeberger See) und im August/Anfang September während einer Schönwetterperiode nostocale Blaualgen auf.
- **Behlendorfer See:** Dieser stabil geschichtete See der (Trophie e2) ist bei mittleren TP-Gehalten durch die relativ große Dominanz von fädigen Blaualgen und in geringerem Maß pennalen Kieselalgen ein gesondert zu betrachtender See. Es dominierten im Frühjahr in den letzten Jahren meist schnellwachsende Formen aus verschiedensten Großgruppen und fädige nostocale und oscillatoriale Blaualgen. Im Sommer herrschte *Ceratium hirundinella* und daneben fädige nostocale Cyanobakterien (2004) oder pennale Kieselalgen und *Microcystis* (2002) vor. Im Winter 2000/01 gab es ein Massenvorkommen von *Planktothrix rubescens*. Die insgesamt geringen Silikat-Konzentrationen im Behlendorfer See sind möglicherweise ein Konkurrenzvorteil für fädige Blaualgen gegenüber den Kieselalgen.
- **Schluensee:** Der mesotrophe 127 ha große Schluensee, ein relativ tiefer See (16,3 m mittlere Tiefe), weist bei geringen TP-Gehalten am deutlichsten von allen Seen eine ungestörte jahreszeitliche Sukzession auf. Bei stabiler sommerlicher Schichtung dominierte im Epilimnion *Ceratium hirundinella* mit stetig steigender Biomasse, während sich im August bei zunehmender Auszehrung der Nährstoffe im Epilimnion in 8 m Tiefe ein Tiefenchlorophyllmaximum (DCM) herausbildete.

Das **Zooplankton** wies in 10 von 12 Untersuchungsgewässern vor allem sehr geringe Abundanzen der Crustaceen auf. Bei erhöhten Werten wurden insbesondere kleine Formen ermittelt. In diesen Gewässern dominierten in der Abundanz deutlich die Rädertiere und zu geringeren Anteilen auch die Ciliaten. Die 2 Seen, die im Mittel signifikant höhere Abundanzen bei den Crustaceen aufwiesen, waren die sehr flachen Gewässer Barkauer See (makrophytendominiert) und Seedorfer See. Deren erhöhte Werte gegenüber den tieferen Seen sind möglicherweise auf die Probenahmetechnik zurückzuführen. Die Ergebnisse weisen deutlich auf den Einfluß planktivorer Fische hin. Ein Beziehung der Abundanzen des Zooplanktons zur Trophiestufe konnte nicht festgestellt werden.

## 2. Einleitung

Anlaß für die Untersuchung des Planktons von 12 Seen in Schleswig Holstein im Jahr 2004 ist die Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) aus dem Jahr 2000 (EUROPÄISCHE UNION 2000). Danach ist bei Seen > 50 ha u.a. die Untersuchung der Zusammensetzung, Abundanz und Biomasse des Phytoplanktons gefordert. Die taxonomische Zusammensetzung und durchschnittliche Biomasse und des weiteren das Auftreten von Planktonblüten sollen hierbei beschrieben und bewertet werden. Die EG-WRRL fordert hierbei ein Bewertungsverfahren in vier Degradationsstufen abweichend von einem anthropogen unbeeinflussten Zustand. Das Phytoplankton kann primär als Anzeiger für die Degradation hinsichtlich der „Eutrophierung“ dienen (zusammenfassende Darstellung bei NIXDORF et al. 2005).

Im Jahr 2004 wurden von 12 Seen (48 – 989 ha) in Schleswig-Holstein je 6 Schöpfproben aus 1 m Tiefe im Zeitraum März – Oktober entnommen. Die Proben sollten bezüglich des Phytoplanktons nach vorgegebenen Kriterien qualitativ und quantitativ analysiert werden.

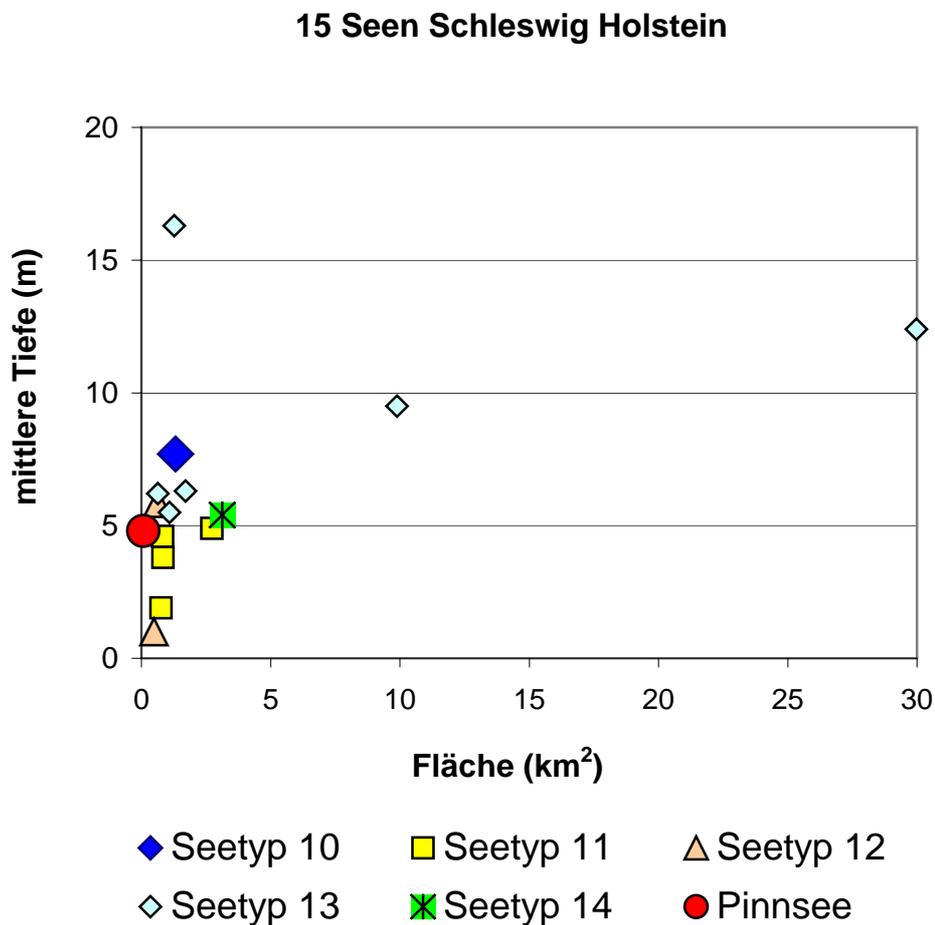
Aufgrund der Wichtigkeit des Zooplanktons im pelagischen Nahrungsnetz wurden zusätzlich zum gleichen Zeitpunkt in den 12 Seen Vertikalnetzzüge zur halbquantitativen Analyse des Zooplanktons entnommen.

Die erhobenen Daten, insbesondere des Phytoplanktons, sollten zum einen grafisch und textlich dargestellt werden und zudem hinsichtlich der Indikatorfunktion des Planktons aufbereitet und bewertet werden, u.a. bezüglich verschiedener Degradationsstufen der Trophie.

### 3. Untersuchungsgewässer im Überblick

Fläche und Tiefe der 12 Untersuchungsgewässer variieren in der mittleren Tiefe von ca. 1 m (Barkauer See) bis 16,3 m (Schluensee) und in der Seefläche von 48 ha (Barkauer See) bis 989 ha (Wittensee). In Abb. 1 sind Daten zu den 12 Seen dargestellt, zusammen mit Größenangaben zu zwei weiteren Seen (Dobersdorfer Sees = Seetyp 14 und Großen Plöner Sees Seetyp 13 = ), die ebenfalls 2004 vom gleichen Bearbeiter für das LANU untersucht wurden (gesonderter Bericht).

Anhand der Unterscheidung der 12 Untersuchungsgewässer nach den Seetypen, die zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie von MATHES et al. (2005) entwickelt wurden, wurden vom Seetyp 10 ein See, vom Seetyp 11 vier Seen, vom Seetyp 12 zwei Seen und vom Seetyp 13 fünf Seen untersucht. Weitere Daten, u.a. zur Trophie, sind in Tab. 1 zusammengefaßt.



**Abb. 1.:** Vergleich der mittleren Tiefe und Seefläche der 12 Untersuchungsgewässer und des Dobersdorfer Sees (Seetyp 14), Gr. Plöner Sees (Seetyp 13) und Pinnsees, aufgeschlüsselt nach den verschiedenen Seetypen nach MATHES et al. 2005.

Seename	Seefläche (km <sup>2</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> 10 <sup>6</sup> )	EZG inkl. See (km <sup>2</sup> )	mittlere Tiefe (m)	Seetyp	Trophie LAWA 2004
Vierer See	1,32	10,13	19,3	7,7	10	e1 2,95
Arenholzer See	0,82	3,49	9,26	4,6	11	e2 3,05
Passader See	2,73	13,4	63,1	4,9	11	p1 3,71
Süseler See	0,83	2,93	9,98	3,8	11	p1 3,56
Seedorfer See	0,76	1,43	15,96	1,9	11.2 <sup>(2)</sup>	e2 3,42
Barkauer See	0,48	0,496	63,53	1 <sup>(1)</sup>	12	e2 3,42
Schwentine-See	0,62	3,613	403,1	5,83	12	e2 3,14
Behlendorfer See	0,64	3,9	3,72	6,2	13	e2 3,08
Gr. Pönitzer See	1,08	5,9	3,14	5,5	13	e1 2,61
Gr. Segeberger See	1,7	10,8	9,65	6,3	13	e1 2,97
Schluensee	1,27	20,7	6,54	16,3	13	m 2,22
Wittensee	9,89	97,8	48,01	9,5	13	e1 2,89

**Tab. 1:** Wichtige Seedaten zu den 12 Untersuchungsgewässern. Der Seetyp wurde im Rahmen der EG-WRRL nach MATHES et al. (2005) ermittelt. Die Seen sind aufsteigend nach dem **Seetyp geordnet**. <sup>(1)</sup> : geschätzter Wert (pers. Mitteilung Frau M. Bahnwart). <sup>(2)</sup> : Der Seedorfer See als sehr flacher Seen (< 3 m mittlere Tiefe) wurde in Anlehnung an NIXDORF et al. 2005 als eigener Seetyp 11.2 benannt.

## 4. Methodik

### 4.1 Feldmethodik

Für die Phytoplanktonanalyse wurden Schöpfproben aus 1 m Tiefe entnommen und mit Lugol'scher Lösung in 100 ml Glasflaschen versehen.

Für die Zooplanktonanalyse beider Seen wurde aus 1 m, 5 m und 10 m Tiefe mit einem Wasserschöpferr jeweils 2,5 l entnommen und durch ein Netz der Maschenweite 55 µm gegeben (insgesamt 7,5 l). Die Mischproben wurden vor Ort formalinfixiert.

### 4.2 Labormethodik

#### 4.2.1 Phytoplanktonanalyse

Das Phytoplankton wurden durch Auswertung der Schöpfprobe analysiert.

Die qualitative und quantitative Analyse des Phytoplanktons erfolgte an einem Umkehrmikroskop der Fa. Leitz bei Hellfeldbeleuchtung mit bis zu 790facher Vergrößerung, des weiteren bei schwierig zu bestimmenden Arten wie den Kieselalgen mit einem Interferenz-Auflichtmikroskop mit bis zu 1000facher Vergrößerung. Kieselalgen wurden zur Artbestimmung gesondert präpariert, um die Kieselschalenstrukturen zu erkennen (Kochen mit 30 %igem Wasserstoffperoxid; anschließend Einbettung in Naphrax auf Objektträgern).

Die qualitative Analyse erfolgte möglichst auf Artniveau, in der Regel aber zumindest bis zu einem Niveau, das durch eine Mindestbestimmbarkeitsliste zur Entwicklung eines WRRL-Bewertungssystems im Sommer 2004 zur Verfügung gestellt wurde (von Dr. Ute Mischke). Für jeden See wurde eine Artenliste unter Angabe des Erstbeschreibers erstellt (siehe Anhang).

Für die quantitative Analyse wurden in der Regel mindestens 10 Arten / Taxa bzw. 95 % der Biomasse erfasst. Das Plankton wurde durch Auszählen der gesamten Sedimentationskammer oder von Transekten, abhängig von Größe und Dichte der Organismen, ermittelt. Bei der Zählung dominanter Phytoplanktontaxa wurden mindestens 100 Zellen bzw. Zählseinheiten in mindestens 2 Transekten ausgezählt. Die weniger häufig auftretenden Taxa wurden in 5 Zählstreifen gezählt.

Das Körpervolumen des Phytoplanktons wurde durch Annäherung an geometrische Körper in Anlehnung an ATT (1998) ermittelt. Für jedes Taxon, jede Algenklasse und die Gesamtprobe wurde dann das Biovolumen berechnet.

### **Verwendete Bestimmungsliteratur**

- Anagnostidis, K. & J. Komárek (1985): Modern approach to the classification system of cyanophytes - 1 - Introduction.- Archiv für Hydrobiologie Supplement 71 (1/2): 291 - 302
- Anagnostidis, K. & J. Komárek (1988): Modern approach to the classification system of cyanophytes - 3 - Oscillatoriales.- Archiv für Hydrobiologie Supplement 80 (1-4): 327 - 472
- Bourrelly, P. (1972): Les Algues vertes.- Éditions N. Boubée & Cie. Paris : 1 - 569.
- Ettl, H. (1983): Xanthophyceae, Teil 1.- Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 3. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, New York: 1 - 515.
- Ettl, H. (1983): Chlorophyta I - Phytomonadina.- Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 9. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, New York: 1 - 530.
- Förster, K. (1982): Conjugatophyceae - Zygnematales und Desmidiaceae (excl. Zygnemataceae).- E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller). Stuttgart, Germany: 1 - 543.
- Geitler, L. (1932): Cyanophyceen.- Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 2. Auflage. Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H. Leipzig: 1 - 1179.
- John, D. M., B. A. Whitton, & A. J. Brook (2003) :The freshwater algal flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae.- University Press, Cambridge. Cambridge: 1 - 702.
- Kadlubowska, J.Z. (1984): Conjugatophyceae I – Chlorophyta VIII, Zygnematales.- Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 16. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, New York: 1 - 532.
- Kasten, J. (2002): Die Dynamik der Phytoplanktongemeinschaften einer saisonal überfluteten Fluß-Auern-Landschaft (Unteres Odertal – Brandenburg).- Dissertation an der Freien Universität Berlin. Lehmanns Fachbuchhandlung Berlin (ISBN 3-936427-00-3): 1 - 255.

- Komárek, J. & B. Fott (1983): Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller). Stuttgart, Germany.
- Komárek, J. & K. Anagnostidis (1998): Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales.- Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 19/1. Gustav Fischer Verlag. Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm: 1 - 548.
- Komárek, J. (1999): Übersicht der planktischen Blaualgen im Einzugsgebiet der Elbe.- Internationale Kommission zum Schutz der Elbe. Magedburg: 1 – 54 + Anhang.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot (1986): Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae.- Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, New York: 1 - 876.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot (1988): Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae.- Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, New York: 1 - 596.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot (1991): Bacillariophyceae 4. Teil: Acanthaceae. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, Jena: 1 – 437.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot (1991): Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, Jena: 1 - 576.
- Krienitz, L. (1990): Coccale Grünalgen der mittleren Elbe. Limnologica 21(1): 165 – 231.
- Lenzenweger, R. (1996): Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 1.- Bibliotheca Phycologia, Bd. 101. J. Cramer in der Gebrüder Bornträger Verlagsbuchhandlung Berlin, Stuttgart: 1 – 162.
- Lenzenweger, R. (1997): Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 2.- Bibliotheca Phycologia, Bd. 102. J. Cramer in der Gebrüder Bornträger Verlagsbuchhandlung Berlin, Stuttgart: 1 – 216.
- Lenzenweger, R. (1999): Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 3.- Bibliotheca Phycologia, Bd. 104. J. Cramer in der Gebrüder Bornträger Verlagsbuchhandlung Berlin, Stuttgart: 1 – 218.
- Meffert, M.-E. & H.-J. Krambeck (1977): Planktonic blue-green algae of the *Oscillatoria redekei* group.- Archiv für Hydrobiologie 79(2): 149 – 171.
- Meffert, M.-E., R. Oberhäuser, & J. Overbeck (1981): Morphology and Taxonomy of *Oscillatoria redekei* (Cyanophyta).- British phycological Journal 16: 107 – 114.
- Meffert, M.-E. (1988): *Limnothrix* MEFFERT nov. gen. Archiv für Hydrobiologie Supplement 80 (1-4): 269 – 276.
- Popovský, J. & L. A. Pfister (1990): Dinophyceae.- Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 6. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, Jena: 1 - 272.
- Starmach, K. (1985): Chrysophyceae und Haptophyceae.- Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 1. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, New York: 1 - 515.

#### 4.2.2 Zooplanktonanalyse

Das Zooplankton (Crustaceen, Rotatorien, Protozoen > 55 µm) wurde durch Auswertung der Netzprobe analysiert.

Die qualitative Analyse erfolgte, soweit möglich, bis auf Artniveau unter Verwendung eines Mikroskops der Fa. Carl Zeiss Jena (max. Vergr. 1440x) bzw. einer Stereolupe der Fa. Lomo mit maximal 100-facher Vergrößerung. Für jeden See wurde eine Artenliste unter Angabe des Erstbeschreibers erstellt (liegt digital beim LANU vor).

Die Auszählung der Proben und die Darstellung der Ergebnisse wurde nach der in SCHWOERBEL (1994) beschriebenen Methodik durchgeführt. Die Zählung erfolgte mithilfe eines vom Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin (IGB) entwickelten Computerprogramms. Planktonarme Proben wurden vollständig ausgezählt. Organismenreiche Proben wurden definiert so weit verdünnt, bis in einer Teilprobe der Anteil der häufigsten Art ca. 100 Individuen betrug (UTERMÖHL 1958). Bei extremer Dominanz einzelner Spezies wurde deren Abundanz gesondert ermittelt. Die Berechnung der Gesamtindividuenzahl der verschiedenen Proben erfolgte dann durch Multiplikation der Zählergebnisse mit dem entsprechenden Verdünnungsfaktor. Um zu vermeiden, dass seltene, aufgrund ihrer Größe aber relevante Taxa wie *Chaoborus*, *Leptodora*, *Daphnia* etc., in den Teilproben unterrepräsentiert bzw. gar nicht vertreten sind, wurde die Gesamtprobe vor dem Verdünnen nach diesen Tieren durchsucht.

Zur Berechnung der Abundanzen wurde für die halbquantitative Analyse das jeweilige Probenvolumen aus der Netzzugtiefe und der Fläche der Netzöffnung bestimmt. Mit den errechneten Abundanzen erfolgte dann die Einteilung der Spezies in Häufigkeitsklassen gemäß den Vorgaben des LANU (Abschätzung der Abundanz in Häufigkeitsklassen: selten = 0-5 Ind./l; wenig = 5-25 Ind./l; mittel = 25-125 Ind./l; häufig = 125-625 Ind./l; massenhaft = > 625 Ind./l). Die genaue Abundanz ohne Klasseneinteilung wurde zusätzlich bei allen Proben angegeben.

### **Verwendete Bestimmungsliteratur**

- Einsle, U. (1993): Crustacea: Copepoda: Calanoida und Cyclopoida. In: Süßwasserfauna von Mitteleuropa (Hs. Schwoerbel, J. & Zwick, P.), Bd. 8/4-1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York.
- Flößner, D. (1972): Krebstiere, Crustacea: Kiemen- und Blattfußkrebse, Branchiopoda - Fischläuse, Branchiura. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena
- Flößner, D. (2000): Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Backhuys Publishers, Leyden, The Netherlands.
- Kiefer, F. (1978): Freilebende Copepoden. In: Das Zooplankton der Binnengewässer (Hs. Elster, H.-J. & Ohle, W.), Bd. 26, 2. Teil. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart.
- Koste, W. (1978): Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Überordnung Monogonata. Gebr. Bornträger, Berlin, Stuttgart.
- Krause Dellin, D. (1997): Die Bestimmung des Zooplanktons in Flüssen und Seen. *Lauterbornia* 30, 1-60.
- Lieder, U. (1996): Crustacea: Cladocera / Bosminidae. In: Süßwasserfauna von Mitteleuropa (Hs. Schwoerbel, J. & Zwick, P.), Bd. 8/4-1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm.
- Pontin, R.M. (1978): A Key to the Freshwater and Semi-Planktonic Rotifera of the British Isles. Scientific Publication No. 38. Freshwater Biological Association, Windermere, UK.

Rüttner-Kolisko, A. (1972): Rotatoria. In: Das Zooplankton der Binnengewässer (Hs. Elster, H.-J. & Ohle, W.), Bd. 26, 1. Teil, Kap. III. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Streble, H & Krauter, D. (1988): Das Leben im Wassertropfen. Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart.

### 4.2.3 Fotografische Dokumentation

Von jeder Schöpfprobe wurden 2 Fotos erstellt. Zum einen wurde zur Dokumentation ein digitales Übersichtsfoto bei 100facher Vergrößerung gemacht. Die Kammerhöhe für diese Fotos war zum besseren Vergleich bei allen Proben 40 mm. Bei einzelnen Proben vom Ahrenholzer See und Schluensee wurden zusätzlich wegen geringer Biovolumina Kammern mit 100mm Höhe angesetzt. Zum anderen wurde bei stärkerer Vergrößerung pro Probe ein Foto bei 250facher Vergrößerung erstellt.

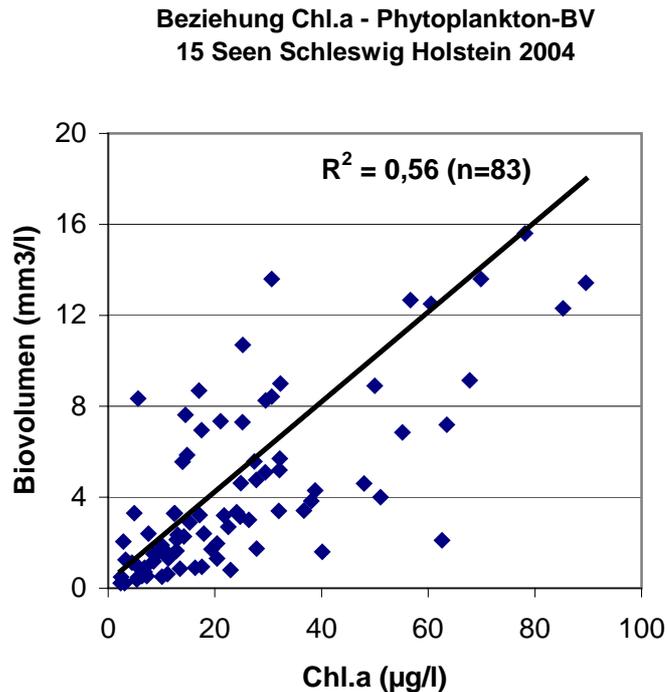
Die Fotos wurden mit einer fest am Umkehrmikroskop installierten Digitalkamera von CANON EOS 300 D erstellt und liegen dem LANU digital vor.

## 5. Ergebnisse Plankton

### 5.1 Überblick

Es wurden 12 Seen bezüglich Phyto- (quantitativ) und Zooplankton (halbquantitativ) untersucht, insgesamt 60 Schöpfproben für die Phyto- und 59 Netzproben für die Zooplanktonanalyse. Die Proben entstammen dem Zeitraum März bis Oktober 2004. Im Mittel wurden beim Phytoplankton 84 Taxa pro See ermittelt (60 – 107), bei einer mittleren erfassten Taxanzahl pro Probe von 35. Beim Zooplankton wurden im Mittel 50 Taxa pro See (40 – 60) erfasst.

Der Vergleich der Biovolumina und Chlorophyll a Gehalte ergab erwartungsgemäß eine direkte Beziehung beider Größen. Im Mittel von 58 Proben (2 Extremwerte wurden herausgenommen) ergab der Quotient Chl.a / Biovolumen einen Wert von 0,67 (Median). In Abb. 2 sind neben den 12 Untersuchungsgewässern drei weitere Seen (Dobersdorfer See, Großer Plöner See und Pinnsee) dargestellt (2 gesonderte Berichte). Die Daten der 15 Seen ergeben eine sehr ähnliche Beziehung (Quotient 0,63; n= 83).



**Abb. 2.:** Vergleich der Biovolumina und Chlorophyll a Gehalte der 12 Untersuchungsgewässer und des Dobersdorfer Sees, Großen Plöner Sees und Pinnsees (Daten des Jahres 2004).

Im folgenden wird für die einzelnen Seen die Phyto- und Zooplanktonentwicklung der wichtigen Gruppen und Taxa während des Jahres 2004 beschrieben. Genaueres zu einzelnen Arten sind im Anhang in den Artenlisten aufgelistet. Zu jedem See wurde ein typisches Plankton-Übersichtsfoto in den Text mit eingebunden. Zum besseren Vergleich haben alle Fotos die Kammerhöhe 40 mm. **Die Seen sind alphabetisch geordnet.**

## 5.2 Arenholzer See

Es wurden je 5 Schöpf- und 5 Netzproben im Zeitraum Mai bis Oktober 2004 ausgewertet. Dabei wurden insgesamt 74 Phytoplanktontaxa und 29 Zooplanktontaxa ermittelt. Die Artenlisten sind im Anhang aufgelistet.

### 5.2.1 Phytoplankton

Am **25.5. 2004** bei vollständiger Durchmischung des Wasserkörpers dominierten in der Biomasse Cryptophyceen (56 % Biomasseanteil), insbesondere *Rhodomonas minuta*. Daneben waren Chlorophyceen in höherer Artendichte (meist koloniebildende Formen) vertreten und wiesen zudem einen Biomasseanteil von 28 % auf. Pennale und centrale Bacillariophyceen waren ebenfalls mit zahlreichen Arten vertreten, wobei der Hauptvertreter *Stephanodiscus neoastraea* 15 % der Biomasse ausmachte. Das Gesamt-Biovolumen war mit  $0,4 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  gering (Abb. 3). Es wurden insgesamt 25 Taxa ermittelt.

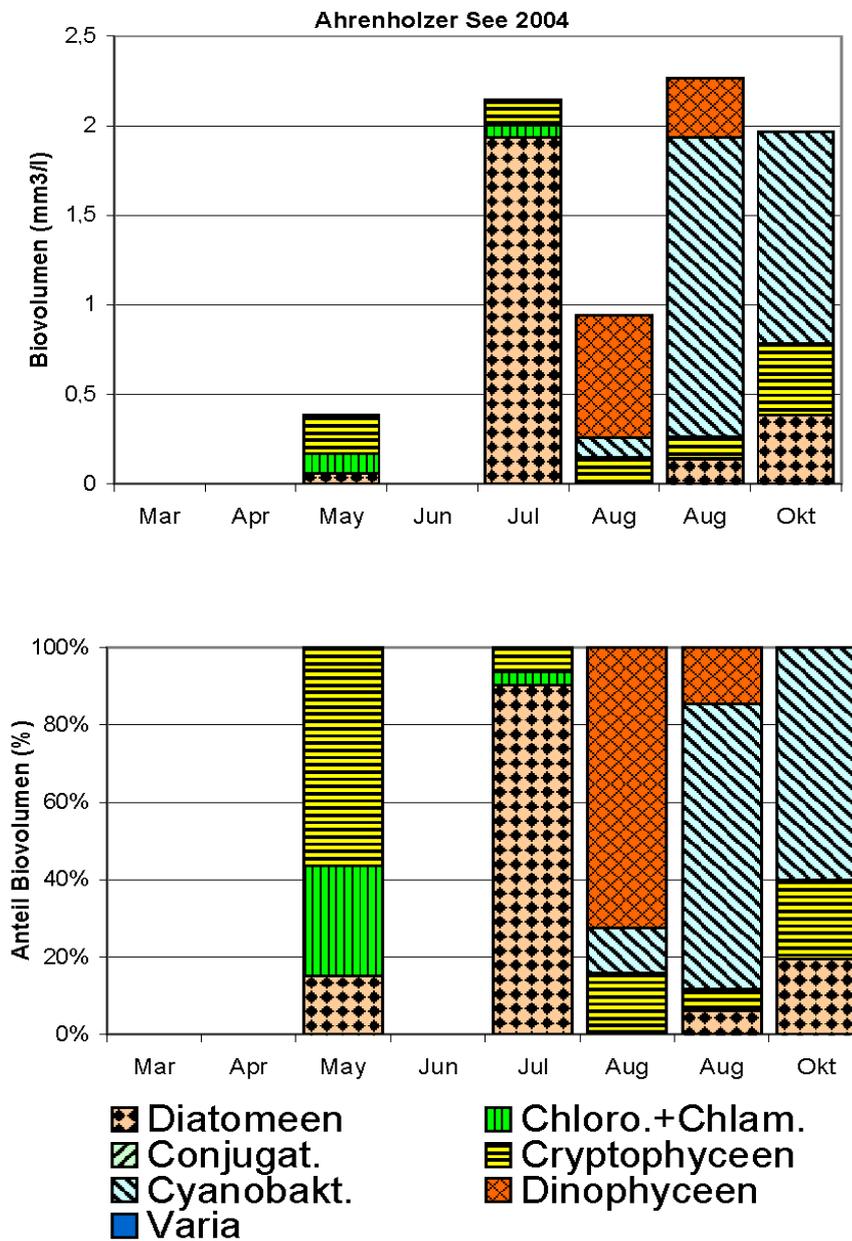
Am **12.7. 2004** bei weiterhin vollständiger Durchmischung des Wasserkörpers dominierten nun sehr deutlich, weiterhin in hoher Diversität, die Bacillariophyceen. In der Biomasse

herrschen nur die centrischen Formen vor. Der Hauptvertreter war die koloniebildende Art *Aulacoseira granulata* (64,6 % Anteil an der Gesamtbiomasse). Daneben waren auch solitäre Arten wie *Stephanodiscus neoastraea* und in geringerer Dichte *Actinocyclus normanii* und *Cyclostephanos dubius* zahlreicher. Außerdem waren die Cryptophyceen und in hoher Artenzahl koloniebildende Chlorophyceen häufiger vertreten. Das Gesamt-Biovolumen stieg gegenüber Ende Mai auf  $2,1 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  an, bei ebenfalls zunehmender Anzahl gefundener Taxa (40).

Am **5.8. 2004** wurde zum ersten und einzigen Mal im Jahr 2004 eine leichte thermische Schichtung festgestellt. Das Planktonbild war wiederum ein völlig anderes gegenüber dem Vormonat. Es dominierte die mobile Form *Ceratium hirundinella* (70 % Anteil) aus der Gruppe der Dinophyceen. Daneben waren Cyanobakterien mit dem Hauptvertreter *Anabaena flos aquae* und Cryptophyceen häufiger vertreten. Das Gesamt-Biovolumen war mit  $0,9 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  nicht sehr hoch. Es wurden 24 Taxa ermittelt.

Am **31.8. 2004** bei erneut vollständiger Durchmischung nahmen die Cyanobakterien weiter in der Diversität und Biomasse zu. Es dominierte nun eindeutig mit mehreren Arten die koloniebildende potentiell toxische Gattung *Microcystis* (73 % Anteil). Daneben traten centrische Bacillariophyceen, Cryptophyceen und insbesondere Dinophyceen mit der Hauptart *Ceratium hirundinella* häufiger auf. Das Gesamt-Biovolumen wies mit  $2,3 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  wieder höhere Werte auf. Es wurden 32 Taxa ermittelt.

Am **5.10. 2004** während der herbstlichen Vollzirkulation dominierte weiterhin *Microcystis*, mit der Art *M. aeruginosa* (60 % Anteil). Ebenso waren Cryptophyceen und centrische Bacillariophyceen häufiger vertreten. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $2,0 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 34 Taxa ermittelt.



**Abb. 3:** Phytoplankton-Großgruppen des Arenholzer Sees 2004. Proben aus 1 m Tiefe. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

## 5.2.2 Zooplankton

Im gesamten Untersuchungszeitraum wurde eine geringe Abundanz insbesondere der Crustaceen ermittelt.

