

Landesamt für Natur und Umwelt  
des Landes Schleswig-Holstein

**Sonderprogramm**  
**Versauerung Pinnsee**

**Untersuchung des Phyto- und Zooplanktons des Pinnsees**  
**(Schleswig-Holstein)**

**Kurzbericht 2002**

von  
Berit Speth

**Auftragnehmer:**

Speth & Speth GbR  
Rothenhörn 9,  
24647 Wasbek

# 1 Aufgabenstellung

Im Rahmen des Sonderprogramms "Versauerung Pinnsee" wurde die Besiedlung des Pelagials stichprobenhaft untersucht. Die Zusammensetzung der Planktonbiozönose, die Abundanzen und das Biovolumen der quantitativ wichtigen Organismen wurde anhand der Proben dreier ausgewählter Termine erfaßt.

## 2 Material und Methoden

Die Beprobung der Freiwasserzone erfolgte an drei ausgewählten Terminen, so daß die Zusammensetzung der Planktonbiozönose im Frühjahr (April), im Sommer (August) und im Herbst (Oktober) erfaßt wurde.

### 2.1 Phytoplankton

Es standen drei mit Formalin fixierte Netzplanktonproben (10 µm) aus 0-5 m und drei mit saurer Lugolscher Lösung fixierte Wasserproben aus 1 m Tiefe zur Verfügung. Die quantitative Auswertung erfolgte nach Absedimentation einer Subprobe der Wasserprobe am Umkehrmikroskop.

Die Bestimmung der Organismen erfolgte unter Verwendung folgender Literatur: BOURRELLY (1966, 1968, 1970), Ettl (1983), Huber-Pestalozzi (1938, 1941, 1950), Komárek & Anagnostidis (1998), Komárek & Fott (1983), Krammer & Langebertalot (1991), Lenzenweger (1996), Nygaard (1945), Popovsky & Pfiester (1990), Starmach (1985).

### 2.2 Zooplankton

Es standen drei quantitative Proben (1, 2, 5 und 7 m; jeweils 2,5 l) und drei mit Formalin fixierte Netzplanktonproben (55 µm) aus 0-7 m zur Verfügung.

Ciliaten wurden anhand der unfiltrierten Wasserproben (s. Phytoplankton) am Umkehrmikroskop gezählt.

Die Bestimmung der Zooplankton-Taxa erfolgte unter Verwendung folgender Literatur: Einsle (1993), Flößner (1972), Lieder (1996), Pontin (1978), Ruttner-Kolisko (1972).

### 3 Ergebnisse

#### Phytoplankton

Im Pinnsee wurden insgesamt 29 Phytoplankton-Taxa festgestellt. Davon stellen Cyanophyceae: 4, Cryptophyceae: 1, Chrysophyceae: 2, Chlorophyceae: 6, Conjugatophyceae: 3, Euglenophyceae: 2, Bacillariophyceae: 3, Dinophyceae: 6, Raphidophyceae: 1, Xanthophyceae: 1.

Von folgenden der beobachteten Arten sind besonders Vorkommen in sauren Gewässern beschrieben: *Isthmochloron trispinatum*, *Gonyostomum* sp., *Koliella longiseta* f. *tenuis*, *Micrasterias thomasiana* var. *notata*, *Micrasterias truncata*, *Tabellaria flocculosa*, Vertreter des *Peridinium umbonatum*-Komplexes\*.

*Dictyosphaerium sphagnale* kommt in Moorgewässern vor, wobei mir keine Angaben zum pH-Wert vorliegen.

\*Die Taxonomie des *P. umbonatum*-Komplexes ist noch nicht befriedigend gelöst. Während Huber-Pestalozzi (1950) 9 Arten in dieser Gruppe unterscheidet, wurden diese von Popovsky & Pfiester (1990) unter *P. umbonatum* vereinigt.

