

Pinnsee

Herausgeber:

Landesamt für Natur und Umwelt
des Landes Schleswig-Holstein
Hamburger Chaussee 25
24220 Flintbek
Tel.: 0 43 47 / 704-0
www.lanu-sh.de

Ansprechpartner:

Wolfgang Paetzholdt; Tel.: 0 43 47 / 704-425
Dr. Fred Schulz; Tel.: 0 43 47 / 704-422

Titelfotos (Fotoautor):

Blick auf die flache Bucht im Nordosten

(Joachim Stuhr);

kleine Fotos von links nach rechts:

Goldalge *Dinobryon pediforme*,

Phasenkontrastaufnahme (Dr. Mandy Bahnwart),

Frühjahrsblick von Osten (Dr. Claus-Joachim Otto),

Moor-Kieselalge *Tabellaria flocculosa*

(Dr. Mandy Bahnwart)

Herstellung:

hansadruck, Kiel

Dezember 2006

ISBN: 3-937937-15-3

Schriftenreihe: LANU SH – Gewässer B 57

Diese Broschüre wurde auf
Recyclingpapier hergestellt.

Diese Druckschrift wird im Rahmen der
Öffentlichkeitsarbeit der schleswig-
holsteinischen Landesregierung heraus-
gegeben. Sie darf weder von Parteien
noch von Personen, die Wahlwerbung
oder Wahlhilfe betreiben, im Wahl-
kampf zum Zwecke der Wahlwerbung
verwendet werden. Auch ohne zeit-
lichen Bezug zu einer bevorstehenden
Wahl darf die Druckschrift nicht in einer
Weise verwendet werden, die als Partei-
nahme der Landesregierung zu Gunsten
einzelner Gruppen verstanden werden
könnte. Den Parteien ist es gestattet,
die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer
eigenen Mitglieder zu verwenden.

Die Landesregierung im Internet:

www.landesregierung.schleswig-holstein.de

Pinnsee

Kurzfassung	3
Charakteristische Daten.....	4
1. Einleitung.....	6
1.1 Versauerung von Seen und deren Ursachen	6
1.2 Gründe für die Überwachung des Pinnsees im Monitoringprogramm	7
2. Entstehung, Topographie und Morphologie des Untersuchungs- gebietes	8
3. Wassermengenhaushalt	10
3.1 Einzugsgebiet.....	10
3.2 Wasserhaushaltsgrößen	11
4. Ufer und höhere Vegetation.....	13
4.1 Bestand.....	13
4.2 Bewertung	13
5. Die physikalischen und chemischen Bedingungen im Pinnsee	14
5.1 Bedeutung der untersuchten Parameter	14
5.2 Rückblick bis 1996 – Interpretation der Messdaten.....	15
5.2.1 Probenahmen, Datenaufbereitung und Ergebnisdarstellung	15
5.2.2 Jahreszeitlich bedingte Konzentrationsschwankungen	16
5.3 Die physikalischen und chemischen Bedingungen im Pinnsee 2003	27
5.3.1 Temperatur und Sauerstoffhaushalt	27
5.3.2 Leitfähigkeit, Calcium, Säurebindungsvermögen, Sulfat, Chlorid, Kieselsäure, pH-Wert	28
5.3.3 Phosphor, Stickstoff, Eisen, Aluminium.....	31
5.3.4 Chlorophyll, Sichttiefe	32
5.4 Tendenzielle Entwicklung der Versauerung	34

6. Phyto- und Zooplankton	35
6.1 Entwicklung des Phytoplanktons von 1995 bis 2003.....	35
6.2 Entwicklung des Zooplanktons von 1995 bis 2003.....	40
6.3 Bewertung der Phyto- und Zooplanktonentwicklung im Zeitraum 1995 bis 2003 im Hinblick auf das trophische Niveau und die Versauerungsproblematik des Pinnsees	41
7. Sediment	44
8. Makrozoobenthos im Zeitraum von 1997 bis 2003	46
8.1 Artenzusammensetzung	46
8.2 Individuendichten	46
8.3 Bewertung des Makrozoobenthos.....	48
9. Versauerungsindikatoren sowie ökologische Besonderheiten (Zusammenfassung)	53
9.1 Phytoplankton	53
9.2 Zooplankton	53
9.3 Zoobenthos	53
9.4 Ufervegetation und Tauchblattpflanzen	54
10. Belastungssituation des Sees	55
11. Bewertung des Sees	57
12. Empfehlungen	59
13. Literatur	60
14. Anhang	65

Kurzfassung

Im Rahmen der Luftreinhaltekonvention wurde 1986 von der ECE (United Nations Economic Commission for Europe) ein internationales Monitoringprogramm für versauerte Gewässer durch Luftschadstoffe initiiert, an dem Deutschland mit 41 Probestellen (37 Fließgewässer, 2 Seen, 2 Talsperren) beteiligt ist. Die entsprechenden Untersuchungen werden in den betroffenen Bundesländern von verschiedenen Landesämtern und wissenschaftlichen Institutionen durchgeführt. Die Koordination und Weitergabe dieser Daten an das Norwegische Institut für Wasserforschung in Oslo, das für die Koordination und Auswertung der internationalen Datenerhebung zuständig ist, erfolgt durch das Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft in München im Rahmen eines vom UBA geförderten F/E – Vorhabens. In dieses Monitoringprogramm wurde der Pinnsee aufgenommen. Als einer der wenigen Seen im norddeutschen Raum und einziger in Schleswig-Holstein galt er schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts als versauerungsgefährdet, so dass es umfangreiche Daten zu seiner Entwicklung gibt. In diesem Bericht wird die aktuelle Situation anhand der erfassten Daten dargestellt.

Der 0,08 km² große Pinnsee liegt östlich von Mölln, er gehört zur Ratzeburger Seenplatte. Der See hat weder Zu- noch Abfluss, er wird ausschließlich über den Regen, diffusen Oberflächenabfluss und vermutlich über das Grundwasser gespeist. Die maximale Tiefe beträgt 8,3 m, im Mittel ist der See 4,8 m tief. Das Einzugsgebiet von 2,49 km² Fläche liegt im Wald, der zum überwiegenden Teil aus Nadelbäumen besteht.

Aufgrund des geologischen Untergrundes – der See liegt in einem Sanderkegel, bestehend aus grob- und mittelkörnigen Geschiebe- und Schmelzwassersanden – ist der Pinnsee kalkarm und daher durch Versauerung gefährdet. Durch Einträge von Schadstoffen aus der Luft ist der pH-Wert des Sees wohl schon in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts, besonders nach dem 2. Weltkrieg auf Werte unter 5 gesunken. Anhand von Untersuchungen eines Sedimentkernes konnte ein natürlicher pH-Wert von 6,2 rekonstruiert werden.

Der See ist anhand seiner Nährstoffkonzentrationen als schwach eutroph einzustufen, die Chlorophyll a-Konzentrationen liegen allerdings weit darüber. Es ist zu vermuten, dass bei diesem See hinsichtlich der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften

der Trophieaspekt durch den Versauerungsaspekt überlagert wird.

Die chemischen und physikalischen Untersuchungen der letzten Jahre zeigen, dass sich die Situation im Pinnsee wieder bessert. In den 80er Jahren lag der pH-Wert im Mittel bei 4,6, seitdem steigt er langsam – auf 5,6 im Jahr 2003 – an. Aluminium und Spurenmetalle sind nicht in nennenswerter Menge nachzuweisen. Der Rückgang der Schwefeldioxidemissionen von Kraftwerken, Industrieanlagen, Müllverbrennung etc. sind Grund für den Anstieg des pH-Wertes im Niederschlag und somit vermutlich auch im Pinnsee.

Die Artenzusammensetzung der Plankton-Gemeinschaft zeigt charakteristische Merkmale einer Biozönose eines sauren Sees. Sie zeichnet sich durch geringe Artenzahlen, aber zum Teil sehr hohe Biomasse einzelner Phytoplankter aus. Auch die Ufer- und Unterwasservegetation ist aufgrund der sauren Verhältnisse relativ artenarm, weist aber stabil erscheinende Populationen einiger typischer und gefährdeter Arten derartiger Standorte auf. Die Untersuchung des Zoobenthos bestätigt, dass es sich beim Pinnsee in der Gesamtbetrachtung um ein mäßig eutrophes Gewässer handelt, wobei die Beurteilung der Litoralfauna einen nährstoffärmeren Zustand anzeigt als die der Profundalfauna. Insgesamt deuten diese Untersuchungen auf die oben erwähnte Überlagerung des Trophieaspektes durch den Versauerungsaspekt hin. In allen Lebensgemeinschaften kommen säuretolerante Arten vor, sie sind aber nicht oder nur zeitweise prägend.

Generell scheinen die Lebensgemeinschaften des Sees bislang nicht messbar auf den Anstieg des pH-Wertes reagiert zu haben. Da die pH-Wert-Schwankungen von Jahr zu Jahr zum Teil erheblich sind, ist der untersuchte Zeitraum für Trendanalysen zu kurz. Es spielen neben dem pH-Wert weitere Faktoren wie Licht, Nährstoff- und Sauerstoffgehalt oder Räuber-Beute-Beziehungen eine entscheidende Rolle bei der Zusammensetzung der Biozönosen.

Vom Badebetrieb gehen derzeit keine übermäßigen Belastungen auf die Vegetation aus. Eine Umwandlung des umgebenden Nadelwaldes in Misch- oder Laubwald könnte dazu beitragen, die Versauerung weiter zu reduzieren, um langfristig wieder einen naturnahen Zustand des Pinnsees zu erreichen.