Am **25.5. 2004** wurde eine Abundanz mit Werten 0 – 5 Ind./l je Taxon (außer bei Nauplien) festgestellt. Es dominierte bei den Copepoden *Eudiaptomus gracilis* und in geringerem Maße *Cyclops strenuus* und *Mesocyclops leuckarti*. Die Cladoceren wurden in erster Linie durch Daphnien geprägt (*D. cucullata*, *D. galeata*, *D. x krausi*), wenn auch in geringer Dichte. Rotatorien-Arten waren mit Individuenzahlen < 1 Ind./l je Art ebenfalls sehr gering vertreten. Gefunden wurden die Arten *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Polyarthra vulgaris* und *Synchaeta sp.*

Dieses Planktonbild setzte sich in etwa am **12.7. 2004** fort, außer dass die filtrierende Larve der Art *Dreissena polymorpha* aus der Gruppe der Muscheln (Bivalvia) in höherer Dichte gefunden wurde (34 Ind./l.).

Am **5.8. 2004** nahm die Dichte der Rotatorien deutlich zu, insbesondere *Keratella cochlearis f. tecta* (37,9 Ind./l) und *Keratella cochlearis* (31,5 Ind./l). Ansonsten war das Planktonbild in der Diversität und Dichte ähnlich wie in den Vormonaten. Der Hauptfiltrierer war erneut *Dreissena polymorpha* (8 Ind./l).

3 Wochen später am **31.8. 2004** war die Abundanz der Rotatorien erneut verringert, im Bereich von Werten < 1 Ind./l für die einzelnen Arten. Die Zusammensetzung und Dichte der Copepoden und Cladoceren entsprach in etwa der der Vormonate, außer daß die Anzahl der Nauplien gegenüber Anfang August mit 19,5 Ind./l nochmals zunahm.

Am **5.10. 2004** wurde die höchste Diversität im Zooplankton ermittelt, bei weiterhin geringen Abundanzen, meist < 1 Ind./l für die einzelnen Arten. Bei den Rotatorien wurde neben den bereits früher erwähnten Arten zusätzlich die Art *Pompholyx sulcata* gefunden. Die Cladoceren setzten sich neben den bereits erwähnten Formen zudem aus der räuberischen Art *Leptodora kindti*, der Art *Diaphanosoma brachyurum* und den Litoralformen *Chydorus sphaericus*, *Eurycercus lamellatus* und *Simocephalus vetulus* zusammen. Die calanoiden Copepoden waren weiterhin wie im gesamten Jahr nur durch *Eudiaptomus gracilis* vertreten, während bei den cyclopoiden Copepoden neben den bereits erwähnten Taxa zudem *Cyclops vicinus* und *Acanthocyclops robustus* zu finden waren. Einzelne der hier neu aufgezählten Arten wurden auch schon in den Vormonaten gesichtet.

## 5.3 Barkauer See

Es wurden je 5 Schöpf- und 4 Netzproben im Zeitraum April bis Oktober 2004 ausgewertet. Dabei wurden insgesamt 90 Phytoplanktontaxa und 57 Zooplanktontaxa ermittelt. Die Artenlisten sind im Anhang aufgelistet.

### 5.3.1 Phytoplankton

Das Frühjahrsplankton in diesem sehr polymiktischen See (1,6 m Max.tiefe) wurde am **28.4. 2004** bei großer Artenvielfalt durch kleine schnellwachsende r-Strategen geprägt, insbesondere durch centrische Bacillariophyceen (14 % Anteil), Chlorophyceen (24 % Anteil) und Haptophyceen (34 % Anteil) mit der einzigen Art *Chrysochromulina parva*. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $3,4 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  (Abb. 4). Es wurden 45 Taxa ermittelt.

Am **30.6. 2004** bei weiterhin sehr hoher Vielfalt, insbesondere bei Bacillariophyceen (19 gefundene Arten) und Chlorophyceen (21 gefundene Arten), wurden hohe Biovolumina ermittelt, zu 74 % durch die fädige Litoralform *Spirogyra* aus der Gruppe der Conjugatophyceen. Daneben waren pennale Bacillariophyceen und nostocale Cyanobakterien (je 9 % Anteil) häufiger vertreten. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $7,6 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 55 Taxa ermittelt.

Am **2.8. 2004** wurden relativ geringe Biomassen ermittelt, bei ebenso geringer Artenvielfalt. Es dominierten Cryptophyceen (56 % Anteil), des weiteren Dinophyceen (22 % Anteil) mit der einzigen Art *Ceratium hirundinella* und Chrysophyceen (17 % Anteil) mit einer Art der Gattung *Mallomonas*. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $0,8 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 19 Taxa ermittelt.

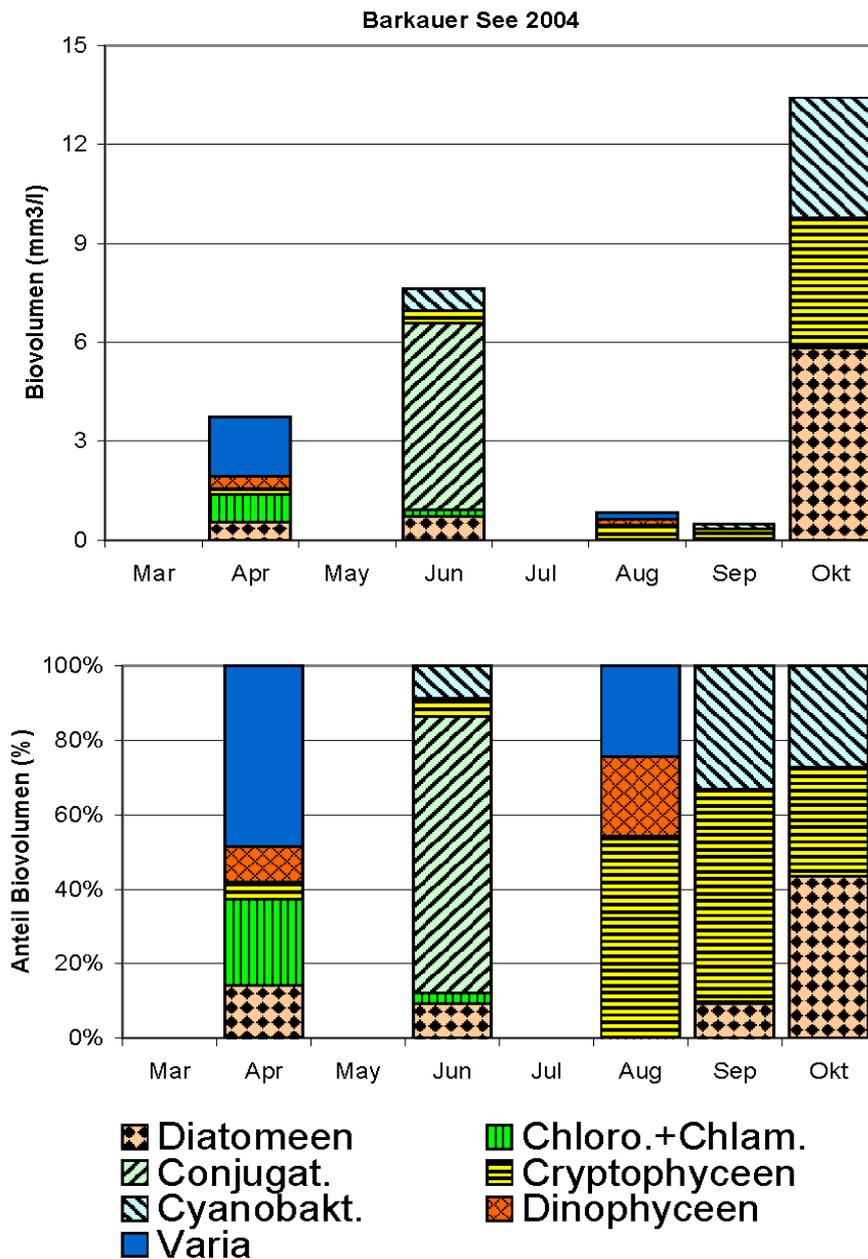
Am **9.9. 2004** wurden erneut relativ geringe Biomassen ermittelt. Es herrschten wie im August Cryptophyceen (57 % Anteil) vor, daneben Nostocales (*Aphanizomenon flos-aquae*, 22 % Anteil) und Oscillatoriales (*Pseudanabaena acicularis*, 11 % Anteil) aus der Gruppe der Cyanobakterien. Bacillariophyceen waren durch die centrische kettenbildende Art *Aulacoseira granulata* (9 % Anteil) vertreten. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $0,5 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 27 Taxa ermittelt.

Einen Monat später am **7.10. 2004** wurden die höchsten Biomassen 2004 ermittelt. Das Phytoplankton setzte sich insbesondere aus centrischen Bacillariophyceen (43 % Anteil), Cryptophyceen (29 % Anteil) und die bereits im September vorkommende Art *Aphanizomenon flos-aquae* (27 % Anteil) zusammen. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $13,4 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 27 Taxa ermittelt.

### 5.3.2 Zooplankton

Am **30.6. 2004** wurde ein massenhaftes Vorkommen des herbivoren Rädertiers *Synchaeta spec.* (1483 Ind./l) beobachtet. Daneben wurden geringe Dichten bei den Crustaceen gefunden, bei gleichzeitig hoher Vielfalt der Cladoceren (11 gefundene Arten). Hier traten neben *Daphnia galeata* (1 Ind./l) kleinwüchsige Formen auf, insbesondere 3 Arten der Litoralform *Pleuroxus*.

Am **2.8. 2004** wurde eine Zunahme der Abundanz bei den Crustaceen und anderen Wirbelloren verzeichnet, insbesondere in der Gruppe der Cladoceren. Dort traten besonders die Arten *Ceriodaphnia quadrangula* (47 Ind./l) und *Pleuroxus aduncus* (11 Ind./l) hervor. *Ceriodaphnia* zählt bei den Cladoceren zu den Arten mit den engsten Maschenweiten (LAMPERT & SOMMER 1993). Cyclopoide Copepoden wiesen mit 67 Ind. pro l, insbesondere Copepodite, ebenfalls erhöhte Werte auf, mit der Hauptart *Acanthocyclops robustus* (5 adulte Ind./l).



**Abb. 4:** Phytoplankton-Großgruppen des Barkauer Sees 2004. Proben aus 1 m Tiefe. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Rotatoria wurden im August durch die herbivore Art *Polyarthra vulgaris* (169 Ind./l) geprägt. Ansonsten wurden 85 Ind./l aus der Gruppe der filtrierenden Ostracoden (Muschelkrebse) gezählt.

Am **9.9. 2004** wurden erneut andere Dominanzen beobachtet. Die größte Abundanz wurde erneut bei den Rotatoria ermittelt, mit der Hauptart *Keratella cochlearis* (94 Ind./l). Daneben trat die im August ebenfalls häufige Art *Polyarthra vulgaris* (57 Ind./l) hervor.

Am **7.10. 2004** wurde eine hohe Vielfalt bei Rotatoria und Cladoceren beobachtet, wobei nur die Rädertiere erhöhte Abundanzen aufwiesen. Hier herrschten insbesondere die Arten *Keratella cochlearis* (132 Ind./l), *Polyarthra vulgaris* (69 Ind./l) und *Synchaeta spec.* (29 Ind./l) vor. Bei den Cladoceren wiesen nur die Arten *Chydorus sphaericus* (3 Ind./l) und *Ceriodaphnia quadrangula* (2 Ind./l) erhöhte Werte auf. Daneben fand sich die relativ seltene *Sida cristallina*. In der Gruppe der calanoiden Copepoden trat das einzige Mal bei allen 12 Untersuchungsgewässern die relativ große Art *Eudiaptomus transsylvanicus* auf.

## 5.4 Behlendorfer See

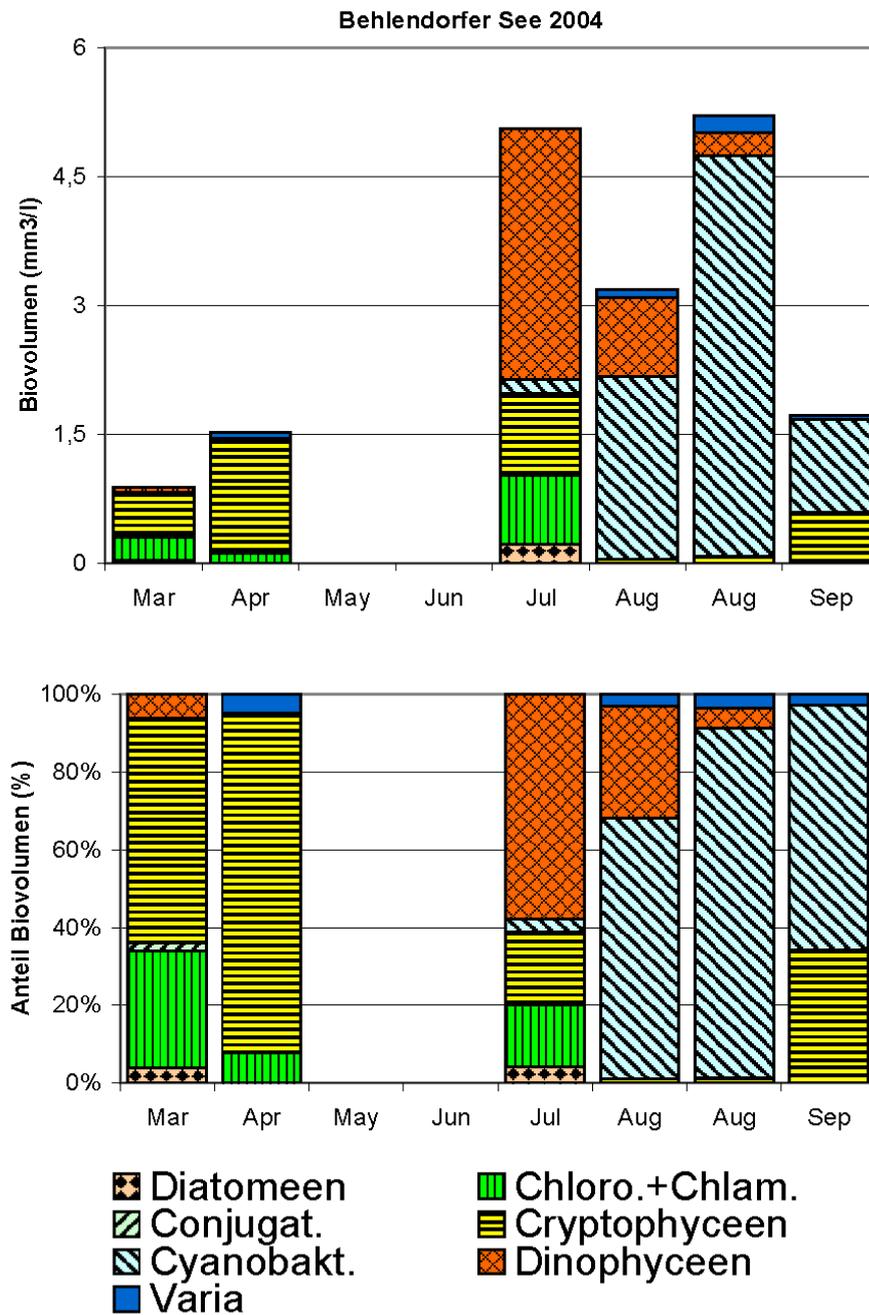
Es wurden je 6 Schöpf- und 5 Netzproben im Zeitraum März bis September 2004 ausgewertet. Dabei wurden insgesamt 70 Phytoplanktontaxa und 47 Zooplanktontaxa ermittelt. Die Artenlisten sind im Anhang aufgelistet.

### 5.4.1 Phytoplankton

Am **23.3. 2004** wurde das Phytoplankton des Behlendorfer Sees von kleinwüchsigen schnellwachsenden r-Strategen, in erster Linie Cryptophyceen (58 % Anteil am Gesamt-Biovolumen) und Chlorophyceen (30 % Anteil) dominiert, bei relativ geringer Diversität und Gesamtbioasse. Aus der Gruppe der Chlorophyceen waren die Arten *Koliella longiseta*, *Monoraphidium minutum* und *Chlamydomonas spec.* häufig. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $0,9 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  (Abb. 5). Es wurden 26 Taxa ermittelt.

Am **29.4. 2004**, bei beginnender Sommer-Temperaturschichtung, waren schnellwachsende r-Strategen weiterhin dominierend, nun ausgeprägt nur die Cryptophyceen (87 % Anteil) mit der Hauptart *Rhodomonas minuta*. Chlorophyceen traten insbesondere durch eine hohe Vielfalt hervor. Das Gesamt-Biovolumen nahm zu auf Werte von  $1,5 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden insgesamt 17 Taxa ermittelt.

Ein viertel Jahr später war eine andere Planktonstruktur zu beobachten, mit deutlich höherer Biomasse und Taxa-Vielfalt. Am **7.7. 2004**, bei ausgeprägter Temperaturschichtung, dominierte neben den bereits im Frühjahr hervortretenden Cryptophyceen (19 % Anteil am Gesamt-Biovolumen) und Chlorophyceen (16 % Anteil) nun insbesondere *Ceratium hirundinella* (57 % Anteil) aus der Gruppe der Dinophyceen. Neben der weiterhin diversen Gruppe der Chlorophyceen (15 gefundene Arten) traten nun, wenn auch in geringen Biomassen, kleinzellige koloniebildende und fädige Cyanobakterien (insg. 10 gefundene Arten) hervor. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $5,1 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 35 Taxa ermittelt.



**Abb. 5:** Phytoplankton-Großgruppen des Behlendorfer Sees 2004. Proben aus 1 m Tiefe. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Einen Monat später am **9.8. 2004** bei weiterhin stabiler Schichtung nahm der Anteil der bereits im Juli in hoher Vielfalt auftretenden Cyanobakterien deutlich zu (67 % Anteil), bei insgesamt leicht abnehmenden Biomassen. Hier traten vor allem nostocale Formen mit insgesamt 5 Arten der Gattungen *Anabaena* und *Aphanizomenon* hervor (Anteil der Nostocales = 49 %). Die Hauptarten waren *Aphanizomenon gracile* und *Anabaena macrospora*. Desweiteren waren Dinophyceen weiterhin in höherer Dichte zu beobachten (29 % Anteil), mit der Hauptart *Ceratium hirundinella* (27 % Anteil). Das Gesamt-Biovolumen betrug  $3,2 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 31 Taxa ermittelt.

Im gleichen Monat am **26.8. 2004** bei sinkender Sprungschicht nahm die Biomasse der nostocalen Cyanobakterien weiter zu, auf nunmehr  $3,9 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ , was einen Anteil von 75 % an der Gesamt-Biomasse ausmacht. Die Cyanobakterien wiesen insgesamt einen Anteil von 90 % auf. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $5,2 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 31 Taxa ermittelt.

Am **21.9. 2004** bei weiterhin bestehender Schichtung (Epilimnion bis 8 m Tiefe) dominierten bei den Cyanobakterien neben den Nostocales (40 % Anteil) fädige Formen aus der Gruppe der Oscillatoriales (13,4 % Anteil). Desweiteren waren wie im Frühjahr Cryptophyceen in größerer Dichte zu finden (34 % Anteil). Das Gesamt-Biovolumen betrug  $1,7 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 36 Taxa ermittelt.

#### 5.4.2 Zooplankton

Das Zooplankton am **29.4. 2004** wies die deutlich höchsten Abundanzen aller untersuchter Proben des Jahres 2004 auf, bei gleichzeitig hohem Anteil von gut fressbarem Phytoplankton. Neben den Rotatoria (104 Ind./l) wurden Crustaceen ebenfalls in höherer Dichte beobachtet, sowohl Cladoceren (137 Ind./l) als auch cyclopoide (102 Ind./l, incl. Copepodite) und calanoide Copepoden (26 Ind./l incl. Copepodite). Die Gruppe der Rädertiere wurde insbesondere durch die Arten *Keratella cochlearis* (36 Ind./l) und *Polyarthra dolichoptera* (33 Ind./l) geprägt. Cladoceren wurden durch verschiedene *Daphnia*-Arten und in der Abundanz vor allem durch kleinere Formen, zwei *Bosmina*-Arten, repräsentiert (*B. longirostris* mit 89 Ind./l und *B. coregoni* mit 27 Ind./l). Copepoden wurden in der Abundanz durch Copepodite geprägt. An adulten Formen sind die Arten *Thermocyclops oithonoides* (13 Ind./l) und *Eudiaptomus gracilis* (5 Ind./l) hervorzuheben.

Ein viertel Jahr später am **7.7. 2004** bei Dominanz von schlecht fressbaren Ceratien im Phytoplankton war die Abundanz des Zooplanktons auf sehr niedrigem Niveau. Es wurden insgesamt nur 7 Ind. der Rotatoria und 5 Ind. aller Crustaceen ermittelt. Die Hauptart war *Keratella cochlearis* (6,6 Ind./l). Bei den cyclopiden Copepoden traten fast nur Litoralformen hervor.

Einen Monat später am **9.8. 2004** nahm die Abundanz wieder leicht zu, wobei das Niveau weiterhin sehr gering war. Die Rädertiere (24 Ind./l) wurden vor allem durch *Keratella cochlearis f. tecta* (16 Ind./l) und *Keratella cochlearis* (7 Ind./l) und die Cladoceren (9 Ind./l) insbesondere durch die Art *Diaphanosoma brachyurum* (7 Ind./l) vertreten. *Diaphanosoma brachyurum* gehört zu den Arten unter den Cladoceren mit den feinsten Maschenweiten (LAMPERT & SOMMER 1993). Cyclopoide Copepoden (14 Ind./l incl. Copepodite) traten ebenfalls häufiger auf.

Ende des gleichen Monats am **26.8. 2004** wurden keine gravierenden Änderungen im Planktonbild beobachtet.

Am **21.9. 2004** wurden wie im Frühjahr hohe Abundanzen ermittelt, nun mit deutlichem Schwerpunkt bei den Rädertieren, die zudem eine sehr hohe Vielfalt aufwiesen (15 gefundene Arten). Die Rotatoria (463 Ind./l) wurden wie in den Vormonaten insbesondere durch *Keratella cochlearis* (322 Ind./l) und *Keratella cochlearis f. tecta* (81 Ind./l) geprägt, außerdem durch die Art *Ascomorpha ovalis* (21 Ind./l), deren Ernährungsweise darin besteht, Ceratium-Zellen anzubohren und auszusaugen. Aus der Gruppe der Cladoceren traten *Daphnia*-Arten erstmalig 2004 gehäuft auf, insbesondere die kleinwüchsige *D. cucculata* (10 Ind./l). Copepoden wurden insbesondere durch eine erhöhte Anzahl von Copepoditen repräsentiert (32 Copepodite).

## 5.5 Großer Pönitzer See

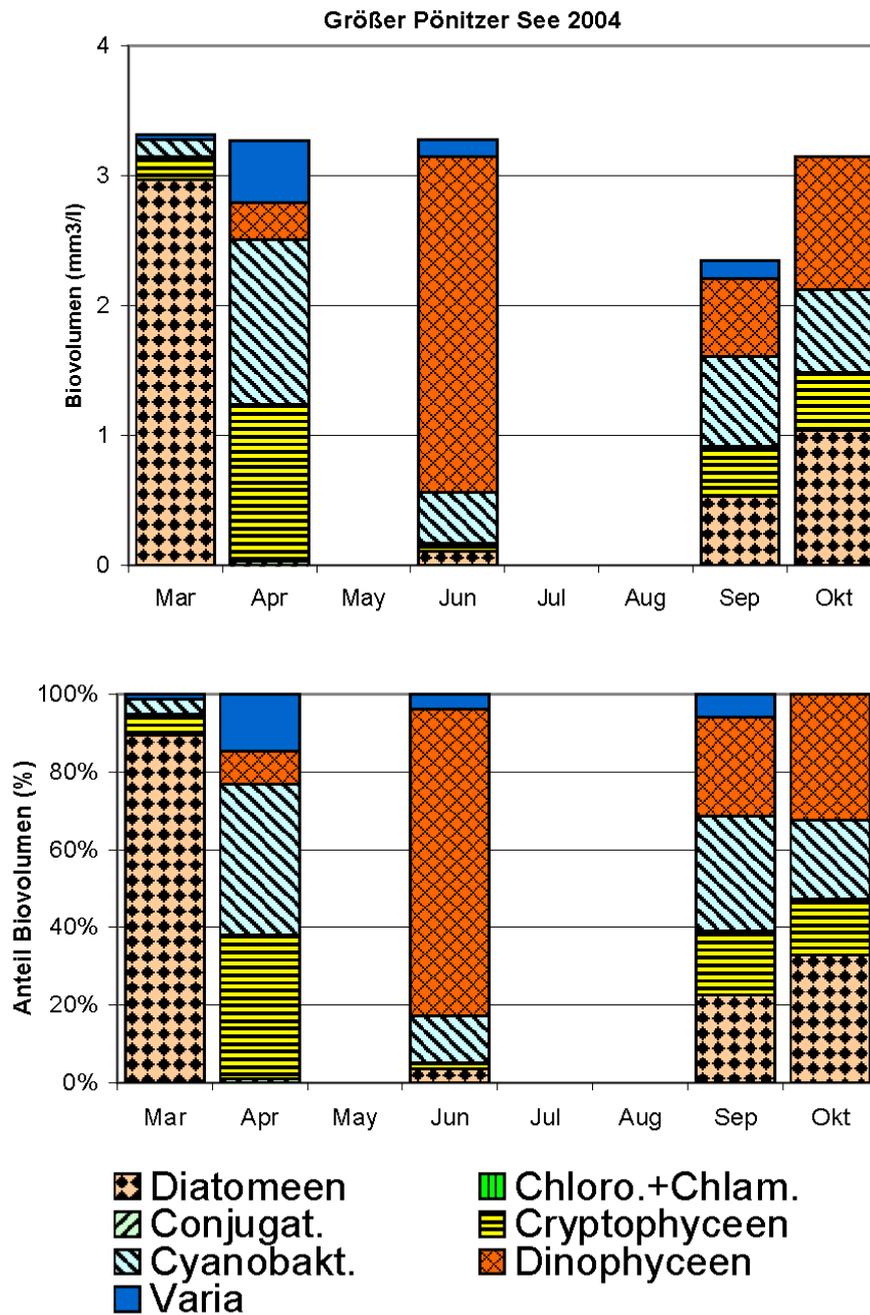
Es wurden je 5 Schöpf- und 5 Netzproben im Zeitraum März bis Oktober 2004 ausgewertet, wobei im April nur eine Schöpf- und im Juli nur eine Netzproben entnommen wurde. Dabei wurden insgesamt 84 Phytoplanktontaxa und 60 Zooplanktontaxa ermittelt. Die Artenlisten sind im Anhang aufgelistet.

### 5.5.1 Phytoplankton

Am **10.3. 2004** während der frühjährlichen Vollzirkulation dominierten sehr eindeutig verschiedene Arten der centrischen Bacillariophyceen (89 % Anteil an der Gesamt-Biomasse), insbesondere *Cyclotella radiosa*, daneben auch *Cyclostephanos dubius*, *Stephanodiscus hantzschii* und *Stephanodiscus neoastraea*. Zudem waren noch Cryptophyceen (5 % Anteil) und nostocale Cyanobakterien (4 % Anteil) häufiger vertreten. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $3,3 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  (Abb. 6). Es wurden 30 Taxa ermittelt.

Am **22.4. 2004** bei erkennbarer, wenn auch schwacher Temperatur-Schichtung gab es bei ähnlichem Gesamtbiovolumen einen deutlichen Wechsel dominanter Arten, vor allem hin zu nostocalen Cyanophyceen (38 % Anteil an der Gesamtbioasse) und Cryptophyceen (37 % Anteil, insbesondere *Cryptomonas spp.*). Aus der Gruppe der Nostocales waren in erster Linie 2 *Anabaena*-Arten, *A. solitaria* und *A. circinalis*, vorherrschend. Daneben waren Chrysophyceen (*Synura*), Dinophyceen (*Peridinium*) und Haptophyceen (*Chrysochromulina parva*) subdominant vertreten. Bei sehr geringen Silikatmengen ( $0,2 \text{ mg SiO}_2$ ) waren sie nicht mehr konkurrenzfähig. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $3,3 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 32 Taxa ermittelt.

Am **24.6. 2004** bei deutlicher Temperatur-Schichtung trat erstmalig *Ceratium hirundinella* (Dinophyceen) gehäuft auf (79 % Anteil am Gesamt-Biovolumen). Daneben waren besonders Cyanobakterien (12 % Anteil) mit dem Hauptvertreter *Anabaena lemmermannii* häufiger vertreten. *Chrysochromulina parva* (Haptophyceen) und zentrale Diatomeen waren subdominant vertreten. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $3,3 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 35 Taxa ermittelt.



**Abb. 6:** Phytoplankton-Großgruppen des Gr. Pönitzer Sees 2004. Proben aus 1 m Tiefe. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Ein viertel Jahr später am **8.9. 2004** bei weiter bestehender Schichtung ist die Zunahme der Diversität an Arten aus der Gruppe der Cyanobakterien auffällig. Keine Art oder Großgruppe dominierte das Phytoplankton eindeutig. An Großgruppen traten folgende hervor: Cyanobakterien (30 % Anteil mit zahlreichen häufigen Arten, insbesondere 3 Arten der Gattung *Aphanizomenon*), Bacillariophyceen (23 % Anteil, *Asterionella formosa*), Dinophyceen (23 % Anteil, *Ceratium hirundinella*), Cryptophyceen (17 % Anteil) und Haptophyceen (6 % Anteil, *Chrysochromulina parva*). Das Gesamt-Biovolumen betrug  $2,4 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 36 Taxa ermittelt.

Die hohe Diversität an dominanten Taxa setzte sich nach der vollständigen Herbsdurchmischung am **6.10. 2004** fort, bei ebenso hoher Diversität des gesamten Phytoplanktons. Zum Teil gab es Verschiebungen im Spektrum dominanter Taxa gegenüber September. Während *Ceratium hirundinella* (33 % Anteil), Cryptophyceen (14 % Anteil) und Cyanobakterien mit zahlreichen Arten (20 % Anteil) weiterhin stark vertreten waren, wurden die Bacillariophyceen (33 % Anteil) im Oktober von anderen Arten dominiert, insbesondere den Arten *Aulacoseira granulata*, *Fragilaria crotonensis* und *Fragilaria ulna* var. *acus*. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $3,2 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 44 Taxa ermittelt.

### 5.5.2 Zooplankton

Das Zooplankton am **10.3. 2004** wurde vorrangig durch Rotatoria, kleinwüchsige Cladoceren und calanoide Copepoden geprägt. In der artenreichen Gruppe der Rädertiere dominierten insbesondere *Asplanchna cf. priodonta* (17 Ind./l), *Filinia longiseta* (17 Ind./l) und *Keratella cochlearis* (21 Ind./l), während bei den Cladoceren vor allem *Bosmina coregoni* (5 Ind./l) hervortrat. Copepoden wurden in erster Linie durch Nauplien und die calanoide Art *Eudiaptomus graciloides* (9 adulte Ind./l) vertreten.

Ein viertel Jahr später am **24.6. 2004** (Probe vom 22.4. fehlte) wurde eine höhere Diversität in allen Großgruppen als im März beobachtet, bei einer Abundanzzunahme einzelner Arten nur bei den Rotatoria (152 Ind./l), insbesondere *Keratella cochlearis*: 128 Ind./l. Desweiteren erreichte bei den Rädertieren die Art *Ascomorpha saltans* 9 Ind./l. Sie ist die einzige Rädertiergattung, die die ansonsten unfressbaren *Ceratium*-Zellen anbohrt und aussaugt (LAMPERT & SOMMER 1993). Bei den cyclopoiden Copepoden wurden neben pelagischen auch litorale Formen gefunden, wenn auch insgesamt in geringer Dichte.