Im Frühjahr wurde die Phytoplankton-Gemeinschaft durch einzellige Grünalgen dominiert, die 93% des Gesamt-Biovolumens ausmachten. Vertreter der Gattung *Scenedesmus* stellten allein fast 90% des Gesamt-Biovolumens (6,9 mm<sup>3</sup>/l, Tab. II). Weiterhin waren nur noch kleine Dinoflagellaten (*Amphidinium*/*Katodinium*) von Bedeutung, die einen Biovolumenanteil von 7% erreichten.

Im August wurde mit 20 mm<sup>3</sup>/l ein hohes Gesamt-Biovolumen ermittelt. Dieses wurde zu 98 % von Dinoflagellaten gestellt, wobei allein das große *Gymnodinium uberrimum*\*\* einen Anteil von 82 % erreicht. Weiterhin waren Vertreter des *Peridinium umbonatum*-Komplexes von Bedeutung (16%).

\*\**G. uberrimum* konnte anhand der Lebendprobe identifiziert werden. Eine Bestimmung anhand von fixiertem Material ist nicht möglich.

Auch im Oktober waren Dinoflagellaten mit einem Biovolumen-Anteil von 86% dominant. Das Gesamt-Biovolumen war mit 18 mm<sup>3</sup>/l nur etwas niedriger als im August. *G. uberrimum* war wiederum die vorherrschende Art, während *P. umbonatum*

relativ und absolut an Bedeutung abgenommen hat. Cryptophyceen waren mit einem Biovolumen-Anteil von 10 % vertreten.

## **Zooplankton**

Es wurden insgesamt 13 Zooplankton-Taxa (ohne Protozoa) determiniert, davon entfallen auf die einzelnen Gruppen: Rotatoria: 10, Cladocera: 2, Copepoda: 1.

Das mehrzellige Zooplankton (Metazooplankton) des Pinnsees ist arten- und individuenarm. Calanoide Copepoden und Daphnien wurden nicht beobachtet. Ciliaten (Protozooplankton) waren demgegenüber sehr zahlreich vertreten.

Im Frühjahr waren Nauplien, cyclopoide Copepodide und adulte *Cyclops strenuus* zahlreich vertreten (Tab. III). *Keratella hiemalis* und *K. valga* waren die wichtigsten Rädertiere.

In der Sommer- und in der Herbstprobe waren Copepoden und ihre Juvenilstadien nur in sehr niedrigen Abundanzen vertreten. Im August waren Rädertiere mit sieben Arten vertreten, von diesen war *Polyarthra* cf. *major* dominant. Im Oktober war der Wasserfloh *Ceriodaphnia quadrangula* der vorherrschende Zooplankter bei insgesamt geringem Zooplanktonaufkommen.

## 4 Zusammenfassende Bewertung

Sowohl die Phytoplankton- als auch die Zooplankton-Biozönose des Pinnsees sind artenarm. Die Gesamt-Biovolumina des Phytoplanktons waren - insbesondere im August und im Oktober - sehr hoch. Im Gegensatz dazu waren die Abundanzen des Zooplanktons zu diesen Terminen eher gering. Von 1998 bis 2000 wurden schon dreimal ähnlich hohe Gesamt-Biovolumina ( $< 17 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ ) wie im August und Oktober diesen Jahres erfaßt. Diese früheren Spitzen wurden im wesentlichen von der Conjugatophyceae cf. *Cosmocladium* verursacht, während in diesem Jahr - wie auch schon im vorigen Jahr bei jedoch deutlich niedrigeren Gesamt-Biovolumina - Dinoflagellaten (s.u.) dominierten (Tab. IV).