Charakteristische Daten

Topografische Karte (1:25 000):	2330
Fluss-System:	Elbe-Lübeck-Kanal- Trave- Ostsee
Kreis:	Herzogtum Lauenburg
Gemeinde:	Mölln/Fredeburg
Eigentümer:	Stadt Mölln/Kreis Hzgt. Lauenburg
Pächter:	privat
Lage des oberirdischen Einzugsgebietes:	
Rechtswerte:	441510 - 441724
Hochwerte:	594447 – 594685
Höchster Wasserstand (2000-2003, m ü. NN):	
	29,37 – 29,24 – 29,53 – 29,65
Mittlerer Wasserstand (2000-2003, m ü. NN):	
	29,15 – 29,18 – 29,38 – 29,55
Niedrigster Wasserstand (2000-2003, m ü. NN):	
	28,98 – 29,13 – 29,16 – 29,38
Größe des oberirdischen Einzugsgebietes (km ²):	
	2,49
Seefläche (km ²) bei 29,10 m ü.NN:	
	0,08
Seevolumen (m ³) bei 29,10 m ü.NN:	
	380.000
Maximale Tiefe (m):	
	8,3
Mittlere Tiefe (m):	
	4,8
Uferlänge (km):	
	1,43
Theoretische Wasseraufenthaltszeit (a): (bei einem geschätzten Abfluss von 10 l/(s·km ²))	
	0,6
Umgebungsarealfaktor (m ² /m ²):	
	24,4
Umgebungsvolumenfaktor (m ² /m ³):	
	5,13
Uferentwicklung:	
	1,4
Schichtungsverhalten:	
	im Sommer stabil geschichtet
Trophie:	
	schwach eutroph, hinsichtlich des Artenspektrums ist der Trophieaspekt vermutlich durch den Versauerungsaspekt überlagert

Jahresmittelwerte in 1 m Tiefe (aus je drei Werten 1996–2002; aus je acht Werten 2003) im Pinnsee

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Sichttiefe [m]	1,4	2	1	1,6	1	2,6	1,6	1,9
Gesamt-P [mg/l]	0,034	0,031	0,048	0,034	0,055	0,023	0,058	0,033
Gesamt-N [mg/l]	0,9	0,74	0,94	0,82	0,98	0,63	1,06	0,91
Organisch gebundener Kohlenstoff (TOC) [mg/l]	10,7	10,3	10,3	8,0	13,3	8,6	8,6	9,4
Chlorophyll a [μ g/l]	81	57	151	112	114	7	34	29
pH-Wert	5,12	5,02	5,35	5,25	5,28	5,65	5,92	5,58

1. Einleitung

Im Rahmen der Luftreinhaltekonvention wurde 1986 von der ECE (United Nations Economic Commission for Europe) ein internationales Monitoringprogramm für versauerte Gewässer durch Luftschadstoffe initiiert, an dem Deutschland mit 41 Probestellen (37 Fließgewässer, zwei Seen, zwei Talsperren) beteiligt ist. Als einer der wenigen Seen im norddeutschen Raum und Einziger in Schleswig-Holstein ist der Pinnsee seit 1986 in diesem Monitoringprogramm enthalten. Er galt schon sehr früh als versauerungsgefährdet, so dass es umfangreiche Daten zu seiner Entwicklung gibt. In diesem Bericht wird die aktuelle Situation anhand der zwischen 1996 und 2003 vom Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein erfassten Daten dargestellt. Er beruht u.a. auf Auswertungen von Daten und Berichten, die von Frau Johanna Lietz und Frau Dr. Heinke Köhn im Auftrag des LANU erstellt wurden.

1.1 Versauerung von Seen und deren Ursachen

Nährstoffarme Seen mit geringem Pufferungsvermögen können auf Säureeintrag mit erheblichen Absenkungen des pH-Werts reagieren. Dieses als Versauerung bezeichnete Phänomen ist Ende der 60er Jahre zunächst im skandinavischen Raum aufgefallen, als es dort in den überwiegend kalkarmen Klarwasserseen stellenweise zum völligen Verschwinden des Fischbestands kam. Es wurde kurz darauf aber auch in der Bundesrepublik Deutschland beobachtet, wo dieser Seentyp zwar wesentlich seltener vorkommt, aber nicht weniger gefährdet ist.

Als Hauptursache für die Gewässerversauerung wurde damals die Luftverschmutzung durch Emissionen von Kraftwerken, Industrieanlagen, Müllverbrennung, Hausbrand und Verkehr ausgemacht. Anthropogen vermehrt eingetragene Schwefel- und Stickstoffverbindungen bilden mit dem Niederschlag Schwefelsäure und Salpetersäure und damit den „sauren Regen“, der als eines der ersten Themen im Umweltschutzbereich weitreichende öffentliche Aufmerksamkeit fand. Umfangreiche Untersuchungen ergaben, dass es durch den Regen in den Seen zu einer Veränderung des ökologischen Gleichgewichts bis zum Aussterben empfindlicher Organismen kommen kann, unter anderem weil bei entsprechend niedriger Pufferkapazität Aluminium und toxische Schwermetalle freigesetzt werden können. Einträge über Oberflächenabflüsse, Zuläufe oder

Grundwasser können diese Effekte noch verstärken. Diese Entwicklung muss schon mit dem Beginn der Industrialisierung im 19. Jahrhundert eingesetzt haben, wurde aber erst mit zunehmender Sensibilisierung für Umweltverschmutzungen und der Verbesserung der Messtechnik als Problem erkannt.

Auf die weiträumige Verfrachtung von Luftschadstoffen aus dem osteuropäischen Raum bis hin nach Skandinavien konnte zunächst nur begrenzt Einfluss genommen werden. 1979 wurde in Genf von der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa die „Luftreinhaltekonvention“ (Konvention über den weiträumigen, grenzüberschreitenden Transport von Luftverunreinigungen) verabschiedet. Mittlerweile sind von mehr als 30 Staaten aus Europa und Nordamerika Abkommen unterzeichnet worden zur Verminderung der Emissionen von Schwefel, Stickstoff und flüchtigen organischen Verbindungen.

Zur Überprüfung der Erfolge und zur Festlegung neuer Prioritäten wurden diverse regionale, nationale und internationale Programme gestartet. Seit 1984 werden Emissions- und Depositionsdaten in „European Monitoring and Evaluation Programs“ gesammelt und ausgewertet. Die Auswirkungen der Luftverschmutzungen auf Oberflächengewässer wurden insbesondere im International Cooperative Program ICP Waters untersucht. Die letzten Ergebnisse einer flächendeckenden Überwachung in der Bundesrepublik Deutschland wurden vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft herausgegeben (KIFINGER et al. 2001) und gehören zu einem vom Umweltbundesamt geförderten Monitoringprogramm für versauerte Gewässer durch Luftschadstoffe. Diese erfassen den Grad und die geographische Ausbreitung der Versauerung an ausgewählten Probenahmestellen und haben ergeben, dass sich in den deutschen Oberflächengewässern erfreulicherweise langsam ein tendenzieller Rückgang der Versauerung andeutet, weil Maßnahmen zur Luftreinhaltung, insbesondere auch in den neuen Bundesländern nach der Wende eine erhebliche Senkung des Schadstoffausstoßes bewirkt haben. Am stärksten konnten die Schwefeldioxid-Emissionen reduziert werden (DATEN ZUR UMWELT 2000). Trotzdem sinkt der pH-Wert in einzelnen Gewässern auch wieder, so dass noch keine generelle Entwarnung gegeben werden kann.

1.2 Gründe für die Überwachung des Pinnsees im Monitoringprogramm

Bei den weitaus meisten schleswig-holsteinischen Seen ist die Pufferkapazität so groß, dass auch bei hoher Säuredeposition keine Versauerung zu befürchten ist. Allerdings gibt es in kalkarmen Gebieten auch hier Seen mit einem von Natur aus geringen Pufferungsvermögen, die stark gefährdet sind in ihrer Funktion als Lebensraum für seltene Pflanzen- und Tierarten, weil sich anthropogen eingebrachte saure Luftschadstoffe sehr schnell auf den pH-Wert auswirken. Einige dieser Seen findet man im Bereich der Lauenburgischen Seenplatte um Ratzeburg.

Am stärksten ausgeprägt ist die Versauerungstendenz bei dem für das Monitoringprogramm ausgewählten Pinnsee. Weil dieser See einen noch niedrigeren pH-Wert hatte als die anderen, wurde er zu Beginn der 80er Jahre des 20. Jahrhunderts sehr intensiv untersucht (HOFMUTH 1985). Schon ab 1930 muss es hier Säureschübe gegeben haben, die dann nach dem 2. Weltkrieg massiv zunahm. Den Zeitverlauf konnte man aus früheren kolorimetrischen pH-Messungen und anhand von Sedimentkernen, in denen man Kieselalgenschalen als pH-Indikatoren herangezogen hat, ableiten (ARZET 1987).

Zwischen 1986 und 1994 wurden die Daten vom Pinnsee genauso wie die vom Garrensee und Plötschersee im Max-Planck-Institut für Limnologie in

Plön gesammelt und nach Bayern weitergegeben, seit 1995 ist das LANU für die Überwachung dieser Gewässer zuständig und nur die vom Pinnsee in einem speziellen Versauerungsprogramm erhobenen Daten gehen in die bayerischen Berichte ein. Der Garrensee und der Plötschersee, die mit dem Ruschensee in einer eiszeitlichen Rinne hintereinander liegen, werden im Rahmen der üblichen Gewässerbeobachtung kontrolliert. Sie sind weniger versauerungsgefährdet als der Pinnsee, da ihr Wasser etwas stärker gepuffert ist. Die pH – Werte liegen nahe dem Neutralpunkt (LANU 1998).

Gerade bei Seen in Fichtenforsten, wie dem Pinnsee, ist die Versauerungstendenz höher als woanders, zum einen durch eingeschwemmte Huminsäuren, die sich als Rohhumus im Sediment ablagern, zum anderen durch den sogenannten Auskämmeffekt des Waldes. Weil Nadelbäume im Vergleich zu Laubbäumen eine deutlich größere Oberfläche haben, auf der Luftschadstoffe als trockene Deposition abgelagert und akkumuliert werden, können dann besonders bei Niederschlägen nach langen Trockenzeiten zusätzliche starke Säureschübe mit dem Oberflächenabfluss in die Gewässer geraten (SCHWÖRBEL 1999). Die Huminstoffe können beim Pinnsee als Abbauprodukte der Humusaufgaben des umgebenden Nadelwaldes bzw. auch als Ausschwemmungen des kleinen moorigen Verlandungsgebietes angesehen werden. Insofern kommen bei diesem See mehrere Faktoren zusammen, welche die Versauerung begünstigen.

2. Entstehung, Topographie und Morphologie des Untersuchungsgebietes

Der Pinnsee ist ein kleiner Waldsee östlich von Mölln (Abbildung 1). Der See hat weder einen Zufluss noch einen Abfluss, eine hydrologische Verbindung zum Grundwasser ist wahrscheinlich.

Zum direkten Eintrag auf die Seeoberfläche kommen Einträge über die umgebende Vegetation und den diffusen Oberflächenabfluss hinzu.