Am **22.7. 2004** bei weiterhin relativ niedrigen Abundanzen des Zooplanktons traten bei den Rädertieren besonders die Arten *Keratella cochlearis* (17 Ind./l) und *Trichocerca capucina* (21 Ind./l) hervor. Die Cladoceren setzten sich weiterhin insbesondere aus kleinwüchsigen Formen zusammen, hier insbesondere durch die Art *Chydorus sphaericus* (9 Ind./l). Sie gehört zu den Arten unter den Cladoceren mit den feinsten Maschenweiten (LAMPERT & SOMMER 1993). Copepoden waren bei den Calanoiden weiterhin ausschließlich durch *Eudiaptomus graciloides* vertreten, während die Cyclopoiden im Juli durch die Art *Thermocyclops oithonoides* (1,4 Ind./l) geprägt wurde. Die Larve der Art *Dreissena polymorpha* (4 Ind./l) aus der Gruppe der Bivalvia war unter den Filtierern im Zooplankton die häufigste Art.

Am **8.9. 2004**, zu Beginn des Herbstes, nahmen gegenüber dem Juli nur die Rädertiere in der Abundanz deutlich zu. Es dominierten hier vor allem die Arten *Keratella cochlearis* (73

Ind./l), *Keratella cochlearis f. tecta* (33 Ind./l), *Polyarthra vulgaris* (24 Ind./l), *Conochilus unicornis* (15 Ind./l) und *Collotheca sp.* (10 Ind./l).

Am **6.10. 2004** bei vollständiger Herbstdurchmischung traten im Zooplankton insbesondere die Rädertiere durch eine hohe Diversität (17 gefundene Arten) und die Cladoceren mit der häufigsten Art *Bosmina coregoni gibbera* (8 Ind./l) hervor.

## 5.6 Großer Segeberger See

Es wurden je 5 Schöpf- und 5 Netzproben im Zeitraum März bis September 2004 ausgewertet. Dabei wurden insgesamt 88 Phytoplanktontaxa und 52 Zooplanktontaxa ermittelt. Die Artenlisten sind im Anhang aufgelistet.

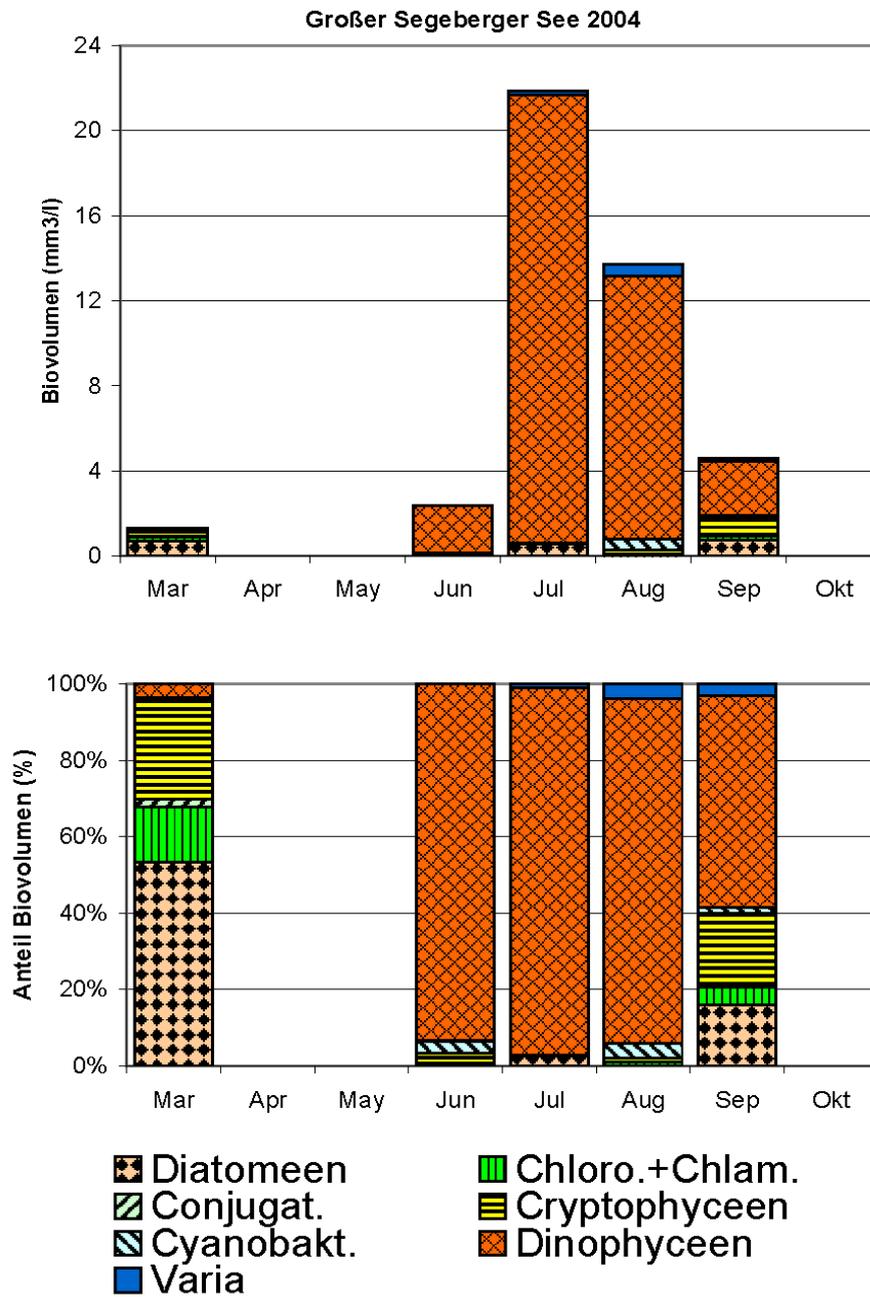
### 5.6.1 Phytoplankton

Das Phytoplankton des Gr. Segeberger Sees am **9.3. 2004** wurde durch schnellwachsende Bacillariophyceen (54 % Anteil an der Gesamt-Biomasse), Cryptophyceen (26 % Anteil) und Chlorophyceen (14 % Anteil) dominiert, bei insgesamt relativ geringen Biomassen. Bei den Diatomeen waren insbesondere solitäre Centrales dominant (*Stephanodiscus neoastraea* und *S. minutulus*), bei ansonsten hoher Diversität. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $1,3 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  (Abb. 7). Es wurden 29 Taxa ermittelt.

Drei Monate später am **23.6. 2004** bei schwach ausgeprägter Temperatur-Schichtung dominierten mit 94 % Anteil am Gesamt-Biovolumen sehr deutlich die Dinophyceen. Deren Hauptart war *Ceratium hirundinella*. Daneben wurden höhere Abundanzen nur noch bei den Cryptophyceen (3 % Anteil) und Cyanobakterien (3 % Anteil) ermittelt, deren Hauptvertreter kleinzellige koloniebildende Chroococcales waren (insbesondere *Aphanocapsa holsatica*). Chlorophyceen traten nur in der Diversität hervor (9 gefundene Arten). Das Gesamt-Biovolumen betrug  $2,4 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 21 Taxa ermittelt.

Einen Monat später am **21.7. 2004** bei etwas ausgeprägterer Schichtung wurde ein Massenvorkommen der Dinophyceen beobachtet ( $21,0 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ , 96 % Anteil). Die einzigen Vertreter waren, in etwa in gleicher Stärke, die zwei *Ceratium*-Arten *C. hirundinella* und *C. furcoides*. Daneben wurden zahlreiche Arten der Kieselalgen (13 Arten, 3 % Anteil) und Grünalgen (11 Arten, 0,1 % Anteil) ermittelt. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $21,9 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 35 Taxa ermittelt.

Am **11.8. 2004** herrschten weiterhin bei etwas abnehmender Gesamtbiomasse die zwei *Ceratium*-Arten (s.o.) vor. Die Dinophyceen wiesen eine Gesamtbiomasse von zusammen  $12,4 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  auf. Neben dieser Großgruppe traten insbesondere verschiedene *Anabaena*-Formen aus der Gruppe der Cyanobakterien (insg. 4 % Anteil), die Haptophyceen (2 % Anteil) mit der einzigen Art *Chrysochromulina parva* und in hoher Diversität die Chlorophyceen auf (14 gefundene Arten, 1 % Anteil) auf. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $13,6 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 34 Taxa ermittelt.



**Abb. 7:** Phytoplankton-Großgruppen des Gr. Segeberger Sees 2004. Proben aus 1 m Tiefe. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Am **7.9. 2004** zu Beginn der herbstlichen Abkühlung und Durchmischung sank die Gesamtbiomasse nochmals um mehr als die Hälfte ab, bei zunehmender Diversität des analysierten Phytoplanktons. Es dominierten wie in den Vormonaten die Dinophyceen (55 % Anteil) mit den zwei Haupt-Arten *Ceratium hirundinella* und *C. furcoides*. Daneben waren wie im Frühjahr die Cryptophyceen mit einem Anteil von 20 % am Gesamt-Biovolumen und die Bacillariophyceen (16 % Anteil) stark vertreten. Letztere Gruppe setzte sich insbesondere aus solitären und kettenbildenden (*Aulaocoseira granulata*) Centrales zusammen. Chlorophyceen waren mit 18 gefundenen Taxa die artenreichste Gruppe. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $4,6 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 47 Taxa ermittelt.

## 5.6.2 Zooplankton

Das Zooplankton des Gr. Segeberger Sees am **9.3. 2004** wurde in der Abundanz durch Ciliaten (89 Ind./l) geprägt. Die Rädertiere als direkte Fraß-Konkurrenten der Ciliata waren nur durch die Art *Conochilus unicornis* (14 Ind./l) häufiger vertreten. Während bei den Crustaceen die Cladoceren nahezu gar nicht auftraten, waren die Copepoden häufiger zu finden. Sie waren bei den Cyclopoiden vor allem durch die Art *Cyclops kolensis* (8 Ind./l) und bei den Calanoiden einzig durch die Art *Eudiaptomus gracilis* (6 Ind./l) vertreten.

Drei Monate später am **23.6. 2004** war die Artenzahl der Rädertiere sehr niedrig (3 Arten), während die Diversität bei den Crustaceen gegenüber März deutlich erhöht war. Es traten bei den Cladoceren insbesondere verschiedene *Daphnia*-Arten hervor (u.a. *D. galeata* und *D. hyalina*), wenn auch für jede Art in geringer Abundanz (meist  $< 1 \text{ Ind./l}$ ). Bei den Copepoden waren nur die Calanoiden durch *Eudiap. gracilis* (8 adulte Ind./l) häufiger vertreten, während die Cyclopoiden durch ihre erhöhte Artenzahl (4) auffielen, u.a. auch von Litoralformen.

Am **21.7. 2004** hatten die Rädertiere in der Diversität und Abundanz (379 Ind./l) gegenüber dem Vormonat deutlich zugelegt. Die Hauptarten waren *Keratella cochlearis* (214 Ind./l), *Keratella cochlearis f. tecta* (55 Ind./l) und *Synchaeta sp.* (64 Ind./l). Die Cladoceren waren weiterhin bei sehr geringen Abundanzen divers, während Abundanz und Diversität der Copepoden abnahm. Die filtrierende pelagisch lebende Larve der Art *Dreissena polymorpha* (32 Ind./l) aus der Gruppe der Bivalvia (Muscheln) trat gehäuft auf. Diese Larve hat ähnlich wie die kleinen Cladoceren sehr kleine Öffnungen zwischen den Schalen, so dass sperrige Phytoplankter den Filtrationsprozess nicht stören.

Am **11.8. 2004** herrschten bei abnehmenden Abundanzen weiterhin die Rotatoria vor, mit den Hauptarten *Keratella cochlearis* (56 Ind./l) und *Keratella cochlearis f. tecta* (88 Ind./l), während die Crustaceen wie im Vormonat eine geringe Präsenz aufwiesen. Nur die Art *Thermocyclops oithonoides* (5 Ind./l) war etwas häufiger zu finden.

Am **7.9. 2004** nahm insgesamt die Abundanz und Diversität spürbar zu, insbesondere bei den Rädertieren (14 gefundene Arten). Es dominierten hier die Arten *Keratella cochlearis f. tecta* (130 Ind./l), *Keratella cochlearis* (114 Ind./l), *Pompholyx sulcata* (84 Ind./l) und *Synchaeta sp.* (59 Ind./l). Auch die Cladoceren wiesen erhöhte Abundanzen auf (*Chydorus sphaericus*: 26 Ind./l, *Diaphanosoma brachyurum*: 4 Ind./l), wie bei den cyclopoiden Copepoden, die durch eine relativ hohe Anzahl von Copepoditstadien auffielen (34 Copepodite pro l).

## 5.7 Passader See

Es wurden je 5 Schöpf- und 5 Netzproben im Zeitraum März bis September 2004 ausgewertet. Dabei wurden insgesamt 100 Phytoplanktontaxa und 53 Zooplanktontaxa ermittelt. Die Artenlisten sind im Anhang aufgelistet.

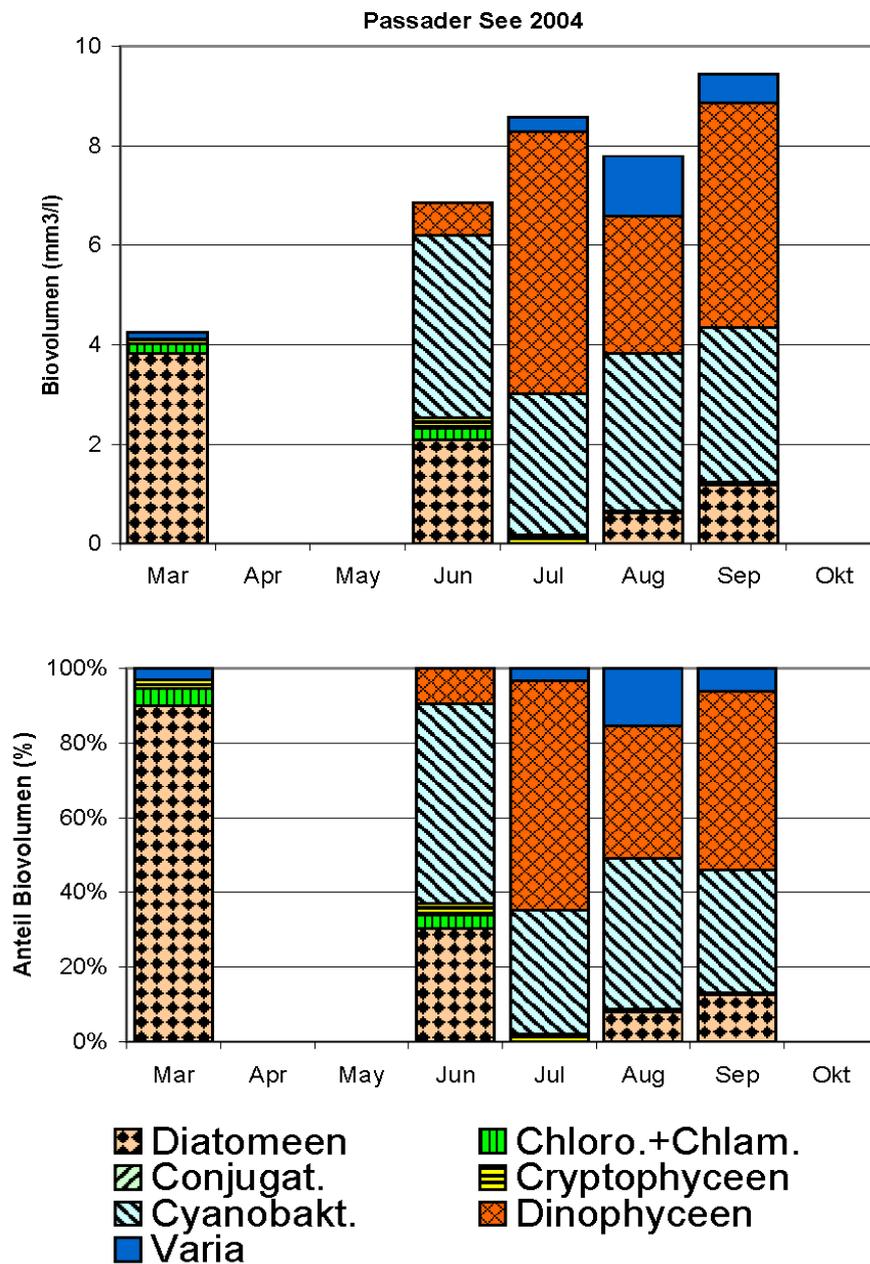
### 5.7.1 Phytoplankton

Am **18.3. 2004** dominierten sehr eindeutig in der Zusammensetzung und Biomasse Bacillariophyceen (90 % Anteil am Gesamt-Biovolumen), insbesondere centrische Formen mit den Hauptarten *Cyclotella radiosa*, *Stephanodiscus minutulus*, *Stephanodiscus neoastrea* und *Stephanodiscus hantzschii*. Cryptophyceen, kleine koloniebildende Chlorophyceen (artenreich) und fädige Xanthophyceen (*Tribonema*) wiesen jeweils Anteile von < 5 % auf. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $4,3 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  (Abb. 8). Es wurden 41 Taxa ermittelt.

Ein viertel Jahr später am **22.6. 2004** bei nahezu fehlender thermischer Schichtung war der Passader See von zahlreichen Arten aus der Gruppe der koloniebildenden chroococcalen Cyanobakterien dominiert (53 % Anteil). Insbesondere wurden verschiedene Arten der potentiell toxischen Gattung *Microcystis* und sehr kleinzelliger Formen wie *Aphanothece clathrata* beobachtet. Bacillariophyceen traten mit einem Anteil von 30 % an der Gesamt-Biomasse weiter verstärkt hervor. Anders als im März waren jedoch koloniebildende Formen (*Aulacoseira granulata* und *ambigua*; 23 % Anteil an der Gesamtbiomasse) die Hauptvertreter der centrischen Bacillariophyceen. Dinophyceen mit dem Hauptvertreter *Ceratium hirundinella* erreichten erstmalig im Jahr erhöhte Abundanzen (10 % Anteil an der Gesamtbiomasse). Das Gesamt-Biovolumen betrug  $6,9 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 49 Taxa ermittelt.

Am **29.7. 2004** bei sehr schwacher thermischer Schichtung gab es wiederum ein deutlich anderes Planktonbild. Der mobile Flagellat *Ceratium hirundinella* nahm gegenüber Juni in der Abundanz um das 8fache zu (57 % Anteil an der Gesamt-Biomasse), während die Cyanobakterien bei steigender Diversität (24 gefundene Taxa) mit einem Anteil von 34 % in etwa die gleiche Biomasse wie im Juni erreichten. Die Zusammensetzung der Blaualgen verschob sich von chroococcalen hin zu nostocalen Formen, insbesondere zu *Aphanizomenon flos-aquae* und verschiedenen Arten der Gattung *Anabaena*. Die Diversität der Chlorophyceen war weiterhin hoch (14 Taxa), bei sehr geringen Biomassen für die einzelnen Arten. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $8,4 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 50 Taxa ermittelt.

Das Phytoplanktonbild am **24.8. 2004** wurde, während die thermische Schichtung wieder nahezu verschwunden war, vor allem dadurch geprägt, dass sich die Zusammensetzung der Blaualgen erneut verschob, hin zu fädigen Formen der Oscillatoriales. Hier war insbesondere die geläufige Art *Planktothrix agardhii* (15 % Anteil an der Gesamtbiomasse) häufig. Das Biovolumen der Cyanophyceen lag erneut im gleichen Bereich wie in den Vormonaten ( $3,2 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ , 44 % Anteil). *Ceratium hirundinella* wies weiterhin erhöhte Abundanzen auf (38 % Anteil an der Gesamtbiomasse). Zudem waren *Euglena*-Formen und *Aulacoseira spp.* mit je 9 % Anteil in größerer Anzahl zu finden. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $7,2 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 47 Taxa ermittelt.



**Abb. 8:** Phytoplankton-Großgruppen des Passader Sees 2004. Proben aus 1 m Tiefe. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Am **16.9. 2004** während der vollständigen Herbstzirkulation wurden die höchsten Biovolumina des Jahres ermittelt. Dinophyceen mit der Hauptart *Ceratium hirundinella* war die dominierende Gruppe (49 % Anteil). Die Cyanobakterien wiesen einen Anteil von 34 % Anteil an der Gesamtbioasse auf, bei ähnlichen Anteilen der einzelnen Gruppen wie im Vormonat. Die Hauptvertreter waren verschiedene Arten der Gattung *Microcystis* und die fädige Oscillatoriale *Planktothrix agardhii*. Bacillariophyceen waren wie im August in erster Linie durch Arten der Gattung *Aulacoseira* vertreten (13 % Anteil). Das Gesamt-Biovolumen betrug  $9,1 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 45 Taxa ermittelt.

## 5.7.2 Zooplankton

Das Zooplankton am **18.3. 2004** wurde in der Abundanz in erster Linie durch Ciliaten dominiert. Vom Hauptvertreter, *Tintinnopsis spec.*, wurden 200 Ind./l ermittelt. Die anderen Großgruppen wiesen in der Regel geringe Abundanzen auf. Die Rotatoria setzten sich aus verschiedenen Arten zusammen. Die Hauptvertreter waren *Brachionus angularis*, *Filinia longiseta*, *Kelicottia longispina* und besonders *Keratella cochlearis* (10 Ind./l) und *Keratella quadrata* (14 Ind./l). Die Cladoceren wurden durch die 3 *Daphnia* – Arten *D. cucullata*, *D. galeata*, *D. x krausi* und durch die kleinen Formen *Bosmina coregoni thersites* und *Chydorus sphaericus* vertreten, alle mit Individuen-Dichten deutlich  $< 1 \text{ Ind./l}$ . Der einzige adulte Vertreter der calanoiden Copepoden war *Eudiaptomus graciloides*, während die cyclopoiden Copepoden eine höhere Vielfalt aufwiesen. Hier waren *Cyclops vicinus* und *Cyclops kolensis* (1,4 Ind./l) die Hauptarten.

Am **22.6. 2004** war erneut wie im März nur das Mikrozooplankton häufiger anzutreffen, dieses Mal die Rotatoria. Die 3 Taxa *Conochilus unicornis* (7 Ind./l), *Keratella cochlearis* (9 Ind./l) und *Keratella quadrata* (8 Ind./l) waren die häufigsten Vertreter. Daneben traten auch *Pompholyx sulcata* und *Trichocerca similis* hervor. Andere Großgruppen wiesen erneut keine hohen Abundanzen auf. Die häufigsten Taxa aus der Gruppe der Cladoceren waren Formen, die bereits im März gefunden wurden. Dies gilt ebenso für die calanoiden Copepoden. Die Hauptformen der cyclopoiden Copepoden waren dagegen andere als im März (*Eucyclops serulatus*, *Mesocyclops leuckarti* und *Thermocyclops crassus*).

Am **29.7. 2004** nahm die Abundanz und Biomasse des Zooplanktons gegenüber dem Juni zu. Insbesondere die Rotatoria wiesen höhere Abundanzen auf. *Keratella cochlearis f. tecta* (9 Ind./l), *Pompholyx sulcata* (18 Ind./l) und besonders *Keratella cochlearis* (78 Ind./l) traten vor allem hervor. Bei den Cladoceren war nur *Chydorus sphaericus* in höherer Dichte anzutreffen (9 Ind./l). Die Copepoden traten ebenfalls häufiger in Erscheinung, sowohl die Calanoiden mit der einzigen Art *Eudiaptomus graciloides* (7 Ind./l, incl. Copepodite) als auch die Cyclopoiden mit der häufigsten Art *Acanthocyclops robustus* (1,3 Ind./l).

Am **24.8. 2004** nahm die Abundanz und Biomasse des Zooplanktons weiter zu. Die Rotatoria wiesen eine Gesamtdichte von 253 Ind./l auf, mit den Hauptvertretern *Keratella cochlearis* (124 Ind./l), *Keratella cochlearis f. tecta* (81 Ind./l) und *Filinia longiseta* (22 Ind./l). Die Cladoceren erreichten Gesamtdichten von 32 Ind./l, mit den Hauptarten *Chydorus sphaericus* (23 Ind./l) und *Diaphanosoma brachyurum* (6 Ind./l). Dies sind Formen unter den Cladoceren mit den geringsten Maschenweiten (LAMPERT & SOMMER 1993). Die Copepoden wurden in der

Abundanz durch *Mesocyclops leuckarti* (4 Ind./l) und *Eudiaptomus graciloides* (7 Ind./l, incl. Copepodite) geprägt.

Am **16.9. 2004** nahm insgesamt die Abundanz und Biomasse des Zooplanktons gegenüber dem Vormonat geringfügig ab. Die Rotatoria waren weiterhin zahlreich (insg. 172 Ind./l) und divers vertreten, während bei den Cladoceren (in der Summe 14 Ind./l) und Copepoden (16 Ind./l, incl. Copepodite) ähnliche Werte zur Diversität und Abundanz wie zuvor beobachtet wurden.

## 5.8 Schluensee

Es wurden je 5 Schöpf- und Netzproben im Zeitraum März bis September 2004 ausgewertet. Dabei wurden insgesamt 60 Phytoplanktontaxa und 40 Zooplanktontaxa ermittelt. Die Artenlisten sind im Anhang aufgelistet.

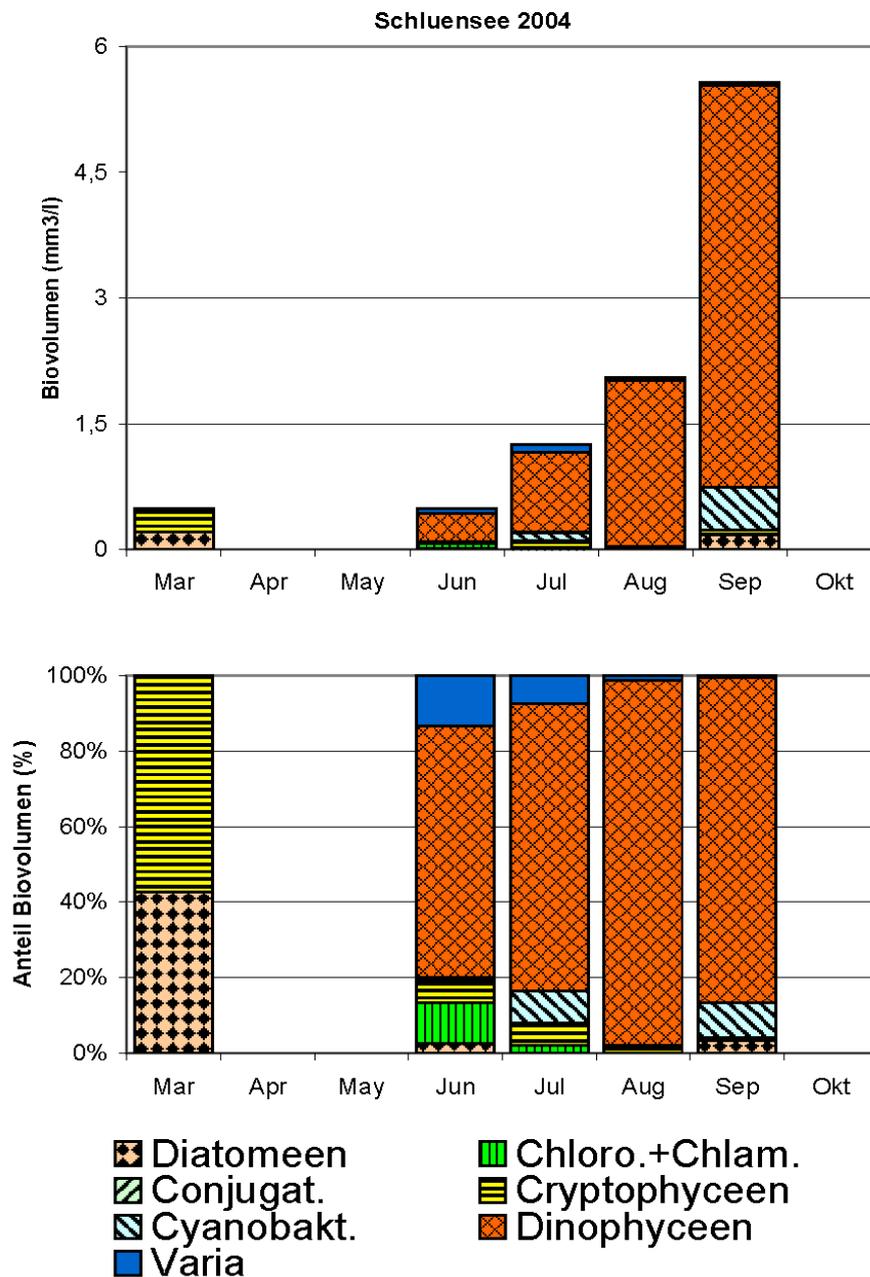
### 5.8.1 Phytoplankton

Das Phytoplankton am **8.3. 2004** wurde repräsentiert durch schnellwachsende Formen aus der Gruppe der Cryptophyceen (57 % Anteil an der Gesamtbiomasse) und centrische Bacillariophyceen (41 % Anteil). Die Centrales wurden vor allem durch die Arten *Stephanodiscus neoastraea* und *Cyclotella radiosa*, in geringerem Maße auch durch *Stephanodiscus minutulus* vertreten. Pennales waren in hoher Diversität vorhanden, jedoch ohne höhere Abundanzen. Das Gesamt-Biovolumen war mit  $0,49 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  relativ gering (Abb. 9). Es wurden 31 Taxa ermittelt.

En viertel Jahr später am **17.6. 2004** zeigte sich bei ähnlich geringer Biomasse ein anderes Planktonbild. Nun dominierten eindeutig Dinophyceen (67 % Anteil) mit der Hauptart *Ceratium hirundinella* (61 % Anteil). Haptophyceen mit der einzigen Art *Chrysochromulina parva* wiesen einen Anteil an der Gesamtbiomasse von 13 % auf. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $0,49 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 23 Taxa ermittelt.

Am **20.7. 2004**, bei einer Verdoppelung der Biomasse gegenüber dem Juni, dominierte weiterhin die Art *Ceratium hirundinella* (76 % Anteil). Cyanobakterien erhöhten ihren Anteil auf nunmehr 8 %. Deren Hauptvertreter war die nostocale Form *Aphanizomenon flos aquae*. Chrysophyceen traten ebenfalls gehäuft auf (8 % Anteil), mit den beiden Arten *Synura spec.* und *Dinobryon divergens*. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $1,3 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 21 Taxa ermittelt.

Am **10.8. 2004** stieg erneut die Biomasse. Es herrschte noch deutlicher als im Vormonat die Art *Ceratium hirundinella* (97 % Anteil) vor. Daneben waren nur noch schnellwachsende Formen wie Cryptophyceen (2 % Anteil) häufiger. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $2,0 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 24 Taxa ermittelt.



**Abb. 9:** Phytoplankton-Großgruppen des Schluensees 2004. Proben aus 1 m Tiefe. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Am **6.9. 2004** wurde wie beim Zooplankton die deutlich höchste Biomasse des gesamten Untersuchungszeitraums im Schluensee beobachtet. Es dominierte wie in den Vormonaten die mobile schlecht fressbare Art *Ceratium hirundinella* (86 % Anteil). Daneben waren wie im Juli nostocale Cyanobakterien häufig, in diesem Monat mit hoher Diversität (insgesamt 11 gefundene Arten aus der Gruppe der Cyanobakterien). Die Hauptarten der Blaualgen waren die drei *Anabaena*-Formen *A. flos-aquae*, *A. macrospora* und *A. cf. planctonica*. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $5,6 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 27 Taxa ermittelt.

### 5.8.2 Zooplankton

Das Zooplankton des Schluensees wurde am **8.3. 2004** insbesondere durch Copepoden geprägt. Es dominierte bei den Cyclopoiden die Art *Cyclops kolensis* (10 Ind./l), dazu 17 Copepodite pro l. Die Calanoiden wurden durch die einzige Art *Eudiaptomus graciloides* repräsentiert (9 Ind./l). Desweiteren wurden aus der Gruppe der Ciliata 9 Ind. der Art *Tintinnopsis spec.* und aus der Gruppe der Rotatoria 7 Ind. der geläufigen Art *Keratella cochlearis* (7 Ind./l) gefunden.

En viertel Jahr später am **17.6. 2004** wurde eine höhere Abundanz ermittelt. Es traten besonders die Rotatoria in Abundanz (75 Ind./l) und Vielfalt hervor, mit den Hauptarten *Keratella cochlearis* (43 Ind./l), *Ascomorpha saltans* (10 Ind./l) und *Pompholyx sulcata* (10 Ind./l). *Ascomorpha* ist die einzige Rädertier-Gattung, die die ansonsten unfressbaren *Ceratium*-Zellen anbohrt und aussaugt (LAMPERT & SOMMER 1993). Bei den Crustaceen gab es unwesentliche Verschiebungen im Artenbestand und in der Abundanz.