In einer Studie an schwedischen Seen stellten ALMER et al. (1974) eine deutliche Abnahme der Artenzahl des Phytoplanktons unterhalb von pH 5,8 fest. In der Regel tragen in sauren Seen weniger als 10 Arten wesentlich zur Gesamtbiomasse bei; im pH-Bereich 3-4 können es sogar weniger als 6 Arten sein, die  $> 1\%$  zur Biomasse beitragen (NIXDORF et al. 1998). Im Pinnsee waren es in diesem Jahr jeweils 3-6 Taxa, auf die dies zutrifft. Die Phytoplanktonbiomasse muß in sauren Gewässern nicht unbedingt niedriger sein als in nicht-sauren. Die Biomasse ist in erster Linie mit dem Phosphor-Gehalt des Gewässers korreliert (LENHART & STEINBERG 1985). Die im Pinnsee 2002 festgestellten Gesamt-Biovolumina ( $6,9\text{-}20,0 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ ) liegen in einem Bereich, der sehr eutrophe Seen kennzeichnet.

Erstmals wurden in diesem Jahr vereinzelt Schalen planktischer Diatomeen beobachtet. Das Fehlen planktischer Diatomeen ist charakteristisch für versauerte Seen. Auch die Raphidophyceae cf. *Gonyostomum* wurde als Einzelfund (Lebendprobe) beobachtet. *Gonyostomum* ist besonders in sauren Gewässern verbreitet.

Wie im Vorjahr 2001 bildeten auch in diesem Jahr Dinoflagellaten im August und im Oktober den Hauptanteil des Biovolumens. Vor allem *Gymnodinium uberrimum* bewirkt aufgrund seiner Größe ein beachtliches Biovolumen. Ebenfalls von Bedeutung waren Vertreter des *Peridinium umbonatum*-Komplexes. Vertreter des *P. umbonatum*-Komplexes und *Gymnodinium* spp. sind typische Phytoplankter in sauren Gewässern im pH-Bereich 3-5.

Wie in den beiden Vorjahren (2000-2001: Abundanzen aus Schöpferproben vorhanden) war auch in diesem Jahr das Metazooplankton im Frühjahr am zahlreichsten entwickelt.

Die Individuenzahlen im August und im Oktober/November waren relativ gering bei gleichzeitig hohem Biovolumen des Phytoplanktons. Havens & DeCosta (1985) argumentieren, daß das niedrige Verhältnis von Zooplankton : Phytoplankton in sauren Gewässern (im Vergleich zu nicht-sauren Gewässern ähnlicher Trophie) zum Teil durch die Dominanzstruktur des Phytoplanktons in ersteren erklärt werden könnte. Dominieren nämlich thekate Dinoflagellaten (z.B. Vertreter des *P. umbonatum*-Komplexes), die als schlecht freißbare bzw. wenig genutzte Futteralgen für Herbivore gelten, so kann das bedeuten, daß ein großer Teil des Phytoplanktons nicht für die Herbivoren saurer Gewässer als Nahrung zur Verfügung steht. Über die Verwertbarkeit von großen athekaten Dinoflagellaten (z.B. *Gymnodinium uberrimum*) durch herbivores Metazooplankton kann nur spekuliert werden, daß für viele die Zellgröße dieser Beute ein Handicap darstellen dürfte.

Es wurden im Pinnsee keine Daphnien und calanoiden Copepoden beobachtet. Während Rädertiere relativ unempfindlich gegen niedrige pH-Werte sind - wobei die Individuendichten in sauren Gewässern jedoch teilweise geringer sein können, reagieren Cladoceren, v.a. Daphnien deutlich empfindlicher auf erniedrigte pH-Werte. Nicht zu erklären ist das Fehlen von calanoiden Copepoden, die in sauren Gewässern durchaus vertreten sein können (insbesondere *Eudiaptomus gracilis*, ERIKSSON et al. 1980, ALMER et al. 1974).

Die Artenzusammensetzung der Plankton-Gemeinschaft des Pinnsees zeigt die beschriebenen charakteristischen Merkmale einer Biozönose eines sauren Sees. Der Faktor Nährstoffgehalt wirkt auf die Produktivität der Gemeinschaft ein, wobei durch den pH-Wert beeinflusste spezifische Wechselwirkungen, wie z. B. ein geringerer Grazer-Druck, zu berücksichtigen wären.