Abbildung 1: Naturräume in Schleswig-Holstein und die Lage des Pinnsees

Der Pinnsee gehört zur Ratzeburger Seenplatte im Naturraum Östliches Hügelland. Die Seen der Ratzeburger Seenplatte sind nach der Weichseleiszeit vor etwa 15.000 Jahren entstanden. Am Rand der Gletscher bildeten sich hier Schmelzwasserrinnen zur Elbe, in denen während des Abtauens Toteisreste liegen blieben. Diese wurden zunächst mit weiteren Schmelzwassersanden überlagert und erst nach dem vollständigen Abschmelzen füllten sich die Hohlformen mit Wasser. Auf diese Weise entwickelten sich typische, meist abflusslose Klarwasserseen wie der Pinnsee, Garrensee, Plötschersee und Ruschensee.

Der Pinnsee liegt in einem Sandkegel, bestehend aus grob- und mittelkörnigen Geschiebe- und Schmelzwassersanden. Aus diesem Ausgangssubstrat entwickelten sich saure, zum Teil tiefgründige Böden wie Podsol, Podsol-Braunerden, zum Teil vergleht, mit pH-Werten im Oberboden zwischen 3,1 und 3,5 und um 4,4 in tieferen Schichten. Die Humusform ist entsprechend Moder bis Rohhumus.

Der Gehalt an austauschbaren Kationen ist sowohl im Ober- als auch im Unterboden mit 20 mval/kg Boden gering (ZAHN 1990).

In früheren Untersuchungen wurde der See als Humusschlammsee mit moorigem Charakter beschrieben (STEINBERG 1987). Die Niederschläge betragen im Mittel 700 mm/Jahr, die Jahreslufttemperatur beträgt durchschnittlich 8,8 °C. Der Wind weht vorwiegend aus Südwest.

Der See hat eine in West-Ost-Richtung gestreckte Gestalt, die tiefste Stelle mit 8,3 m liegt in der westlichen Hälfte (Abbildung 2). Eine flache Bucht befindet sich im Nordosten des Sees, das restliche Ufer fällt mehr oder weniger steil ab. Das Einzugsgebiet von 2,49 km² Größe ist bewaldet. Der Wald besteht größtenteils aus Kiefern und Fichten, etwa zur Hälfte Altbestand und zur anderen Hälfte vor ca. 50 Jahren angepflanzt, wo vorher hauptsächlich Buchen wuchsen. Der verbliebene Anteil an Buchen und Eichen ist nur sehr gering.

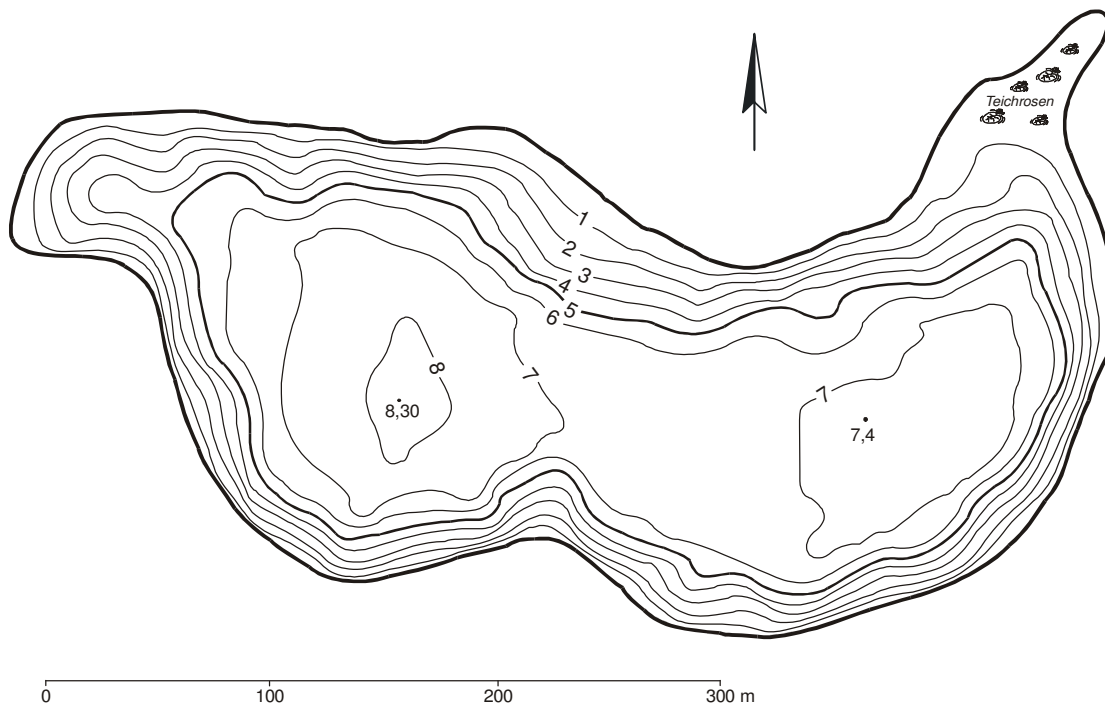


Abbildung 2: Tiefenplan des Pinnsees

3. Wassermengenhaushalt

3.1 Einzugsgebiet

Das oberirdische Einzugsgebiet des Pinnsees beträgt 2,49 km² und ist mit einem Umgebungs-

arealfaktor von 24,4 mäßig groß.

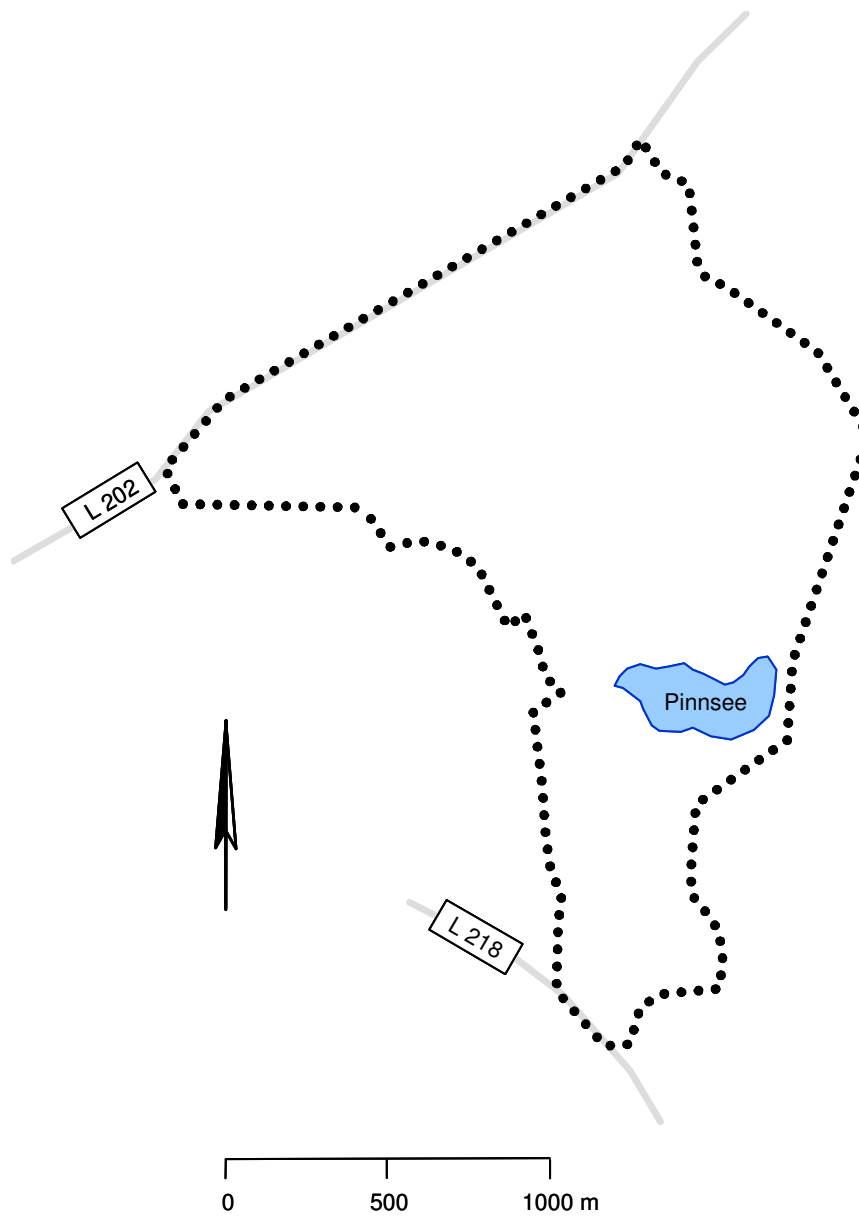


Abbildung 3: Das oberirdische Einzugsgebiet des Pinnsees

3.2 Wasserhaushaltsgrößen

Niederschlag

Im Einzugsgebiet des Pinnsees befindet sich keine Niederschlagsmessstelle. Die Nächste ist die Station Grambek, sie liegt ca. 7,5 km südwestlich vom Pinnsee und soll repräsentativ für das Einzugsgebiet sein. Diese Station wird vom DEUTSCHEN WETTERDIENST (DWD) betreut.

Die Abflussjahre 2000 – 2002 waren überdurchschnittlich nass. Das Abflussjahr 2002 erreichte mit 973 mm 139 % des langjährigen Mittels 1961/90.

Die Monate Februar 2002 mit 154 mm (367 %) und Juli mit 158 mm (229 %) Niederschlag waren für die hohen Niederschlagsmengen ausschlaggebend.

Das darauffolgende Abflussjahr 2003 dagegen war mit 512 mm (73 %) ein extrem trockenes Jahr. Der Monat Februar erreichte mit 5 mm Niederschlag gerade 12 % des langjährigen Monatsmittels. Die Verhältnisse sind in der folgenden Abbildung 4 ersichtlich.

