

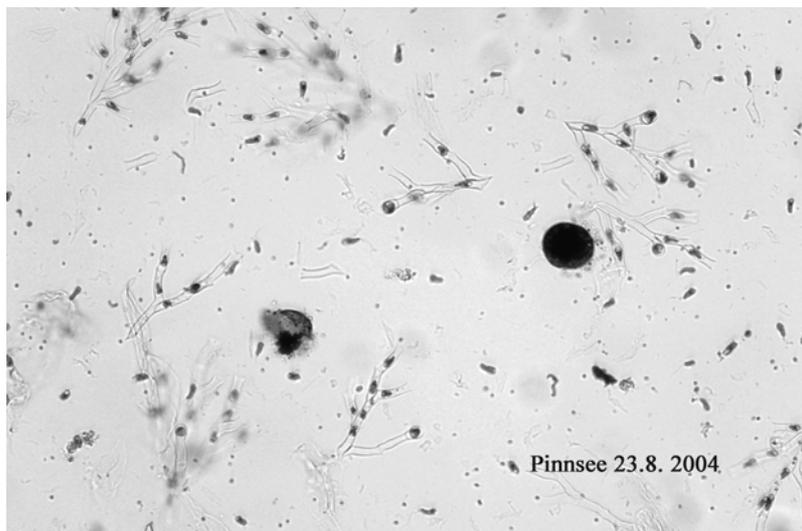
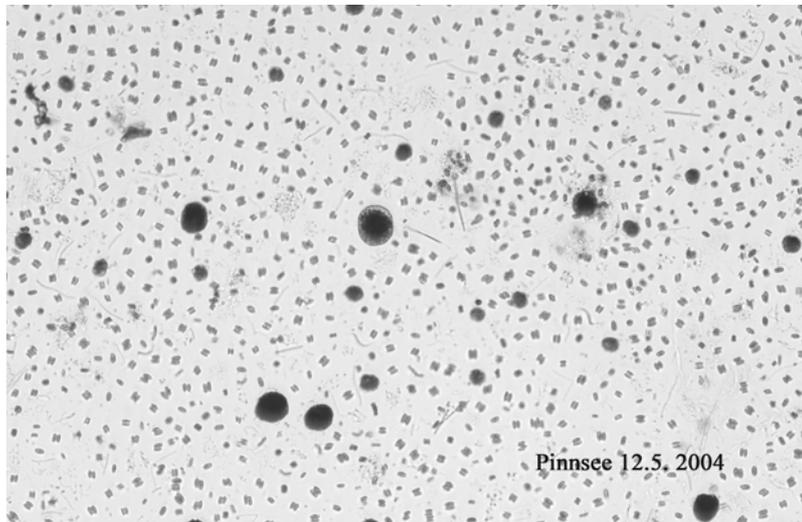
# Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2004

## - Teilbericht Pinnsee -

### Bericht

für das

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



von

Dr. W. Arp, *LimPlan*

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. W. Arp

### **Phytoplanktonuntersuchungen:**

Dr. W. Arp

### **Zooplanktonuntersuchungen:**

Peer Martin

### **Bericht:**

Dr. W. Arp

### **Fotos der Titelseite:**

Fotos des Pinnsees (Arp): Frühjahrs- und Sommeraspekt. Alle Fotos wurden bei 100 facher Vergrößerung und 40 mm Sedimentations-Kammerhöhe erstellt.

## Übersicht

1. Zusammenfassung	4
2. Einleitung	5
3. Topographische und morphometrische Daten	5
4. Methodik	6
4.1 Feldmethodik	6
4.2 Labormethodik	6
4.2.1 Phytoplanktonanalyse	6
4.2.2 Zooplanktonanalyse	8
4.2.3 Fotografische Dokumentation	9
5. Ergebnisse Plankton	10
5.1 Überblick	10
5.2 Plankton im Pinnsee	10
5.2.1 Phytoplankton	10
5.2.2 Zooplankton	13
6. Bewertung	14
6.1. Allgemeines	14
6.2 Phytoplankton	15
6.3 Zooplankton	21
7. Literatur	21
8. Danksagung	22
9. Anschrift des Verfassers	22
10. Anhang	23
10.1 Taxaliste Phytoplankton des Pinnsees	23
10.2 Taxaliste Zooplankton des Pinnsees	24

## 1. Zusammenfassung

Im Rahmen des Seenmonitorings in Schleswig Holstein wurde 2004 der Pinnsee, ein kleiner eutrophierter versauerter See, auf das Vorkommen von Phyto- und Zooplankton mit dem Schwerpunkt Phytoplankton untersucht. Es wurden dazu Schöpfproben aus 1 m Tiefe und Netzproben aus vier Tiefen (gemischt) im Zeitraum März – November im nahezu monatlichen Abstand entnommen.

Der Pinnsee ist ein 8 ha großer in einer Senke liegender Waldsee mit einer mittleren Tiefe von 4,8 m. Während der sommerlichen Schichtungsphase wird ein bis zu 4 m großes Epilimnion gebildet. Durch die geringe Tiefe des Sees ist nahezu kein Hypolimnion vorhanden. Der Pinnsee ist stark versauert (im Mittel pH 5,7) und weist somit besondere Bedingungen für das pflanzliche und tierische Leben auf. Die planktischen Untersuchungen zeigen u.a. folgende Ergebnisse:

Insgesamt wurden 2004 vom Phytoplankton 38 Taxa und vom Zooplankton 30 Taxa ermittelt. Dies zeigt die Artenarmut des Planktons an, vermutlich hervorgerufen u.a. durch den pH-Wert. Bei sehr stabiler Schichtung und der Ausbildung eines ausgeprägten Tiefenchlorophyllmaximums (DCM) sind bei einer integrierten Probenahme in der gesamten euphotischen Zone höhere Artenzahlen zu erwarten.

Beim Phytoplankton dominierten im Frühjahr bis in den Sommer hinein coccale Formen der Chlorophyceen (Hauptverteter: *Scenedesmus*) und Conjugatophyceen (*Cosmarium*) und die mobile mixotrophe Gattung *Gymnodinium* mit 2 Arten. Im Sommer und Herbst waren vor allem mobile mixotrophe Typen bestandsbildend, insbesondere Dinophyceen (*Gymnodinium uberrimum*) und Chrysophyceen (*Dinobryon pediforme*). Bedingungen für deren Vorkommen werden beschrieben. Es traten anders als in den meisten eutrophierten Gewässern nahezu keine Kieselalgen (sehr geringe Silikatgehalte) und Cyanobakterien stärker hervor.

Die relativ geringen Phosphor-Gehalte (Jahresmittel 28 µg/l) wurde in sehr hohem Maße in Algenbiomasse umgesetzt (im Mittel ein Biovolumen von 5,2 mm<sup>3</sup>/l und Chlorophyll a-Gehalt von 28,5 µg/l).

Das Zooplankton war durch hohe zeitliche Schwankungen der Abundanz und eine geringe Diversität geprägt. Rotatorien zeigten nur im Herbst erhöhte Abundanzen. Der Hauptvertreter war *Polyarthra vulgaris*. Die Crustaceen wurden in der Gruppe der Cladoceren vor allem durch kleinwüchsige Formen vertreten, mit der Hauptart *Ceriodaphnia quadrangula*. Sie ist ein typischer Vertreter oligo- bis schwach eutropher saurer Gewässer. Im August wurde ein Klarwasserstadium beobachtet, hervorgerufen durch den Wegfraß gut verwertbaren Phytoplanktons (*Cosmarium*) durch das Zooplankton, insbesondere *Ceriodaphnia quadrangula*. Danach gab es einen einen Einbruch in der Phytoplanktonbiomasse, verbunden mit einem deutlichen Artenwechsel. Die cylopoiden Copepoden waren, in geringer Dichte, nur durch die Art *Cyclops strenuus* vertreten. Diese sowohl pelagisch als auch im Litoral lebende Form ist ein typischer Vertreter von Kleingewässern. Calanoide Copepoden wurden zu keinem Zeitpunkt gefunden.