## 5 Literatur

ALMER, B.; DICKSON, W.; ECKSTRÖM, C.; HORNSTRÖM, E.; MILLER, U. (1974): Effects of acidification on Swedish lakes. - *Ambio* 3(1): 30-36.

BOURRELLY, P.(1966): Les Algues d'eau douce. 1. Les algues vertes, Édition Boubée & Cie, Paris

BOURRELLY, P.(1968): Les Algues d'eau douce. 2. Les algues jaunes et brunes. Chrysophycees, Pheophycees, Xanthophycees et Diatomees. Édition Boubée & Cie, Paris

BOURRELLY, P.(1970): Les Algues d'eau douce. 3. Les algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines. Édition Boubée & Cie, Paris

EINSLE, U. (1993): Crustacea. Copepoda. Calanoida und Cyclopoida. - Süßwasserfauna von Mitteleuropa (Hrsg. Schwoerbel, J. & Zwick, P.), Bd. 8/4 - 1, Stuttgart, Jena.

ERIKSSON, M.O.G., HENRIKSON, L., NILSSON, B.-I., NYMAN, G., OSCARSON, H.G. & STENSON, A.E. (1980): Predator-prey relations important for the biotic changes in acidified lakes. - *Ambio* 9: 248-249.

ETTL, H. (1983): Chlorophyta I. - Süßwasserflora von Mitteleuropa (Hrsg. Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H. & Mollenhauer, D.) 9, Jena.

FLÖßNER, D. (1972): Krebstiere, Crustacea. Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda; Fischläuse, Branchiura. - Die Tierwelt Deutschlands (Hrsg. Dahl, M. & Peus, F.) 60, Jena.

HAVENS, K. & DECOSTA, J. (1985): An analysis of selective herbivory in an acid lake and its importance in controlling phytoplankton community structure. - *J. Plankton Res.* 7: 207-222.

HUBER-PESTALOZZI, G. (1938): Allgemeiner Teil, Blaualgen, Bakterien, Pilze. - Die Binnengewässer (Hrsg. Thienemann, A.) 16, Das Phytoplankton des Süßwassers 1, Stuttgart.

HUBER-PESTALOZZI, G. (1941): Chrysophyceen. Farblose Flagellaten. Heterokonten. - Die Binnengewässer (Hrsg. Thienemann, A.) 16, Das Phytoplankton des Süßwassers 2, 1. Hälfte, Stuttgart.

HUBER-PESTALOZZI, G. (1950): Cryptophyceen, Chloromonadinen, Peridineen. - Die Binnengewässer (Hrsg. Thienemann, A.) 16, Das Phytoplankton des Süßwassers 3, Stuttgart.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. (1998): Cyanoprokaryota. 1. Teil: Chroococcales. - Süßwasserflora von Mitteleuropa, (Hrsg. Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H. & Mollenhauer, D.) 19/1, Jena.

KOMÁREK, J. & FOTT, B. (1983): Chlorococcales. - Die Binnengewässer (Hrsg. Elster, H.-J. & Ohle, W.) 16, Das Phytoplankton des Süßwassers 7, 1. Hälfte, Stuttgart.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1991): Bacillariophyceae. 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. - Süßwasserflora von Mitteleuropa (Hrsg. Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H. & Mollenhauer, D.) 2/3, Jena.

LENHART, B. & STEINBERG, C. (1985): Gewässerversauerung. - In: Limnologie für die Praxis. Grundlagen des Gewässerschutzes. Ecomed, Landsberg, München.

NIXDORF, B.; MISCHKE, U. & LEßMANN, D. (1998): Chrysophytes and chlamydomonads: pioneer colonists in extremely acidic mining lakes (pH<3) in Lusatia (Germany). - Hydrobiologia 369/370: 315-327.