Im Hochsommer im Juli und August wurden insgesamt geringe Abundanzen in allen Großgruppen des Zooplanktons im Schluensee beobachtet. Am **20.7. 2004** wiesen die Rädertiere die höchsten Abundanzen auf (19 Ind./l). Cyclopoide Copepoden waren zu diesem Zeitpunkt bei den adulten Tieren insbesondere durch die bereits im Juni auftretende Art *Thermocyclops oithonoides* (1 Ind./l) vertreten. Am **10.8. 2004** waren die Verhältnisse sehr ähnlich.

Am **6.9. 2004** wurde insgesamt die höchste Vielfalt und Abundanz ermittelt. Vorherrschend waren erneut die Rotatoria (187 Ind./l), mit der Hauptart *Keratella cochlearis* (138 Ind./l). Ebenso waren die Ciliata mit der sessilen Form *Vorticella* (82 Ind./l) häufig vertreten. Während die Cladoceren mit der Hauptgruppe *Daphnia spp.* zu keinem anderen Zeitpunkt im Jahr erhöhte Abundanzen aufwiesen, wurden bei den cyclopoiden (9 Ind./l incl. Copepodite) und calanoiden Copepoden (9 Ind./l incl. Copepodite) leicht erhöhte Abundanzen gegenüber dem August beobachtet.

## 5.9 Schwentine-See

Es wurden je 5 Schöpf- und Netzproben im Zeitraum Mai bis Oktober 2004 ausgewertet. Dabei wurden insgesamt 87 Phytoplanktontaxa und 59 Zooplanktontaxa ermittelt. Die Artenlisten sind im Anhang aufgelistet.

### 5.9.1 Phytoplankton

Am **24.5. 2004** dominierten beim Phytoplankton meist Formen der Chlorophyceen und Cryptophyceen, bei insgesamt geringen Biovolumina. Die Chlorophyceen wiesen einen Anteil von 76 % am Gesamtbiovolumen aus, mit den Hauptarten *Ankyra lanceolata*, *Ankyra judayi* und der gallertigen Form *Planktosphaeria gelatinosa*. Die Cryptophyceen hatten einen Anteil von 18 %. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $0,5 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  (Abb. 10). Es wurden 23 Taxa ermittelt.

1 Monat später am **28.6. 2004** bei deutlich zunehmender Biomasse dominierten nun eindeutig verschiedene Formen aus der Gruppe der Bacillariophyceen. Es traten sowohl kettenförmige centrische Formen (*Aulacoseira granulata*; 42 % Anteil) als auch koloniebildende pennale Formen (*Asterionella formosa* und *Fragilaria crotonensis*; zusammen 42 % Anteil) hervor. Das Gesamt-Biovolumen betrug nun  $4,7 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 27 Taxa ermittelt.

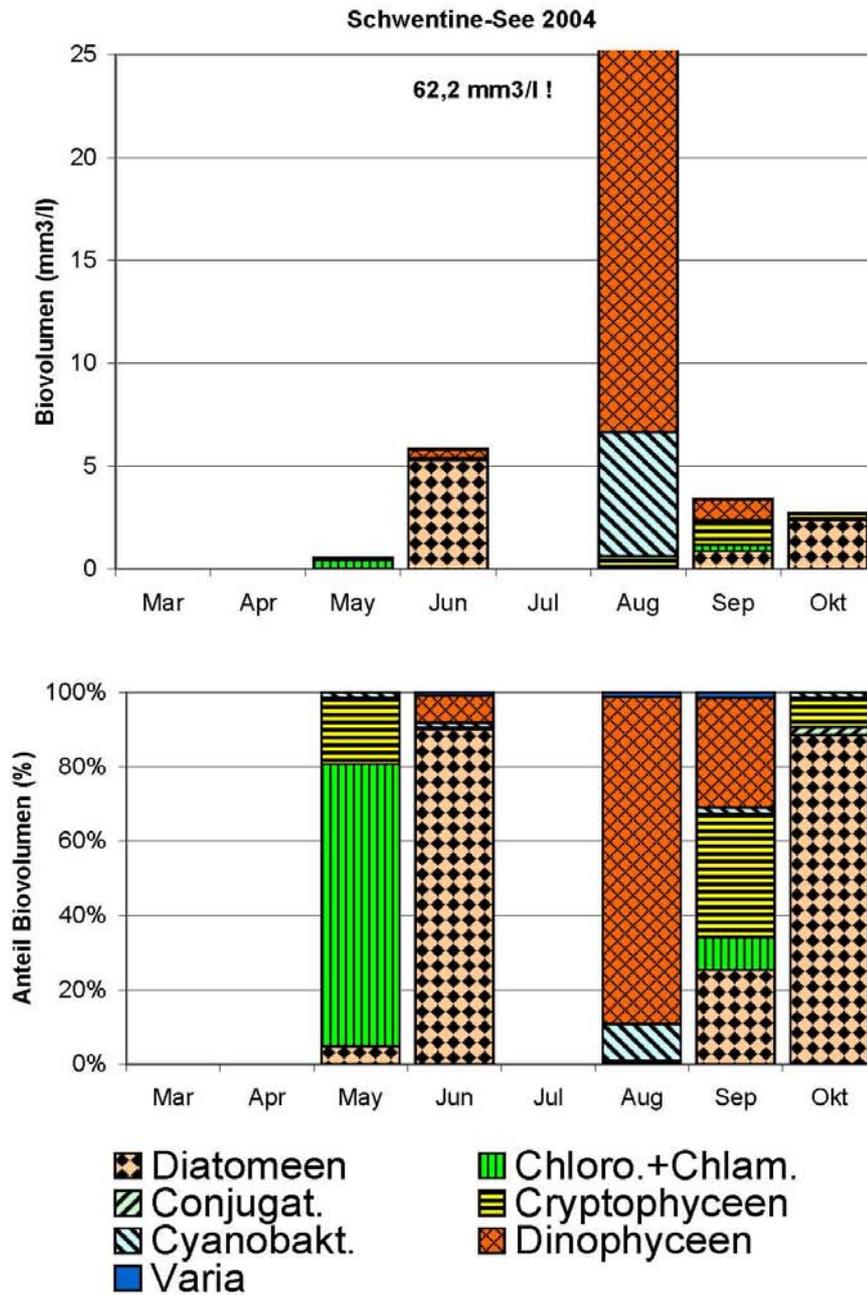
Am **4.8. 2004**, als das erste und einzige Mal eine schwache Temperatur-Schichtung beobachtet wurde, wurde die höchste Gesamt-Biomasse für eine Probe aller 60 untersuchten Proben der 12 Gewässer ermittelt. Den größten Anteil machten verschiedene Arten aus der Gruppe der Dinophyceen aus (87,5 % Anteil), mit den Hauptarten *Ceratium hirundinella* und *C. furcoides* (zusammen 84,3 % Anteil). Nostocale Cyanobakterien wiesen noch einen Anteil von 9,7 % auf. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $62,2 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 26 Taxa ermittelt.

Dreieinhalb Wochen später am **30.8. 2004** war das Massenvorkommen der Dinophyceen verschwunden. Es herrschten nun bei hoher Diversität zu etwa gleichen Anteilen Cryptophyceen (33 % Anteil), Dinophyceen (30 % Anteil) mit der Hauptart *Peridinium spec.* (26 % Anteil) und centrische und pennale Bacillariophyceen (25 % Anteil) vor. Die Cyanobakterien zeigten eine hohe Vielfalt von meist koloniebildenden Chroococcales (insg. 12 gefundene Arten), jedoch mit sehr geringen Biomassen. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $3,4 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 44 Taxa ermittelt.

Während des Herbstes am **4.10. 2004** wurden ähnlich hohe Biovolumina wie Ende August ermittelt, nun ausschließlich durch centrische Kieselalgen. Vorherrschend war die kettenbildende Art *Aulacoseira granulata* (66 % Anteil). Solitäre Centrales mit verschiedenen Arten ergaben einen Anteil von 18 % an der Gesamt-Biomasse. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $2,7 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 49 Taxa ermittelt.

### 5.9.2 Zooplankton

Das Zooplankton des Schwentine-Sees wies am **24.5. 2004** insgesamt geringe Abundanzen auf. Dies gilt sowohl für die Rotatoria mit 31 Ind./l als auch die Crustaceen (insg. 27 Ind./l, incl. Copepodite). Hauptvertreter der Rädertiere war *Keratella cochlearis* (19 Ind./l), der Cladoceren 4 *Daphnia*-Arten, u.a. *D. galeata* (zusammen 13 Ind./l). Die calanoiden Copepoden waren wie im gesamten Jahr durch die zwei Arten *Eudiaptomus gracilis* und *E. graciloides* vertreten.



**Abb. 10:** Phytoplankton-Großgruppen des Schwentine-See 2004. Proben aus 1 m Tiefe. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Einen Monat später am **28.6. 2004** nahm die Abundanz bei den Mikrofiltrierern, Ciliaten und Rädertieren, deutlich zu. Ciliaten waren durch die sessile Art *Epistylis spec.* (100 Ind./l) vertreten, Rotatoria (insg. 264 Ind./l) durch die Arten *Keratella cochlearis* (161 Ind./l), *Conochilus unicornis* (38 Ind./l) und *Keratella quadrata* (32 Ind./l). Die Dichte der Crustaceen nahm ab. *Eudiaptomus graciloides* (3 Ind./l) setzte sich gegenüber dem Konkurrenten *E. gracilis* (0,1 Ind./l) durch.

Das Zooplankton am **4.8. 2004** bei einer Massenblüte von *Ceratium spp.* war durch eine hohe Vielfalt des Rädertierplanktons gekennzeichnet (16 gefundene Arten). Die Hauptvertreter waren die Art *Trichocerca similis* (44 Ind./l) und *Keratella cochlearis* (30 Ind./l). Die *Ceratium* anbohrende und aussaugende Art *Ascomorpha saltans* wies eine Dichte 2 Ind./l auf. Davon profitiert auch *Trichocerca*, die sich vom Inhalt angestochener Algenzellen ernährt (POURRIOT 1970, in RUTTNER-KOLISKO 1972). Während die Cladoceren nur sehr geringe Dichten aufwiesen (insg. < 1 Ind./l), nahm die Abundanz der cyclopiden Copepoden auf insg. 11 Ind./l zu (incl. Copepodite), vor allem mit der Art *Mesocyclops leuckarti* (5 Ind./l).

Im gleichen Monat am **30.8. 2004** wurden leicht zunehmende Abundanzen beobachtet. Die Rädertiere (128 Ind./l) waren vor allem wie in den Monaten zuvor durch *Keratella cochlearis* (47 Ind./l), zudem durch *Keratella cochlearis f. tecta* (57 Ind./l) vertreten. Die Cladoceren waren bei einer Gesamtabundanz von 8 Ind./l durch die Hauptart *Chydorus sphaericus* (7 Ind./l) vertreten. Die cyclopiden Copepoden (21 Ind./l) wiesen wie im Vormonat erneut mit *Mesocyclops leuckarti* (5 Ind./l) die in der Häufigkeit wichtigste Art auf.

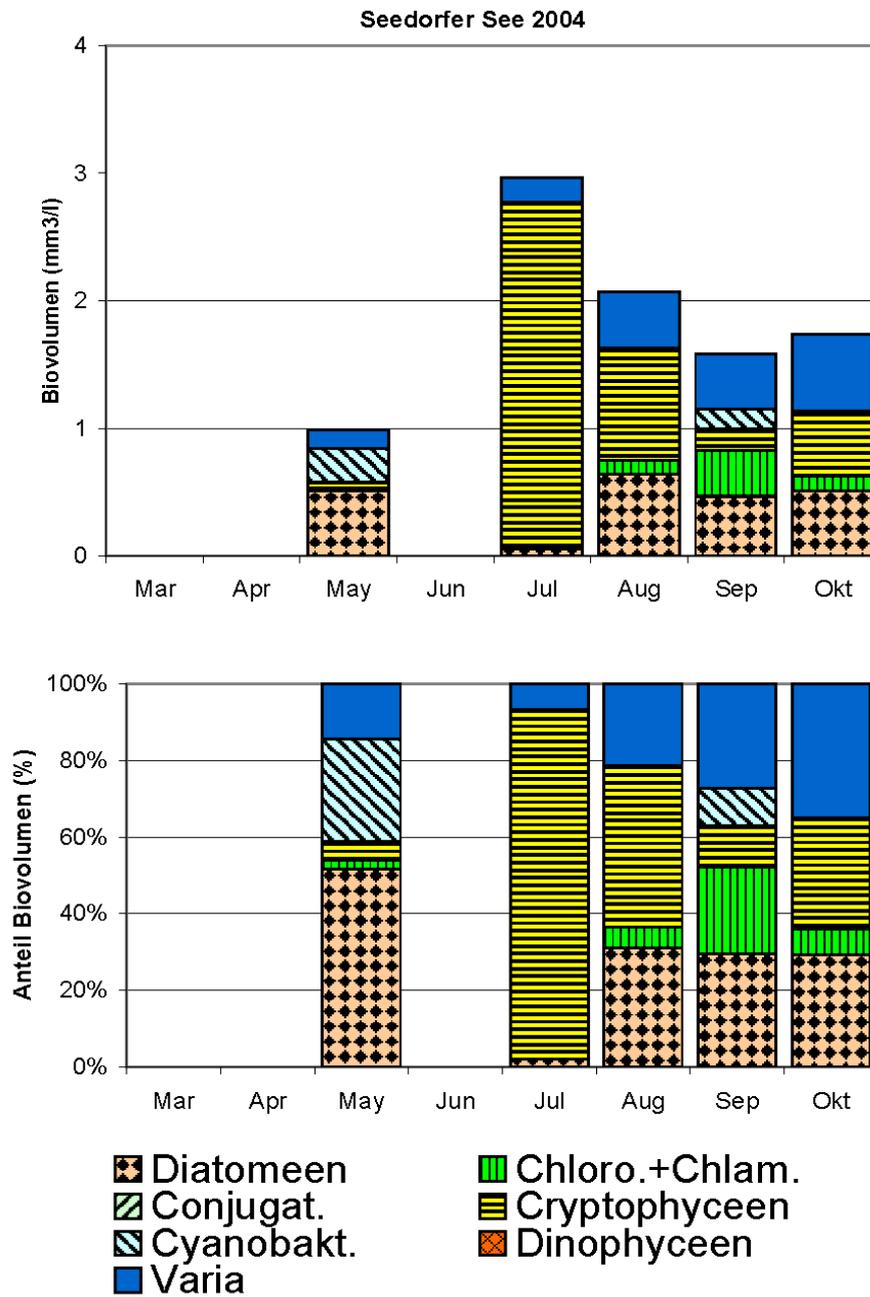
Am **4.10. 2004** wurden die insgesamt höchsten Abundanzen ermittelt. Rädertiere wiesen ähnlich hohe Dichten wie im Juni auf (362 Ind./l), wie im gesamten Jahr mit dem Hauptvertreter *Keratella cochlearis* (133 Ind./l). Die Cladoceren erreichten die höchsten Werte seit Mai (14 Ind./l), mit den Hauptvertretern *Bosmina coregoni gibbera* (6 Ind./l) und *Chydorus sphaericus* (4 Ind./l).

## 5.10 Seedorfer See

Es wurden je 5 Schöpf- und Netzproben im Zeitraum Mai bis September 2004 ausgewertet (Märzprobe fehlt). Dabei wurden insgesamt 107 Phytoplanktontaxa und 42 Zooplanktontaxa ermittelt. Die Artenlisten sind im Anhang aufgelistet.

### 5.10.1 Phytoplankton

Die Untersuchungen im stark polymiktischen Seedorfer See ergaben am **13.5. 2004** relativ geringe Biomassen. Es dominierten in erster Linie Bacillariophyceen (56 % Anteil), meist bestehend aus den pennalen Formen *Epithemia adnata*, *Nitzschia sigmaidea* und *Fragilaria crotonensis*. Nostocale Cyanophyceen mit dem Hauptvertreter *Anabaena flos-aquae* (29 % Anteil) und Euglenophyceen mit dem einzigen Vertreter *Euglena spec.* (8 % Anteil) vervollständigen das Bild. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $0,9 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  (Abb. 11). Es wurden 36 Taxa ermittelt.



**Abb. 11:** Phytoplankton-Großgruppen des Seedorfer Sees 2004. Proben aus 1 m Tiefe. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Das Phytoplankton am **8.7. 2004** wurde bei erhöhter Biomasse vor allem durch verschiedene *Cryptomonas*-Arten geprägt (zusammen 95 % Anteil). Daneben waren nur centrische und pennale Bacillariophyceen subdominant vertreten (zusammen 2 % Anteil). Das Gesamt-Biovolumen betrug  $2,9 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 23 Taxa ermittelt.

Am **3.8. 2004** waren Cryptophyceen weiterhin stark vertreten (42 % Anteil). Andere Gruppen traten nun verstärkt hinzu, insbesondere solitäre Centrales aus der Gruppe der Bacillariophyceen (30 % Anteil) und die geißeltragende Art *Synura spec.* aus der Gruppe der Chrysophyceen (21 % Anteil). Das Gesamt-Biovolumen betrug  $2,1 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 30 Taxa ermittelt.

Das Phytoplankton am **1.9. 2004** war von sehr hoher Vielfalt insbesondere in den zwei Großgruppen Chlorophyceen (27 gefundene Arten) und Bacillariophyceen (21 gefundene Arten) geprägt. Zahlreiche Großgruppen erreichten größere Anteile am Gesamt-Biovolumen. In erster Linie sind centrische und pennale Bacillariophyceen (zusammen 30 % Anteil), Haptophyceen mit der einzigen Art *Chrysochromulina parva* (27 % Anteil) und Chlorophyceen, meist koloniebildende Formen, zu nennen (23 % Anteil). Daneben war die kurzfädige oscillatorale Form *Romeria elegans* (10 % Anteil) aus der Gruppe der Cyanobakterien und Cryptophyceen (11 % Anteil) häufiger. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $1,6 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 64 Taxa ermittelt.

Ende des Monats am **28.9. 2004** wurden ähnliche Verhältnisse beobachtet, mit leichten Verschiebungen in den Biomassen. Es dominierte *Chrysochromulina parva* (35 % Anteil), des weiteren zu gleichen Anteilen mit je 29 % centrische Bacillariophyceen und Cryptophyceen. Aus der Gruppe der Chlorophyceen wurden 23 Taxa ermittelt. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $1,7 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 54 Taxa ermittelt.

### 5.10.2 Zooplankton

Das Zooplankton des Seedorfer Sees am **13.5. 2004** war durch eine selten zu findende ausgeglichene Abundanz in allen Großgruppen gekennzeichnet, bei insgesamt geringer Vielfalt. Rädertiere (53 Ind./l) waren vor allem durch die räuberische Art *Asplanchna cf. priodonta* (47 Ind./l) repräsentiert. Die Cladoceren (30 Ind./l) waren deutlich durch ein Juvenilstadium einer *Daphnia*-Art (13 Ind./l) und *Daphnia galeata* vertreten. Die Copepoden zeigten sich vor allem durch eine erhöhte Anzahl Copepodite und waren bei Adulten nur durch die Art *Eudiaptomus graciloides* (6 Ind./l) etwas häufiger vertreten.

Am **8.7. 2004** nahm die Vielfalt bei den Rädertieren und Cladoceren zu, bei insgesamt abnehmenden Dichten. Es dominierten bei den Rotatoria nun wieder herbivore Formen, mit der Hauptart *Keratella cochlearis* (22 Ind./l). Aus der Gruppe der Cladoceren tauchte die relativ selten zu findende Art *Sida cristallina* auf, die auch in den Folgemonaten zu finden war. Sie hat eine sehr grobmaschige Maschenweite und kann so effizient kleine Phytoplankter filtrieren (LAMPERT & SOMMER 1993). Die Hauptverteter der cyclopoiden Copepoden waren *Acanthocyclops robustus* (3 Ind./l) und *Mesocyclops leuckarti* (4 Ind./l).

Einen Monat später am **3.8. 2004** gab es geringe Änderungen in der Zusammensetzung und Abundanz bei den Rädertieren, Cladoceren und calanoiden Copepoden. Nur die cyclopoiden Copepoden nahmen in Vielfalt und Abundanz zu. Neben den beiden Hauptarten *Acanthocyc-*

*lops robustus* (11 Ind./l) und *Mesocyclops leuckarti* (3 Ind./l) traten nun erstmalig die 2 Arten *Eucyclops serrulatus* und *Megacyclops viridris* auf, wenn auch in nur sehr geringen Abundanzen (< 0,1 und 0,1 Ind./l).

Im September wurden vielfach höhere Abundanzen gegenüber den Vormonaten erreicht, sowohl Anfang als auch Ende September. Am **1.9. 2004** wurden bei den Rädertieren 443 Ind./l ermittelt, davon alleine 304 Ind./l der Art *Polyarthra vulgaris*. Die Cladoceren steigerten sich in der Dichte um das 25fache gegenüber August auf 128 Ind./l, davon 127 Ind./l der kleinen Form *Bosmina longirostris*. Während die Calanoiden kaum in Erscheinung traten, wiesen die cyclopoiden Copepoden mit 123 Ind./l (99 Copepodite) hohe Dichten auf, mit der Hauptart *Acanthocyclops robustus* (22 Ind./l).

Ende des Monats am **28.9. 2004** wurden die höchsten Rädertiere-Abundanzen gefunden (478 Ind./l), mit den Hauptarten *Polyarthra vulgaris* (213 Ind./l) und *Keratella cochlearis* (157 Ind./l). Während die *Bosmina*-Population wieder eingebrochen war, wiesen die cyclopoiden Copepoden immer noch hohe Dichten auf (103 Copepodite pro l).

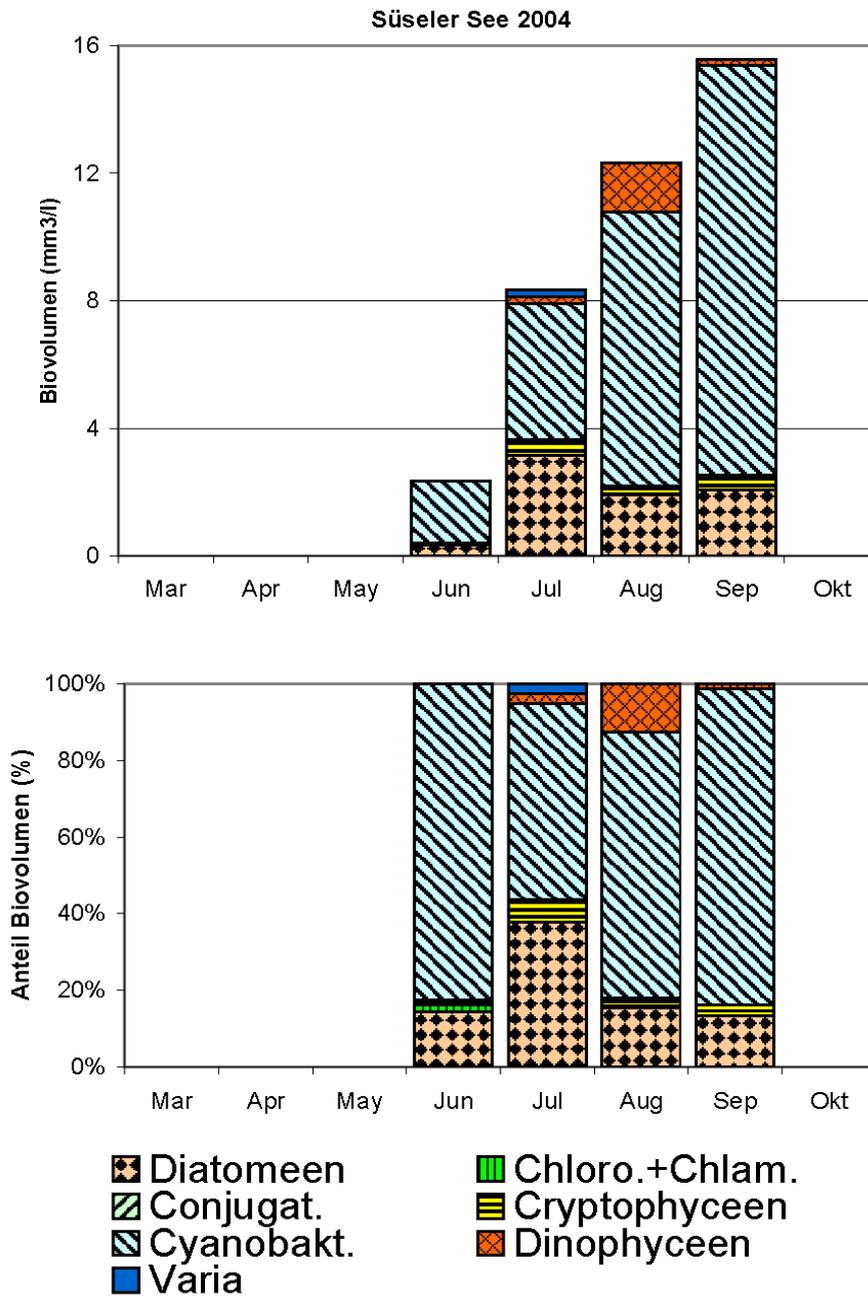
## 5.11 Süseler See

Es wurden je 4 Schöpf- und 5 Netzproben im Zeitraum April bis September 2004 ausgewertet. Dabei wurden insgesamt 87 Phytoplanktontaxa und 55 Zooplanktontaxa ermittelt. Die Artenlisten sind im Anhang aufgelistet.

### 5.11.1 Phytoplankton

Am **30.6. 2004** (Proben vom März und April fehlten) bei noch nahezu vollständiger Durchmischung des Wasserkörpers dominierten in der Biomasse deutlich chroococcale koloniebildende Cyanobakterien (83 % Anteil am Gesamtbiovolumen), insbesondere die potentiell toxische *Microcystis wesenbergii* (56 % Anteil am Gesamtbiovolumen), *Cyanodictyon* und *Woronichinia cf. compacta*. Daneben waren nur noch centrische Bacillariophyceen mit dem Hauptvertreter *Cyclotella radiosa* häufiger vertreten (13 % Anteil). Zahlreiche Arten wurden sowohl bei den Cyanobakterien und Bacillariophyceen als auch bei den Chlorophyceen (koloniebildende Formen) ermittelt. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $2,4 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  (Abb. 12). Es wurden insgesamt 48 Taxa ermittelt.

Am **28.7. 2004** bei schwacher thermischer Schichtung und gegenüber dem Juni deutlich ansteigender Biomasse dominierten nahezu gleichbedeutend Cyanobakterien und Bacillariophyceen. Die Cyanobakterien wurden insbesondere durch nostocale Formen geprägt (41 % Anteil am Gesamt-Biovolumen; *Aphanizomenon flos-aquae* und *Anabaena flos-aquae*), während die Chroococcales nur noch etwa 10 % Anteil am Biovolumen aufwiesen. Die Bacillariophyceen wurden in erster Linie durch die große zentrische Form *Stephanodiscus neoastraea* (33 % Anteil am Gesamt-Biovolumen) geprägt, daneben auch durch *Asterionella formosa*. Weiterhin waren auch noch Dinophyceen (*Ceratium hirundinella*), Cryptophyceen und die Art *Chrysochromulina parva* aus der Gruppe der Haptophyceen in größerer Dichte anzutreffen. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $8,3 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden insgesamt 38 Taxa ermittelt.



**Abb. 12:** Phytoplankton-Großgruppen des Süseler Sees 2004. Proben aus 1 m Tiefe. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Am **25.8. 2004** bei noch schwächerer thermischer Schichtung (erst ab 8 m Tiefe ein Gradient mit einer Temperaturdifferenz von 1,7 ° C) dominierten bei erneut zunehmender Biomasse die Cyanobakterien wieder deutlicher (70 % Anteil) und wiesen gleichzeitig eine sehr hohe Vielfalt auf (15 gefundene Taxa). Es herrschten sowohl nostocale Formen der Gruppen *Anabaena* und *Aphanizomenon* (35 % Anteil am Gesamtbiovolumen) als auch Formen der Gattung *Microcystis* (32 % Anteil) vor. Daneben waren verschiedene centrische Bacillariophyceen (16 % Anteil; insbesondere *Cyclostephanos dubius*, *Cyclotella radiosa* und *Stephanodiscus neoastreae*) und die sehr mobile Art *Ceratium hirundinella* (13 % Anteil) biomassebildend vorhanden. Das Gesamt-Biovolumen betrug 12,3 mm<sup>3</sup> l<sup>-1</sup>. Es wurden insgesamt 53 Taxa ermittelt.

Am **30.9. 2004** während der herbstlichen Vollzirkulation war ähnlich wie im Juni die potentiell toxische Gattung *Microcystis* deutlich vorherrschend (72 % Anteil am Gesamtbiovolumen), wenn auch in deutlich höherer Biomasse. *M. aeruginosa* war anders als im Juni die in der Biomasse prägende Art. Desweiteren waren noch verschiedene Arten der Gattung *Anabaena* zahlreicher vertreten. Neben den Cyanobakterien (82 % Anteil) waren nur noch die Bacillariophyceen (13 %) häufiger zu finden, in diesem Monat insbesondere mit den Arten *Aulacoseira granulata*, *Fragilaria ulna* var. *acus* und *Stephanodiscus neoastreae*. Das Gesamt-Biovolumen betrug 15,6 mm<sup>3</sup> l<sup>-1</sup>. Es wurden wie im August 53 Taxa ermittelt.

### 5.11.2 Zooplankton

Das Zooplankton wurde im gesamten Untersuchungszeitraum insbesondere durch eine hohe Diversität der Rotatoria, mit teils hohen Abundanzen, geprägt.

Das Zooplanktonbild am **28.4. 2004** wurde in der Abundanz in erster Linie durch Rotatoria geprägt (120 Ind./l). Es wurden aus dieser Gruppe 16 Taxa gefunden, wobei die Arten *Polyartra dolichoptera* (39 Ind./l), *Keratella quadrata* (24 Ind./l), *Keratella cochlearis* (15 Ind./l), *Filinia longiseta* (14 Ind./l) und *Kelicottia longispina* hervortraten. Die Cladoceren waren in geringer Abundanz (< 1 Ind./l je Art) durch kleine Formen wie *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus* und verschiedene *Daphnia*-Arten (*D. cucullata*, *D. galeata*, *D. x krausi*, *D. longispina*) vertreten. Die ebenfalls in geringer Dichte (Adulte) auftretenden Copepoden wurden bei den Cyclopoiden durch *Mesocyclops leuckarti* und *Thermocyclops oithonoides* und bei den Calanoiden durch *Eudiaptomus gracilis* und *E. graciloides* vertreten.

Am **30.6. 2004** bei weiterhin zahlreichen Arten, jedoch insgesamt abnehmenden Abundanzen, änderte sich gegenüber dem April zum Teil die Artzusammensetzung. Bei den Cladoceren und calanoiden Copepoden wurde eine leichte Zunahme der Dichte, insbesondere der Copepodite, beobachtet. Die Cladoceren mit den Hauptvertretern *Daphnia galeata* und *Bosmina longirostris* wiesen in der Summe eine Abundanz von 28 Ind./l auf. Bei den Calanoiden wurden 17 Ind./l (Adulte + Copepodite) der 2 *Eudiaptomus*-Arten ermittelt, wobei *E. graciloides* deutlich dominierte (7 adulte Ind./l).

Das Zooplankton am **28.7. 2004** wies in etwa eine ähnliche Zusammensetzung wie einen Monat zuvor auf. Wie bereits im Juni wurde aus der Gruppe der cyclopoiden Copepoden die Art *Thermocyclops crassus* gefunden. Die Crustaceen nahmen in der Abundanz leicht ab, während die Rädertiere wieder leicht erhöhte Werte (61 Ind./l) gegenüber dem Juni aufwiesen.