Insgesamt war die jahreszeitliche Entwicklung des Phyto- und Zooplanktons im Epilimnion sowohl im Jahr 2004 als auch in früheren Jahren durch wenige meist sehr dominante Arten geprägt. Die relativ geringen jahreszeitlichen und interanuellen Schwankungen in der Artenzusammensetzung, zudem die Ausbildung eines Tiefenchlorophyllmaximums, bedeuten eine meist ungestörte jahreszeitliche Sukzession mit gleichzeitig effizienter Umsetzung der Nährstoffe in Algenbiomasse.

## 2. Einleitung

Anlaß für die Untersuchung des Planktons des Pinnsees im Jahr 2004 ist das Seenmonitoring für ausgewählte Seen in Schleswig-Holstein, für die Langzeituntersuchungen fortgeführt werden sollen. Der Pinnsee gehört zu diesen Seen und wird seit etwa 10 Jahren regelmäßig untersucht.

Der Pinnsee liegt in der Nähe von Mölln und ist ein kleiner eutrophierter und gleichzeitig stark versauerter Waldsee. Diese besonderen Bedingungen waren u.a. Grund für die Untersuchungen.

Von beiden Seen wurden im annähernd monatlichen Abstand von März bis November 2004 Schöpf- und Netzproben für die Ermittlung des Phyto- und 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. Die Daten 2004 werden dazu auch mit Altdaten verglichen.

## 3. Topographische und morphometrische Daten

Seefläche (km <sup>2</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> 10 <sup>6</sup> )	EZG inkl. See (km <sup>2</sup> )	mittlere Tiefe (m)	maximale Tiefe (m)
0,08	0,38	2,03	4,8	8,3

Tab. 1: Ausgewählte Seedaten zum Pinnsee.

Der 8 ha kleine Pinnsee bei Mölln liegt in einem Wald in einer Senke und ist daher trotz seiner geringen Tiefe in der Regel bis in den Herbst hinein stabil geschichtet (Daten von 2004). Das relativ große Einzugsgebiet des Pinnsee (EZG/Seevolumen = 5,34) weist auf die Eutrophierung des Sees hin (Tab. 1).

## **4. Methodik**

### **4.1 Feldmethodik**

Die Proben wurden in etwa an der tiefsten Stelle entnommen. Für die Phytoplanktonanalyse wurden Schöpfproben aus 1 m Tiefe entnommen und mit Lugol'scher Lösung in 100 ml Glasflaschen versehen.

Für die Zooplanktonanalyse wurden im Pinnsee bei jeder Probenahme jeweils Proben aus den Tiefen 1, 2, 5 und 7 m entnommen. Dazu wurden aus jeder entsprechenden Tiefe 2.5 Liter Wasser mit dem Ruttner-Schöpfer entnommen (Gesamt: 10 Liter) und mit einem 55 µm- Netz eingengt. Die Proben 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
- Bourelly, 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 Krytogamen-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. Magdeburg: 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. *Limnologia* **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

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.

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 wurden die Probenvolumina aus dem Schöpfervolumen und der Anzahl der Schöpfungen pro Probennahme ermittelt (siehe Feldmethodik).

## 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.
- 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.
- 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. Zum anderen wurde bei stärkerer Vergrößerung pro Probe ein Foto bei 250facher Vergrößerung erstellt.

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

## 5. Ergebnisse Plankton

### 5.1 Überblick

Es wurden vom Pinnsee jeweils 8 Proben bezüglich Phyto- und Zooplankton untersucht. Die Proben entstammen dem Zeitraum März bis November 2004. Der Vergleich der Biovolumina und Chlorophyll a Gehalte ergab eine schwache Korrelation beider Größen (Abb. 1). Im Mittel ergab der Quotient Chl.a / Biovolumen einen Wert von 0,56 (Median).

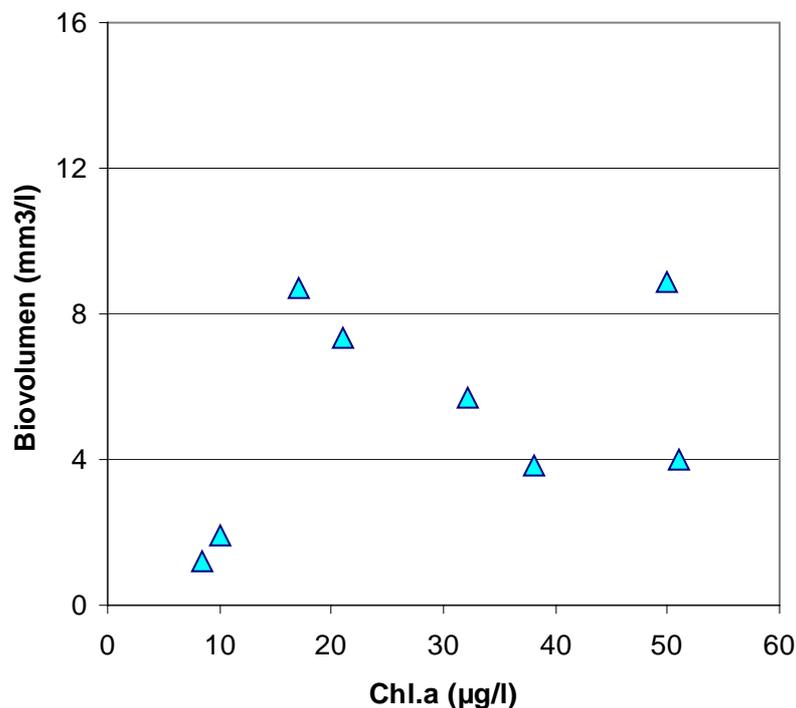


Abb. 1.: Vergleich der Biovolumina und Chlorophyll a Gehalte vom Pinnsee (n = 8; Daten des Jahres 2004).

### 5.2 Plankton im Pinnsee

Es wurden insgesamt 38 Phytoplanktontaxa und 30 Zooplanktontaxa ermittelt. Es dominierten im Jahresverlauf nur wenige Arten. Die Artenlisten sind im Anhang aufgelistet.

#### 5.2.1 Phytoplankton

Am **3.3. 2004** dominierten sehr deutlich Chlorophyceen (62 % Anteil an der Gesamtbio-masse) und Dinophyceen (33 % Anteil) (Abb. 2). Die Chlorophyceen wurden ausschließlich durch die kleine Art *Scenedesmus opoliensis* und die Dinophyceen durch die Arten *Gymnodi-*

*nium uberrimum* (21 % Anteil) und *Gymnodinium cf. lantzschii* (12 % Anteil) vertreten. Die Art *Cosmarium spec.* aus der Gruppe der Conjugatophyceen erreichte einen Anteil von 4 %. Ansonsten traten wie im gesamten Jahr vornehmlich langgestreckte Formen wie *Pseudanabaena* und *Koliella* auf, wenn auch nur in relativ geringen Dichten. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $5,7 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden insgesamt nur 13 Taxa ermittelt.