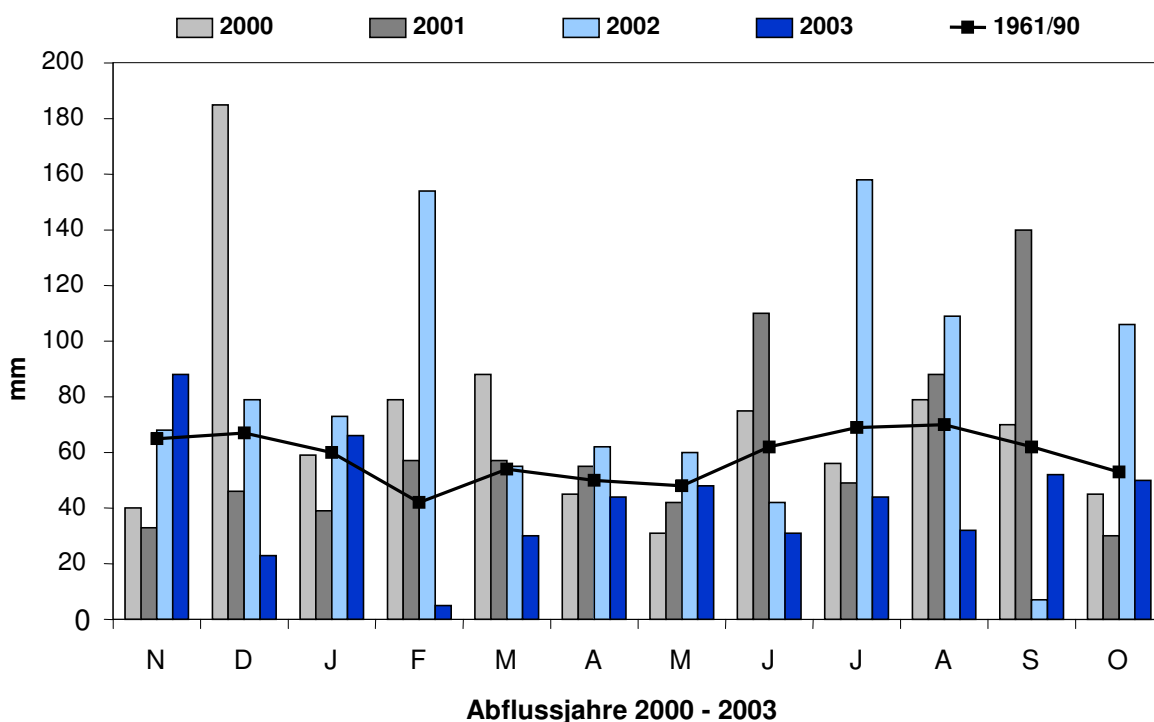


Abbildung 4 : Monatliche Niederschlagshöhe (mm) der Abflussjahre 2000 – 2003 und langjähriges Mittel 1961/90 an der Station Grambek

Wasserstände

Die Wasserstände des Pinnsees wurden durch Einzelablesungen an einer Pegellatte registriert. Die Ablesungen erfolgten unregelmäßig, teilweise vierzehntägig, mindestens aber einmal im Monat. Die daraus errechneten Mittelwasserstände des Sees zeigen in den vier Beobachtungsjahren einen ständigen Anstieg:

Die Wasserstände des abflusslosen Pinnsees sind niederschlagsabhängig, dies zeigte sich im niederschlagsreichen Jahr 2002 sehr deutlich. Der mittlere

Wasserstand stieg von 29,15 m ü. NN im Jahr 2000 auf 29,38 m ü. NN in 2002. Diese schon hohen Wasserstände setzten sich im Winterhalbjahr 2003 noch fort und erreichten für 2003 einen Mittelwert von 29,55 m ü. NN. Dagegen sank der Wasserstand im Sommerhalbjahr 2003 mit einsetzender Trockenheit und zusätzlicher Verdunstung im Oktober auf 29,38 m ü. NN (Abbildung 5).

Der Schwankungsbereich des Seewasserstands in den vier Abflussjahren 2000 - 2003 betrug 67 cm.

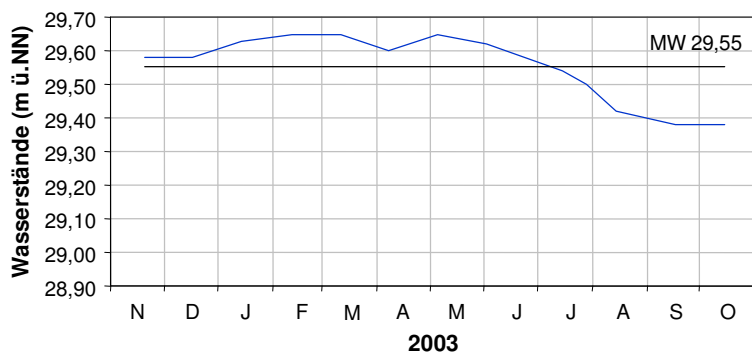
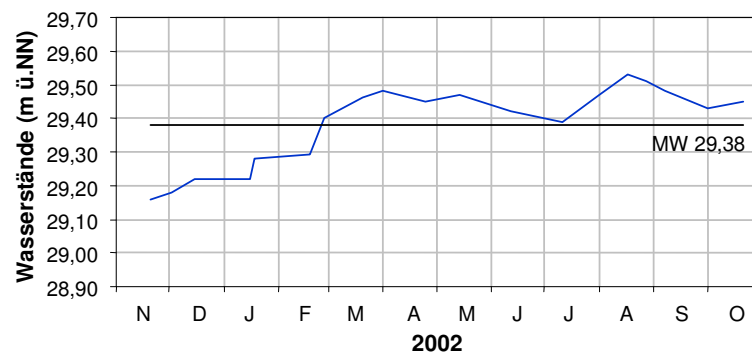
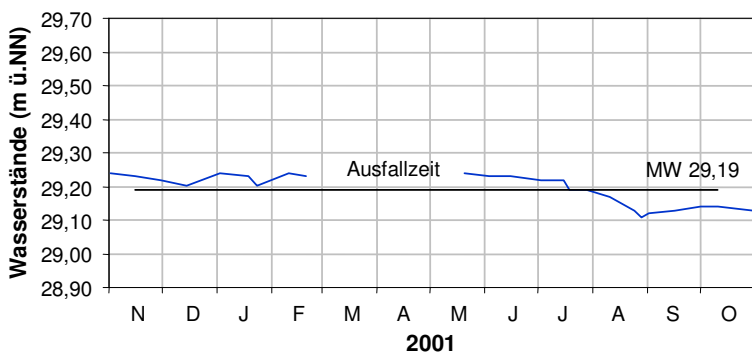
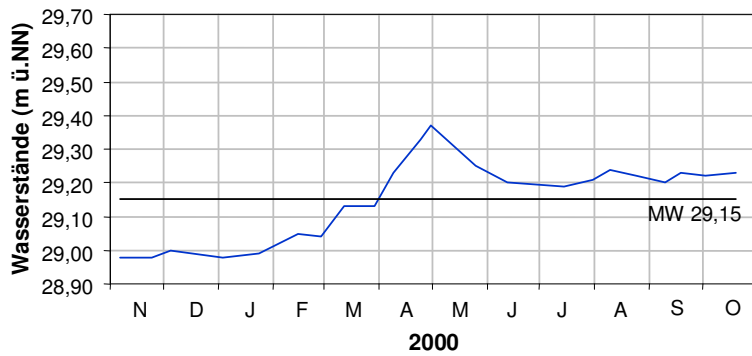


Abbildung 5: Wasserstände des Pinnsees für die Abflussjahre 2000, 2001, 2002 und 2003 (Einzelablesungen)

4. Ufer und höhere Vegetation

Die Ufer- und Unterwasservegetation wurde von STUHR (2000) kartiert. Folgende Ausführungen stammen aus seinem Bericht.

Um den See herum verläuft in Ufernähe ein Rundwanderweg, der selten weiter als 10 m vom Ufer entfernt geführt ist. Besonders im Nordteil des Sees gibt es zahlreiche kleine Badestellen. Die Ufer fallen meist sehr steil ab, eine breitere Verlandungszone, gekennzeichnet durch große Bestände der Gelben Teichrose (*Nuphar lutea*), ist nur im Bereich der Nordostspitze des Sees entwickelt. Ein einreihiger Saum von Erlen (*Alnus glutinosa*) mit Stelzwurzeln sowie über weite Strecken fehlende oder spärlich entwickelte Röhrichte kennzeichnen das schattige Südufer des Pinnsees.

4.1 Bestand

Ufergehölze sind am Pinnsee entsprechend seiner Lage im Wald durchgehend vorhanden, wobei in einem etwa 5 bis 10 m breiten Saum zwischen Wanderweg und Wasserlinie die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) vorherrscht. Im relativ artenarmen Unterwuchs siedeln im Seeuferbereich neben der häufigen Flatter-Binse (*Juncus effusus*) und dem gefährdeten Strauß-Gilbweiderich (*Lysimachia thyrsoiflora*, RL 3) bevorzugt Arten mesotropher, eher saurer Moorstandorte, darunter Wassernabel (*Hydrocotyle vulgaris*), Pfeifengras (*Molinia caerulea*) sowie Torfmoose (*Sphagnum spp.*).

Am mittleren und östlichen Nordufer des Sees finden sich von der Schwarz-Erle dominierte sehr kleinflächige Brüche. In ihrem von Flatter-Binse und Torfmoosen geprägten Unterwuchs treten mit Sumpf-Calla (*Calla palustris*, RL 3), Strauß-Gilbweiderich und Faden-Segge (*Carex lasiocarpa*, RL 3) drei gefährdete Arten auf. Im Nordosten des Sees schließt sich landseitig an den Bruch ein weitgehend gehölzfreier Verlandungsbereich an, der von Niedermoorarten wie Schnabel-Segge (*Carex rostrata*) und der gefährdeten Sumpf-Calla (*Calla palustris*, RL 3) geprägt ist.

Seeseitig vor den Ufergehölzen bis ins Flachwasser ist in Teilbereichen des Seeufers ein lückiger und meist nur 0,5 - 1 m schmaler Saum von Arten wie Flatter-Binse, Steif-Segge (*Carex elata*), Strauß-Gilbweiderich, Torfmoosen u.a. ausgebildet.

Röhrichte sind am Pinnsee in nennenswerter Größe nur im Bereich der beiden Buchten im Nordosten und im Nordwesten ausgebildet, daneben finden sich meist nur kleinere Vorkommen. Häufigste Art ist der Wasser-Schwaden (*Glyceria maxima*), auch beide Rohrkolbenarten (*Typha angustifolia*, *Typha latifolia*) und die Seebinse (*Schoenoplectus lacustris*) bilden kleine Dominanzbestände. Die Pflanzen siedeln bis in Wassertiefen um 1 m, vereinzelt auch bis 1,6 m. Weitere Arten wie Steif- und Schnabel-Segge, Strauß-Gilbweiderich, Wassernabel sowie vereinzelt Sumpf-Calla und Zwiebel-Binse (*Juncus bulbosus*) finden sich in der Flachwasserzone in direkter Ufernähe.