Das Zooplankton am **25.8. 2004** war insbesondere durch sehr hohe Abundanzen der Art *Keratella cochlearis* geprägt. Von der Unterart *K. cochlearis f. tecta* wurde eine Individuendichte von 201 Ind./l ermittelt, während bei *K. cochlearis* sogar ein Massenvorkommen (702 Tiere/l) beobachtet wurde. Auch die Gruppe der Ciliata trat nun vermehrt auf, mit der Gattung *Tintinnopsis* (36 Ind./l). Bei den Cladoceren wurden neben den bereits erwähnten *Daphnia*-Formen die Arten *Diaphanosoma brachyurum* und *Ceriodaphnia quadrangula* neu beobachtet.

Am **30.9. 2004** wurden erneut hohe Werte der Art *Keratella cochlearis* ermittelt (insg. 156,8 Ind./l). Desweiteren war bei den Rädertieren die Art *Filinia longiseta* zahlreicher zu finden (34 Ind./l). Bei den Crustaceen gab es in der Zusammensetzung außer der neu hinzutretenden Art *Acanthocyclops robustus* keine deutlichen Veränderungen gegenüber den Vormonaten.

## 5.12 Vierer See

Es wurden je 5 Schöpf- und Netzproben im Zeitraum März bis September 2004 ausgewertet. Dabei wurden insgesamt 83 Phytoplanktontaxa und 51 Zooplanktontaxa ermittelt. Die Artenlisten sind im Anhang aufgelistet.

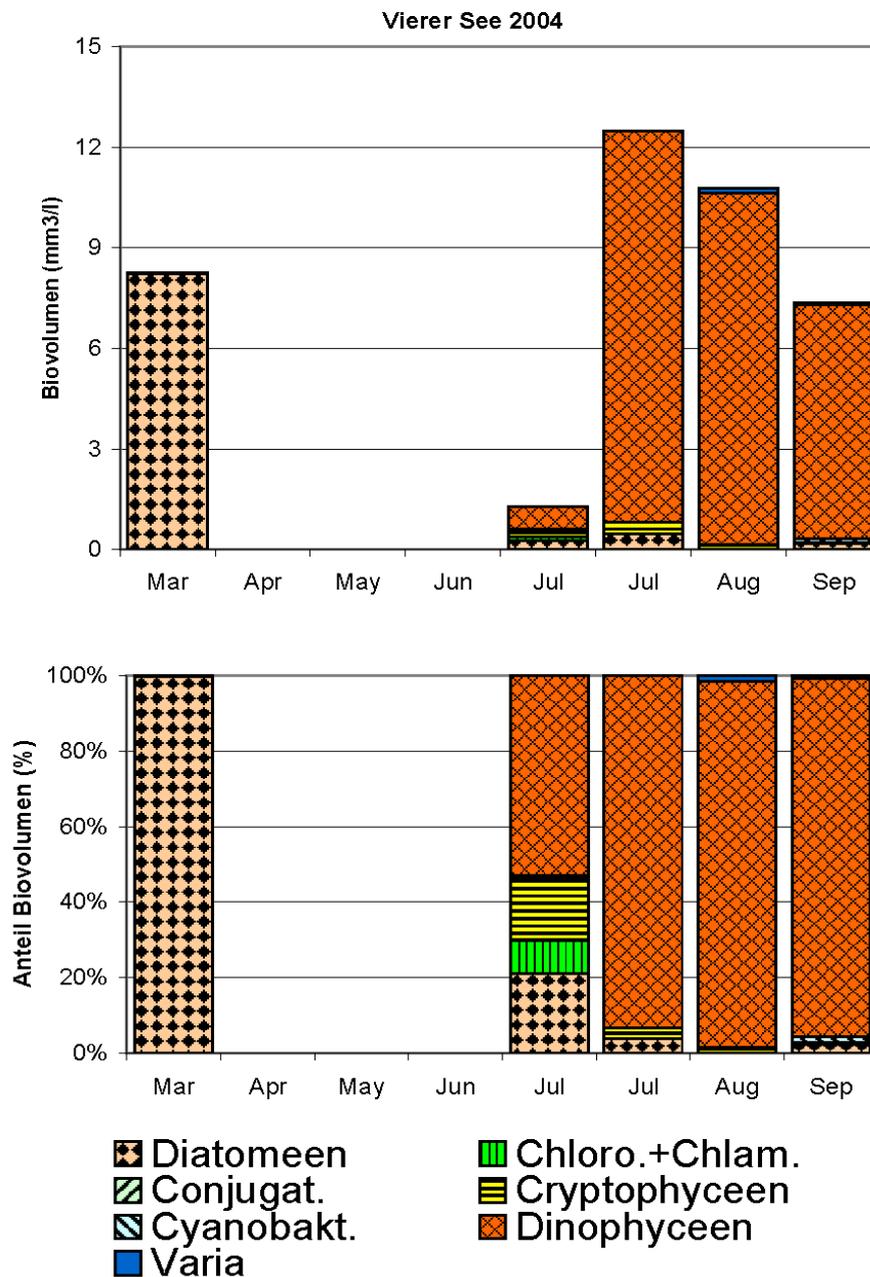
### 5.12.1 Phytoplankton

Das Phytoplankton am **17.3. 2004** war nahezu ausschließlich durch centrische Bacillariophyceen geprägt (99,6 % Anteil an der Gesamtbiomasse). Dominant waren hierbei die Arten *Stephanodiscus neoastraea*, *Cyclotella radiosa*, *Cyclostephanos dubius* und *Cyclotella ocellata*. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $8,3 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  (Abb. 13). Es wurden 24 Taxa ermittelt.

Anfang Juli am **6.7. 2004** bei höherer Vielfalt als im Frühjahr wurden erstmalig Dinophyceen mit der einzigen biomassebildenden Art *Ceratium hirundinella* in größerer Dichte beobachtet (53 % Anteil an der Gesamt-Biomasse). Bacillariophyceen, insbesondere die pennalen Formen *Asterionella formosa* und *Fragilaria crotonensis*, traten ebenfalls gehäuft auf (insg. 21 % Anteil). Zudem waren Cryptophyceen (17 % Anteil) und koloniebildende Chlorophyceen (9 % Anteil) häufiger anzutreffen. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $1,3 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 38 Taxa ermittelt.

Ende Juli am **27.7. 2004** bei deutlich zunehmenden Biomassen dominierten nun sehr deutlich die zwei Arten *Ceratium hirundinella* und *C. furcoides*. Sie ergaben zusammen 90 % Anteil der Gesamt-Biomasse. Solitäre centrische Bacillariophyceen (4 % Anteil) und Cryptophyceen (3 % Anteil) waren subdominant vertreten. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $12,5 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 31 Taxa ermittelt.

Am **18.8. 2004** waren weiterhin die Dinophyceen vorherrschend (98 % Anteil), bei leicht abnehmenden Biomassen. Es dominierten erneut die 2 Arten *Ceratium hirundinella* und *C. furcoides*. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $10,7 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 30 Taxa ermittelt.



**Abb. 13:** Phytoplankton-Großgruppen des Vierer Sees 2004. Proben aus 1 m Tiefe. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Auch zu Beginn der herbstlichen Durchmischung am **14.9. 2004** waren die zwei *Ceratium*-Arten weiterhin dominierend. Sie wiesen zusammen einen Anteil von 95 % auf. Centrische und pennale Bacillariophyceen (2 % Anteil) nahmen vor allem in der Vielfalt zu. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $7,3 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 36 Taxa ermittelt.

### 5.12.2 Zooplankton

Das Zooplankton im Vierer See am **17.3. 2004** war insgesamt durch eine sehr geringe Abundanz in allen Gruppen geprägt. Die größten Dichten erreichten erwartungsgemäß die Mikrofiltrierer, sowohl die Rotatoria mit 53 Ind./l (Hauptvertreter *Keratella cochlearis*) als auch Ciliata (23 Ind./l) mit dem Hauptvertreter *Tintinnopsis*. Crustaceen waren in Dichte und Vielfalt gering vertreten. Besonders traten bei den Cladoceren *Bosmina longirostris* und bei den Copepoden *Cyclops kolensis* und *Eudiaptomus graciloides* (je 2 Ind./l) hervor.

Vier Monate später am **6.7. 2004** wurde eine doppelt so hohe Rädertierdichte ermittelt (158 Ind./l), mit den Hauptarten *Keratella cochlearis* (61 Ind./l) und *Conochilus unicornis* (52 Ind./l). Cladoceren nahmen in der Dichte und Vielfalt zu (10 Ind./l), u.a. mit den beiden *Daphnia*-Arten *D. hyalina* und *D. galeata* und der räuberischen Art *Bythotrephes longimanus*. Diese Art findet sich eher in Seen geringerer Trophie (FLÖßNER 2000). Bei den calanoiden Copepoden trat *Eudiaptomus graciloides* (6 Ind./l) erneut als Hauptart auf, während die cyclopoiden Copepoden durch *Mesocyclops leuckarti* (3 Ind./l) und *Thermocyclops oithonoides* (2 Ind./l) vertreten waren.

Drei Wochen später am **27.7. 2004** war die Cladoceren-Dichte eingebrochen, während zwei räuberische Cladoceren vertreten waren (*Bythotrephes longimanus* und *Leptodora kindti*). Stattdessen nahmen die Rädertiere stark auf 712 Ind./l zu, mit der Hauptart *Keratella cochlearis* (505 Ind./l).

Erneut drei Wochen später am **18.8. 2004** nahm die Abundanz der Rädertiere nochmals zu, auf den höchsten Wert im Jahr (971 Ind./l), mit der Hauptart *Keratella cochlearis f. tecta* (821 Ind./l). Cladoceren wiesen weiterhin eine sehr geringe Dichte auf (1 Ind./l).

Am **14.9. 2004** zu Beginn des Herbstes wurden bei deutlich geringeren Werten der Rädertiere (197 Ind./l) die höchsten Abundanzen bei den Crustaceen ermittelt. Insbesondere Cladoceren (20 Ind./l) mit 4 *Daphnia*-Arten (12 Ind./l) und *Chydorus sphaericus* (4 Ind./l) waren häufiger.

## 5.13 Wittensee

Es wurden je 5 Schöpf- und Netzproben im Zeitraum März bis September 2004 ausgewertet. Dabei wurden insgesamt 77 Phytoplanktontaxa und 50 Zooplanktontaxa ermittelt. Die Artenlisten sind im Anhang aufgelistet.

### 5.13.1 Phytoplankton

Das Phytoplankton am **11.3. 2004** wurde nahezu ausschließlich durch centrische Bacillariophyceen geprägt (88 % Anteil an der Gesamtbiomasse). Die Hauptarten waren *Stephanodis-*

*cus neoastraea* und *S. minutulus*. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $4,8 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  (Abb. 14). Es wurden 33 Taxa ermittelt.

Über ein viertel Jahr später am **29. Juni 2004** prägten bei geringen Biovolumina verschiedene Gruppen das Planktonbild. Es herrschten centrische und pennale Bacillariophyceen (zusammen 34 % Anteil), Cryptophyceen (28 % Anteil), Cyanobakterien mit der einzigen biomassebildenden Art *Aphanizomenon flos-aquae* (20 % Anteil) und Chlorophyceen (19 % Anteil) vor. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $0,23 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 30 Taxa ermittelt.

Einen Monat später am **26.7. 2004** bei sehr fragiler Temperatur-Schichtung war die Biomasse wieder deutlich angestiegen. Wie im März dominierten Bacillariophyceen das Planktonbild (84 % Anteil an der Gesamtbiomasse). Nun herrschten jedoch andere Arten vor. Zum einen war die centrische Art *Aulacoseira islandica* häufig (47 % Anteil). Zum anderen waren die pennale Form *Asterionella formosa* zahlreich anzutreffen (25 % Anteil). Daneben waren nur noch Cryptophyceen häufiger vertreten (15 % Anteil). Das Gesamt-Biovolumen betrug  $7,0 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 27 Taxa ermittelt.

Am **12.8. 2004**, dem einzigen Termin mit ausgeprägter Temperatur-Schichtung (Epilimnion bis 7 m Tiefe), waren erstmalig im Untersuchungszeitraum koloniebildende Chrysophyceen dominant. Die bestandsbildende Art war *Dinobryon sociale* mit einem Anteil von 62 % am Gesamt-Biovolumen. Daneben waren Dinophyceen (23 % Anteil) mit der Hauptart *Ceratium hirundinella* häufiger vertreten. Cyanobakterien, Bacillariophyceen und Cryptophyceen waren mit 4 – 6 % subdominant vertreten. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $3,4 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 26 Taxa ermittelt.

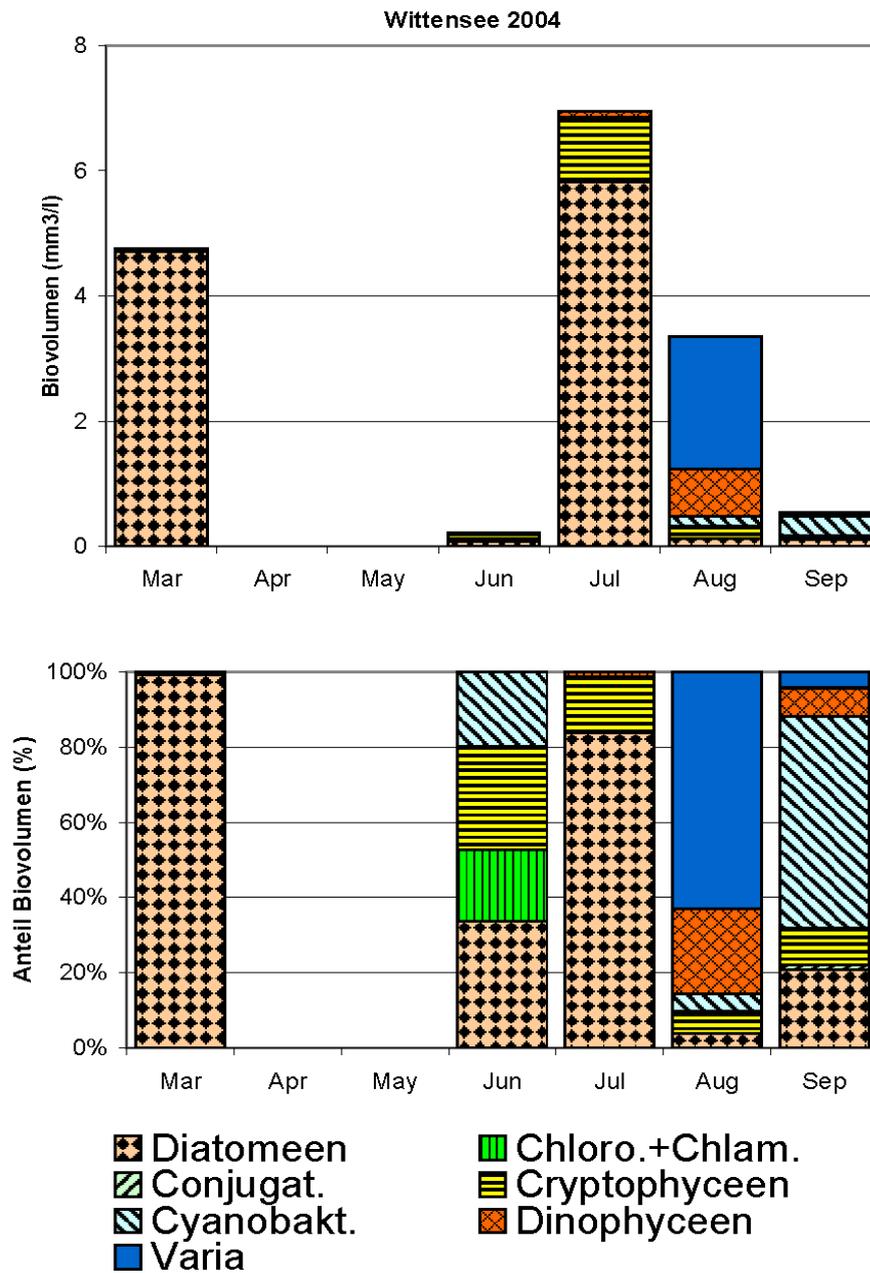
Am **13.9. 2004** bei nahezu vollständiger Durchmischung des relativ tiefen Sees brach die Biomasse ein. Häufiger waren nun *Microcystis*-Formen anzutreffen (48 % Anteil), des weiteren pennale und centrische Bacillariophyceen (21 % Anteil), insbesondere die Art *Stephanodiscus neoastraea* (12 % Anteil). Cryptophyceen (10 % Anteil) und Dinophyceen (8 % Anteil) waren weniger stark vertreten. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $0,5 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurde die höchste Taxazahl im Wittensee mit 36 Taxa ermittelt.

### 5.13.2 Zooplankton

Zu Frühjahrsbeginn am **11.3. 2004** wurden insgesamt sehr geringe Dichten beim Zooplankton ermittelt. Nur 1 Art (*Synchaeta* sp., Rädertiere) erreichte Werte über 5 Ind./l (5,1).

Über ein viertel Jahr später am **29.6. 2004** war die Rotatorien-Dichte auf 102 Ind./l angestiegen, mit der Hauptart *Conochilus hippocrepis* (82 Ind./l). Ciliata (372 Ind./l) waren noch stärker vertreten, nahezu alleine durch die sessile Form *Vorticella*. *Eudiaptomus graciloides* (8 Ind./l) war wie im März die einzige Art der calanoiden Copepoden.

Einen Monat später am **26.7. 2004** bei schlecht fressbarem Phytoplankton war ein Einbruch des Zooplanktons zu verzeichnen, insbesondere der Rädertiere (47 Ind./l), u.a. mit 2 Arten der Gattung *Conochilus*. Gleichzeitig wurden 3 räuberische Wirbellose gefunden (*Bythotrephes longimanus*, *Leptodora kindti* und Larven von *Chaoborus*), wenn auch in geringen Dichten.



**Abb. 14:** Phytoplankton-Großgruppen des Wittensees 2004. Proben aus 1 m Tiefe. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Am **12.8. 2004** wiesen bei weiterhin sehr geringen Dichten der Crustaceen, insbesondere der Cladoceren (insg.  $< 1$  Ind./l), die Rotatoria und Ciliata eine deutliche Zunahme auf. Die Rädertiere erreichten Abundanzwerte von 116 Ind./l, wobei *Keratella cochlearis* mit 65 Ind./l die Hauptart war. Ciliaten erreichten noch höhere Werte (257 Ind./l), mit der Hauptart *Vorticella* (221 Ind./l). Die 3 räuberischen Invertebraten (siehe 26.7. 2004) wurden erneut gefunden.

Ähnlich den Verhältnissen in anderen Seen wie dem Vierer See wurde zu Beginn des Herbstes am **13.9. 2004** eine Zunahme der Crustaceen beobachtet. Zudem erreichten im Wittensee die Rädertiere mit 342 Ind./l (Hauptart *Keratella cochlearis* mit 263 Ind./l) die höchsten Werte des Jahres 2004. Ciliaten mit der nahezu einzigen häufigen Art *Vorticella* spec. erreichten auch höhere Abundanzen (186 Ind./l). Die Cladoceren (insg. 13 Ind./l) waren insbesondere durch Formen mit feinsten Maschenweiten vertreten, d.h. *Diaphanosoma brachyurum* (6 Ind./l) und *Ceriodaphnia quadrangula* (3 Ind./l). Cylopoide Copepoden waren in erster Linie durch Litoralformen vertreten (*Megacyclops viridis* und *Macrocyclus albidus*), wobei hier höhere Abundanzen nur durch Copepodite erreicht wurden (26 Copepodite pro l). Die 3 räuberischen Invertebraten (siehe Juli und August 2004) wurden erneut gefunden.

## 6. Bewertung

### 6.1 Phytoplankton in den 12 Untersuchungsgewässern

#### 6.1.1 Indikatorfunktion

Die Indikatorfunktion des Phytoplanktons ist schon deshalb als hoch einzustufen, da die Photosynthese des Phytoplanktons der Anfang der pelagischen Nahrungsketten ist. Die verschiedenen Ausbildungen an Taxa und Formen im Phytoplankton sind direkte Reaktionen auf Veränderungen im Pelagial. Es gibt nun verschiedene Verfahren der Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons (zusammenfassende Darstellung bei KNOPF et al 2000; in NIXDORF et al. 2005). Ansätze zur Klassifizierung der gesamten Phytoplanktonbiomasse sind vergleichend in Abb. 15 dargestellt (siehe dazu auch NIXDORF et al. 2005). Ebenso gibt es Ansätze zur Bewertung anhand von Indikatorarten. Die von HORNSTRÖM (1981), TREMEL (1996) und BRETTUM (1989) entwickelten Verfahren berücksichtigen Biomasse und Artenzusammensetzung, indem sie die Vorkommen jeder Art anhand der Biomasse wichten. Sie sind damit ein möglicher Ausgangspunkt für eine Weiterentwicklung im Rahmen der EG-WRRL (zusammenfassende Darstellung siehe NIXDORF et al. 2005).

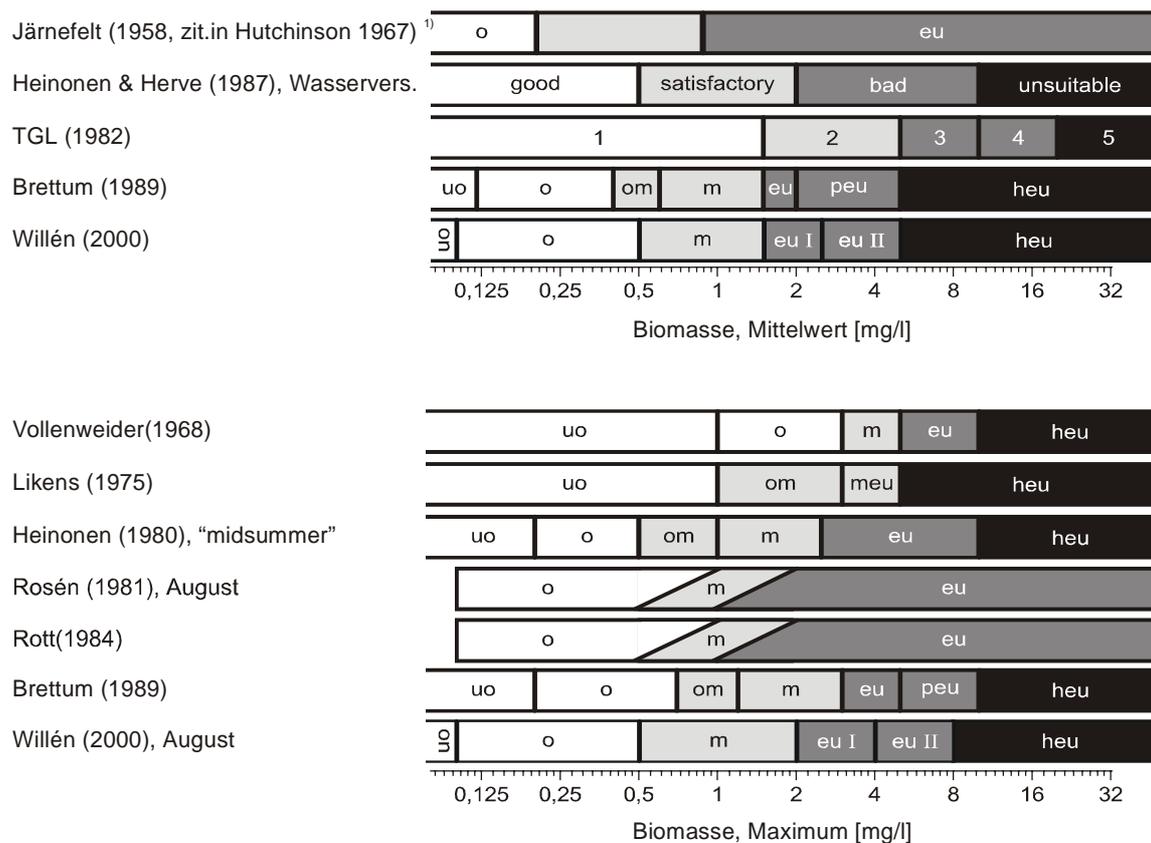


Abb. 15: Trophieklassifizierung anhand der Phytoplanktonbiomasse nach verschiedenen Autoren. Abkürzungen: heu = hypertroph, p = polytroph, eu = eutroph, m = mesotroph, o = oligotroph, uo = ultraoligotroph.- Abb. aus NIXDORF et al. 2005, modifiziert nach KNOPF et al. 2000.

Im Juli 2005 soll im Rahmen des LAWA/DVWK-Vorhabens ein anzuwendendes Verfahren entwickelt sein, das es dann möglich macht, eine Indikatorfunktion des Phytoplanktons für verschiedene Seetypen und Degradationsstufen zu beschreiben.

Ein übliches Verfahren zur Beschreibung der Funktion des Phytoplanktons ist das Erkennen von jahreszeitlichen Mustern. Bereits REYNOLDS (1980 und 1984) und SOMMER et al. (1986) haben jahreszeitliche Muster der Phytoplanktonentwicklung für Seen unserer Breiten beschrieben. Für Anwendungen wie die Beschreibung des Phytoplanktons als Indikator im Rahmen der EG-WRRL ist eine mehrjährige genaue Erfassung der jahreszeitlichen Muster aus Kosten- und Zeitgründen nicht möglich. Hier ist es sinnvoll, ausgewählte Monate bzw. Jahreszeiten zu betrachten. Frühjahrsblüten kleiner centrischer Kieselalgen, wie sie auch in zahlreichen der Untersuchungsgewässer in Schleswig Holstein 2004 beobachtet wurden, sind mit relativ hoher zeitlicher Präzision vorherzusagen (MABERLY et al. 1994). Andere Phänomene, wie das Auftreten von Dinophyceen und/oder koloniebildenden Cyanobakterien im Spätsommer oder das Klarwasserstadium mit der Abundanz kleiner Flagellaten nach Ende des Frühlings sind mit geringerer Präzision beschreibbar. Bei begrenzten Probenahmeterminen für die Planktonermittlung sollte man sich an den Erfahrungen mehrjähriger Datenreihen im Wochen- bis Monats-Rhythmus orientieren.

### 6.1.2 Das Phytoplankton-Gesamtbiovolumen als Kenngröße für die Degradationsklassen nach der EG-WRRL

Das Phytoplankton-Gesamtbiovolumen dient nach der EG-WRRL neben der Sichttiefe und Artenzusammensetzung als eine Kenngröße für verschiedene Degradationsklassen der Eutrophierung, abweichend von einem unbeeinflussten Zustand (NIXDORF et al. 2005).

Es wurden daher von den 12 Untersuchungsgewässern Mittelwerte der ermittelten Gesamt-Biovolumenta für den Zeitraum März – Oktober 2004 ermittelt und mit dem 1. Entwurf von NIXDORF et al. (2005) verglichen. Die Einstufung der Daten des Projektes 2004 nach NIXDORF et al. (2005) ergab für das Phytoplankton-Biovolumenta vielfach eine andere Einstufung als die Trophieeinstufung. Möglicherweise ist die Datendichte des EG-WRRL-Projektes zu gering. Die Datenauswertung für Seen des Seenmonitorings, d.h. den Döbersee und Gr. Plöner See (7 statt 5 Proben im Zeitraum März – Oktober), ergab für das Biovolumen und die Trophie ähnliche Einstufungen wie die Trophieeinschätzung (siehe gesonderter Bericht zu beiden Seen 2005). Dagegen wurde eine engere Beziehung der Dominanz von Blaualgen im Sommer zum Trophiegrad gefunden, außer in den zwei sehr flachen Seen Barkauer See und Gr. Pönitzer See, deren Plankton sehr von Umwelteinflüssen und den Verhältnissen im Sediment geprägt sind (Tab. 2).

Seename	Trophie LA-WA 2004		Seetyp	BV (mm <sup>3</sup> /l) Mittel 2004	Einstufung nach NIXDORF et al. (2005)	Cyanobakterien im Sommer
Vierer See	e1	2,95	10	8,0	gut	wenig
Arenholzer See	e2	3,05	11	1,5	sehr gut	hoch
Passader See	p1	3,71	11	7,2	gut	hoch
Süseler See	p1	3,56	11	9,6	gut	hoch
Seedorfer See	e2	3,42	11.2 <sup>(1)</sup>	1,8	sehr gut	wenig
Barkauer See	e2	3,42	12	5,1	gut	wenig
Schwentine-See	e2	3,14	12	14,9	mäßig	mittel
Behlendorfer See	e2	3,08	13	2,9	gut	hoch
Gr. Pönitzer See	e1	2,61	13	3,1 <sup>(2)</sup>	gut	wenig
Gr. Segeberg. See	e1	2,97	13	8,8	unbefriedigend	wenig
Schluensee	m	2,22	13	2,0	gut	wenig
Wittensee	e1	2,89	13	3,2	gut	wenig

Tab. 2: Vergleich der Vegetationsmittel des Biovolumens für 12 Seen 2004 in Schleswig-Holstein (Mittel März – Oktober 2004) mit Daten von NIXDORF et al. (2005). Der Seetyp im Rahmen der EG-WRRL wurde nach MATHES et. al. (2005) ermittelt. Die Seen sind aufsteigend nach dem **Seetyp geordnet**.<sup>(1)</sup>: Der Seedorfer See als sehr flacher Seen (< 3 m mittlere Tiefe) wurde in Anlehnung an NIXDORF et al. 2005 als eigener Seetyp 11.2 benannt.<sup>(2)</sup>: ohne Juli- und Augustprobe.

### 6.1.3 Dominante Taxa

Im folgenden werden dominante Taxa des Frühjahrs und Sommers in den 12 untersuchten Seen besprochen. Das dominante Auftreten einzelner Arten zu einem Termin weist auf die jeweiligen Bedingungen im Pelagial in den Tagen und Wochen zuvor hin. Einzelne mögliche Indikatorarten für verschiedene Seetypen und Degradationsstufen können in diesem Rahmen, auch aufgrund zu geringer Datendichte, nicht beschrieben werden.

#### Dominante Taxa im Frühjahr (März / April)

Proben vom März oder April 2004 wurden in 8 der 12 untersuchten Seen entnommen. In 6 der 8 Seen waren **solitäre centrische Diatomeen** die dominierende taxonomische Gruppe (in einem See zusammen mit Cryptophyceen). In 2 anderen Seen waren zum einen insbesondere Chlorophyceen, Haptophyceen und in geringerem Maß centrische Diatomeen (Barkauer See) und zum anderen Cryptophyceen (Behlendorfer See; geringe Silikatkonzentrationen) dominierend. Von den Seen mit fehlenden Frühjahrsproben gab es nur vom Arenholzer See aus früheren Jahren Daten vom März/April. Es dominierten dort im März 1997 centrische Diatomeen und Chlorophyceen (Daten des LANU).

Die im Frühjahr dominanten Arten (bei unterschiedlicher Trophie) im Seetyp 10 und 11 waren *Stephanodiscus hantzschii*, *Stephanodiscus neoastraea* und *Cyclotella radiosa*, und im Seetyp 13 bei ebenfalls unterschiedlicher Trophie *Stephanodiscus neoastraea*, *St. minutulus* und *Cyclotella radiosa*, wobei die beiden besonders euryöken Arten *Stephanodiscus neoastraea* und *Cyclotella radiosa* im gesamten Trophiespektrum als dominante Vertreter vorkamen (Tab. 3).

Oben genannte solitäre centrische Diatomeen sind Indikatoren für kalkreiche, silikat- und phosphorreiche turbulente Wasserkörper. Insgesamt sind sie konkurrenzstark bei genügenden

Phosphor- und Silikatmengen, u.a. auch wegen des relativ hohen Oberflächen/Volumen-Verhältnisses der Zelle und der effizienten Lichtausnutzung (SOMMER 1994, REYNOLDS 2002). Sie sind gegenüber anderen Kieselalgen sehr konkurrenzstark bei geringen Temperaturen (Abb. 16).