Neun Wochen später am **12.5. 2004** nahm die Biomasse zu. Es dominierten erneut die beiden Großgruppen Chlorophyceen (46 % Anteil an der Gesamtbiomasse) und Dinophyceen (43 % Anteil), mit den gleichen dominanten Vertretern wie im März. Einen größeren Anteil als im März erreichte *Cosmarium spec.* (11 % Anteil). Das Gesamt-Biovolumen betrug  $8,9 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 12 Taxa ermittelt.

Einen Monat später am **14.6. 2004** verschob sich die Artenzusammensetzung weiter hin zu den Conjugatophyceen. Sie erreichten nun einen Anteil von 47 %, mit dem einzigen Vertreter *Cosmarium spec.* Dinophyceen (31 % Anteil) mit dem Hauptvertreter *Gymnodinium uberrimum* (27 % Anteil) und Chlorophyceen (23 % Anteil) mit der einzigen Art *Scenedesmus opoliensis* waren weiterhin stark vertreten. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $7,4 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 9 Taxa ermittelt.

Am **13.7. 2004** bei leicht steigender Biomasse verschob sich die Artenzusammensetzung noch weiter hin zu den Conjugatophyceen. Ihr Anteil betrug nun 73 %, mit der einzigen Art *Cosmarium spec.* Dinophyceen (25 % Anteil), erneut durch *Gymnodinium uberrimum* (23 % Anteil) vertreten, waren die zweite wichtige Gruppe. Die Chlorophyceen (2 % Anteil) wiesen nur noch geringe Anteile auf. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $8,7 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 12 Taxa ermittelt.

Im August nach einer längeren Schönwetterperiode mit den höchsten Temperaturen des ganzen Jahres gab es einen drastischen Wechsel bei den dominanten Arten, bei gleichzeitig deutlich abnehmenden Algen-Biovolumina und deutlich zunehmenden Zooplankton-Biomassen (s.u.). Am **23.8. 2004** trat erstmalig seit März die Art *Dinobryon pediforme* aus der Gruppe der Chrysophyceen auf. Sie dominierte das Plankton mit einem Anteil von 66 % an der Gesamtbiomasse. Daneben waren die Dinophyceen (26 % Anteil) mit den Vertretern *Gymnodinium uberrimum* und *Peridinium spec.* häufiger zu finden. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $1,9 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden nur 8 Taxa gefunden.

Im Herbst bei einer Durchmischungstiefe von inzwischen 5 m Tiefe und beginnender Auflösung des Tiefenchlorophyllmaximums (s.u. Kap. 6) wurden erneut geringe Biovolumina ermittelt, bei jedoch steigender Taxazahl. Es dominierte am **29.9. 2004** sehr deutlich *Gymnodinium uberrimum* (70 % Anteil an der Gesamtbiomasse). Daneben waren noch Cryptophyceen (15 % Anteil) und Chrysophyceen (11 % Anteil) mit dem einzigen Vertreter *Dinobryon pediforme* häufiger. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $1,2 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 13 Taxa ermittelt.

Einen Monat später am **21.10. 2004** bei Vollzirkulation war das Tiefenchlorophyllmaximum aufgelöst. Es wurden deutlich erhöhte Biovolumina und die höchste Diversität im gesamten Jahr in 1 m Tiefe ermittelt (28 gefundene Taxa). Es dominierten *Gymnodinium uberrimum* (50 % Anteil an der Gesamtbiomasse) und *Dinobryon pediforme* (34 % Anteil), daneben Cryptophyceen (10 % Anteil) und Chlorophyceen (5 % Anteil). Das Gesamt-Biovolumen betrug  $3,8 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 28 Taxa ermittelt.

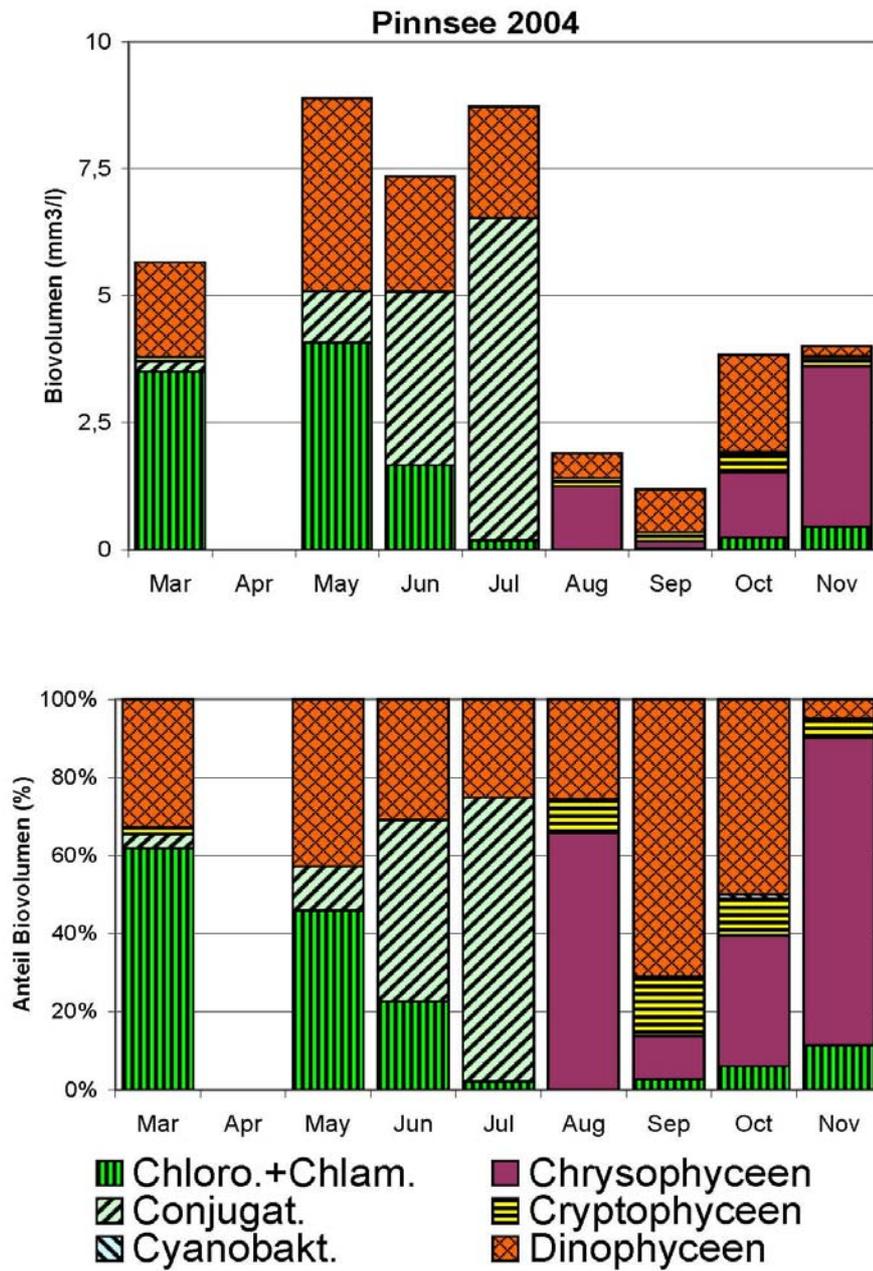


Abb. 2: Phytoplankton-Großgruppen des Pinnsees 2004. Proben aus 1 m Tiefe. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Im Spätherbst am **10.11. 2004** wurden trotz deutlich abnehmender Temperatur- und Lichteinstrahlung etwas höhere Biovolumina als im Oktober ermittelt. Es dominierte nun sehr deutlich *Dinobryon pediforme* (79 % Anteil), während *Scenedesmus opoliensis* immerhin einen Anteil von 11 % aufwies. Das Gesamt-Biovolumen betrug  $4,0 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ . Es wurden 22 Taxa ermittelt.