POPOVSKY, J. & PFIESTER, L.A. (1990): Dinophyceae. - Süßwasserflora von Mitteleuropa (Hrsg. Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H. & Mollenhauer, D.) 6, Jena.

## **Anhang**

**Tab. I:** Artenliste des Phyto- und des Zooplanktons.

**Tab. II:** Abundanzen und Biovolumina des Phytoplanktons.

**Tab. III:** Abundanzen des Zooplanktons.

**Tab. IV:** Biovolumina und prozentualer Anteil der Algengruppen im Pinnsee von 1998-2002.

**Tab. I: Artenliste des Phyto- und des Zooplanktons**

---

<b>Phytoplankton:</b>	<b>Zooplankton:</b>
<b>Cyanophyceae</b> <i>Komvophoron</i> sp. <i>Lemmermanniella flexa</i> Hindák <i>Pseudanabaena</i> sp. <i>Snowella</i> sp.	<b>Ciliata</b> Ciliata indet.
<b>Cryptophyceae</b> Cryptophyceae indet.	<b>Rotatorien</b> <i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty 1850 <i>Conochiloides</i> sp. Hlava 1904 <i>Filinia terminalis</i> (Plate 1886) <i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott 1879) <i>Keratella cochlearis</i> (Gosse 1851) <i>Lecane</i> sp. (Nitzsch 1827) <i>Polyarthra major</i> Burckhardt 1900 <i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski 1893)
<b>Chrysophyceae</b> <i>Mallomonas</i> sp. <i>Synura</i> sp.	<b>Cladocera</b> <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F. Müller 1785) <i>Chydorus</i> sp. Leach 1816
<b>Chlorophyceae</b> <i>Chlamydomonas</i> sp. <i>Dictyosphaerium sphagnale</i> Hind. <i>Koliella longiseta</i> Hind. f. <i>tenuis</i> Nygaard <i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn. <i>Scenedesmus</i> spp. <i>Scenedesmus pannonicus</i> Hortobágyi	<b>Copepoda</b> <b>Cyclopoida</b> <i>Cyclops strenuus</i> Fischer 1851
<b>Conjugatophyceae</b> cf. <i>Cosmocladium</i> sp. <i>Micrasterias thomasiana</i> Arch. var. <i>notata</i> (Nordst.) Grönblad <i>Micrasterias truncata</i> (Corda) ex Breb.	<b>Sonstige:</b> <i>Chaoborus</i> sp.
<b>Euglenophyceae</b> <i>Euglena</i> sp. <i>Phacus</i> sp.	
<b>Bacillariophyceae</b> <b>Centrales</b> solitäre Thalassiosiraceae indet.	
<b>Pennales</b> <i>Nitzschia</i> sp. <i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	
<b>Dinophyceae</b> <i>Amphidinium/Katodinium</i> sp. <i>Ceratium furcoides</i> (Lev.) Langh. <i>Ceratium hirundinella</i> (O.F. Müller) Duj. <i>Gymnodinium</i> sp. <i>Gymnodinium uberrimum</i> (Allman) Kofoid & Swezy <i>Peridinium umbonatum</i> -Komplex	
<b>Raphidophyceae</b> cf. <i>Gonyostomum</i> sp.	
<b>Xanthophyceae</b> <i>Isthmochloron trispinatum</i> Skuja	