Seename	Seetyp (Trophie)	Haupttaxa der Frühjahrsentwicklung (März / April)
Vierer See	10 (e1)	1994: <i>Stephanodiscus hantzschii</i> 2004: <i>Stephanodiscus neoastraea</i> , <i>Cyclotella radiosa</i> , <i>Cyclostephanos dubius</i> und <i>Cyclotella ocellata</i> ;
Ahrenholzer See	11 (e2)	1997: Zentrische Diatomeen 2004: -
Passader See	11 (p1)	Altdaten: - 2004: <i>Cyclotella radiosa</i> , <i>Stephanodiscus minutulus</i> , <i>Stephanodiscus neoastraea</i> und <i>Stephanodiscus hantzschii</i> .
Süseler See	-	-
Seedorfer See	-	-
Barkauer See	12 (e2)	Altdaten: - 2004: <i>Chrysochromulina parva</i> , <i>Stephanodiscus hantzschii</i> , <i>Chlamydomonas spec.</i> und <i>Cryptomonas spp.</i>
Schwentine-See	-	-
Behlendorfer See	13 (e2)	2002: <i>Cryptomonas</i> , <i>Rhodomonas</i> , <i>Fragilaria ulna</i> , <i>Aphanizomenon gracile</i> . 2004: <i>Cryptomonas</i> , <i>Rhodomonas</i> .
Gr. Pönitzer See	13 (e1)	1994: <i>Aphanocapsa incerta</i> , Cryptophyceen 2004: <i>Cyclotella radiosa</i> , <i>Cyclostephanos dubius</i> , <i>Stephanodiscus hantzschii</i> und <i>Stephanodiscus neoastraea</i> .
Gr. Segeberger See	13 (e1)	1990: <i>Cyclotella</i> und Cryptophyceen 2004: <i>Stephanodiscus neoastraea</i> , <i>S. minutulus</i> , <i>Cryptomonas spp.</i> , <i>Chlamydomonas</i>
Schluensee	13 (m)	1989: <i>Stephanodiscus neoastraea</i> und <i>Rhodomonas spp.</i> 2004: <i>Rhodomonas minuta</i> , <i>Stephanodiscus neoastraea</i> und <i>Cyclotella radiosa</i> , in geringerem Maße <i>Stephanodiscus minutulus</i> .
Wittensee	13 (e1)	1991: <i>Chroomonas acuta</i> und <i>Chlamydomonas</i> 2004: <i>Stephanodiscus neoastraea</i> und <i>S. minutulus</i>

Tab. 3: Dominante Taxa in der Frühjahrsentwicklung (März/April) in 9 der 12 Untersuchungsgewässer 2004 und in früheren Jahren (Daten des LANU). Von 3 Seen liegen keine Daten vom März / April vor. Die Altdaten entstammen meist aus halbquantitativen Analysen.

Bei nicht zu hohen Si/P – Verhältnissen sind sie konkurrenzstärker als pennale Diatomeen. In allen Untersuchungsgewässern mit Dominanz von zentrischen Diatomeen im Frühjahr lag das Jahresmittel für Si/TP unterhalb 30. Erst ab einem Si/P-Verhältnis von 30 aufwärts liegen die Optimalverhältnisse für pennale Kieselalgen (SOMMER 1994). In den 12 Untersuchungsgewässern waren dominante solitäre Centrales (> 15 % Anteil an der Gesamtbiomasse) meist erst oberhalb von ca. 0,05 mg/l TP zu finden (Abb. 17).

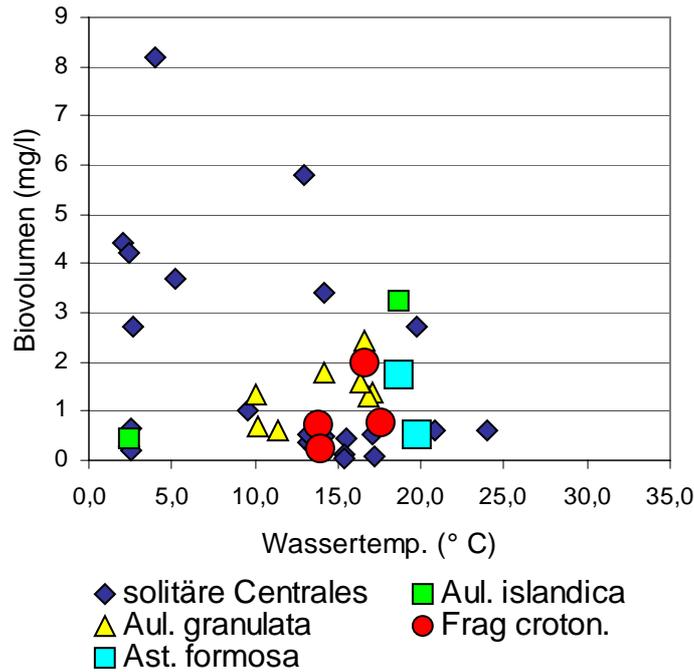


Abb. 16: Biovolumen (BV) dominanter Kieselalgengruppen in Relation zur Wassertemperatur. Das BV aller Arten der solitären Centrales wurde zusammengefaßt. Es wurden nur solche Taxa bzw. Taxagruppen verwendet, die jeweils mindestens 15 % Anteil an der Gesamtbio- masse aufwiesen (n = 40; 12 Untersuchungsgewässer + Dobersdorfer See + Gr. Plöner See).

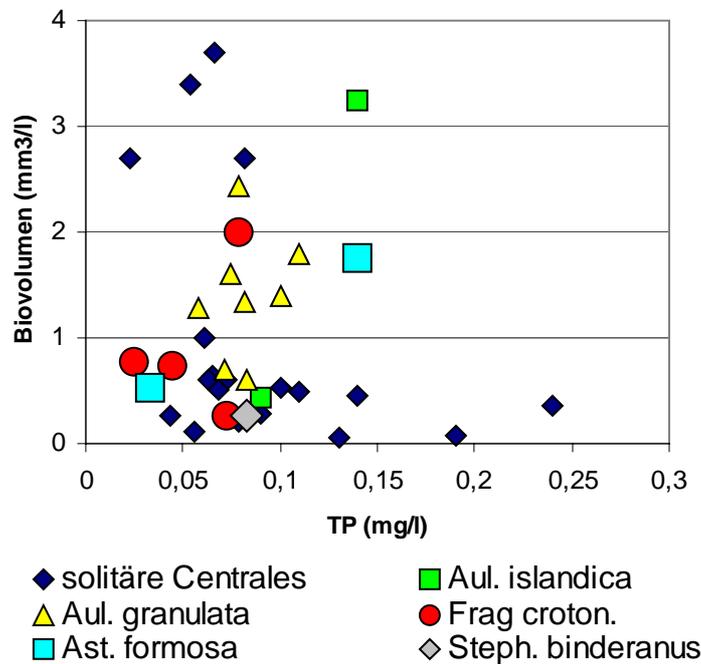


Abb. 17: Biovolumen (BV) von dominanten Kieselalgengruppen in Relation zum Gesamtphosphor. Das BV aller Arten der solitären Centrales wurde zusammengefaßt. Es wurden nur solche Taxa bzw. Taxagruppen verwendet, wenn der Anteil mindestens 15 % am Gesamt- Biovolumen betrug (n=40; 12 Untersuchungsgewässer + Dobersdorfer See + Gr. Plöner See).

## Dominante Taxa im Sommer (Juli – Anfang September)

Vom Sommer liegen von allen Seen Proben vor, zudem in höherer Anzahl. In 8 der 12 Seen waren die Dinophyceen mit dem deutlich dominierenden Hauptvertreter *Ceratium* zu mindestens einem Zeitpunkt im Sommer 2004 die dominante Gruppe. Zwei der Seen, in denen keine Dominanz der Dinophyceen zu beobachten war, sind die hochpolymiktischen Gewässer Barkauer See und Seedorfer See. Weitere wichtige Algengruppen im Sommer 2004 waren Diatomeen und Cyanobakterien. Diatomeen waren in der Hälfte der 12 Seen mindestens an einem Termin im Sommer eine der dominanten Gruppen. Cyanobakterien, insbesondere *Microcystis*-Formen und **Nostocales**, waren in 5 der 12 Seen zumindest an einem Termin dominant. Desweiteren traten im Sommer **Cryptophyceen** häufiger auf (Tab. 4). Tiefenchlorophyllmaxima wurden 2004 nur im Schluensee gefunden (siehe unten Kap. 6.2.2).

In 8 der 12 Untersuchungsgewässer wurde im Sommer 2004 an mindestens einem Termin eine Dominanz von **Dinophyceen** ermittelt, in allen Fällen mit dem Vertreter *Ceratium* spp. Die einzigen Arten dieser Gattung waren *Ceratium furcoides* und in erster Linie *C. hirundinella*. Insbesondere im Großteil der tieferen Untersuchungsgewässer, d.h. im Vierer See (Seetyp 10), Gr. Pönitzer See, Gr. Segeberger See und Schluensee (Seetyp 13) trat *Ceratium* über längere Zeit dominant auf, aber auch im polymiktischen Passader See und Arenholzer See (Tab. 4). *Ceratium* tritt wegen des langsamen Wachstums in der Regel erst im Sommer in erhöhter Dichte auf. Seine große Konkurrenzfähigkeit ist vor allem in seiner großen Mobilität, schlechten Fressbarkeit (dreidimensionale sperrige Form) und der Fähigkeit zur Bildung von Dauerstadien begründet. Zudem sind Dinophyceen wie auch andere Algengruppen potentiell mixotroph, d.h. sie können bei sehr geringen Photosyntheseraten zusätzlich Nahrungspartikel aufnehmen, insbesondere Bakterien (POPOVSKY 1982, POPOVSKY & PFISTER 1982). Auch Algenzellen können ingestiert werden, u.a. von *Ceratium hirundinella* (HOFENEDER 1930). Dadurch zeigt *Ceratium* insbesondere in geschichteten relativ „ungestörten“ Seen im Sommer bei zunehmend „sich erschöpfenden“ Nährstoffen im oberen Wasserkörper eine Dominanz, die sich vielfach in einem Anteil an der Gesamtbioasse von über 90 % und mehr der Bioasse zeigt. Nach REYNOLDS (1984) tritt *Ceratium* in weitem Trophiespektrum (oligo - eutroph) im Sommer bis frühen Herbst gehäuft auf, wobei jedoch eine starke Dominanz eher in eutrophen Seen zu finden ist (REYNOLDS 2002). Nach SOMMER et al. (1986) tritt *Ceratium* und/oder große koloniebildende Blaualgen im Sommer bei Rückgang des Siliziums deutlich hervor. In den Untersuchungsgewässern wurde ein erhöhtes Vorkommen von *Ceratium* (mindestens 15 % Anteil am Gesamt-Biovolumen) ausschließlich bei SiO<sub>2</sub>-Werten unterhalb 6 mg/l, meist deutlich darunter, gefunden.

Neben *Ceratium* trat die potentiell toxische Gattung *Microcystis* in einigen der untersuchten Seen sehr dominant im Sommer auf. Die Hauptarten waren *M. aeruginosa* und *M. wesenbergii*. Erhöhtes Vorkommen zeigte sich insbesondere im Süseler See, daneben auch im Arenholzer See und Passader See (Tab. 4). In diesen nur phasenweise geschichteten Seen gibt es nahezu täglich Durchmischungen. *Microcystis* tritt vor allem bei höheren Temperaturen verstärkt auf (Vorteil für große Zellen; REYNOLDS 1984) und weist eine hohe Mobilität (Besitz von Gasvakuolen) und durch seine Größe einen Schutz vor dem Gefressen werden auf. Desweiteren wurde 2004 in den Untersuchungsgewässern beobachtet, dass *Microcystis* in erster Linie bei hohen Phosphor-Gehalten gehäuft auftrat, d.h. bei TP-Werten > 0,1 mg/l, meist deutlich darüber (siehe Abb. gesonderter Bericht zum Dobersdorfer See und Gr. Plöner See).

*Microcystis* überwintert im Sediment und hat die Fähigkeit, bei beginnender sommerlicher Schichtung durch Bildung von Gasvakuolen aufzutreiben, um so in für ein Wachstum günstigere Wasserschichten zu gelangen (REYNOLDS & ROGERS 1976). Nur in Zeiten der Schichtung hat *Microcystis* einen Konkurrenzvorteil. Dabei wurde beobachtet, dass bei kurzzeitigen Durchmischungen des Wasserkörpers von wenigen Tagen besonders große gasvakuolenträgenden Blaualgen-Kolonien wie *Microcystis* fähig sind, schneller als einzelne Zellen oder Fäden aus den tieferen nicht durchmischten Zonen innerhalb weniger Stunden mehrere Meter in die durchmischte und durchlichtete Zone aufzutreiben (u.a. IBELINGS *et al.* 1991). Durch ihre geringen Wachstumsraten erreicht *Microcystis* ähnlich wie *Ceratium* meist erst im Spätsommer ihre höchsten Dichten (REYNOLDS 1984), sind aber dann auch nicht so anfällig bei Nährstoffmangel. *Microcystis* weist ähnliche Umweltansprüche wie die Gattung *Ceratium* auf. Daher gehören beide Taxa für REYNOLDS (u.a. 2002) in die gleiche funktionelle Gruppe.

Da die beginnende Schichtung und die Lichtverhältnisse am Sediment der auslösende Faktor für ein Auftreiben der *Microcystis*-Flocken zu sein scheinen, liegt möglicherweise darin ein Grund für das unterschiedliche Auftreten von *Microcystis* in einem See in verschiedenen Jahren. Bei Untersuchungen von REYNOLDS & BELLINGER (1992) zum Phytoplankton eines eutrophen stabil geschichteten Sees (49 ha Größe) in England waren in 14 von 18 Jahren *Ceratium* und/oder *Microcystis* das dominierende Taxon im Sommerplankton des Epilimnions. Ein möglicher Grund für die unterschiedlichen Dominanzen im Sommerplankton waren die unterschiedlichen Bedingungen, insbesondere Transparenz und Mixistiefe, im späten Frühjahr. Es wurde festgestellt, dass vielfach *Microcystis* in solchen Jahren im Sommer dominierte, wenn die zuvorige Phase beginnender Schichtung mit gleichzeitig anoxischen Bedingungen und hoher Transparenz möglichst lange vorherrschte.

An toxischen Cyanobakterien wurden neben *Microcystis* in erhöhter Dichte **nostocale Formen** gefunden, d.h. Arten der Gattungen *Anabaena* und *Aphanizomenon*. Insbesondere im Süseler See Ende Juli 2004 (*Anabaena flos-aquae* und *Aphanizomenon flos-aquae*) und Ende August 2004 (oben genannte Arten und *Anabaena crassa*) und im Behlendorfer See im gesamten August 2004 (*Anabaena macrospora* und *Aphanizomenon gracile*) wurden erhöhte Werte (ca. > 1 mm<sup>3</sup>/l je Art) einzelner Taxa gefunden (Tab. 4). Nostocale Blaualgen haben wie *Microcystis* die Fähigkeit zur Vertikalwanderung durch den Besitz von Gasvakuolen. Zudem sind sie schlecht fressbar, haben eine hohe Schwebefähigkeit, sind als einzige Gruppe fähig zur Stickstofffixierung und bilden Dauerzellen (*Microcystis* nicht). Dies alles bedeutet eine hohe Konkurrenzfähigkeit. Nach REYNOLDS (u.a. 2002) sind Nostocales sehr tolerant gegenüber geringen Konzentrationen an Stickstoff und Kohlenstoff und empfindlich bei geringen P-Gehalten und teils bei Durchmischungen. Sie wachsen gut bei viel Licht und hohen Temperaturen wie im Sommer im Epilimnion (REYNOLDS 1997). Ihr Vorkommen insbesondere auch bei geringen N/P-Verhältnissen, wie es vielfach beschrieben wurde (u.a. SOMMER *et al.* 1986), konnte in den untersuchten Seen nicht bestätigt werden.

Desweiteren sind in den Untersuchungsgewässern (auch in früheren Jahren) wichtige Taxa die fädenförmige Gattung *Aulacoseira* aus der Gruppe der centrischen Diatomeen (Arenholzer See, Süseler See und Wittensee), die Gattung *Dinobryon* (verzweigt, koloniebildend) aus der Gruppe der Goldalgen (Wittensee und Schluensee), *Planktothrix agardhii* aus der Gruppe der Cyanobakterien (Passader See) und die stäbchenförmigen pennalen Kieselalgen *Fragilaria*

*spp.* und *Asterionella formosa* (Behlendorfer See, Gr. Pönitzer See, Schluensee und Wittensee) (Tab. 4).

Seename	Seetyp	Haupttaxa im Sommer (Juli – Anf. September)
Vierer See	10	1994: Chlamydomonaden 2004: <i>Ceratium hirundinella</i>
Ahrenholzer See	11	1997: <i>Aulacoseira</i> und <i>Woronichinia</i> 2004: <i>Aulacoseira</i> (Juli), <i>Ceratium hirundinella</i> und <i>Microcystis</i> (August)
Passader See	11	1996: Nostocales, <i>Microcystis aeruginosa</i> 2004: <i>Ceratium hirundinella</i> , <i>Microcystis spp.</i> , Nostocales, <i>Planktothrix agardhii</i>
Süseler See	11	1995: <i>Anabaena spiroides</i> , <i>Aulacoseira granulata</i> (Anf. Sept.), <i>Actinastrum hantzschii</i> 2004: <i>Stephanodiscus neoastraea</i> (Juli), <i>Microcystis spp.</i> und <i>Anabaena spp.</i> (Aug.)
Seedorfer See	11.2 <sup>(1)</sup>	1992: <i>Anabaena spp.</i> , <i>Woronichinia</i> , <i>Aphanocapsa incerta</i> (Aug.) 2004: <i>Cryptomonas</i> + <i>Rhodomonas minuta</i> (Juli + Aug.), solitäre Centrales (Aug.), <i>Chrysochromulina parva</i> u.a. (Sept.)
Barkauer See	12	2004: <i>Crypt. rostratiformis</i> , <i>Ceratium hirundinella</i> (Aug.), <i>Rhodomonas minuta</i> + <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (Anf. Sept.)
Schwentine-See	12	2004: <i>Ceratium spp.</i> (Anf. August), Cryptophyceen + <i>Peridinium</i> (Ende Aug.),
Behlendorfer See	13	2002: <i>Ceratium hirundinella</i> (Juli), <i>Anabaena spp.</i> + <i>Microcystis aerug.</i> + <i>Fragilaria ulna</i> + <i>Chlamydomonas spec.</i> (Aug.), 2004: <i>Ceratium hirundinella</i> (Juli), <i>Anabaena macrospora</i> + <i>Aphanizomenon gacile</i> + <i>Ceratium hirundinella</i> (Aug.),
Gr. Pönitzer See	13	1994: <i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Crucigeniella rectangularis</i> , <i>Chlamydomonas</i> 2004: <i>Ceratium hirundinella</i> , <i>Aphanizomenon spp.</i> , <i>Asterionella formosa</i> (Anfang Sept.)
Gr. Segeberg. See	13	1990: <i>Ceratium hirundinella</i> (Juli bis Anf. Sept.) 2004: <i>Ceratium hirundinella</i> + <i>C. furcoides</i> (Juli bis Anf. Sept.)
Schluensee	13	1989: <i>Dinobryon sociale</i> und <i>Fragilaria crotonensis</i> 2004: <i>Ceratium hirundinella</i> (Juli bis Anf. Sept.)
Wittensee	13	1991: <i>Microcystis aeruginosa</i> und <i>M. wesenbergii</i> 2004: <i>Aulacoseira islandica</i> + <i>Asterionella formosa</i> (Juli), <i>Dinobryon sociale</i> (Aug.), <i>Microcystis wesenbergii</i> (Anf. Sept.)

Tab. 4: Dominante Taxa in der Sommerentwicklung in den 12 Untersuchungsgewässern 2004 und in früheren Jahren (Daten des LANU). Die Altdaten entstammen meist aus halbquantitativen Analysen und sind daher nicht voll vergleichbar mit den Daten 2004. <sup>(1)</sup>: Der Seedorfer See als sehr flacher Seen (< 3 m mittlere Tiefe) wurde in Anlehnung an NIXDORF et al. 2005 als eigener Seetyp 11.2 benannt.

Unter anderem diese fünf genannten Gattungen haben aufgrund ihrer Zellform bzw. Koloniebildung ein relativ zum Volumen der Zelle großes Oberflächen/Volumen-Verhältnis der Zelle. Sie nehmen damit eine Mittelstellung zwischen kleinen schnellwachsenden r-Strategen und langsamwachsenden großen Zellen und Kolonien ein. Solche Formen haben relativ hohe Wachstumsraten, sind jedoch durch ihr relativ großes Volumen weniger anfällig als kleine schnellwachsende r-Strategen (geringere Respirationsverluste im Dunkeln und geringere Anfälligkeit bei Turbulenzen; REYNOLDS 1984). Sie traten insbesondere im Sommer und Frühherbst in den polymiktischen Seen bei Vollzirkulationen und in den tieferen windexponierten Seen bei größeren Durchmischungstiefen hervor (Abb. 16). Die pennalen Formen *Asterionella formosa* und *Fragilaria crotonensis* waren zudem vor allem bei relativ geringen TP-

Gehalten und  $Z_{eu}/Z_{mix}$ -Relationen von ca. 1 und kleiner vorherrschend (Abb. 17 und 18), und eher bei höheren SI/P-Verhältnissen.

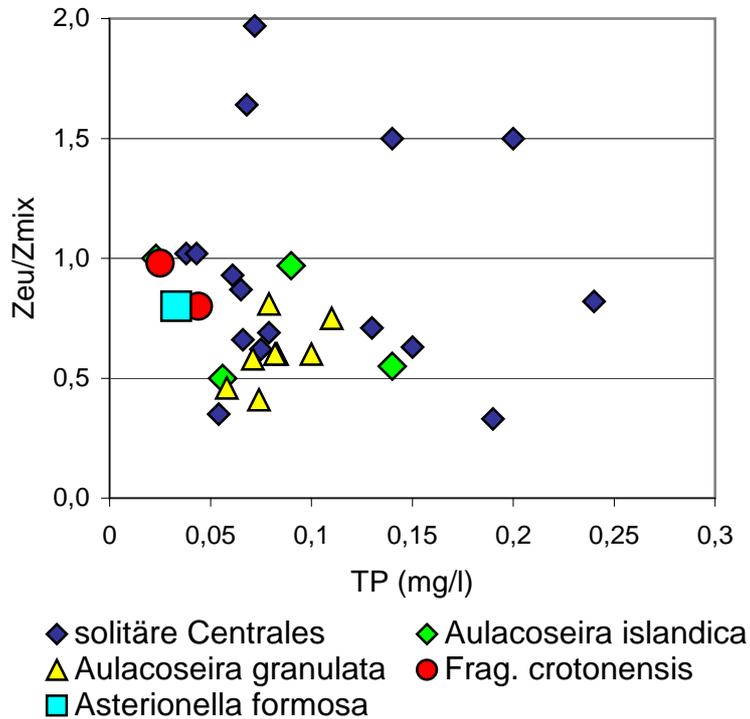


Abb. 18: Biovolumen (BV) dominanter Kieselalgengruppen in Relation zu  $Z_{eu}/Z_{mix}$  (euphotische Tiefe = Sichttiefe  $\times$  2,5 / durchmischte Tiefe). Das BV aller Arten der solitären Centrales wurde zusammengefaßt. Es wurden nur solche Taxa bzw. Taxagruppen verwendet, die mindestens 15 % Anteil an der Gesamtbiomasse aufwiesen (n = 32; 12 Untersuchungsgewässer + Döbersdorfer See + Gr. Plöner See).

### Dominante Taxa im Herbst (ab Mitte September bis Oktober)

Das Phytoplankton im Herbst war deutlich vom Sommer geprägt. Bezüglich der Maxis gibt es ähnliche Verhältnisse wie im Frühjahr. Aber das sommerliche Inokulum und höhere Temperaturen als im Frühjahr ergaben im September und Oktober ein vielfach vom Sommer geprägtes Phytoplankton mit höheren Biomassen als im Frühjahr (Tab. 5). Ebenfalls war zum Herbst hin eine Zunahme von fadenförmigen Taxa (nostocale und oscillatoriale Blaualgen und *Aulacoseira*) zu beobachten. Sie sind konkurrenzstark bei zunehmender Maxis, d.h. schlechteren Lichtbedingungen und Zunahme der Nährstoffe (genauer s.o. vorige Seite; auch SOMMER et al. 1986).

Seenname	Seetyp	Haupttaxa im Herbst (ab Mitte Sept. - Oktober)
Vierer See	10	2004: <i>Ceratium hirundinella</i>
Ahrenholzer See	11	2004: <i>Microcystis</i>
Passader See	11	2004: <i>Ceratium hirundinella</i>
Süseler See	11	2004: <i>Microcystis</i> spp.
Seedorfer See	11.2 <sup>(1)</sup>	2004: <i>Chrysochromulina parva</i> u.a.
Barkauer See	12	2004: <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Cryptomonas</i> , solitäre Centrales
Schwentineseesee	12	2004: <i>Aulacoseira granulata</i>
Behlendorfer See	13	2004: <i>Cryptomonas</i> spp., <i>Aphanizomenon gracile</i> , <i>Anabaena macrospora</i>
Gr: Pönitzer See	13	2004: <i>Ceratium hirundinella</i> , <i>Fragilaria crotonensis</i> , Cryptophyceen

Tab. 5: Dominante Taxa im Herbst in 8 der 12 Untersuchungsgewässer 2004 und in früheren Jahren (Daten des LANU). Von 4 Seen liegen vom Herbst keine Daten vor. <sup>(1)</sup>: Der Seedorfer See als sehr flacher Seen (< 3 m mittlere Tiefe) wurde in Anlehnung an NIXDORF et al. 2005 als eigener Seetyp 11.2 benannt.

#### 6.1.4 Toxizität von Cyanobakterien

Eine große Anzahl von Blaualgentaxa sind potentiell toxisch. Dies gilt auch für *Microcystis*, *Planktothrix agardhii* und nostocale Cyanobakterien, welche in höherer Biomasse bei den Untersuchungen 2004 gefunden wurden. Erhöhte Konzentrationen einzelner Taxa (> 1 mm<sup>3</sup>/l je Taxon) wurden im Arenholzer See, Passader See, Süseler See, Barkauer See und im Behlendorfer See ermittelt (Tab. 6).

Die Toxizität dieser Gattungen wie auch vieler anderer Blaualgen wird u.a. durch das Toxin Microcystin hervorgerufen. Im wesentlichen sind bei Blaualgen zwei Toxingruppen bekannt, Hepatotoxine und Neurotoxine. Hepatotoxine, zu denen die Microcystine gehören, schädigen vorrangig Leber-, aber auch Darm- sowie Nierenzellen. Microcystine<sup>1</sup> sind die häufigsten Blaualgentoxine (Cyanotoxine) und wurden bislang bei zahlreichen Gattungen der Blaualgen gefunden<sup>2</sup> (FASTNER 1999). Bei Untersuchungen von FASTNER (1997) wurden in Gewässern mit dem Vorkommen von *Planktothrix* und *Microcystis* in über 90 % der Proben Microcystine nachgewiesen. Da Microcystine überwiegend in den Zellen gebunden sind, stellen sie allerdings nur beim Verschlucken des algenhaltigen Wassers eine unmittelbare Gefährdung dar.

---

<sup>1</sup> Microcystin ist in seiner Struktur ein cyclisches Heptapeptid.

<sup>2</sup> Es wurden Microcystine bei *Anabaena*, *Nostoc*, *Planktothrix* und *Microcystis* gefunden.

Seename	Seetyp	Potentiell toxische Blaualgentaxa (jeweils > 1 mm <sup>3</sup> /l) im Sommer / Herbst 2004
Ahrenholzer See	11	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Spätsommer und Herbst)
Passader See	11	<i>Microcystis</i> , <i>Anabaena</i> spp. und <i>Planktothrix agardhii</i> (gesamter Sommer)
Süseler See	11	<i>Microcystis aeruginosa</i> + <i>wesenbergii</i> , <i>Anabaena flos aquae</i> + <i>crassa</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (gesamter Sommer)
Barkauer See	12	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (Oktober)
Behlendorfer See	13	<i>Aphanizomenon gracile</i> , <i>Anabaena macrospora</i> (August)

Tab. 6: Potentiell toxische Blaualgentaxa (jeweils > 1 mm<sup>3</sup>/l) im Sommer / Herbst 2004 in 5 der 12 Untersuchungsgewässer.

Die Bewertung des gehäuften Auftretens von toxischen Blaualgen ist unterschiedlich. Nach der WHO gilt bei Badeseen bzw. Gewässern der Erholungsnutzung mit starker Dominanz von toxischen Blaualgen 10 µg/l Chlorophyll a als Grenzwert für akute Gesundheitsbeeinträchtigungen und 50 µg/l Chlorophyll a als Grenzwert für chronische und möglicherweise letale Wirkungen der Algentoxine (NÜRNBERG & LAZERTE 2000). Die deutsche Empfehlung ist: Bei Dominanz von Cyanobakterien Warnung ab 40 - 150 µg/l Chl.a und Sperrungen ab 150 µg/l (CHORUS 1997).

Der Grenzwert von 10 µg/l Chlorophyll bei Dominanz von toxischen Blaualgen wurde in zahlreichen der Untersuchungsgewässer 2004 erreicht. Der Grenzwert von 50 µg/l Chlorophyll bei Dominanz von Cyanobakterien oder hohe Biovolumina toxischer Blaualgen wurde beim Untersuchungsprogramm 2004 im Süseler See und Passader See im gesamten Sommer und im Barkauer See im Oktober erreicht.

### 6.1.5 Ausbildung eines Tiefenchlorophyll-Maximums (DCM)

Parallel zur Probenahme des Phytoplanktons wurden zur Ermittlung der vertikalen Chlorophyllverteilung für verschiedene Algengruppen vom LANU Vertikalprofile mit einer Fluoreszenzsonde der Fa. Moldaenke durchgeführt. In 11 der 12 untersuchten Seen 2004 (alle 11 Seen eu- bis polytroph) wurde im Epilimnion bzw. in den oberen Metern (meist im Bereich bis maximal 4 m Tiefe, oft über mehrere Meter Tiefe nahezu gleichverteilt) das Chlorophyll-Maximum ermittelt, so dass durch die Probenahme aus 1 m Tiefe in diesen Seen der große Hauptteil des Phytoplanktons der euphotischen Zone erfasst wurde. Nur im mesotrophen **Schluensee** wurde in größerer Tiefe am 10. August 2004 im Metalimnion in 8 m Tiefe ein DCM beobachtet, ein Peak der „braunen Gruppe“, das einen ca. 6fach höheren Wert als in 1 m Tiefe aufwies. Dieser spektralen Gruppe entspricht die Gruppe der Heterocontophyta (Diatomeen, Dinophyceen, Haptophyceen, Chrysophyceen und Xanthophyceen). Über die Taxazusammensetzung im DCM ist nichts bekannt

In mesotrophen und schwach eutrophen geschichteten Seen Norddeutschlands finden sich vielfach DCMs, mit teils sehr hoher Primärproduktion. Während das Plankton im Epilimnion jahreszeitlich meist starken Schwankungen in der Planktonzusammensetzung unterworfen ist, sind die zeitlichen Schwankungen im Metalimnion meist deutlich geringer (HAFFNER & MCNEELY 1989). In geschichteten Seen hat die Ausbildung des DCM verschiedenste Folgen für das pelagische und benthische Nahrungsnetz. Z.B. kann es bei hohen Dichten zur Beschattung der darunterliegenden Bereiche führen. Desweiteren bringt das DCM Sauerstoff in die

unteren Bereiche des Metalimnions (WATANABE 1992). Es kann auch der Ursprung für eine spätere Blüte in den oberen Wasserschichten sein (LINDHOLM 1992), wie z.B. beim winterlichen Massenvorkommen in drei kleinen schleswig-holsteinischen Seen (ARP & KOPPELMEYER 2004). Trophieunterschiede zwischen verschiedenen Jahren in einem See oder zwei nahezu gleichen Seen manifestieren sich oft eher im DCM als im Epilimnion (OPITZ 2005). Nach NIXDORF et al. (2005) sollte zukünftig bei Untersuchungen im Rahmen der EG-WRRL bei Vorhandensein eines DCM eine Mischprobe aus der euphotischen Zone entnommen werden.