### 5.2.2 Zooplankton

Am **3.3. 2004** wurde beim Zooplankton geringe Dichten und eine geringe Diversität ermittelt. Von Rädertieren wurden nur 2 Ind./l gezählt, mit den drei Arten *Filinia terminalis*, *Keratella quadrata* und *Synchaeta spec.* Cladoceren (0,1 Ind./l) waren nur durch *Alonella nana* vertreten. Copepoden wurden insbesondere durch Nauplien vertreten (92 pro l), während Copepodite (18 pro l) und die adulte Form *Cyclops strenuus* (3 Ind./l) geringere Abundanzen aufwiesen.

Am **12.5. 2004** nahm insbesondere die Vielfalt etwas zu. Es wurden 6 Rädertierarten gefunden, jedoch mit geringen Dichten (zusammen 2 Ind./l). Cladoceren wurden durch drei litorale kleinwüchsige Arten vertreten. Die Abundanzen der Copepoden gingen gegenüber März zurück, mit der weiterhin einzigen Art *Cyclops strenuus* (1 Ind./l).

Einen Monat später am **14.6. 2004** nahm die Abundanz der Rädertiere zu (25 Ind./l), insbesondere durch die Art *Keratella quadrata* (20 Ind./l). Die Cladoceren wurden durch *Bosmina longirostris* (0,1 Ind./l), die Copepoden durch *Cyclops strenuus* (0,1 Ind./l) vertreten. Die Larve der Mücke *Chaoborus* wurde wie im Mai gefunden, mit einer Abundanz von 0,2 Ind./l.

Am **13.7. 2004** wurde das Zooplankton wie im Vormonat in der Abundanz vor allem durch Rädertiere (7 Ind./l) und Nauplien (10 Ind./l) geprägt. Die Rotatorien waren die vielfältigste Gruppe (5 Arten), mit der Hauptart *Keratella quadrata* (6 Ind./l). In den anderen Gruppen gab es keine gravierenden Veränderungen gegenüber Juni.

Am **23.8. 2004** nach einer längeren Schönwetterperiode wurde ein Massenvorkommen der kleinwüchsigen Cladoceren-Art *Ceriodaphnia quadrangula* (439 Ind./l) beobachtet, bei gleichzeitig drastischen Abfall der Phytoplanktonbiomasse. Daneben waren die Rädertiere die zahlenmäßig häufigste Gruppe (17 Ind./l), mit den Hauptvertretern *Keratella cochlearis* (5 Ind./l) und *Conochilus unicornis* (8 Ind./l). Copepoden wurden vor allem durch Nauplien (52 pro l) geprägt.

Einen Monat später am **29.9. 2004** bei fast Vollzirkulation erhöhte sich deutlich die Rädertierdichte, auf nunmehr 274 Ind./l. Die Hauptarten waren *Polyarthra vulgaris* (230 Ind./l) und *Keratella cochlearis* (25 Ind./l). Bei *Ceriodaphnia quadrangula* wurde ein Einbruch der Population verzeichnet (41 Ind./l). Copepoden wurden erneut durch Nauplien (46 pro l) geprägt.

Am **21.10. 2004** nach Auflösung des Tiefenchlorophyllmaximums wurden keine drastischen Veränderungen beim Zooplankton beobachtet. Die Rädertiere (238 Ind./l) wurden erneut vor allem durch *Polyarthra vulgaris* (232 Ind./l) vertreten, während *Ceriodaphnia quadrangula* weiter abnahm (10 Ind./l). Nur die cylopoiden Copepodie nahmen zu (38 pro l).

Im Spätherbst am **11.10. 2004** nahm die Abundanz in allen Gruppen ab. Die Rädertiere waren nur noch mit 14 Ind./l vertreten, während die Cladoceren noch weiter abnahmen, auf nunmehr

6 Ind./l. Die Hauptart war weiterhin *Ceriodaphnia quadrangula*. Die cyclopiden Copepoden mit dem einzigen Vertreter *Cyclops strenuus* (5 adulte Ind./l) wiesen immer noch 18 Copepodite pro Liter auf.

## 6. Bewertung

### 6.1. Allgemeines

Der Pinnsee ist ein relativ nährstoffarmer saurer Waldsee mit relativ geringen Nährstoff- und sehr geringen Silikatgehalten. Der pH liegt im Mittel bei 5,7 (5,4 – 6,1). Die TP – Gehalte betragen in 1 m Tiefe im Jahr 2004 im Jahresmittel 0,028 mg/l, im März + Mai 0,044 mg/l und im Juni – August 0,019 mg/l. Die Si/P-Verhältnisse liegen im Jahresmittel bei 4,7.

Aufgrund der Kessellage im Wald weist der relativ flache Pinnsee eine meist stabile sommerlichen Schichtung auf, im Hochsommer mit nur sehr kleinem Hypolimnion. Bedingt durch die stabile Schichtung wurden in den unteren Wasserschichten erhöhte Nährstoffgehalte gemessen. In 6 m Tiefe wurden im Sommer etwa 3fach erhöhte TP- Werte gegenüber 1 m Tiefe ermittelt (Juni – August: 0,053 mg/l).

pH	LF ( $\mu\text{S/cm}$ )	Chlorid (mg/l)	TP (mg/l)	TN (mg/l)	SiO <sub>2</sub> (mg/l)
5,72	34,3	5,46	0,028	0,74	0,24

Tab. 2: Ausgewählte limnochemische Daten zum Pinnsee in 1 m Tiefe: Jahresmittel März – Nov. 2004 (n = 8) (Daten vom LANU).

Anhand der Phytoplankton-Biomasse (im Jahresmittel 5,2 mm<sup>3</sup>/l) kann der Pinnsee als eutroph bezeichnet werden. Dies zeigt der Vergleich mit Daten zahlreicher Autoren zur Ermittlung der Trophieklasse anhand des Biovolumens (NIXDORF et al. 2005).

Bei sehr hohen N/P-Verhältnissen (2004 im Mittel 31) und absolut geringen TP-Werten wurde relativ zum Phosphorgehalt sehr viel Algenbiomasse im Epilimnion gebildet. Einige Autoren sehen bei sauren Seen die Beziehung der Nährstoffe zur Phytoplanktonbiomasse überdeckt von den Einwirkungen des pH-Wertes. Beim Vergleich von Seen mit verschiedenen pH-Werten konnte eine erhöhte Biomasse beim Vorliegen niedriger pH-Werte festgestellt werden (zusammenfassende Darstellung in PALM 1996). Möglicherweise ist die Konkurrenz unter den vorkommenden Algen bei diesen Bedingungen weniger stark, so dass sich die konkurrenzstärksten Arten „ungestörter“ entwickeln können.

## 6.2 Phytoplankton

### Dominante Großgruppen und Taxa

Im Pinnsee wurden bei den Untersuchungen 2004 und auch in früheren Jahren relativ wenige Arten gefunden. Dies steht im Einklang mit zahlreichen Untersuchungen saurer Gewässer (zusammenfassende Darstellung bei PALM 1996). Im Widerspruch dazu stehen die Untersuchungen von PALM (1996) selbst. Sie fand in einem kleinen sauren windgeschützten Schwarzwaldsee bei engem zeitlichen (teils wöchentlich) und räumlichen Raster (8 Tiefen) über 2 Jahre ca. 400 Arten und erklärte die Diskrepanz mit der unterschiedlich genauen Probenahme und mit dem Vorkommen bzw. Fehlen von submersen Makrophyten. In Seen mit submersen Makrophyten stellte sie eine signifikant höhere Artenzahl fest. Im Pinnsee bei sehr stabiler Schichtung und der Ausbildung eines ausgeprägten Tiefenchlorophyllmaximums (DCM) sind bei einer integrierten Probenahme der euphotischen Zone höhere Artenzahlen zu erwarten. Dies wird auch von NIXDORF et al (2005) für Seen mit Ausbildung eines DCM gefordert.