Eine **Schwimtblattzone** ist vor allem am Nordufer vorhanden, wo die Gelbe Teichrose (*Nuphar lutea*) auf etwa 80 % der Uferlinie z.T. große Bestände in Breiten bis über 20 m bildet. Die Art siedelt in Wassertiefen bis 2,6 m.

Typische **Tauchblattpflanzen** fehlen dem Pinnsee. Am Nordostufer wurden lediglich im Flachwasser flottierende Torfmoose angetroffen, am Nordufer fand sich die Zwiebel-Binse in rein submerser Form vereinzelt im Flachwasser in 10 cm Wassertiefe direkt vor dem Ufer.

4.2 Bewertung

Der Pinnsee besitzt zwar – von Torfmoosen und Zwiebelbinse abgesehen – keine submerse Vegetation, aber eine in Teilbereichen naturnah ausgebildete Ufervegetation. Sie ist aufgrund der sauren Verhältnisse relativ artenarm, weist aber stabil erscheinende Populationen einiger typischer und gefährdeter Arten derartiger Standorte auf.

Insgesamt gesehen ist die Vegetation des Sees als von **mittlerer Bedeutung** einzustufen.

Für die Vegetation des Gewässers besteht keine akute Gefährdung. Auch vom Badebetrieb gehen derzeit keine übermäßigen Belastungen aus, da er im Wesentlichen auf kleine Teilbereiche konzentriert ist und sich der Vertritt im Bereich der Ufervegetation in Grenzen hält.

5. Die physikalischen und chemischen Bedingungen im Pinnsee

5.1 Bedeutung der untersuchten Parameter

pH-Wert

Je niedriger der pH-Wert, desto größer ist die H_3O^+ -Ionen-Konzentration und umso saurer reagiert eine Wasserprobe. In einem gering gepufferten See kann es nach Stark- und Dauerregenereignissen sehr schnell zu auffälligen pH-Absenkungen kommen.

Sauerstoff und Sauerstoffsättigung

An der Oberfläche eines Sees gleichen sich sauerstoffliefernde und sauerstoffzehrende Vorgänge weitgehend aus, durch die Phytoplanktonproduktion kann es dort auch zu Übersättigungen kommen. In der Tiefe kann der Sauerstoff in geschichteten Seen im Sommer vollständig verbraucht werden, so dass für den anaeroben Abbau der organischen Substanz im Sediment festgelegte Verbindungen remobilisiert werden können.

Leitfähigkeit

Aus der Leitfähigkeit kann man auf die Menge an gelösten Ionen schließen. In Klarwasserseen ist sie meistens sehr gering, bei den nährstoffärmeren Seen Bültsee und Ihlsee z.B. bewegt sie sich im Jahresmittel zwischen 18 und 20 mS/m. Wegen der Beweglichkeit von H_3O^+ -Ionen können sich erhöhte Säurekonzentrationen bei diesem Parameter deutlich bemerkbar machen.

Säurekapazität bis pH 4,3 und Basekapazität bis pH-Wert 8,2

In kalkreichen Seen werden auch größere Säuremengen mit dem Kohlensäure/Carbonatpuffer abgefangen. Dieser entspricht im Wesentlichen dem Gehalt an Hydrogencarbonat und kann als Säurekapazität mit Salzsäure bis pH 4,3 titriert werden. Andere in der Wasserprobe vorhandene Puffersysteme wie zum Beispiel Hydrogen- bzw. Dihydrogenphosphat und Hydrogensulfid, Silikate oder Huminstoffe besitzen jeweils einen anderen Titrationsendpunkt, können das Ergebnis aber beeinflussen. Je niedriger die Säurekapazität, desto unmittelbarer reagiert das Gewässer mit pH-Absenkungen. Bei Säurekapazitäten bzw. Pufferkapazitäten unter 0,2 mmol/l können nur noch sehr geringe Mengen an Säure abgepuffert werden (ZAHN 1990).

Die Basekapazität wird durch Titration mit NaOH bis zum pH-Wert 8,2 ermittelt. Sie nimmt im Allgemeinen mit abnehmenden pH-Werten zu.

Phosphor und Stickstoff

Phosphor und Stickstoff sind wichtige Pflanzennährstoffe, die die Produktion im Gewässer steuern.

Anorganische Phosphorverbindungen kommen in nicht anthropogen belasteten Gewässern nur in wenigen $\mu\text{g/l}$ gelöst vor. Sie werden in der trophogenen Zone vom Phytoplankton aufgenommen und organisch gebunden. Das anorganische gelöste Orthophosphat, das organische gelöste Phosphat und das organische partikuläre Phosphat bilden zusammen den Gesamtphosphor. Der partikuläre organische Phosphor kann sedimentieren, unter geeigneten Redoxbedingungen aber auch aus dem Sediment wieder gelöst werden.

Stickstoff kann anorganisch als Nitrat, Nitrit oder Ammonium vorliegen oder organisch als Zwischenstufe des mikrobiellen Abbaus. Das bei der Zersetzung organischer N-haltiger Substanz freiwerdende Ammonium kann im aeroben Bereich zu Nitrat oxidiert werden, kann aber von vielen Algen und höheren Wasserpflanzen auch direkt aufgenommen werden. Im anaeroben Bereich ist die Nitrifikation während der Stagnation nicht möglich.

Kieselsäure, gelöst

Der Gehalt an freier Kieselsäure im Wasser ist auf die Verwitterung von Silikatgesteinen zurückzuführen. Die Lösung von Kieselsäure aus dem Sediment ist unter anderem von der Temperatur, dem pH-Wert und dem Alter des biogenen Sediments abhängig. In kalkarmen Böden ist der Carbonatpuffer schnell erschöpft, im pH-Bereich 6,2 bis 5,0 kann dann Silikat die Pufferfunktion übernehmen (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1999). Im Wasser ist gelöste Kieselsäure unter pH 4,3 kaum noch zu finden.

Für Diatomeen ist sie ein essentieller Nährstoff und ihre Verfügbarkeit beeinflusst vor allem im Sommer die Zusammensetzung des Phytoplanktons. Wenn ausreichend Silicium vorhanden ist, können Diatomeen nicht nur im Frühjahr, sondern auch im Sommer hohe Biomassen erreichen. Innerhalb der verschiedenen Arten gibt es deutliche pH-Präferenzen. Deshalb kann man mit den im Sediment abgelagerten Schalen die pH-Geschichte eines Sees rekonstruieren.

Sulfat

Sulfat gelangt ins Gewässer, wenn emittiertes Schwefeldioxid mit Luftsauerstoff und Wasser zu Schwefelsäure oxidiert und diese dann mit dem Niederschlag deponiert wird. Es kann auch aus dem Sediment herausgelöst werden, wo Sulfide im Laufe der Verwitterung zu Sulfaten oxidiert werden. Im anoxischen Milieu trägt es zum Abbau der organischen Substanz bei. Dabei wird es wiederum reduziert und es kommt entweder zur Fixierung von Spurenmetallen als schwerlösliche Sulfide oder zur Freisetzung von Schwefelwasserstoff. Das ist dann schon am Geruch deutlich zu registrieren (WALLMANN 1992).

Eine Verbesserung der Luftqualität sollte sich in einem Rückgang der Sulfatkonzentration im Wasser bemerkbar machen, nach HINDERER et al. (1995) kann diese Entwicklung aber dadurch verzögert werden, dass im Boden gespeichertes Sulfat noch lange wieder freigesetzt wird.

Chlorid

Chlorid kommt in oberflächennahen Schichten geogen in Spuren vor und unterliegt im Boden keinen Sorptions- und Absorptionsvorgängen. Es trägt zur Leitfähigkeit bei und die Bestimmung ist notwendig, um das Verhältnis von Kationen zu Anionen zu berechnen, mit dem Aussagen über das Ausmaß der Versauerung getroffen werden können.

Alkali- und Erdalkalimetalle

Von Bedeutung sind hier Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium. Sie sind als basische Kationen von Bedeutung für die Entwicklung der Pufferkapazität. Unterhalb pH 5 bis etwa 4,2 werden Calcium und Magnesium im Austauscherpufferbereich wirksam. Bei noch weiter fortschreitender Versauerung dominieren dann Aluminium- und Eisenionen.

Aluminium, Eisen und Mangan

Wenn Aluminium aus dem Sediment oder aus dem Boden des Einzugsgebiets in ein Gewässer eingebracht wird, kann es in Abhängigkeit von der vorliegenden Bindungsform mehr oder weniger toxisch auf die Organismen wirken. Unter pH 4,5 liegt es überwiegend als das für viele Lebewesen stark giftige Al^{3+} -Kation vor, mit sinkenden pH-Werten nimmt die Freisetzung exponentiell zu (SCHWÖRBEL 1999). In organischen Komplexverbindungen, deren Vorkommen unter anderem von der Huminstoffkonzentration abhängt, ist Aluminium nicht oder nur schwach toxisch.

Mangan und Eisen können ebenfalls mit Huminstoffen Komplexverbindungen bilden und dadurch unter bestimmten Redoxbedingungen in Lösung gehalten

werden. Normalerweise werden eingetragene Eisenverbindungen von der Oberfläche schnell in die Tiefe transportiert und im Sediment als Fe^{3+} -Verbindungen festgelegt. Während der Stagnation können aber sowohl Eisen als auch Mangan den anaeroben Abbau übernehmen und aus dem Sediment in Lösung gehen.