### 6.1.6 Gruppierung der Seen anhand des Phytoplanktons

Im folgenden werden die 12 untersuchten Seen anhand Ähnlichkeiten in der Phytoplanktonstruktur, insbesondere Biomasse und dominante Taxa, in acht Gruppen eingeteilt. Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede während der Sommerentwicklung. Insbesondere die physikalischen Bedingungen (Art der Schichtung) und der Phosphor- und Silikatgehalt sind entscheidende steuernde Faktoren. Anhand dieser Rahmenbedingungen sind die Seen gruppiert (Tab. 7):

#### **Gruppe A: Seedorfer See und Barkauer See**

Diese zwei Seen der Trophiestufe e2 mit mittleren Tiefen von 1 und 1,9 m sind hoch polymikotisch. Die Algenproduktion im Wasserkörper wird stark von Wetterschwankungen beeinflusst. Bei hohen Gesamtposphorwerten (Jahresmittel von 84 µg/l im Seedorfer See und 260 µg/l im Barkauer See) dominierten im gesamten Jahr meist schnellwachsende Formen verschiedenster Gruppen wie die Cryptophyceen, Chlorophyceen, Diatomeen und Haptophyceen, bzw. im Barkauer See im Juni fädige Conjuhatophyceen (*Spirogyra*).

Der Barkauer See ist makrophytendominiert (pers. Mitteil. U. Hamann) und daher gesondert zu betrachten. Das starke Wachstum der submersen Makrophyten im Sommer führte vermutlich zu der deutlichen Abnahme des Phytoplanktons in dieser Zeit (Beschattung des Pelagials). Erst im Herbst nach Abbau der Makrophyten und Freisetzung von Nährstoffen wurde eine Herbst-Algenblüte beobachtet.

Trotz ständiger Mixis und hohen Silikatwerten waren die Diatomeen phasenweise nur von untergeordneter Bedeutung, insbesondere im Barkauer See. Diatomeen können in der Vegetationsperiode in windstilleren Phasen ins Sediment verfrachtet werden. Zu solchen Zeitpunkten sind dann eher bewegliche Formen (Dinophyceen, Cryptophyceen) oder schwachlichtangepasste Formen wie die Blaualgen im Konkurrenzvorteil.

Gruppierung der Seen	Seename	Mittlere Tiefe (m)	sommerliche Schichtung
A	Seedorfer See	1,9	polymiktisch
	Barkauer See	1	Polymiktisch
B	Arenholzer See	4,6	kurze Schichtungsphasen
	Süseler See	3,8	kurze Schichtungsphasen
C	Passader See	4,9	kurze Schichtungsphasen
D	Schwentine-See	5,8	Flussee
E	Wittensee	9,5	kurze Schichtungsphasen
F	Vierer See	7,7	geschichtet
	Gr. Pönitzer See	5,5	geschichtet
	Gr. Segeberger See	6,3	geschichtet
G	Behlendorfer See	6,2	geschichtet
H	Schluensee	16,3	stabil geschichtet

Tab. 7: Gruppierung der 12 Untersuchungsgewässer anhand des Phytoplanktons. Die Seen sind in etwa nach der Art der Schichtung geordnet. Die einzelnen Gruppen werden im Text besprochen.

Die typischen Sommerformen (Dinophyceen und Cyanobakterien) traten in beiden Seen in der Regel nur in geringer Dichte auf. Hohe Dichten oscillatorialer fädiger Taxa, wie sie für diesen Seetyp in anderen Regionen vielfach vorkommt, fehlen hier. Jahreszeitliche Sukzessionsmuster sind nicht zu erkennen. Das Auftreten dominanter Taxa wechselte mehr als bei den tieferen Seen. Die starken zeitlichen Wechsel zeigen sich auch in der hohen Diversität in beiden Seen. Im Barkauer See wurden 2004 insgesamt 90 Taxa, im Seedorfer See 107 Taxa ermittelt. Das Mittel aller 12 Seen liegt bei 84 Taxa. In Flachseen wirken sich Wetterschwünge besonders intensiv aus. JENSEN et al. (1994) fanden einen Umschwung von Blau- zu Grünalgen, der abhängig von Schüben aus dem Sediment war. Anders als bei tieferen Seen ist bei Flachseen wie den beiden genannten Seen eine Vorhersage weniger möglich.

In beiden Seen konnten sich keine stabilen Sommerpopulationen aufbauen, so dass dies möglicherweise ein Grund dafür ist, dass Phosphor nur in geringem Maße in Planktonbiomasse umgesetzt wurde.

### **Gruppe B: Arenholzer See, Süseler See**

Diese 2 Seen des Seetyps 11 und der Trophiestufen e2 und p1 mit mittleren Tiefen von 3,8 und 4,6 m sind im Sommer meist ungeschichtet, mit zwischenzeitlich kurzen Schichtungsphasen. Bei hohen Gesamtphosphorwerten (Jahresmittel von 124 und 134 µg/l) dominierten im Frühjahr centrische Bacillariophyceen (Daten vom Süseler See fehlen). Im Sommer herrschten neben *Ceratium hirundinella* und centrischen Kieselalgen (*Stephanodiscus neoastraea* und *Aulacoseira*) potentiell toxische Blaualgen vor, im Süseler See als Massenvorkommen der Gattung *Microcystis* (Tab. 6). Dominante Taxa wechseln sich in diesen Seen öfter als in den tieferen geschichteten Seen ab. Im Arenholzer See wurde der hohe TP-Gehalt schlecht in Biomasse umgesetzt.

Auffällig war in beiden Seen (wie auch in den Flachseen Seedorfer See und Barkauer See) die geringe Dominanz von fädigen oscillatorialen Blaualgen, trotz Vorhandenseins zahlreicher Arten der Oscillatoriales im Plankton. In diesen Seen wie im Seedorfer See und Barkauer See sind die Silikatwerte sehr hoch, so dass möglicherweise die Konkurrenz der Diatomeen neben anderen Blaualgen-Gruppen und den Dinophyceen eine Dominanz der „Oscillatoriales“ mitverhindert. Im Scharmützelseegebiet in Brandenburg dominieren in vielen Seen ähnlicher Tiefe und Trophie eher oscillatoriale fädige Formen. Dort sind die Silikatwerte im Mittel deutlich geringer als in den Seen der Gruppe E und F (u.a. DENEKE et al. 2001, MISCHKE & RÜCKER 2001).

Im Arenholzer See, dem flachsten der 3 Seen, waren die zeitlichen Schwankungen in der Großgruppen-Zusammensetzung groß. Gleichzeitig wurden insgesamt geringe Biomassen ermittelt. Es konnten sich hier am wenigsten stabile Populationen aufbauen. Daher wurde im Arenholzer See, ähnlich wie im sehr flachen Barkauer See und Seedorfer See, Phosphor nur in geringem Maße in Planktonbiomasse umgesetzt.

### **Gruppe C: Passader See**

Der Passader See nimmt wie auch der im Plankton sehr ähnliche Dobersdorfer See (siehe gesonderter Bericht) im Phytoplankton eine Mittelstellung zwischen den Seen der Gruppe B und den Seen der Gruppe F ein. Der See des Seeytps 11 (Trophiestufe p1) weist eine mittlere Tiefe von 4,9 m auf, ist aber mit 273 ha deutlich größer als die Seen der Gruppe B. Bei erhöhten Gesamtphosphorgehalten von im Jahresmittel 88 µg/l (deutlich geringer als in den Seen der Gruppe B) dominierten im Frühjahr centrische Bacillariophyceen. Im Sommer und Frühherbst herrschten neben *Ceratium hirundinella* zwei *Aulacoseira*-Arten und verschiedene potentiell toxische Blaualgen vor. *Ceratium hirundinella* war im Zeitraum Juli bis Mitte September die Hauptart des Phytoplanktons. Nur im Passader See wies *Planktothrix agardhii* aus der Gruppe der oscillatorialen Blaualgen mit 11 – 15 % Anteil am Gesamt-Biovolumen eine erhöhte Dichte auf.

### **Gruppe D: Schwentine-See**

Dieser Flussee der Trophiestufe e2 mit einer mittleren Tiefe von 5,8 m ragt durch die sehr geringe Wasseraufenthaltszeit (im Mittel 11 Tage; pers. Mitteilung K. Wöbbecke) und extrem hohe Biovolumina an einem einzelnen Termin heraus. Der See war 2004 im Hochsommer schwach geschichtet und wies somit in dem Jahr eher einen Seecharakter auf. Dies zeigen auch die Daten zum Plankton. Bei hohen Gesamtphosphorwerten (Jahresmittel 87 µg/l) dominierten im Juli und August Dinophyceen und Cryptophyceen (keine Daten vom Frühling vorhanden). Trotz relativ geringer Stickstoffgehalte der Schwentine treten Stickstoff-fixierende Blaualgen im Sommer 2004 nur in geringer Dichte auf. Das extrem hohe Biovolumen im August (62,2 mm<sup>3</sup>/l; höchster Wert aller Untersuchungsgewässer) zeigt die Ausnahmestellung dieses Flussees an.

Insgesamt sind die Stoffumsatzprozesse in dieser seenartigen Erweiterung der Schwentine durch die Wasser- und Stoffzufuhr aus dem Fluss geprägt. Die Wasserzufuhr bestimmt wesentlich das Schichtungsregime mit, da die Schichtung während des Sommers zeitweilig, vermutlich in Phasen vermehrten Abflusses, zumindest teilweise aufgehoben wird (pers. Mitteilung K. Wöbbecke).

### **Gruppe E: Wittensee**

Der drittgrößte See in Schleswig Holstein, der 989 ha große schwach eutrophe Wittensee, ist in Relation zur Fläche relativ flach (mittlere Tiefe 9,5 m) und u.a. aufgrund seiner Lage stark windexponiert (Daten dazu siehe auch Seenkurzprogramm 1991/92). Ein fehlendes Hypolimnion und eine insgesamt schwache oder fehlende Temperatur-Schichtung im Jahr 2004 bedeuten zeitweise bzw. in großen Teilen des Sees Polymixie (ähnlich wie in den polymiktischen Seen der Gruppen A-D). Aufgrund der relativ großen Mixistiefe im Sommer (Lichtmangel) konnte die hohen Gesamtphosphor-Konzentrationen (im Jahresmittel 148 µg/l) nicht derart in Biomasse umgesetzt werden. Nur bestimmte Kieselalgen im Juli (*Asterionella formosa* und die 2004 in den 12 Seen nur noch im Schluensee gefundene centrische Art *Aulacoseira islandica*) und im August insbesondere Chrysophyceen (*Dinobryon sociale*) konnten diese Bedingungen für ein Wachstum nutzen. *Asterionella formosa* und *Aulacoseira* gelten als konkurrenzstark bei solchen Bedingungen (REYNOLDS 1996).

### **Gruppe F: Vierer See, Gr. Pönitzer See und Gr. Segeberger See**

Diese 3 eutrophen Seen zeigen beim Phytoplankton bezüglich der Großgruppen und funktionellen Gruppen ähnliche jahreszeitliche Sukzessionsmuster Die 108 – 170 ha großen Seen der Trophiestufe e1 mit mittleren Tiefen von 5,5 – 7,0 m sind im Sommer in der Regel schwach temperaturschichtet, wenn auch wegen der hohen Windexponiertheit phasenweise mit einem großem Epilimnion, das in der Mächtigkeit die mittlere Tiefe übertreffen kann. In diesen Phasen (s.u.) werden genügend Nährstoffe in das Epilimnion verfrachtet, um die jahreszeitliche Sukzession zu unterbrechen bzw. zu verändern. Bei mäßig hohen Gesamtphosphorwerten (Jahresmittel von 33, 55 u. 63 µg/l) dominierten im Frühjahr centrische Bacillariophyceen. Im Sommer herrschte in erster Linie der mobile und schlecht fressbare Dinoflagellat *Ceratium hirundinella* vor (siehe Kap. 6.2.1) Daneben traten in deutlich geringerer Biomasse im Juli 2004 bei widrigen Wetterverhältnissen (stärkere Durchmischung) in hoher Vielfalt pennale und centrische Diatomeen (Vierer See, Gr. Segeberger See) auf. Im August/Anfang September während einer Schönwetterperiode nahmen die Kieselalgen deutlich ab und nostocale und oscillatoriale Blaualgen zu. Zum Herbst hin mit zunehmender Durchmischung nahmen pennale Kieselalgen und in der Vielfalt fädige Blaualgen insbesondere im Gr. Pönitzer See stark zu. Tiefenchlorophyllmaxima wurden nicht ausgebildet. Der Gr. Pönitzer See weist von den 3 Seen die geringsten Nährstoffe und Algenbiomassen auf (im Jahresmittel 33 µg/l, Trophiestufe 2,61) und ist an der Grenze zur Mesotrophie. Dies ist der mögliche Grund für die deutlich höhere Vielfalt dominanter Taxa und Großgruppen. Bei hoher Konkurrenz um Nährstoffe, nicht zu großen Biomassen einzelner Taxa und zudem schwach ausgeprägter Schichtung können kleinste Veränderungen, z.B. im Mixisverhalten, zu einem Dominanzwechsel führen.

### **Gruppe G: Behlendorfer See**

Dieser 64 ha große See der Trophiestufe e2 mit einer mittleren Tiefe von 6,2 m ist durch seine geringen Silikatwerte und vermutlich daraus resultierend einem anderem Planktonbild ein gesondert zu betrachtender See. Der Behlendorfer See ist ein meist stabil geschichteter See. Bei einem mäßig hohen Gesamtphosphorwert von 57 µg/l (Jahresmittel) dominierten im Frühjahr in den letzten Jahren meist schnellwachsende Formen aus verschiedensten Großgruppen und

fädige Blaualgen. Im Sommer herrschte der mobile und schlecht fressbare Dinoflagellat *Ceratium* und daneben fädige nostocale Cyanobakterien (2004) oder pennale Kieselalgen und *Microcystis* (2002) vor. Die insgesamt geringen Silikat-Konzentrationen sind im Behlendorfer See möglicherweise ein Konkurrenzvorteil für fädige Blaualgen. Teilweise bereits im Frühjahr, wenn andere Seen ein Kieselalgenmaximum aufweisen und so Konkurrenten wie die Blaualgen meist im Wachstum übertreffen, sind hier neben den schnellwachsenden Cryptophyceen oscillatoriale und nostocale Fädige dominant vertreten (2002). 2004 traten nostocale Fäden erst im Sommer gehäuft auf. Im Winter 2000/01 wurde im Behlendorfer See eine Massenentwicklung der fädigen Blaualge *Planktothrix rubescens* mit Rotfärbung des Sees und ein Jahr später im Winter 2001/02 ein erhöhtes Vorkommen der gleichen Art ermittelt (ARP & KOPPELMEYER 2004). Tiefenchlorophyllmaxima wurden 2002 und 2004 nicht ausgebildet.

### **Gruppe H: Schluensee**

Der mesotrophe 127 ha große Schluensee, ein relativ tiefer See (16,3 m mittlere und 45 m maximale Tiefe) weist in Relation zu den anderen Seen die ungestörteste jahreszeitliche Sukzession auf. Bei stabiler sommerlicher Schichtung und niedrigen Gesamtphosphorwerten insbesondere im Sommer (Jahresmittel 33 µg/l, im Sommer 18 µg/l), bilden sich bis zum Spätsommer/Frühherbst bei zunehmender Konkurrenz um Nährstoffe Algengesellschaften heraus, die durch Vertikalwanderung in anderen Bereichen Stoffe aufnehmen können, in erster Linie *Ceratium hirundinella*. Eine Besonderheit beim Schluensee als Beispiel für eine ungestörte jahreszeitliche Entwicklung in Richtung eines „Klimax“ ist zum einen die stete Zunahme der Phytoplanktonbiomasse bis zum September und die Herausbildung eines Tiefenchlorophyllmaximums (DCM) in 8 m Tiefe Mitte August 2004. Das DCM zeigt eine zunehmende Diversität und Spezialisierung in der Wassersäule an (genauer s.o., Kap. 6.1.5).

## **6.3 Zooplankton**

### **6.3.1 Allgemeines**

Das Zooplankton wies in 10 von 12 Untersuchungsgewässern vor allem sehr geringe Abundanzen der Crustaceen auf. In diesen Gewässern dominierten in der Abundanz deutlich die Rädertiere und zu geringeren Anteilen auch die Ciliaten. Die zwei Seen, die im Mittel signifikant höhere Abundanzen bei den Crustaceen aufwiesen, waren die sehr flachen Gewässer Barkauer See und Seedorfer See.

Diese Ergebnisse zur Abundanz geben zu bedenken, ob die Methode des Vertikalzugs, die bei den 12 Seen angewendet wurde, ausreichend genaue Aussagen zur Abundanz zulassen. Es ist zu vermuten, dass das Netz zumindest in 10 der 12 Seen (nicht Barkauer See und Seedorfer See) oft zur Verstopfung führte. Bei meist eutrophen Verhältnissen, einer Vertikalzuglänge von 8 – 10 m, einer Maschenweite von 55 µm und fehlendem konischen Aufsatz (s.u.) wurde das Ergebnis möglicherweise verfälscht. Nach SCHWOERBEL (1994) kommt es bei Netzen < 250 µm in der Regel zu Verstopfungen. Durch den Rückstau wird eine Fluchtreaktion der Tiere ausgelöst. Der Rückstau läßt sich mit Hilfe eines konischen Aufsatzes auf die Netzöff-

nung verringern (ATT 1998). Bei KANKAALA (1984, aus SCHWOERBEL 1994) ergaben Netzfänge nur etwa 65 % der Fänge mit einem 23 l-Schöpfer.

In den Seen des Seenmonitorings 2004, in denen keine Vertikalnetzzüge und stattdessen Schöpfproben verwendet wurden (Dobersdorfer See, Gr. Plöner See; siehe gesondere Bericht) und in den Seen des WRRL-Programms, in denen Netzzüge über sehr kurze Strecken durchgeführt wurden (Barkauer See, Seedorfer See), wurden deutlich höhere Abundanzen ermittelt. SCHWOERBEL (1994) rät, bei wissenschaftlichen Untersuchungen Netzzüge eher für qualitative Untersuchungen anzuwenden. Zumindest sollte bei einem Netzzug das Verhältnis von Netzgröße, Netzöffnung und Vertikalzuglänge beachtet werden und ein konischer Aufsatz verwendet werden.

### 6.3.1 Zooplankton in 10 der 12 Untersuchungsgewässer (ohne Barkauer See und Seedorfer See)

Die geringe Abundanz der Crustaceen in 10 der 12 untersuchten Seen, insbesondere von großen Crustaceen, ist trotz der möglichen Ungenauigkeit der Probenahme vermutlich ein Zeichen dafür, dass der Fraßdruck auf das Zooplankton durch invertebrate Räuber und insbesondere planktivore Fische sehr hoch war. Nur in einzelnen Seen an ausgewählten Terminen wurden erhöhte Abundanzen an Crustaceen ermittelt. Meist wurden Werte der Häufigkeitsklassen „selten“ bis „wenig“ für einzelne Arten und meist auch summarisch für die gesamte Gruppe gefunden (Abb. 17-19). Insbesondere die Cladoceren, generell die Zooplanktongruppe der Crustaceen mit dem schnellsten Wachstum und damit vielfach dem größten Fraßdruck, wiesen meist geringe Dichten auf, vor allem die effizient filternde Gattung *Daphnia*. Traten Cladoceren in erhöhter Dichte auf (in der Summe der Gruppe: > 25 Ind./l), dann dominierten meist kleine Formen wie *Bosmina longirostris* und *B. coregoni* (Behlendorfer See im April) oder *Chydorus sphaericus* (Gr. Segeberger See im Sept. und Passader See im Aug.).

Bereits HRBAČEK et al. (1961) beschrieb den Einfluß der Zusammensetzung und Dichte der Fische auf das Phyto- und Zooplankton. Dabei gibt es starke Interaktionen im pelagischen Nahrungsnetz. Bei starker Population planktivorer Fische, wie es in den Untersuchungsgewässern die Regel sein dürfte, fressen diese sowohl invertebrate Räuber als auch die großen filternden Zooplankter. Dadurch werden die kleinen Zooplankter von der Mortalität entlastet und das Größenspektrum verschiebt sich hin zu den kleineren Zooplanktern (LAMPERT & SOMMER 1993). Hinzu kommt, dass größere Cladoceren, vielfach Daphnien, durch Fische leichter erbeutet werden als Copepoden, da die letzteren besser fliehen können (BROOKS 1968).

Kleinere Cladoceren wie die oben genannte Formen, aber auch *Ceriodaphnia*, die im Barkauer See gehäuft vorkam, haben im Sommer neben dem geringeren Fraßdruck durch Fische einen weiteren Vorteil gegenüber großen Cladoceren: Sie können die beiden Carapaxhälften verengen, so dass bei Vorkommen großer sperriger Phytoplankter wie *Ceratium* der Filtrationsprozess nicht gestört wird (SOMMER & LAMPERT 1993). Die Dominanz kleiner Cladoceren wie *Chydorus sphaericus* und *Bosmina spec.* sind typische Anzeichen einer deutlichen Eutrophierung (MÜLLER & STIMPFIG 1988; in ATT 1998).

Durch die Verschiebung des Größenspektrums beim Phytoplankton von eher fressbaren Formen im Frühjahr hin zu sperrigen Taxa im Hochsommer gelangte in den meisten der 12 Untersuchungsgewässern in der Regel der Großteil des Phytoplanktons indirekt über die detritische Nahrungskette zur nächsten Stufe der Nahrungskette, was eine geringe Effizienz innerhalb des Nahrungsnetzes bedeutet.

*Daphnia*-Arten traten in erhöhter Dichte nur einmal im Süseler See im Juni auf (17 juvenile Ind./l). Ansonsten trat bei den Daphnien in den Untersuchungsgewässern insbesondere die Art *D. galeata* auf, zudem Hybride *D. hyalina*, die sich zur Konkurrenzvermeidung eher in tieferen Wasserschichten aufhält, wurde nur in den tieferen Seen (Seetyp 13) gefunden (Vierer See, Schluensee, Gr. Segeberger See und Behlendorfer See).

Traten Copepoden vermehrt auf, dann waren dies meist die kleineren Copepodit-Stadien. Bei den cyclopoiden Copepoden traten in erhöhter Dichte meist die Arten *Acanthocyclops robustus* (in 3 der 12 Seen), *Thermocyclops oithonoides* (in 5 Seen) und insbesondere *Mesocyclops leuckarti* (in 7 Seen) auf. Vielfach wurden bei den Cyclopoiden auch Litoralformen entdeckt. Calanoide Copepoden mit der einzigen Gattung *Eudiaptomus*, neben den Cladoceren die einzigen rein herbivoren Crustaceen, wiesen ebenfalls geringe Dichten auf. Von beiden vorkommenden Arten *Eudiaptomus gracilis* und *E. graciloides* dominierte in 4 der 10 Seen *E. gracilis*, während *E. graciloides* sich in 6 Seen durchsetzte.

Im Vergleich mit Daten von in der Größe und Tiefe ähnlichen Gewässern der gleichen Region, aber geringerer Trophie, wird deutlich, dass in den Untersuchungsgewässern geringe Crustaceen-Dichten ermittelt wurden. In zwei mesotroph geschichteten Seen in Nordbrandenburg wurden im Mittel 30 und 25 Ind./l der Gattung *Eudiaptomus* (vermutlich nur adulte) ermittelt. Vom Taxon *Daphnia* wurden im Mittel 20 und 12 Ind./l gefunden (KASPRZAK 2000). In den Untersuchungsgewässern wurden im Mittel 18 Ind./l der Cladoceren (Summe der Ind. aller Cladoceren) und 9 Ind./l der Gattung *Eudiaptomus* (incl. Copepodite) ermittelt.

In den zehn Untersuchungsgewässern waren bei den Rädertieren die stark bepanzerten herbivoren Taxa *Keratella cochlearis* und / oder *Keratella cochlearis f. tecta* im Jahresverlauf im Mittel die deutlich dominierenden Arten. Diese Arten sind typische Eutrophierungsanzeiger (DUMONT 1977; in ATT 1998), wobei dies insbesondere der hohe Anteil von *Keratella cochlearis f. tecta* anzeigt (KARABIN 1985; in ATT 1998). Andere häufige herbivore Rädertier-Arten waren *Polyarthra vulgaris* und *Pompholyx sulcata*. Daneben waren auch die teils carnivoren Taxa *Trichocerca* und *Ascomorpha* häufiger.

Die sehr geringe Abundanz der filtrierenden Cladoceren wurde z.T. in einigen Seen durch das Vorkommen von Larven der Muschel-Art *Dreissena polymorpha* (Gr. Segeberger See und Arenholzer See) kompensiert. Durch ihre geringe Größe waren sie ebenso nicht dem Fraßdruck der planktivoren Fische ausgesetzt.

### 6.3.2 Zooplankton im Barkauer See und Seedorfer See

Beide Seen zeigten größere Schwankungen und im Mittel deutlich höhere Abundanzen, insbesondere bei den Crustaceen. Inwieweit im Vergleich zu den anderen zehn Gewässern die Art der Probenahme ein entscheidender Faktor für die unterschiedlichen Ergebnisse ist, kann hier nicht abschließend beantwortet werden. Ein Grund für die höheren Abundanzen kann in

diesen sehr flachen Seen auch im größeren Austausch mit dem Benthos (d.h. größere Versteck- und Fraßmöglichkeiten, vor allem im makrophytendominierten Barkauer See) liegen. Nur in diesen zwei Seen trat die relativ seltene filternde Cladocere *Sida cristallina* auf. Ebenso wie in den 10 anderen Seen traten bei den Cladoceren in größerer Dichte vornehmlich kleine Formen auf, im Barkauer See im Aug. *Ceriodaphnia quadrangula* und im Seedorfer See im September *Bosmina longirostris*. *Daphnia*-Arten traten in leicht erhöhter Dichte nur im Mai im Seedorfer See auf.

### 6.3.3 Beziehung des Zooplanktons zur Trophie in den 12 Untersuchungsgewässern

Bezüglich der Beziehung der Zooplankton-Dichte zur Trophie kann für die Untersuchungsgewässer (incl. Gr. Plöner See + Doberdorfer See; siehe gesonderter Bericht) festgestellt werden, dass kein eindeutiger Trend zu verzeichnen war (Abb. 19 - 21). CARNEY (1990) stellte bezüglich der Beziehung des Zooplanktons zur Trophie fest, dass die Herbivorie, d.h. der Frassdruck des herbivoren Zooplanktons auf das Phytoplankton, am höchsten im mesotrophen Bereich liegt und hin zu niedrigeren und höheren Trophiestufen stetig abnimmt. Ursache dafür ist nach Ansicht des Autors, dass im mesotrophen Bereich der Anteil fressbarer Algen am größten ist. Diese Aussagen konnten im hier vorliegenden Projekt nicht bestätigt werden. Zum einen gab es ausschließlich Abundanzwerte und zudem zu wenige Daten von mesotrophen Seen (nur Schluensee + Gr. Plöner See). Andererseits sind die Daten der einzelnen Seen nicht immer miteinander vergleichbar. Bei den 12 Seen des WRRL-Programms waren die Probenahmeterminen teils sehr unterschiedlich. Zudem wurden im Gr. Plöner See und Doberdorfer See Schöpfproben aus ausgewählten Tiefen entnommen, bei den Seen des WRRL-Programms Netzzüge verwendet.

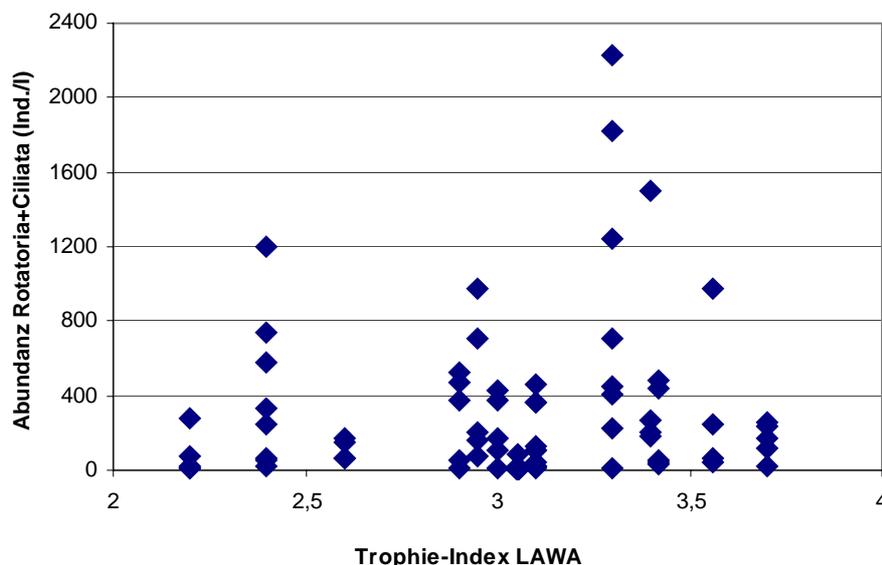


Abb. 19: Abundanz der Rotatoria in den 12 Untersuchungsgewässern, incl. Doberdorfer See und Gr. Plöner See an allen Terminen, in Abhängigkeit von der Trophie nach LAWA (n = 73 Proben).

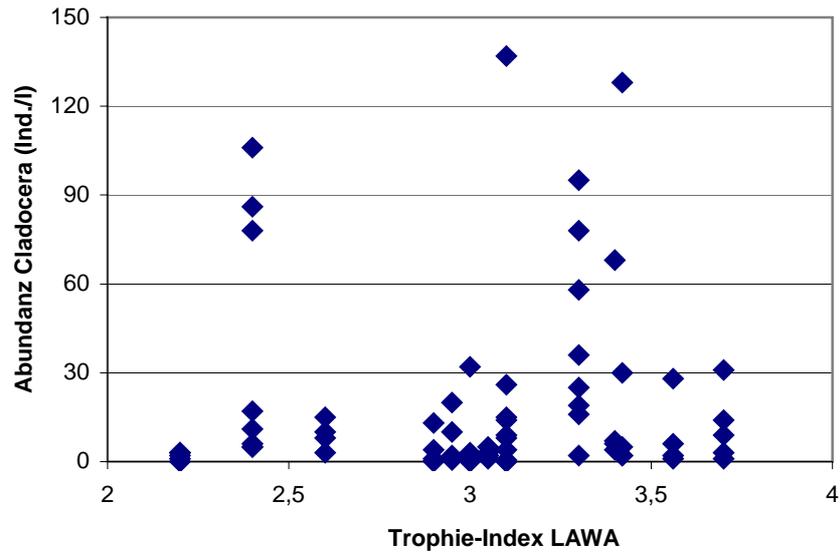


Abb. 20: Abundanz der Cladoceren in den 12 Untersuchungsgewässern, incl. Doberdorfer See und Gr. Plöner See an allen Terminen, in Abhängigkeit von der Trophie nach LAWA (n = 73 Proben).

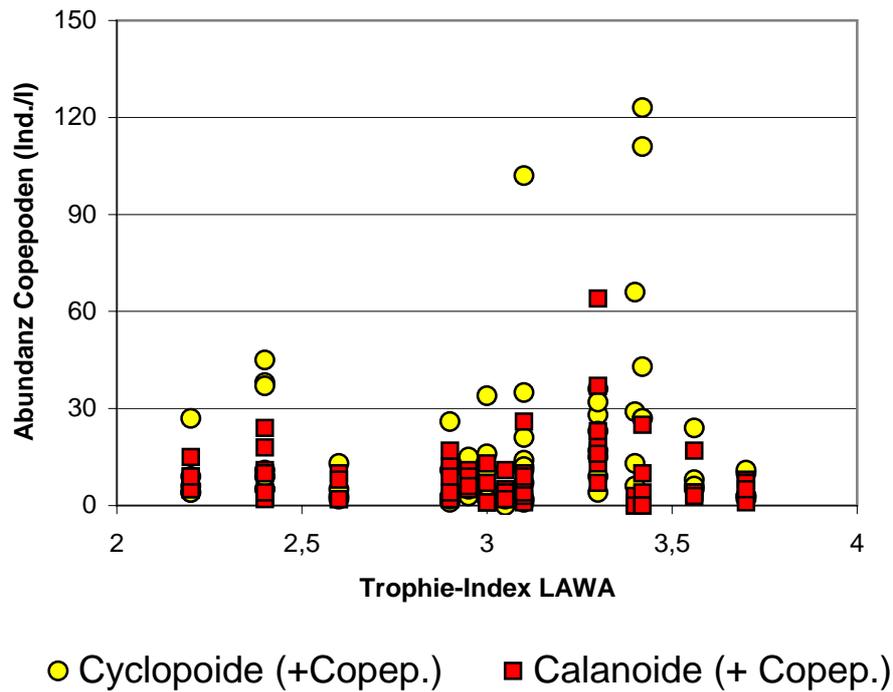


Abb. 21: Abundanz der Copepoden in den 12 Untersuchungsgewässern, incl. Doberdorfer See und Gr. Plöner See an allen Terminen (ohne Nauplien), in Abhängigkeit von der Trophie nach LAWA (n = 73 Proben).