Dominante Großgruppen im Pinnsee 2004 waren Chlorophyceen, Dinophyceen, Chrysophyceen und die Desmidiaceen aus der Gruppe der Conjugatophyceen. Cryptophyceen waren meist subdominant vertreten. Andere Gruppen wie die Diatomeen und Cyanobakterien, in eutrophen Gewässern vielfach die dominanten Großgruppen, waren in diesem sauren See von sehr untergeordneter Bedeutung. Diese Zusammensetzung dominanter Großgruppen deckt sich mit anderen Untersuchungen in sauren Kleingewässern (zusammenfassende Darstellung bei PALM 1996).

Die Datenauswertung von 3 Jahren 2002 – 2004 zeigt, dass nur wenige Arten / Taxa im Pinnsee dominant hervortraten. Im März bis April ist eindeutig die Gattung *Scenedesmus* das überaus dominante Taxon (Tab. 3). Die Scenedesmen im Pinnsee sind eher kleinere Formen mit meist nur 2 Zellen pro Kolonie wie *S. opoliensis* 2004 (Abb. 4). Die sehr kleine Körpergröße mit maximal 7 µm Länge bedeutet ein hohes Oberflächen/Volumen – Verhältnis und damit ein schnelles Wachstum im Frühling (r-Strategie; REYNOLDS 1984). Auch im Mai und Juni bei bereits ausgeprägter Temperaturschichtung war diese Art dominant. Zum einen sinkt im sehr windgeschützten Pinnsee die sehr kleine und gleichzeitig koloniebildende Art trotz fehlender Geißeln nur sehr langsam ab. Ende Mai gab es einen Temperatureinbruch mit mittleren Temperaturen unter 10 °C über mehrere Tage (Abb. 3), der in diesem flachen See mit Temperaturen bis von 8 bis 15 °C im Metalimnions möglicherweise zu einer Durchmischung eines Großteils des Metalimnions über längere Zeit geführt hat und somit die unbegeißelten *Cosmarium*- und *Scenedesmus*-Zellen wieder in höhere Wasserschichten verfrachtet hat.

Im Sommer dominierten im Pinnsee nur Flagellaten, ausgenommen die kleine Art *Cosmarium* im Juni und Juli 2004. Die Mobilität ist in diesem See mit oft fehlender Turbulenz und bezüglich Nährstoffen zunehmend auszehrenden Epilimnion ein deutlicher Konkurrenzvorteil. In ähnlichen Seen wurde dies ebenso beobachtet (PALM 1996). Die gefundenen Flagellaten-Formen sind überwiegend Taxa, die zur Mixotrophie fähig sind (Dinophyceen, Chrysophyceen, Cryptophyceen; s.u.).

Im Sommer, zudem subdominant auch in anderen Jahreszeiten, war an vielen Terminen in den drei Jahren der Panzerflagellat *Gymnodinium uberrimum* dominant vertreten (Tab. 3,

Abb. 5), teilweise mit sehr hohen Biomassen (2003). *G. uberrimum* ist ein großvolumiger relativ dünnwandiger Panzerflagellat (Dinophyceen), der wie auch andere große Panzerflagellaten zahlreiche Konkurrenzvorteile gegenüber anderen Algengruppen hat. Durch seine Größe und den Besitz von Geißeln ist er in der Lage, an einem Tag große Strecken im Wasserkörper zurückzulegen. Desweiteren schützt ihn sein großes Körpervolumen vor dem Fraß der meisten Zooplankter. *G. uberrimum* bildet Cysten, die im Sediment überwintern können. Wie auch andere Algengruppen sind die meisten Dinophyceen mixotroph, d.h. sie können bei sehr geringen Photosyntheseraten zusätzlich Nahrungspartikel, insbesondere Bakterien, aufzunehmen (POPOVSKY 1982, POPOVSKY & PFISTER 1982).

*G. uberrimum* kann somit aufgrund seiner großen Mobilität und des Schutzes vor Fraß bei großem Nährstoffmangel in tiefere Schichten wandern, um dort Bakterien aufzunehmen (siehe DCM im Pinnsee mit möglicherweise Bakterien). In verschiedenen Gewässern war *G. uberrimum* in Zonen mit sehr starker Beschattung dominant (TARDIO *et al.* 2003). *G. uberrimum* gilt zudem als ein Vertreter des Phytoplanktons, der in saurem Milieu gehäuft vorkommt (HOEHN 1993).

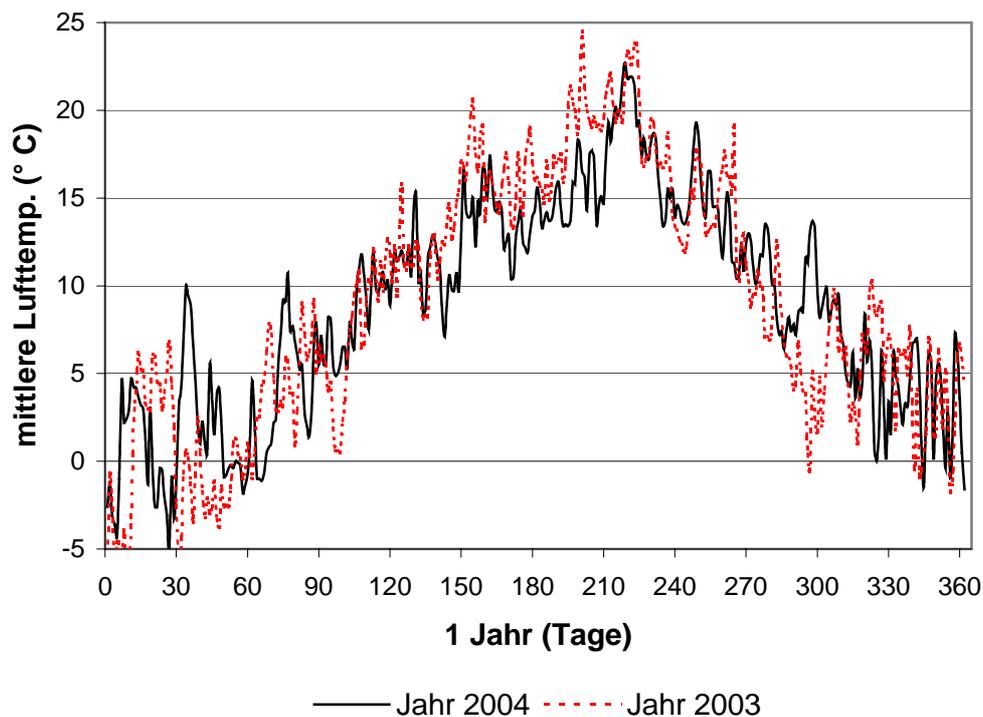


Abb. 3: Mittlere Lufttemperatur in 2 m Höhe über dem Erdboden (Tageswerte) der Wetterstation Schleswig: 2004 und im Vergleich dazu 2003 (Daten vom dwd).