Spurenmetalle und Arsen

Analysiert wurden Chrom, Nickel, Kupfer, Zink, Arsen, Cadmium, Quecksilber und Blei, die als Spurenmetalle mit ökotoxikologischem Potential von Bedeutung sind. Ein großer Teil wird anthropogen in die Gewässer eingebracht und kann im Sediment abgelagert, unter bestimmten Voraussetzungen genau wie Aluminium, Eisen und Mangan aber auch wieder herausgelöst werden. Die Eintragspfade sind unterschiedlich, so gelangen z.B. Kupfer und Zink über Abwasser- oder Regenwassereinleitungen ins Gewässer, Straßenabschwemmungen können Zink und Cadmium enthalten und Auswaschungen von landwirtschaftlichen Flächen können die Ursache für Cadmium-, Quecksilber- und Arsenbelastungen sein. Andere Spurenmetalle geraten vorwiegend über die Atmosphäre mit dem Niederschlag in die Seen, so stammt Blei größtenteils aus den Verbrennungsrückständen bleihaltiger Treibstoffe und Chrom, Nickel, Arsen und Quecksilber werden über die Emissionen von Industriebetrieben und Verbrennungen von Holz, Kohle und Müll verfrachtet.

5.2 Rückblick bis 1996 - Interpretation der Messdaten**5.2.1 Probenahmen, Datenaufbereitung und Ergebnisdarstellung**

In den Jahren 1996 bis 2002 erfolgten jährlich dreimalige Beprobungen, im Wesentlichen wurden hierdurch Frühjahrs-, Sommer- und Herbstaspekt abgedeckt (Tabelle 1). Bei der graphischen Darstellung der Messwerte wurden in der Regel die Tiefen 1, 4, 5 und 6 m ausgewertet. In 2 und 3 m Tiefe gab es keine auffälligen Abweichungen, so dass sie in den meisten Diagrammen nicht berücksichtigt wurden. Wenn eine Verbindung zwar nachweisbar, aber unterhalb der Bestimmungsgrenze nicht eindeutig quantifizierbar war, erfolgte die Darstellung nach einer Empfehlung der LAWA, wonach in diesen Fällen der Wert mit der Hälfte der Bestimmungsgrenze eingebracht wurde. Die Veränderung der Parameter mit der Jahreszeit und der Tiefe können in den Abbildungen 6 bis 20 verfolgt werden. Das Jahr 2003, das mit dargestellt ist, wird in Kapitel 5.3 ausführlich behandelt.

Tabelle 1: Probenahmeterminale 1996 bis 2002

25.4.1996	14.4.1997	6.4.1998	24.3.1999	20.3.2000	29.5.2001	9.4.2002
3.9.1996	20.8.1997	11.8.1998	11.8.1999	7.8.2000	29.8.2001	13.8.2002
19.11.1996	15.10.1997	2.11.1998	20.10.1999	8.11.2000	22.10.2001	28.10.2002

5.2.2 Jahreszeitlich bedingte Konzentrationschwankungen

Die Temperaturmessungen ergaben, dass der Pinnsee im Sommer stabil geschichtet war. Noch in 4 m Tiefe waren im Vergleich zum Oberflächenbereich keine gravierenden Unterschiede der Wassertemperaturen festzustellen, so lagen z.B. diese Gradienten in den Jahren 1996 bis 1999 zwischen 0,2 °C und 4 °C. Unterhalb 4 m Tiefe war im Sommerhalbjahr ein Temperaturgradient erkennbar, die Temperatur ging hier auf Werte zwischen 6 °C und 12 °C zurück (Abbildung 6). Nach der Durchmischung im Herbst (Probenahmen im Oktober und November) wurden in allen Untersuchungsjahren in den tieferen Wasserschichten (6 m bzw. 7 m) wiederum Tempe-

raturen zwischen ca. 6 °C und 12 °C gemessen, die Temperaturen im Tiefenprofil (1 m – 6 m bzw. 7 m) waren jetzt nahezu identisch. Die Temperaturen des Frühjahrs (Messungen – mit Ausnahme des Jahres 2001- in den Monaten März und April) lagen jeweils unterhalb derjenigen im Herbst. In den Aprilmonaten des Untersuchungszeitraumes ist – auch witterungsabhängig – der Beginn der Einschichtung erkennbar. Hinsichtlich des Wechsels von Zirkulation und Stagnation kann festgestellt werden, dass eine winterliche Schichtung beim Pinnsee aufgrund der fehlenden Beprobung zu dieser Zeit nicht nachgewiesen wurde. Viele Seen Schleswig Holsteins sind im Winter wegen des Windes und fehlender Eisbedeckung nicht geschichtet.

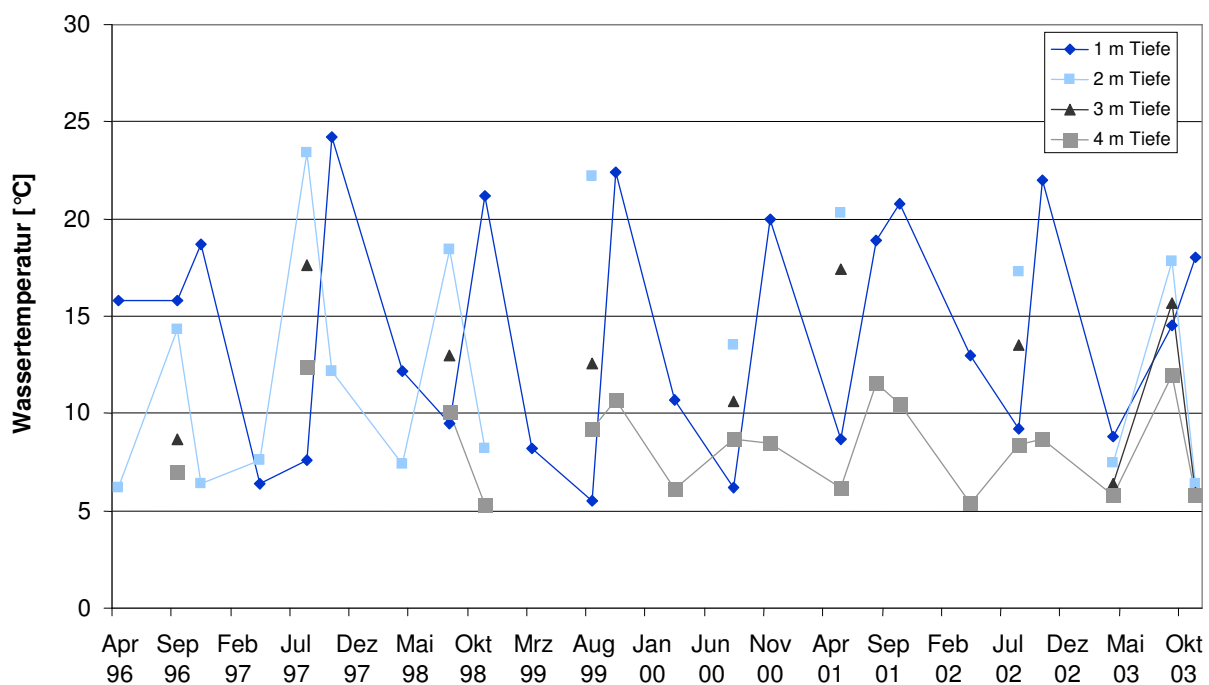


Abbildung 6: Jahresgang der Wassertemperatur von April 1996 bis Oktober 2003 in 1 m, 4 m, 5 m und 6 m Tiefe

Erwartungsgemäß ging mit der sommerlichen Schichtung bei vielen Parametern eine Konzentrationsdifferenz zwischen der warmen oberen Schicht, dem Epilimnion, und dem kälteren Tiefenwasser, dem Hypolimnion einher. Das Epilimnion, dessen untere Grenze im Untersuchungszeitraum zwischen 4m und 5m anzusetzen war, war in den Sommerhalbjahren (August) gekennzeichnet durch **Sauerstoffübersättigungen**, die meist zwischen 106 % und 130 %, im Jahr 1999 in 4 m Tiefe bei 160 % Sättigung lagen. Charakteristisch insbesondere für tiefere Seen ist, dass mit der Tiefe **Sauerstoffgehalt** und **Sauerstoffsättigung** abnehmen (Abbildung 7), beim Pinnsee zeigte sich aber auch

die Ausbildung von metalimnischen Sauerstoffmaxima, wie sie für mesotrophe und schwach eutrophe Seen typisch sind. Lediglich im Jahr 1998 lag die Sauerstoffsättigung im Epilimnion deutlich unter 100 %. Mit maximal 8,3 m ist der Pinnsee relativ flach, so dass die untere „Zehrschicht“ im Vergleich zur „Nährschicht“, in der die Primärproduktion stattfindet, verhältnismäßig klein ist und die Abbaukapazität im Sommer nicht ausreicht. Bis auf die Sommer 1997 und 1999 wurde in 6 m Tiefe kein Sauerstoff mehr festgestellt. Wenn die Schichtung bei der Probenahme im Frühjahr schon eingesetzt hatte, machte sich das auch in der Sauerstoffkurve bemerkbar.

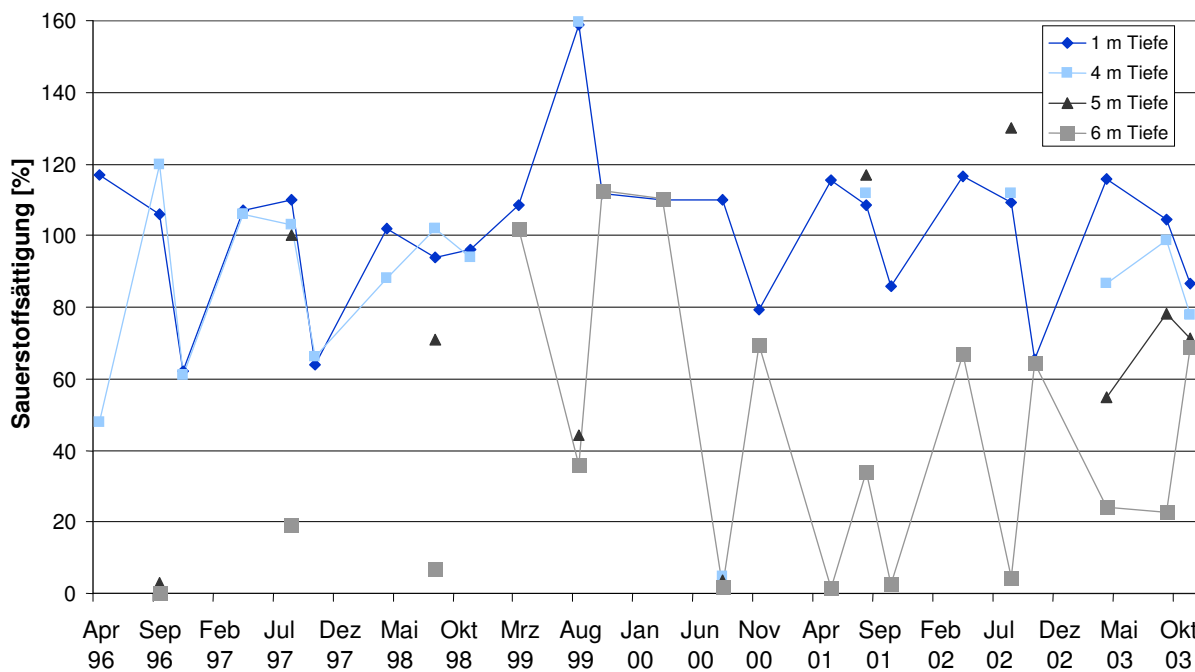


Abbildung 7: Jahresgang der Sauerstoffsättigung von April 1996 bis Oktober 2003 in 1 m, 4 m, 5 m und 6 m Tiefe