## 7. Literatur

- Arp, W. & B. Koppelmeyer (2004): Die Burgunderblutalge *Planktothrix rubescens* in Schleswig-Holstein - Erste Untersuchungen an drei ausgewählten Seen.- Aus: Rücker, J. & B. Nixdorf (Hrsg.), 2004, Gewässerreport Nr. 8, BTUC-AR 3/2004, ISSN 1434-6834: 61 – 80.
- ATT (1998): Erfassung und Bewertung von Planktonorganismen.- AG Trinkwassertalsperren e.V. Arbeitskreis Biologie, ATT Techn. Inf.. NR. 7: 1 – 150.
- Europäische Union (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.- Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327 vom 22.12. 2000: 1 - 72.
- Brettum, P. (1989): Alger som indikator pa vannkvalitet i norske innsjoer. Planteplankton.- NIVA, Postbox 33, Blindern, Oslo, deutsche Übersetzung von Bodo G. Meier.
- Carney, H.J. (1990): A general hypothesis for the strength of food web interactions in relation to trophic state.- Verh. Internat. Verein. Limnol. 24: 487 – 492.
- Chorus, I. (1997): Cyanobakterientoxine in Badegewässern und in Trinkwasserressourcen – Notwendigkeit und Möglichkeiten der Regelung.- Umweltbundesamt, WaBoLu – Hefte 4/97: 13 – 16.
- Deneke, R., J. Rücker & B. Nixdorf (2001): Trophieentwicklung von tiefen und flachen Seen im Scharmützelseegebiet (Brandenburg) – Ein Resümee nach 7 Untersuchungsjahren (1994 – 2000) und Bewertung nach der LAWA-Richtlinie (1999).- Aus: Krumbek, H. & U. Mischke (Hrsg) (2001): Gewässerreport (Nr. 6): Entwicklungen der Gewässer im Scharmützelgebiet und angewandte Probleme des Gewässerschutzes, BTUC - AR 6/2001, ISSN 1434 – 6834: 5 – 18.
- Fastner, J. (1997): Microcystinvorkomen in 55 deutschen Gewässern.- Umweltbundesamt, WaBoLu – Hefte 4/97: 27 – 34.
- Fastner, J. (1999): Characterization and diversity of microcystins in natural blooms and strains of the genera *Microcystis* and *Planktothrix* from german freshwaters.- Arch. Hydrobiol. 145, 2: 147 – 163.
- Ibelings, B.W., L.R. Mur & A.W. Walsby (1991): Diurnal changes in buoyancy and vertical distribution in populations of *Microcystis* in two shallow lakes.- J. Plankton Res. 13 (2): 419 - 436
- Jensen, J.P., E. Jeppesen, K. Orlík & P. Kristensen (1994): Impact of Nutrients and physical factors on the shift from cyanobacterial to chlorophyte dominance in shallow Danish lakes.- Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 51: 1692-1698
- Haffner, G.D. & R. McNeely (1989): Community structure in epilimnetic and metalimnetic phytoplankton assemblages.- Hydrobiologia 182: 59 - 71.

- Hofeneder, H. (1930): Über die animalische Ernährung von *Ceratium hirundinella* O.F. Müller und über die Rolle des Kernes bei dieser Zellfunktion.- Arch. Protistenk. 71: 59 – 78.
- Hörnstrom, E. (1981): Trophic characterization of lakes by means of qualitative phytoplankton analysis.- Limnologia 13: 249 – 361.
- Hrbáček, J., M. Dvořakova, V. Kořinek & L. Prochásková (1961): Demonstration of the effect of the fish stock on the species composition of zooplankton and the intensity of metabolism of the whole plankton association.- Verh. Internat. Verein. Limnol. 14: 192 – 195.
- Kasprzak, P., F. Gervais, R. Adrian, W. Weiler, R. Radke, I. Jäger, S. Riest, U. Siedel, B. Schneider, M. Böhme, R. Eckmann & N. Walz.(2000): Trophic characterisation, pelagic food web structure and comparison of two mesotrophic lakes in Brandenburg (Germany). Internat. Rev. Hydrobiol. 85: 167 - 189.
- Knopf, K., Hoehn, E., Mischke, U. & B. Nixdorf (2000): Klassifizierungsverfahren von Seen anhand des Phytoplanktons.- Teil I der Literaturstudie über „Ökologische Gewässerbewertung – Phytoplankton“ im Auftrag der ATV/DVWK und LAWA-AG „Stehende Gewässer“, 100 S.
- Lampert, W. & U. Sommer (1993): Limnoökologie.- Georg Thieme Verlag Stuttgart: 1 - 440.
- Lindholm, T. (1992): Ecological role of depth maxima of phytoplankton.- Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 35: 33-45
- Maberly, S. C., M. A. Hurley, C. Butterwick, J.E. Corry, S.I. Heaney, A.E. Irish, G.H.M. Jaworski, J.W.G. Lund, C.S. Reynolds & J.V. Roscoe (1994): The rise and fall of *Asterionella formosa* in the South Basin of Windermere: analysis of a 45-year series of data.- Freshwater Biol. 31: 19 - 34.
- Mathes, J., G. Plambeck & J. Schaumburg (2005): Die Typisierung der Seen in Deutschland zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie.- Limnologie aktuell Band 11: Typologie, Bewertung und Management von Oberflächengewässern, Stand der Forschung zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: 28 – 120.
- Mischke, U. & J. Rucker (2001): Veränderungen der Algenzönose in Standgewässern des Scharmützelseegebietes.- Aus: Krumbeck, H. & U. Mischke (Hrsg) (2001): Gewässerreport (Nr. 6): Entwicklungen der Gewässer im Scharmützelgebiet und angewandte Probleme des Gewässerschutzes, BTUC - AR 6/2001, ISSN 1434 – 6834: 19 – 38.
- Nixdorf, B., U. Mischke, E. Hoehn & U. Riedmüller (2005): Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons.- Limnologie aktuell Band 11: Typologie, Bewertung und Management von Oberflächengewässern, Stand der Forschung zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: 105 – 120.
- Nürnberg, G. & B. LaZerte (2000): Planktothrix rubescens bloom of Lake Wilcox (1998-99): Determination of the causes and recommendations for future management.- Freshwater research. A report for the town of Richmond Hill (Provinz Ontario, Kanada): 1-21.

- Opitz, M. (2005): Ökologie des Phytoplanktons in zwei mesotrophen Seen - Unter besonderer Berücksichtigung der Spezies im Bereich der Chemokline.- Dissertation Berlin: 1 – 158..
- Popovski, J. (1982): Another case of phagotrophie by *Gymnodinium helveticum* Penard f. *achroum* Skuja.- Arch. Protistenk. 125: 73 – 78.
- Popovski, J. & L.A. Pfister (1982): The life-histories of *Stylodinium spaera* Pascher and *Cystodinedria inermis* (Geitler) Pascher (Dinophyceen), two freshwater facultative predator-autotrophs.- Arch. Protistenk. 125: 115 – 127.
- Reynolds, C. S. (1980): Phytoplankton assemblages and their periodicity in stratified lake systems.- Holarctic Ecology 3: 141 – 159.
- Reynolds, C. S. (1984): Phytoplankton periodicity: the interactions of form, function and environmental variability.- Freshwater Biology 14: 111 - 142.
- Reynolds, C.S. (1992): Dynamics, selection and composition of phytoplankton in relation to vertical structure.- Arch Hydrobiol. Beih. Ergebn Limnol. 35: 13 - 31.
- Reynolds, C.S. (1996): The plant life of the pelagic.- Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 97 – 133.
- Reynolds, C.S. (1997): Vegetation processes in the pelagical: A model for ecosystem theory.- Excellence in Ecology, Ecology Institute Oldendorf/Luhe, Band 9: 1 - 371
- Reynolds, C.S. (2002): Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton.- J. of Plankton research, Vol. 24 (5): 417 – 428.
- Reynolds, C.S. & D.A. Rogers (1976): Seasonal variations in the vertical distribution and buoyancy of *Microcystis aeruginosa* Kütz. Emend. Elenkin in Rostherne Mere, England.- Hydrobiologia 48: 17 – 23.
- Reynolds, C.S. & E.G. Bellinger (1992): Patterns of abundance and dominance of the phytoplankton of Rostherne Mere, England: evidence from a 18-year data set.- Aquatic Science 54: 10 - 36
- Reynolds, C.S., V. Huszar, C. Kruk, L. Naselli-Flores & S. Melo (2002): Review: Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton.- Journal of Plankton research Vol. 24, 5: 417 - 428
- Schwoerbel, J. (1994): Methoden der Hydrobiologie, Süßwasserbiologie. 4 . Auflage.- Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 1 – 368.
- Ruttner-Kolisko, A. (1972): Rotatoria. In: Das Zooplankton der Binnengewässer (Hs. Elster, H.-J. & Ohle, W.), Bd. 26, 1. Teil, Kap. III. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Sommer U., Z.M. Gliwicz, W. Lampert & A. Duncan (1986): The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters.- Arch. Hydrobiol. 106 (4): 433 - 471.

Sommer, U. (1994): Planktologie.- Springer Verlag: 1 – 274.

Tremel, B. (1996): Determination of the trophic state by qualitative and quantitative phytoplankton analysis in two gravel pit lakes.- Hydrobiologia 323: 97 – 105.

Utermöhl, H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik.- Mitt. int. Ver. Limnol. **9**, 1 - 38.

Watanabe, Y. (1992): Effects of thermal stratification on trophic linkages among plankton communities in eutrophic lakes.- Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 35: 1-12.

## **8. Danksagung**

Einen Dank an Frau Dr. Juliane Kasten, Berlin, für Ihre Hilfe bei der Bestimmung der Diatomeen und Frau Dr. Claudia Wiedner, IGB, für ihre Tipps zur Taxonomie von Cyanobakterien.

Zu danken ist Herrn Peer Martin für seine Tipps bei der Bewertung der Zooplankton-Ergebnisse und Herrn Bernd Koppelmeyer für seine Hilfe bei der Berichtserstellung.

Ebenfalls einen an Frau Dr. Mandy Bahnwart vom Landesamt für Natur und Umwelt in Schleswig – Holstein für Ihre Unterstützung während der Recherchen.

## **9. Anschrift des Verfassers**

Dr. Wolfgang Arp  
LimPlan  
Gewässer- und Landschaftsökologie  
Otawistr. 19  
13 351 Berlin  
Tel. (030) 450 274 18  
Fax: (030) 450 274 19  
[w.arp@limplan.de](mailto:w.arp@limplan.de)

## 10. Anhang

### 10.1 Phytoplankton-Artenliste aller 12 Seen

Die Taxa sind alphabetisch nach Algenklassen und Taxanamen geordnet.

<b>GefundeneTaxa in 12 WRRL-Seen 2004</b>	<b>Autor</b>
<b>Bacillariophyceae:</b>	
Acanthoceras zachariasii	(BRUN) SIMONSEN
Achnanthes	BORY DE SAINT VINCENT
Achnanthes lanceolata-Komplex	(BREBISSON) GRUNOW
Achnanthes minutissima - Sippen	KRAMMER & LANGE-BERTALOT
Actinocyclus normanii	(GREGORY) HUSTEDT
Amphora	EHRENBERG
Amphora libyca	EHRENBERG
Amphora ovalis	(KUETZING) KUETZING
Asterionella formosa	HASSALL
Aulacoseira	THWAITES
Aulacoseira ambigua	(GRUNOW) SIMONSEN
Aulacoseira granulata	(EHRENBERG) SIMONSEN
Aulacoseira granulata var. angustissima	(O.MUELLER) SIMONSEN
Aulacoseira granulata var. granulata	(EHRENBERG) SIMONSEN
Aulacoseira islandica	(O.MUELLER) SIMONSEN
Cocconeis placentula	EHRENBERG
Cyclostephanos dubius	(FRICKE) ROUND
Cyclostephanos invisitatus	(HOHN & HELLERMANN) THERIOT, STORMER & HAKANSSON
Cyclotella meneghiniana	KUETZING
Cyclotella ocellata	PANTOCSEK
Cyclotella radiosa	(GRUNOW) LEMMERMANN
Cymatopleura elliptica	(BREBISSON) W.SMITH
Cymatopleura solea	(BREBISSON) W.SMITH
Cymbella silesiaca	BLEISCH
Diatoma mesodon	(EHRENBERG) KUETZING
Diatoma tenuis	J.G.AGARDH
Diatoma vulgare	BORY DE SAINT VINCENT
Epithemia	BREBISSON
Eunotia	EHRENBERG
Fragilaria	LYNGBYE
Fragilaria brevistriata	GRUNOW
Fragilaria capucina	DESMAZIERES
Fragilaria capucina var. vaucheriae	(KUETZING) LANGE-BERTALOT
Fragilaria construens	(EHRENBERG) GRUNOW
Fragilaria crotonensis	KITTON
Fragilaria cyclopum	(BRUTSCHY) LANGE-BERTALOT
Fragilaria fasciculata	(J.G.AGARDH) LANGE-BERTALOT
Fragilaria pinnata	EHRENBERG
Fragilaria ulna	(NITZSCH) LANGE-BERTALOT

Fragilaria ulna var. acus	(KUETZING) LANGE-BERTALOT
Fragilaria ulna var. ulna	KRAMMER & LANGE-BERTALOT
Gomphonema	J.G.AGARDH
Gyrosigma acuminatum	(KUETZING) RABENHORST
Gyrosigma attenuatum	(KUETZING) RABENHORST
Melosira varians	J.G.AGARDH
Navicula	BORY DE SAINT VINCENT
Navicula capitata	EHRENBERG
Navicula cryptotenella	LANGE-BERTALOT
Navicula cuspidata	(KUETZING) KUETZING
Navicula menisculus	SCHUMANN
Navicula pupula	KUETZING
Navicula radiosa	KUETZING
Navicula rhynchocephala	KUETZING
Navicula scutelloides	W.SMITH
Nitzschia	HASSALL
Nitzschia acicularis-Typ	(KUETZING) W.SMITH
Nitzschia fruticosa	HUSTEDT
Nitzschia recta	HANTZSCH
Nitzschia sigmoidea	(NITZSCH) W.SMITH
Nitzschia vermicularis	(KUETZING) HANTZSCH
Rhizosolenia longiseta	ZACHARIAS
Rhoicosphenia abbreviata	(J.G.AGARDH) LANGE-BERTALOT
Skeletonema	GREVILLE
Skeletonema potamos	(WEBER) HASLE
Stephanodiscus binderanus	(KUETZING) KRIEGER
Stephanodiscus hantzschii	GRUNOW
Stephanodiscus minutulus	(KUETZING) CLEVE & MOELLER
Stephanodiscus neoastraea	HAKANSSON & HICKEL
Tabellaria flocculosa	(ROTH) KUETZING
Zentrale Diatomeen 10-15µm	
Zentrale Diatomeen 15-20µm	
Zentrale Diatomeen 20-25µm	
Zentrale Diatomeen 25-30µm	
Zentrale Diatomeen 30-35µm	
Zentrale Diatomeen 35-40µm	
Zentrale Diatomeen 5-10µm	
<b>Chlamydomphyceae:</b>	
Carteria	DIESING em. FRANCE
Chlamydomonas	EHRENBERG
Chlamydomonas 10-15µm	
Chlamydomonas 5-10µm	
Chlorogonium	EHRENBERG
Pandorina morum	(O.F.MUELLER) BORY DE SAINT VINCENT
Volvox aureus	EHRENBERG
<b>Chlorophyceae:</b>	
Actinastrum hantzschii	LAGERHEIM
Ankistrodesmus fusiformis	CORDA
Ankistrodesmus gracilis	(REINSCH) KORSIKOV
Ankyra	FOTT

Ankyra judayi	(G.M.SMITH) FOTT
Ankyra lanceolata	(KORSIKOV) FOTT
Closteriopsis	LEMMERMANN
Closteriopsis acicularis	(G.M.SMITH) BELCHER & SWALE
Closteriopsis longissima	(LEMM.) LEMMERMANN
Coelastrum astroideum	DE NOTARIS
Coelastrum microporum	NAEGELI in A.BRAUN
Coelastrum reticulatum	(DANGEARD) SENN
Coelastrum sphaericum	NAEGELI
Crucigenia quadrata	MORREN
Crucigeniella rectangularis	(NAEGELI) KOMAREK
Dictyosphaerium pulchellum	WOOD
Didymocystis bicellularis	(CHODAT) KOMAREK
Diplochlois lunata	(FOTT) FOTT
Elakatothrix	WILLE
Eutetramorus fottii	(HINDAK) KOMAREK
Kirchneriella contorta	(SCHMIDLE) BOHLIN
Kirchneriella irregularis	(G.M.SMITH) KORSIKOV
Kirchneriella subcapitata	KORSIKOV
Koliella longiseta	(VISCHER) HINDAK
Lagerheimia ciliata	(LAGERHEIM) CHODAT
Lagerheimia genevensis	CHODAT
Micractinium pusillum	FRESENIUS
Monoraphidium arcuatum	(KORSIKOV) HINDAK
Monoraphidium circinale	(NYGAARD) NYGAARD
Monoraphidium contortum	(THURET) KOMARKOVA-LEGNEROVA
Monoraphidium komarkovae	NYGAARD
Monoraphidium minutum	(NAEGELI) KOMARKOVA-LEGNEROVA
Nephrocytium agardhianum	NAEGELI
Oocystis borgei	SNOW
Oocystis lacustris	CHODAT
Oocystis marssonii	LEMMERMANN
Pediastrum boryanum	(TURPIN) MENEGHINI
Pediastrum duplex	MEYEN
Pediastrum tetras	(EHRENBERG) RALFS
Planktosphaeria gelatinosa	G.M.SMITH
Scenedesmus	MEYEN
Scenedesmus acuminatus	(LAGERHEIM) CHODAT
Scenedesmus acutus	MEYEN
Scenedesmus bicaudatus	DEDUSENKO
Scenedesmus dimorphus	(TURPIN) KUETZING
Scenedesmus intermedius	CHODAT
Scenedesmus linearis	KOMAREK
Scenedesmus obtusus	MEYEN
Scenedesmus opoliensis	P.RICHTER
Scenedesmus ovalternus	CHODAT
Scenedesmus quadricauda	(TURPIN) BREBISSON sensu CHODAT
Scenedesmus spinosus	CHODAT
Schroederia indica	PHILIPOSE
Schroederia setigera	(SCHROEDER) LEMMERMANN

Spermatozopsis exultans	KORSCHIKOFF
Tetrachlorella alternans	(G.M.SMITH) KORSIKOV
Tetraedron caudatum	(CORDA) HANSGIRG
Tetraedron minimum	(A.BRAUN) HANSGIRG
Tetraedron trigonum	(NAEGELI) HANSGIRG, SKUJA
Tetrastrum	CHODAT
Tetrastrum elegans	PLAYFAIR
Tetrastrum staurogeniaeforme	(SCHROEDER) LEMMERMANN
Tetrastrum triacanthum	KORSIKOV
Tetrastrum triangulare	(CHODAT) KOMAREK
Treubaria	BERNARD
Willea vilhelmii	(FOTT) KOMAREK 1974
<b>Chrysophyceae:</b>	
Chromulina	CIENKOWSKI
Dinobryon	EHRENBERG
Dinobryon divergens	IMHOF
Dinobryon sertularia	EHRENBERG
Dinobryon sociale	EHRENBERG
Dinobryon sociale var. americana	(BRUNNTHALER) BACHMANN
Mallomonas	PERTY
Synura	EHRENBERG
<b>Conjugatophyceae:</b>	
Closterium aciculare	T.WEST
Closterium acutum	RUZICKA
Closterium acutum var. linea	(PERTY) W. & G.S. WEST
Closterium acutum var. variabile	(LEMMERMANN) W.KRIEGER
Closterium parvulum	NAEGELI
Closterium pronum	BREBISSON
Cosmarium	CORDA ex RALFS
Mougeotia	C.A.AGARDH
Spirogyra	LINK
Staurastrum	MEYEN ex RALFS
Staurastrum chaetoceras	(SCHROEDER) G.M.SMITH
<b>Cryptophyceae:</b>	
Cryptomonas	EHRENBERG
Cryptomonas 10-15µm	
Cryptomonas 15-20µm	
Cryptomonas 20-25µm	
Cryptomonas 25-30µm	
Cryptomonas 30-35µm	
Cryptomonas erosa	EHRENBERG
Cryptomonas marssonii	SKUJA
Cryptomonas rostratiformis	SKUJA
Rhodomonas lens	PASCHER & RUTTNER
Rhodomonas minuta	SKUJA
<b>Cyanobakterien:</b>	
Anabaena	BORY DE SAINT VINCENT ex BORNET & FLAHAULT
Anabaena circinalis	RABENHORST ex BORNET & FLAHAULT
Anabaena compacta	(NYGAARD) HICKEL
Anabaena crassa	(LEMMERMANN) KOMARKOVA-

	LEGNEROVA et CRONBERG
Anabaena flos-aquae	BREBISSON ex BORNET & FLAHAULT
Anabaena lemmermannii	RICHTER
Anabaena macrospora	KLEBAHN
Anabaena mendotae	TRELEASE
Anabaena planctonica	BRUNNTHALER
Anabaena sigmaidea	NYGAARD
Anabaena smithii	(KOMAREK) M. WATANABE
Anabaena solitaria	KLEBAHN
Anabaena spiroides	KLEBAHN
Anabaena viguieri	DENIS et FREMY
Aphanizomenon	MORREN ex BORNET & FLAHAULT
Aphanizomenon aphanizomenoides	(FORTI) HOREKA & KOMAREK
Aphanizomenon flos-aquae	(LINNAEUS) RALFS ex BORNET & FLAHAULT
Aphanizomenon gracile	LEMMERMANN
Aphanizomenon issatschenkoi	(USACEV) PROSKINA-LAVRENKO
Aphanocapsa	NAEGELI
Aphanocapsa delicatissima	W. & G.S.WEST
Aphanocapsa holsatica	(LEMMERMANN) CRONBERG & KOMAREK
Aphanocapsa incerta	(LEMMERMANN) CRONBERG & KOMAREK
Aphanothece clathrata	W. & G.S.WEST
Chroococcus limneticus	LEMMERMANN
Coelosphaerium	NAEGELI
Coelosphaerium kuetzingianum	NAEGELI
Cyanodictyon	PASCHER
Lemmermanniella pallida	(LEMMERMANN) GEITLER
Limnothrix	MEFFERT
Limnothrix amphigranulata	(VAN GOOR)
Limnothrix redekei	(VAN GOOR) MEFFERT
Merismopedia	MEYEN
Microcystis	KUETZING ex LEMMERMANN
Microcystis aeruginosa	KUETZING
Microcystis firma	(KUETZING) SCHMIDKE
Microcystis flos-aquae	(WITTRICK) KIRCHNER
Microcystis ichthyoblabe	KÜTZING
Microcystis viridis	(A.BRAUN) LEMMERMANN
Microcystis wesenbergii	(KOMAREK) KOMAREK
Planktolyngbya limnetica	(LEMMERMANN) KOMARKOVA- LEGNEROVA et CRONBERG
Planktothrix agardhii	(GOMONT) ANAGNOSTIDIS & KOMAREK
Planktothrix mougeotii	(KÜTZING ex GEITLER) ANAGNOSTIDIS & KOMAREK
Planktothrix rubescens	(deCANDOLLE ex GOMONT) ANAGNOSTI- DIS & KOMAREK
Pseudanabaena	LAUTERBORN
Pseudanabaena acicularis	(NYGAARD) ANAGNOSTIDES et KOMA- REK
Pseudanabaena catenata	LAUTERBORN
Pseudanabaena limnetica	(LEMMERMANN) KOMAREK
Radiocystis geminata	SKUJA

Rhabdoderma lineare	SCHMIDLER & LAUTERBORN
Romeria	KOCZWARA in GEITLER
Romeria elegans	(KOCZWARA) WOLOSZYNSKA in GEITLER
Snowella lacustris	(CHODAT) KOMAREK & HINDAK
Woronichinia	ELENKIN
Woronichinia compacta	(LEMMERMANN) KOMAREK et HINDAK
Woronichinia naegeliana	(UNGER) ELENKIN
<b>Dinophyceae:</b>	
Ceratium	SCHRANK
Ceratium furcoides	(LEVANDER) LANGHANS
Ceratium hirundinella	(O.F.MUELLER) DUJARDIN
Gymnodinium	STEIN
Gymnodinium lantzschii	UTERMOEHL
Peridinium	EHRENBERG
<b>Euglenophyceae:</b>	
Euglena	EHRENBERG
Euglena acus	EHRENBERG
Phacus	DUJARDIN
Trachelomonas	EHRENBERG
<b>Haptophyceae:</b>	
Chrysochromulina parva	LACKEY
<b>Heterotrophe Flagellaten:</b>	
Gymnodinium helveticum	PENARD
Heterotrophe Flagellaten	
<b>Prasinophyceae:</b>	
Tetraselmis cordiformis	(CARTER) STEIN
<b>Xanthophyceae:</b>	
Tetraedriella	PASCHER
Tribonema	DERBES & SOLIER

## 10.2 Zooplankton-Artenliste aller 12 Seen

### Zooplankton-Taxa-Liste, 2004

#### Ciliata

Ciliata indet.

*Epistyles* sp.

*Tintinnopsis* sp.

*Vorticella* sp.

#### Rotatoria

*Anuraeopsis fissa* (GOSSE 1851)

*Argonotholca foliacea* (GILLARD 1948)

*Ascomorpha ecaudis* (PERTY 1850)

*Ascomorpha ovalis* CARLIN 1943

*Ascomorpha saltans* BARTSCH 1870

*Asplanchna c.f. priodonta* GOSSE 1950

*Brachionus angularis* GOSSE 1851

*Brachionus calyciflorus* PALLAS 1766

*Brachionus diversicornis* (DADAY 1883)

*Brachionus rubens* (EHRENBERG 1838)  
*Brachionus urceolaris* (MÜLLER 1773)  
*Cephalodella gibba* (EHRENBERG 1838)  
*Cephalodella* sp. BORY DE ST. VINCENT 1826  
*Collotheca* sp. HARRING 1913  
*Conochilus hippocrepis* (SCHRANK 1830)  
*Conochilus unicornis* ROUSSELET 1892  
*Euchlanis dilatata* EHRENBERG 1832  
*Filinia longiseta* (EHRENBERG 1834)  
*Gastropus stylifer* IMHOF 1891  
*Kellicottia longispina* (KELICOTT 1879)  
*Keratella cochlearis* (GOSSE 1851)  
*Keratella cochlearis f. tecta* (LAUTERBORN 1900)  
*Keratella quadrata* (MÜLLER 1786)  
*Keratella testudo* (EHRENBERG 1832)  
*Lecane cf. luna* (MÜLLER 1776)  
*Lecane cf. lunaris* (EHRENBERG 1832)  
*Notholca acuminata* (EHRENBERG 1832)  
*Notholca squamula* MÜLLER 1786  
*Platylabus quadricornis* (EHRENBERG 1832)  
*Polyarthra dolichoptera* IDELSON 1925  
*Polyarthra major* BURCKHARDT 1900  
*Polyarthra vulgaris* CARLIN 1943  
*Pompholyx sulcata* (HUDSON 1885)  
*Synchaeta* sp. (EHRENBERG 1832)  
*Testudinella patina* (HERMANN 1783)  
*Testudinella truncata* (GOSSE 1886)  
*Trichocerca bicristata* (GOSSE 1887)  
*Trichocerca capucina* WIERZEJSKI & ZACHARIAS 1893  
*Trichocerca porcellus* (GOSSE 1886)  
*Trichocerca pusilla* (Lauterborn 1898)  
*Trichocerca rousseleti* (VOIGT 1902)  
*Trichocerca similis* (WIERZEJSKI 1893)  
*Trichotria tetractis* (Ehrenberg 1830)

#### **Cladocera**

*Acroperus angustatus* SARS 1863  
*Acroperus harpae* BAIRD 1835  
*Alona affinis* (LEYDIG 1860)  
*Alona guttata* SARS 1862  
*Alona quadrangularis* (O.F. MÜLLER 1776)  
*Bosmina coregoni* BAIRD 1857  
*Bosmina coregoni gibbera* SCHOEDLER 1863  
*Bosmina coregoni thersites* POPPE 1887  
*Bosmina longirostris* (O.F. MÜLLER 1785)  
*Bythotrephes longimanus* LEYDIG 1860  
*Camptocercus biserratus* SCHOEDLER 1862  
*Ceriodaphnia pulchella* SARS 1862  
*Ceriodaphnia quadrangula* (O.F. MÜLLER 1785)  
*Chydorus sphaericus* (O.F. MÜLLER 1776)  
*Daphnia cucullata* SARS 1862  
*Daphnia galeata* SARS 1863  
*Daphnia hyalina* LEYDIG 1860

*Daphnia x krausi* FLÖßNER 1993  
*Daphnia x obscura* FLÖßNER 1993  
*Daphnia x tecta* FLÖßNER 1993  
*Daphnia longispina* (O.F. MÜLLER 1776)  
*Daphnia pulex* LEYDIG 1860  
*Diaphanosoma brachyurum* (LIÉVIN 1848)  
*Eurycercus lamellatus* (O.F. MÜLLER 1776)  
*Ilyocryptus sordidus* (LIÉVIN 1848)  
*Leptodora kindti* (FOCKE 1844)  
*Leydigia leydigi* (SCHOEDLER 1863)  
*Pleuroxus aduncus* (JURINE 1820)  
*Pleuroxus trigonellus* (O.F. MÜLLER 1776)  
*Pleuroxus truncatus* (O.F. MÜLLER 1785)  
*Pleuroxus uncinatus* BAIRD 1850  
*Pseudochidorus globosus* (BAIRD 1843)  
*Sida crystallina* (O.F. MÜLLER 1776)  
*Simocephalus vetulus* (O.F. MÜLLER 1776)

### **Copepoda**

Nauplien

### **Cyclopoida**

Copepodite

*Acanthocyclops robustus* (SARS 1863)  
*Cyclops kolensis* LILLJEBORG 1901  
*Cyclops strenuus* FISCHER 1851  
*Cyclops vicinus* ULJANIN 1875  
*Diacyclops bicuspidatus* (CLAUS 1857)  
*Eucyclops serrulatus* (FISCHER 1851)  
*Macrocyclops albidus* (JURINE 1820)  
*Megacyclops viridris* (JURINE 1820)  
*Mesocyclops leuckarti* (CLAUS 1857)  
*Thermocyclops crassus* (FISCHER 1853)  
*Thermocyclops oithonoides* (G.O. SARS 1863)

### **Calanoida**

Copepodite

*Eudiaptomus gracilis* (G.O. SARS 1863)  
*Eudiaptomus graciloides* (LILLJEBORG 1888)  
*Eudiaptomus transsylvanicus* (DADAY 1890)

### **Sonstige**

Acari indet.

*Arcella* sp.

*Argulus foliaceus* (LINNAEUS 1758)

*Argulus pellucidus* WAGLER 1935

Ceratopogonidae

*Chaoborus* sp. (LICHTENSTEIN 1800)

Chironomidae sp.

*Diffugia* sp.

*Dreissena polymorpha* (PALLAS 1771)

Ephemeroptera indet.

Gastropoda (c.f. Valvatidae)

*Gyratrix hermaphroditus*

Harpacticoida indet.

Insekta indet. *larvae*

Nematoda indet.  
Oligochaeta indet.  
Ostracoda indet.  
Turbellaria indet.