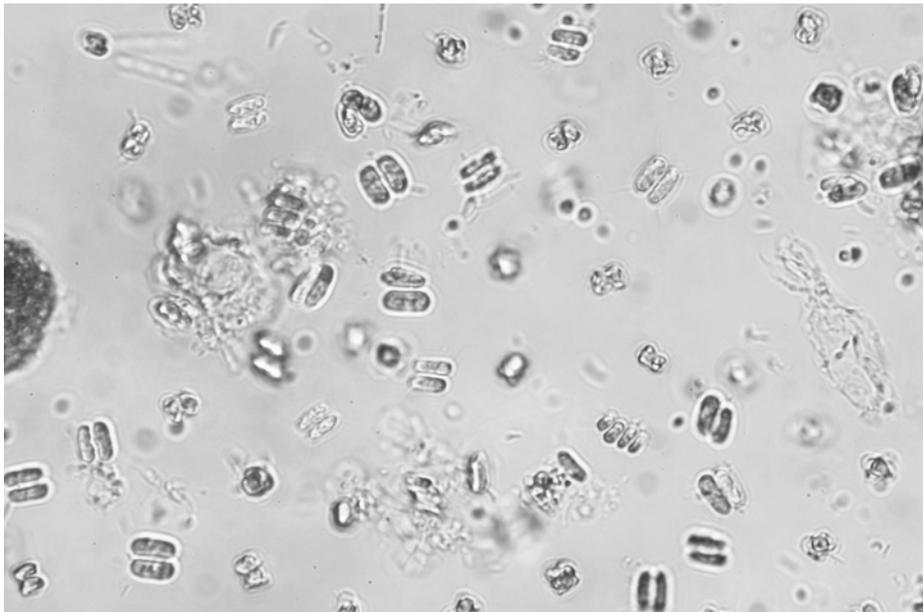


Abb. 4: *Scenedesmus opoliensis* im Pinnsee im Juni 2004 (Foto Arp, bei 400facher Vergrößerung erstellt).

Im Sommer und Herbst war neben *Gymnodinium uberrimum* die Goldalge *Dinobryon pediforme* das dominante Taxon (Tab. 3, Abb. 6). Diese Art hat aufgrund ihrer Zellform bzw. Koloniebildung ein relativ zum Volumen der Zelle großes Oberflächen/Volumen-Verhältnis der Zelle. Diese Art nimmt 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 bzw. in kälteren Wasserschichten und geringere Anfälligkeit bei Turbulenzen) (REYNOLDS 1984). *Dinobryon pediforme* wuchs im Pinnsee insbesondere im Spätsommer und Herbst bei zunehmender Turbulenz.

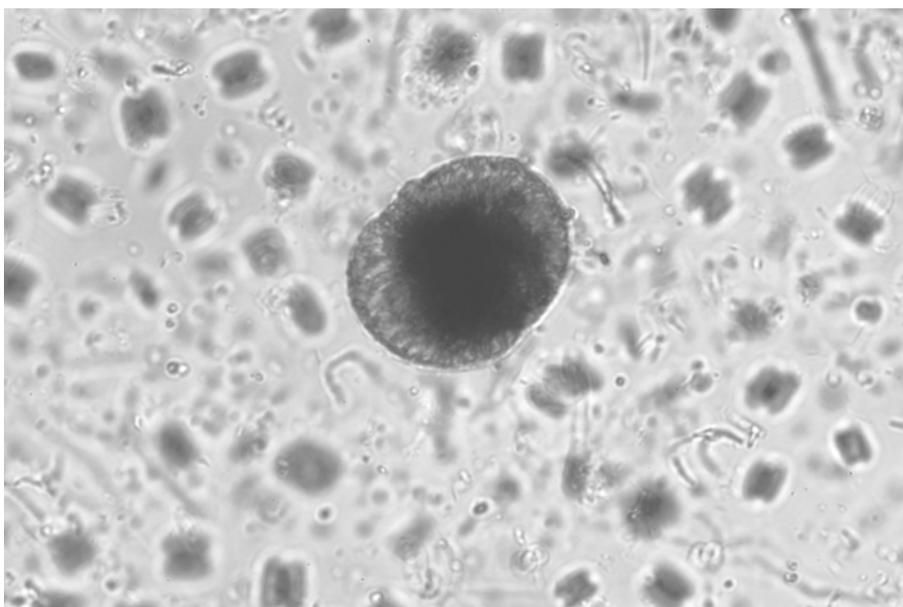


Abb. 5: *Gymnodinium uberrimum* (in der Mitte) im Pinnsee im März 2004 (Foto Arp, bei 400facher Vergrößerung erstellt).

Monat	2002	2003	2004
März	-	<i>Scenedesmus</i> Gruppe Armata	<i>Scenedesmus opoliensis</i> , <i>Gymnodinium uberrimum</i>
April	<i>Scenedesmus spp.</i>	<i>Scenedesmus</i> Gruppe Armata	-
Mai	-	<i>Scenedesmus</i> Gruppe Armata	<i>Scenedesmus opoliensis</i> , <i>Gymnodinium uberrimum</i>
Juni	-	<i>Cosmocladium</i> <i>Peridinium</i> / <i>Peridiniopsis</i>	<i>Cosmarium spec.</i> , <i>Scenedesmus opoliensis</i> , <i>Gymnodinium uberrimum</i> ,
Juli	-	<i>Gymnodinium uberrimum</i> , <i>Stephanodiscus neoastraea</i> , Cryptophyceen	<i>Cosmarium spec.</i> , <i>Gymnodinium uberrimum</i> ,
Aug.	<i>Gymnodinium uberrimum</i>		<i>Dinobryon pediforme</i>
Sept.	-	<i>Gymnodinium uberrimum</i> , <i>Dinobryon pediforme</i> , <i>Peridinium umbonatum</i>	<i>Gymnodinium uberrimum</i>
Okt.	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	<i>Gymnodinium uberrimum</i> , <i>Dinobryon pediforme</i> , <i>Peridinium umbonatum</i>	<i>Gymnodinium uberrimum</i> , <i>Dinobryon pediforme</i>
Nov.	-	<i>Gymnodinium uberrimum</i> , <i>Dinobryon pediforme</i> , <i>Synura sphagnicola</i> , <i>Scenedesmus</i>	<i>Dinobryon pediforme</i>

Tab. 3: Dominante Taxa bzw. Gruppen des Phytoplanktons im Pinnsee 2002 – 2004 (Daten 2002 + 2003 vom LANU). In jedem Jahr wurde das Plankton von einem anderen Bearbeiter analysiert.

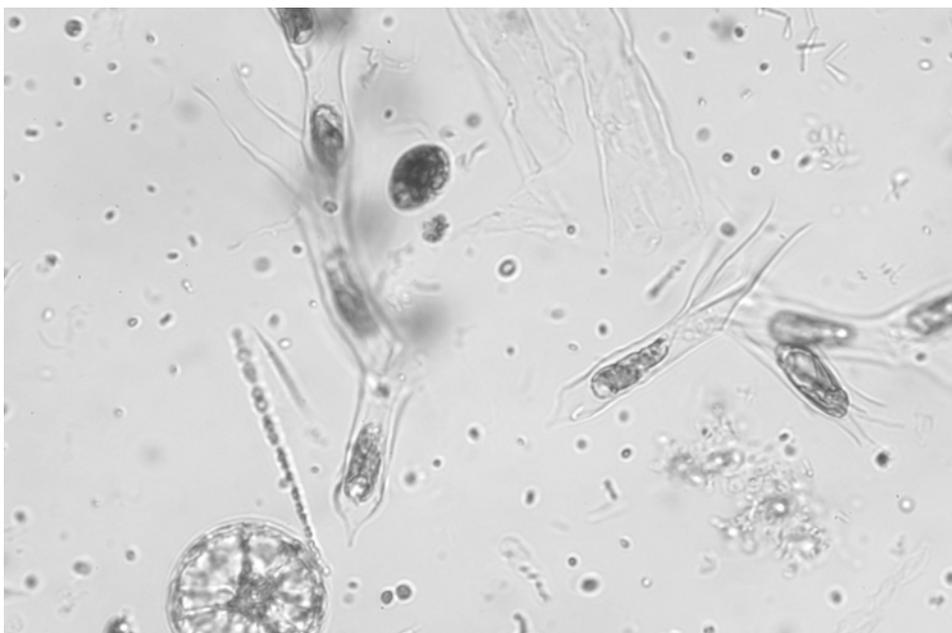


Abb. 6: *Dinobryon pediforme* im Pinnsee im Oktober 2004 (Foto Arp, bei 400facher Vergrößerung erstellt).