Das Sauerstoffdefizit führte zum anaeroben Abbau von organischer Substanz, dreiwertiges Eisen wurde im Sediment zu zweiwertigem Eisen reduziert und ging in Lösung. Es ist oft in vergleichsweise hohen Konzentrationen nachgewiesen worden, auffällig waren hier insbesondere die tieferen Wasserschichten der Sommerhalbjahre des Untersuchungszeitraumes. Die Zunahme der **Eisen**konzentration in den tieferen Schichten (6 m Tiefe) ist insbesondere in den Sommern der Jahre 1996, 1998, 1999, 2002, 2003 erkennbar (Abbildung 8), sie liegt dort meist um 0,48 mg/l Fe. Die geringste Zunahme der Eisen-

konzentration in dieser Tiefe lag im August 2000 bei 0,24 mg/l Fe, im August 2001 lag sie bei 0,70 mg/l Fe. Die stärkste Zunahme war im Sommer 1997 (1,1 mg/l Fe in 6 m Tiefe und 1,0 mg/l Fe in 7 m Tiefe) zu verzeichnen.

Der **Aluminium**gehalt des Sees bewegte sich in der Regel im Bereich normaler Hintergrundkonzentrationen (Abbildung 9). Eine so hohe Aluminiumkonzentration wie im Herbst 1996 (0,74 mg/l Al in 7 m Tiefe) ist auch in den Jahren davor nie festgestellt worden.

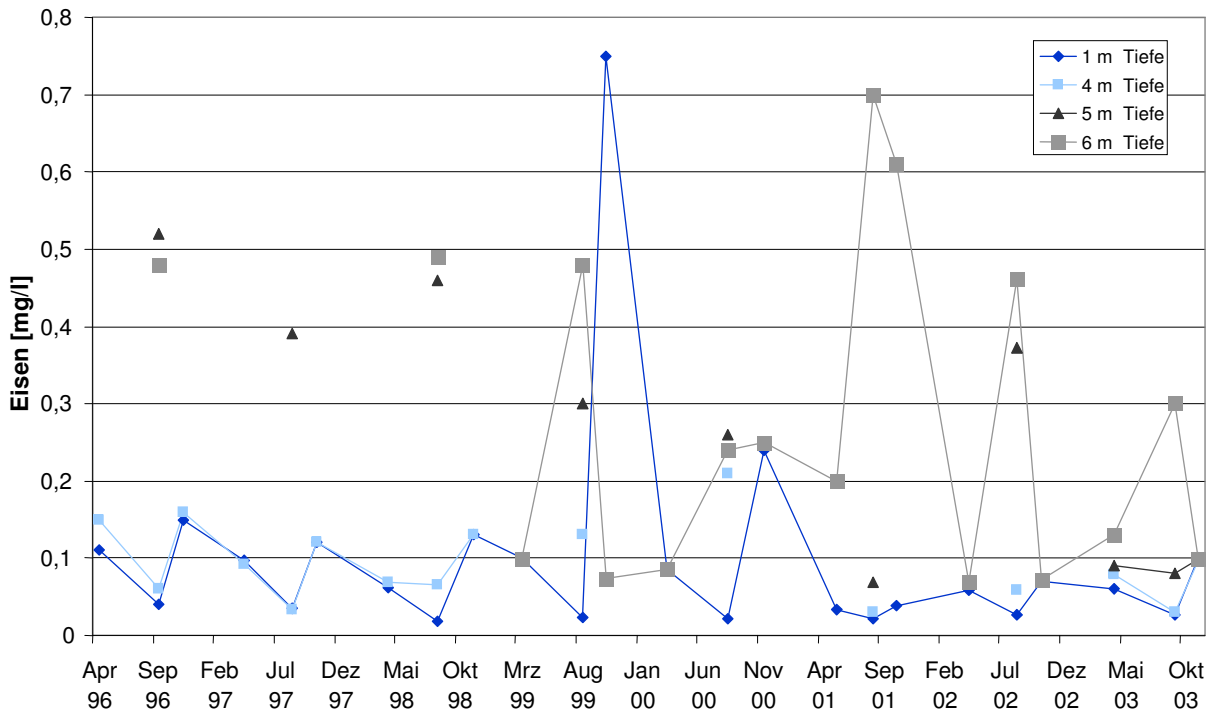


Abbildung 8: Jahresgang der Eisenkonzentration (mg/l Fe) von April 1996 bis Oktober 2003 in 1 m, 4 m, 5 m und 6 m Tiefe

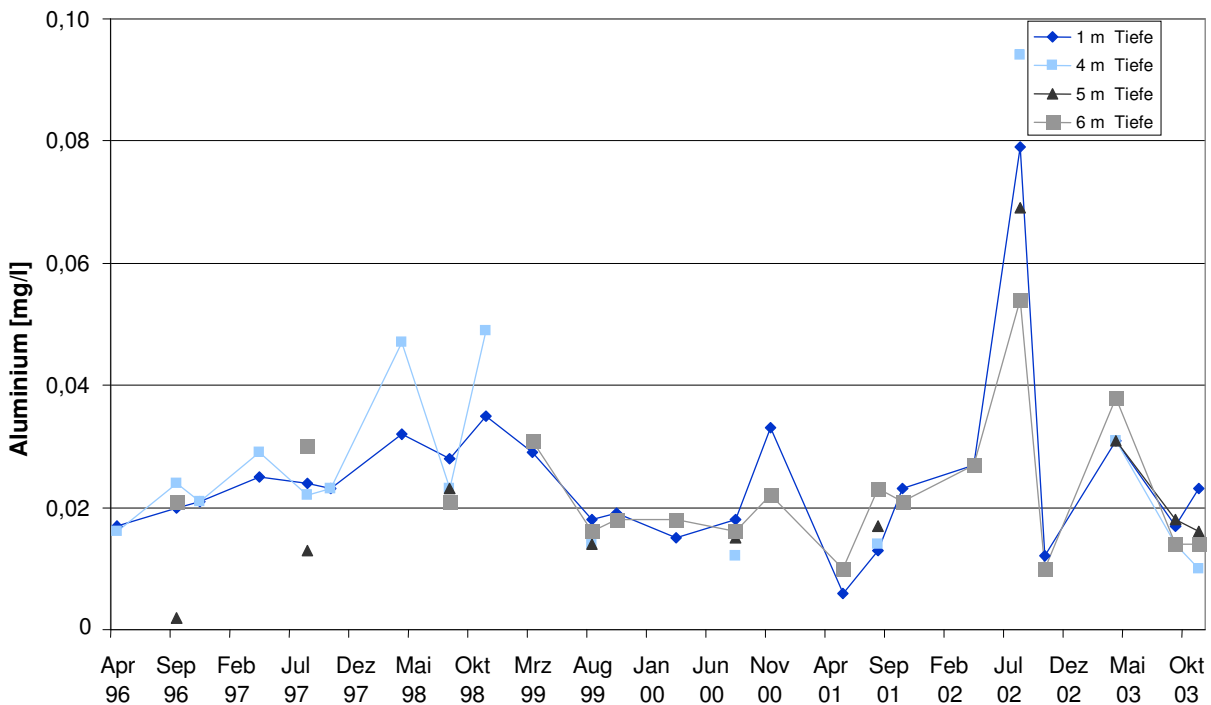


Abbildung 9: Jahresgang der Aluminiumkonzentration von April 1996 bis Oktober 2003 in 1 m, 4 m, 5 m und 6 m

Auch bei Phosphor und Stickstoff ist der durch die Jahreszeiten vorgegebene Wechsel zu erkennen. Die Schwankungen für **Gesamtphosphor** (Abbildung 10) lagen bei 1 m Tiefe zwischen 0,01 mg/l P (20.8.1997) und 0,089 mg/l P (20.3.2000) und erreichten bei 6 m Tiefe mit 0,15 mg/l P (22.10.2001) und bei 7 m Tiefe mit 0,23 mg/l P (11.8.1998) ihre Maxima. Das Schwankungsmuster des Gesamtphosphors im Jahresverlauf in 1 m Tiefe ist dem des Chlorophylls vergleichbar: Der Frühlingsaspekt wies während des gesamten Untersuchungszeitraumes höhere Gesamtphosphorkonzentrationen auf als der Sommeraspekt, zum Herbst hin waren wieder ansteigende höhere Konzentrationen zu verzeichnen. Lediglich in zwei Fällen wurde dieses Muster durchbrochen: Der Herbstaspekt 1998 wies mit 0,057 mg/l P eine geringfügig höhere Konzentration auf als der Frühlingsaspekt (0,053 mg/l P), 2001 wiesen Frühlings- und Herbstaspekt die gleichen Konzentrationen auf (0,026 mg/l P). Hinsichtlich der sehr niedrigen Orthophosphatkonzentrationen (Abbildung 11) ist anzumerken, dass – von wenigen Ausnahmen abgesehen – die Werte, über alle Tiefenstufen hinweg, i.d.R. unterhalb der Nachweisgrenze lagen (<0,005 mg/l P).