**Tab. II: Abundanzen und Biovolumina des Phytoplanktons**

Pinnsee: Phytoplankton	09.04.2002		13.08.2002		28.10.2002		
	1 m		1 m		1 m		
	Zellvol. [µm <sup>3</sup> ]	Abund. [n/ml]	Biovol. [mm <sup>3</sup> /l]	Abund. [n/ml]	Biovol. [mm <sup>3</sup> /l]	Abund. [n/ml]	Biovol. [mm <sup>3</sup> /l]
<b>Cyanophyceae</b>							
<i>Komvophoron</i> sp.		x		x		x	
<i>Lemmermaniella flexa</i>						x	
<i>Pseudanabaena</i> sp.						x	
<i>Snowella</i> sp.						x	
<b>Cryptophyceae</b>							
Cryptophyceae indet. > 20 µm	1536	x		235,62	0,36	732,61	1,13
Cryptophyceae indet. < 20 µm	720					948,79	0,68
<b>Chrysophyceae</b>							
<i>Mallomonas</i> sp.						x	
<i>Synura</i> sp.						x	
<b>Chlorophyceae</b>							
<i>Chlamydomonas</i> sp.		x		x			
<i>Dictyosphaerium sphagnale</i>		x				x	
<i>Koliella longiseta</i> var. <i>tenuis</i>	12	2329,94	0,03				
<i>Monoraphidium contortum</i>	27	7854,54	0,21				
<i>Scenedesmus</i> spp.	25	193868,16	4,75			17966,96	0,44
<i>Scenedesmus pannonicus</i>	20	74228,80	1,45			13931,60	0,27
<b>Conjugatophyceae</b>							
cf. <i>Cosmocladium</i> sp.						x	
<i>Micrasterias thomasiana</i> var. <i>notata</i>						x	
<i>Micrasterias truncata</i>		x				x	
<b>Euglenophyceae</b>							
<i>Euglena</i> sp.						x	
<i>Phacus</i> sp.						x	
<b>Bacillariophyceae</b>							
<b>Centrales</b>							
solitäre Thalassiosiraceae indet.						x	
<b>Pennales</b>							
<i>Nitzschia</i> sp. (cf. <i>acicularis</i> )				x			
<i>Tabellaria flocculosa</i>						x	
<b>Dinophyceae</b>							
<i>Amphidinium/Katodinium</i> sp.	167	2714,26	0,45				
<i>Ceratium furcoides</i>				x			
<i>Ceratium hirundinella</i>				x			
<i>Gymnodinium</i> sp.		x		x		x	
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	11759			1386,97	16,31	847,74	9,97
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	24841			1,70	0,04	205,96	5,12
<i>Peridinium umbonatum</i> -Komplex	1760			1867,11	3,29	226,31	0,40
<b>Raphidophyceae</b>							
cf. <i>Gonyostomum</i> sp.						x	
<b>Xanthophyceae</b>							
<i>Isthmochloron trispinatum</i>		x					
"Picoplankton" < 3 µm						x	
<b>Summe</b>			<b>6,90</b>		<b>20,00</b>		<b>18,00</b>

**Tab. III: Abundanzen des Zooplanktons**

<b>Pinnsee: Zooplankton</b>	<b>09.04.2002</b>	<b>13.08.2002</b>	<b>28.10.2002</b>
	[Ind./l]	[Ind./l]	[Ind./l]
<b>Ciliata</b>			
Ciliata indet.	57225	52210	125895
<b>Rotatorien</b>			
<i>Ascomorpha ecaudis</i>		<1	
<i>Conochiloides</i> sp.	3		
<i>Filinia terminalis</i>	x		
<i>Kellicottia longispina</i>		<1	
<i>Keratella hiemalis</i>	27		
<i>Keratella valga</i>	13	<1	
<i>Lecane</i> cf. <i>lunaris</i>	2	2	
<i>Lecane</i> sp.		x	x
<i>Polyarthra</i> cf. <i>major</i>		71	9
<i>Trichocerca similis</i>		x	
<b>Cladocera</b>			
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>		<1	27
<i>Chydorus</i> sp.	3		x
<b>Copepoda</b>			
Nauplien	332	2	x
<b>Cyclopoida</b>			
Copepodide	136	5	3
<i>Cyclops strenuus</i>	13	x	<1
<b>Sonstige:</b>			
<i>Chaoborus</i> sp.		x	