## **Jahreszeitlicher Muster**

Die Ergebnisse 2004 und die Auswertung von Altdaten des LANU aus den Jahren 2002 und 2003 zeigen geringe jahreszeitliche und interanuelle Schwankungen in der Zusammensetzung der Großgruppen und dominanten Taxa (Abb. 7), wenn auch mit stärkeren Schwankungen der absoluten Biomasse. Die relativ zu anderen Seen stabilen Bedingungen im Pinnsee ermöglichen oft eine ungestörte jahreszeitliche Sukzession.

2004 wurde Ende August nach einer längeren Schönwetterperiode ein deutlicher Wechsel in der Artenzusammensetzung von Desmidiaceen hin zu großen, weniger gut fressbaren Formen der Dinophyceen und Chrysophyceen beobachtet. 2002 passierte dieser Dominanzwechsel bereits im Juni / Juli (Abb. 7). Dies verläuft parallel mit einer Massenentwicklung der Zooplankton-Art *Ceriodaphnia quadrangula* im August. Hier führte der Wetterwechsel und das gut fressbare Phytoplankton des Julis (*Cosmarium*) zu einem starken Fraßdruck auf das Phytoplankton, mit der Folge eines Artenwechsel beim Phytoplankton.

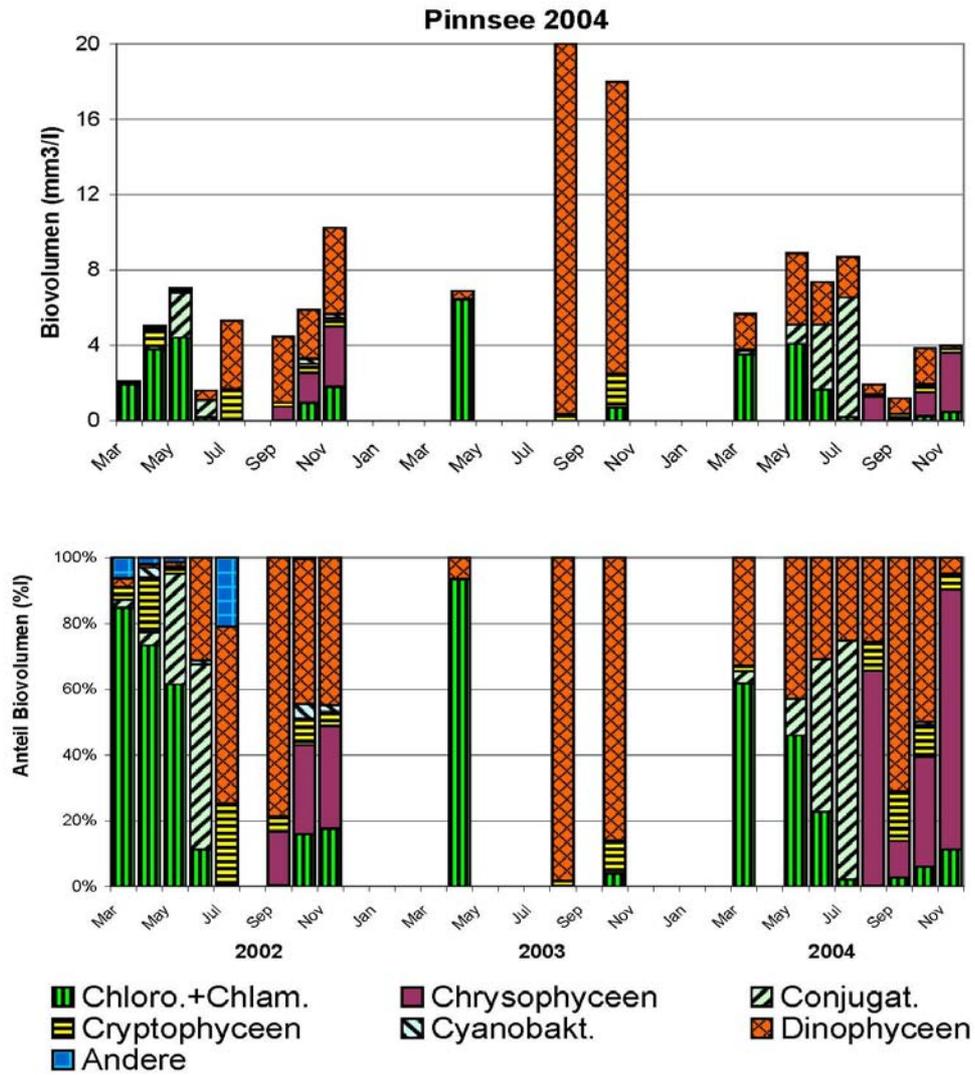
## **Ausbildung eines Tiefenchlorophyll-Maximums (DCM)**

Parallel zur Probenahme des Phytoplanktons wurden zur Ermittlung der vertikalen Chlorophyllverteilung für verschiedene Algengruppen vom LANU Vertikalprofile mit einer Fluoreszenzsonde der Fa. Moldaenke durchgeführt.

Im Pinnsee wurde im gesamten Sommer in 5 bis 8 m Tiefe ein deutliches Tiefenchlorophyllmaximum (DCM) mit bis zu 10fach höheren Werten als im Epilimnion gefunden. Es waren ausschließlich Vertreter der spektralen „grünen Gruppe“. Dieser spektralen Gruppe entsprechen die Chlorophyceen und Euglenophyceen, möglicherweise auch Bakterien (Bacteriochlorophyll a). Dies wäre noch zu untersuchen.

Das DCM zeigt die sehr stabilen Bedingungen im Pinnsee im gesamten Sommer bis in den Herbst hinein an, vor allem aufgrund der windgeschützten Lage.

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). Im Pinnsee nahm die Phytoplankton-Biomasse im Oktober und November, nachdem im Verlauf des Oktobers das DCM aufgelöst wurde, wieder deutlich zu.



**Abb. 7:** Jahreszeitliche Entwicklung der Phytoplankton-Großgruppen im Pinnsee 2002 – 2004. Daten 2002 und 2003 vom LANU.

## 6.3 Zooplankton

Das Zooplankton 2004 war zum einen von großen Schwankungen in der Abundanz und zum anderen von einer geringen Vielfalt geprägt (30 gefundene Arten). Insbesondere die Copepoden waren mit nur einer Art vertreten.

Die Rotatoria traten erst im Herbst gehäuft auf. In dieser Zeit des Pflanzenabbaus nahm die Bakteriendichte vermutlich deutlich zu. Hauptvertreter war die herbivore bakterienfressende Art *Polyarthra vulgaris*.

Die Crustaceen wurden in der Gruppe der Cladoceren vor allem durch kleinwüchsige Formen vertreten. Herausragender Vertreter mit teils hohen Abundanzen im Sommer war die Art *Ceriodaphnia quadrangula*. Sie ist ein typischer Vertreter oligo- bis schwach eutropher saurer, kalkarmer Gewässer und kommt bei pH-Werten bis 3,9 vor. *Ceriodaphnia quadrangula* besiedelt vor allem kleinere Gewässer, wo sie u.a. zwischen meist zwischen Pflanzen im Litoral lebt. In geschichteten Seen führt sie ausgeprägte Vertikalwanderungen durch und ernährt sich hauptsächlich von Bakterien und kleinsten Algen (FLÖßNER 2000). Im Pinnsee erreichte sie 2004 ihr Maximum im August, durch Wegfraß des gut verwertbaren Phytoplanktons (vor allem *Comarium*). Die Sichttiefe stieg in der Zeit deutlich an. Danach gab es einen Artenwechsel beim Phytoplankton hin zu sperrigen schlecht verwertbaren Arten.

Die cylopoiden Copepoden waren nur durch die Art *Cyclops strenuus* vertreten. Diese sowohl pelagisch als auch im Litoral lebende Form ist ein typischer Vertreter von Kleingewässern, in größerer Abundanz auch in periodischen Kleingewässern (EINSLE 1993). Calanoide Copepoden wurden zu keinem Zeitpunkt gefunden.

Zusammenfassend zeigen die Daten ein artenarmes Zooplankton mit vornehmlich bakterivorer Ernährungsweise.

## 7. Literatur

- ATT (1998): Erfassung und Bewertung von Planktonorganismen.- AG Trinkwassertalsperren e.V. Arbeitskreis Biologie, ATT Techn. Inf.. NR. 7: 1 – 150.
- 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: 1 - 206.
- Flößner, D. (2000): Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Backhuys Publishers, Leyden, The Netherlands: 1 - 419.
- Hoehn, E. (1993): Phytoplankton succession and development of trophic state of an oligo-mesotrophic drinking-water reservoir ("Kleine Kinzig") in the Black Forest, Germany.- Verh. Internat. Verein. Limnol. 25: 1176 – 1180.
- Lindholm, T. (1992): Ecological role of depth maxima of phytoplankton.- Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 35: 33-45

- 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.
- Tardio, M., M. Toltoti, G. Novarino & M. Cantonati (2003): Ecological and taxonomic observations on the flagellate algae characterising four years of enclosure experiments in Lake Tovel (Southern Alps).- *Hydrobiologia* 502 (1-3): 285 – 296.
- Palm, K. (1996): Das Phytoplankton des Huzenbacher Sees, eines dystrophen Karsees im Nordschwarzwald.- Dissertation am Limnologischen Institut der Albert-Ludwig-Universität Freiburg i. Br.: 1 - 202.
- 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.
- Popovski, J. (1982): Another case of phagotrophie by *Gymnodinium helveticum* Penard f. achroum Skuja.- *Arch. Protistenk.* 125: 73 – 78.
- Reynolds, C. S. (1984): Phytoplankton periodicity: the interactions of form, function and environmental variability.- *Freshwater Biology* 14: 111 - 142.
- Schwoerbel, J. (1994): Methoden der Hydrobiologie, Süßwasserbiologie. 4 . Auflage.- Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 1 – 368..
- 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 Erstellung des Berichtes.

Ebenfalls einen Dank 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

## 10. Anhang

### 10.1 Taxaliste Phytoplankton des Pinnsees

Gefundene Taxa Pinnsee 2004	Autor
<b>Bacillariophyceae:</b>	
Nitzschia	HASSALL
Nitzschia acicularis	(KUETZING) W.SMITH
Stephanodiscus neoastraea	HAKANSSON & HICKEL
Tabellaria flocculosa	(ROTH) KUETZING
<b>Chlamydomonadophyceae:</b>	
Chlamydomonas	EHRENBERG
Chlamydomonas 5-10µm	
<b>Chlorophyceae:</b>	
Koliella	HINDAK
Koliella longiseta	(VISCHER) HINDAK
Monoraphidium contortum	(THURET) KOMARKOVA-LEGNEROVA
Scenedesmus acuminatus	(LAGERHEIM) CHODAT
Scenedesmus acutus	MEYEN
Scenedesmus opoliensis	P.RICHTER
<b>Chrysophyceae:</b>	
Chrysococcus	KLEBS
Dinobryon pediforme	(LEMMERMANN) STEINECKE
Mallomonas	PERTY
Synura	EHRENBERG
<b>Conjugatophyceae:</b>	
Closterium acutum var. linea	(PERTY) W. & G.S. WEST
Cosmarium	CORDA ex RALFS
Gonatozygon monotaenium	DE BARY
<b>Cryptophyceae:</b>	
Cryptomonas 10-15µm	
Cryptomonas 15-20µm	
Cryptomonas 20-25µm	
Cryptomonas 25-30µm	
Cryptomonas erosa	EHRENBERG
<b>Cyanobakterien:</b>	
Aphanocapsa	NAEGELI
Komvophoron	ANAGNOSTIDIS & KOMAREK
Lemmermanniella flexa	HINDAK
Limnothrix planctonica	(WOLOSZYNSKA) MEFFERT
Planktothrix agardhii	(GOMONT) ANAGNOSTIDIS & KOMAREK
Pseudanabaena	LAUTERBORN
Pseudanabaena catenata	LAUTERBORN
Pseudanabaena tenuis	KOPPE
<b>Dinophyceae:</b>	
Ceratium hirundinella	(O.F.MUELLER) DUJARDIN
Gymnodinium lantzschii	UTERMUEHL
Gymnodinium uberrimum	(ALLMAN) KOFOID AND SWEZY

Peridinium	EHRENBERG
<b>Euglenophyceae:</b>	
Euglena acus	EHRENBERG
Phacus	DUJARDIN

## 10.2 Taxaliste Zooplankton des Pinnsees

### Taxa-Liste Pinnsee, 2004:

#### Ciliata

Ciliata indet.

*Tintinnopsis* sp.

*Vorticella* sp.

#### Rotatoria

Bdelloida indet.

*Conochilus unicornis* ROUSSELET 1892

*Filinia terminalis* (PLATE 1886)

*Keratella cochlearis* (GOSSE 1851)

*Keratella cochlearis f. tecta* (LAUTERBORN 1900)

*Keratella quadrata* (MÜLLER 1786)

*Keratella quadrata f. valga* (Ehrenberg 1834)

*Lecane cf. luna* (MÜLLER 1776)

*Lecane cf. lunaris* (EHRENBERG 1832)

*Polyarthra dolichoptera* IDELSON 1925

*Polyarthra vulgaris* CARLIN 1943

*Pompholyx sulcata* (HUDSON 1885)

*Synchaeta* sp. (EHRENBERG 1832)

*Trichocerca pusilla* (Lauterborn 1898)

*Trichocerca similis* (WIERZEJSKI 1893)

*Trichotria tetractis* (Ehrenberg 1830)

#### Cladocera

*Alonella nana* BAIRD 1843

*Bosmina longirostris* (O.F. MÜLLER 1785)

*Ceriodaphnia quadrangula* (O.F. MÜLLER 1785)

*Chydorus sphaericus* (O.F. MÜLLER 1776)

#### Copepoda

Nauplien

#### Cyclopoida

Copepodite

*Cyclops strenuus* FISCHER 1851

#### Sonstige

*Arcella* sp.

*Chaoborus* sp. (LICHTENSTEIN 1800)

*Diffflugia* sp.

Harpacticoida indet.