Im Vergleich zu den im Oberflächenwasser meist geringen Phosphormengen war mit bis zu 4,8 mg/l N (6 m Tiefe, 22.10.2001) einmal verhältnismäßig viel **Gesamtstickstoff** in den Proben enthalten (Abbildung 12), diese Konzentration stellte ein einmaliges Maximum im Tiefenwasser dar. Ansonsten lagen die mittleren Gesamtstickstoffkonzentrationen während des Untersuchungszeitraumes in 1 m Tiefe im Frühjahr bei 1,1 mg/l N, im Sommer bei 0,6 mg/l N und im Herbst bei 0,9 mg/l N. Das Schwankungsmuster des Gesamtstickstoffs ähnelt somit – zumindest hinsichtlich des Frühlings- und Sommeraspektes – demjenigen des Gesamtphosphors. Zum Herbst hin näherten sich die Gesamtstickstoffkonzentrationen denjenigen des Frühljahrs wieder stark an. Während der sommerlichen Schichtung stieg der **Ammoniumanteil** über dem Gewässerboden als Folge des Abbaus N-haltiger Substanz meistens an (Maximum: 2,63 mg/l NH₄-N in 6 m Tiefe am 22.10.2001, Abbildung 13). Die Nitrifikation schien durch das saure Milieu im Pinnsee gehemmt zu sein, denn Nitrat war während des gesamten Untersuchungszeitraums in keiner einzigen Probe nachzuweisen, Nitrit nur sehr selten in geringen Mengen.

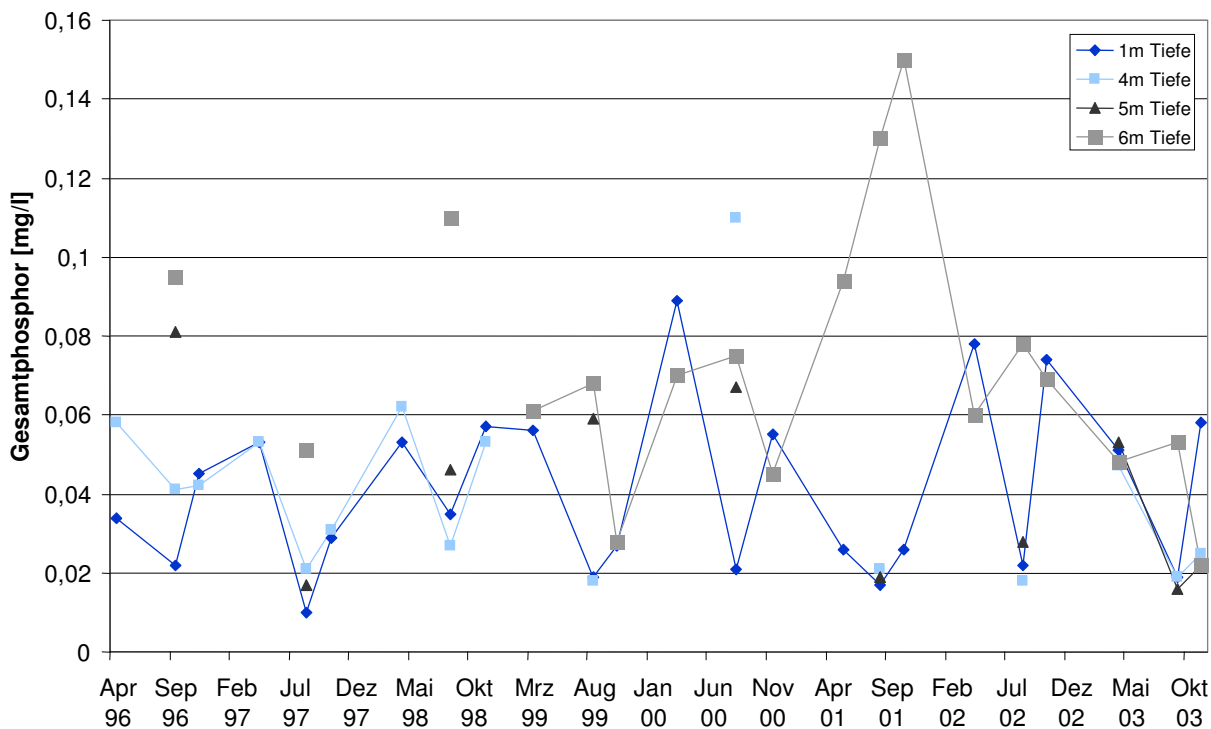


Abbildung 10: Jahresgang der Gesamtphosphorkonzentration [mg/l P] von April 1996 bis Oktober 2003 in 1 m, 4 m, 5 m und 6 m Tiefe

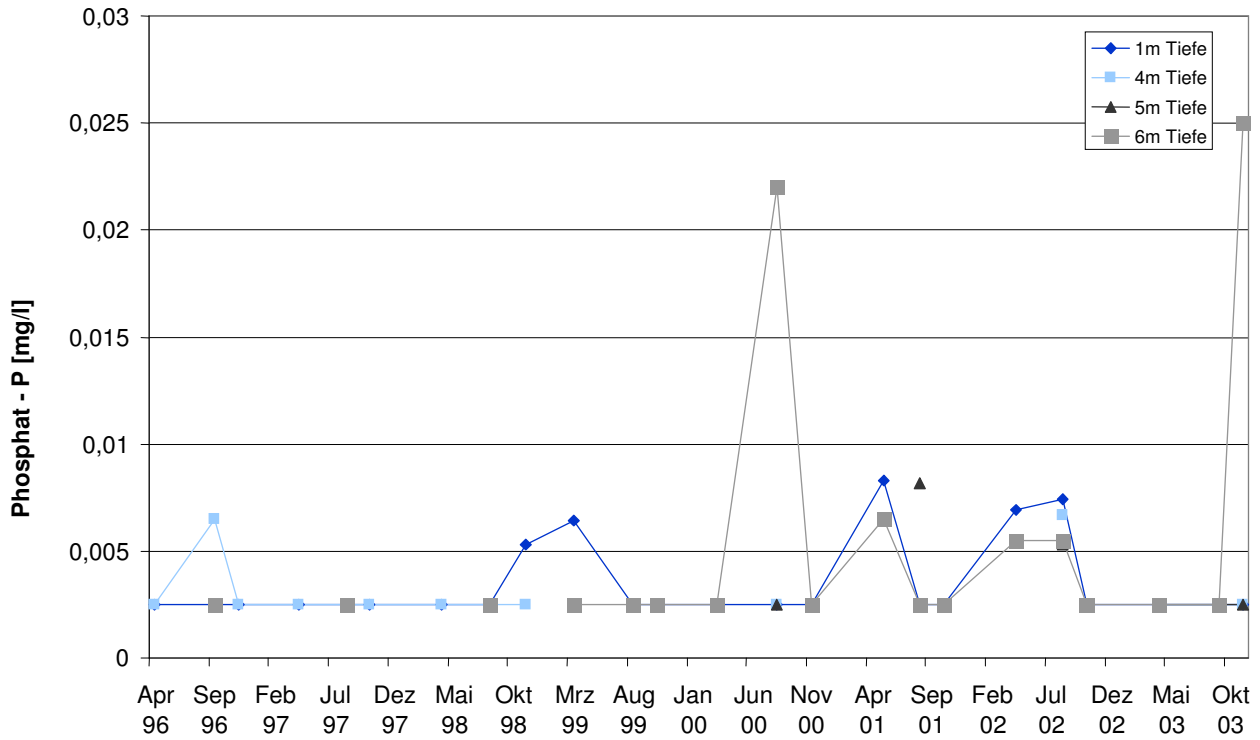


Abbildung 11: Jahrgang der Orthophosphatkonzentration [mg/l P] von April 1996 bis Oktober 2003 in 1 m, 4 m, 5 m und 6 m Tiefe

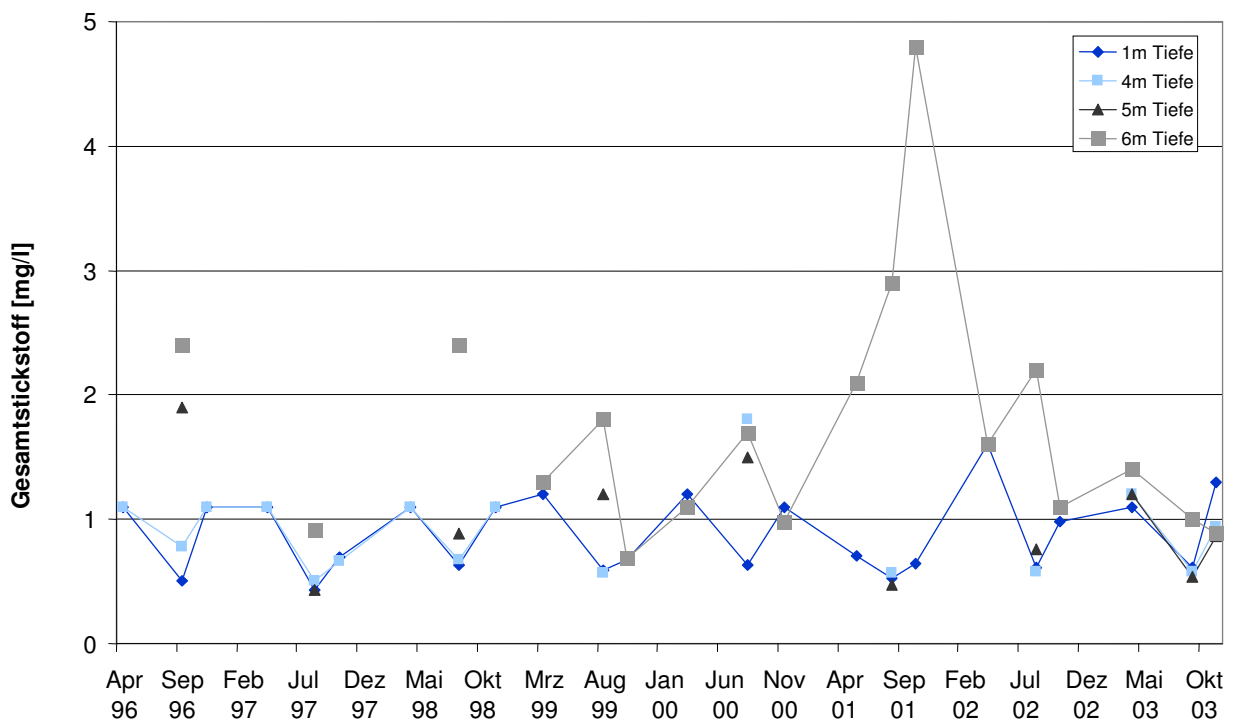


Abbildung 12: Jahrgang der Gesamtstickstoffkonzentration [mg/l N] von April 1996 bis Oktober 2003 in 1 m, 4 m, 5 m und 6 m Tiefe

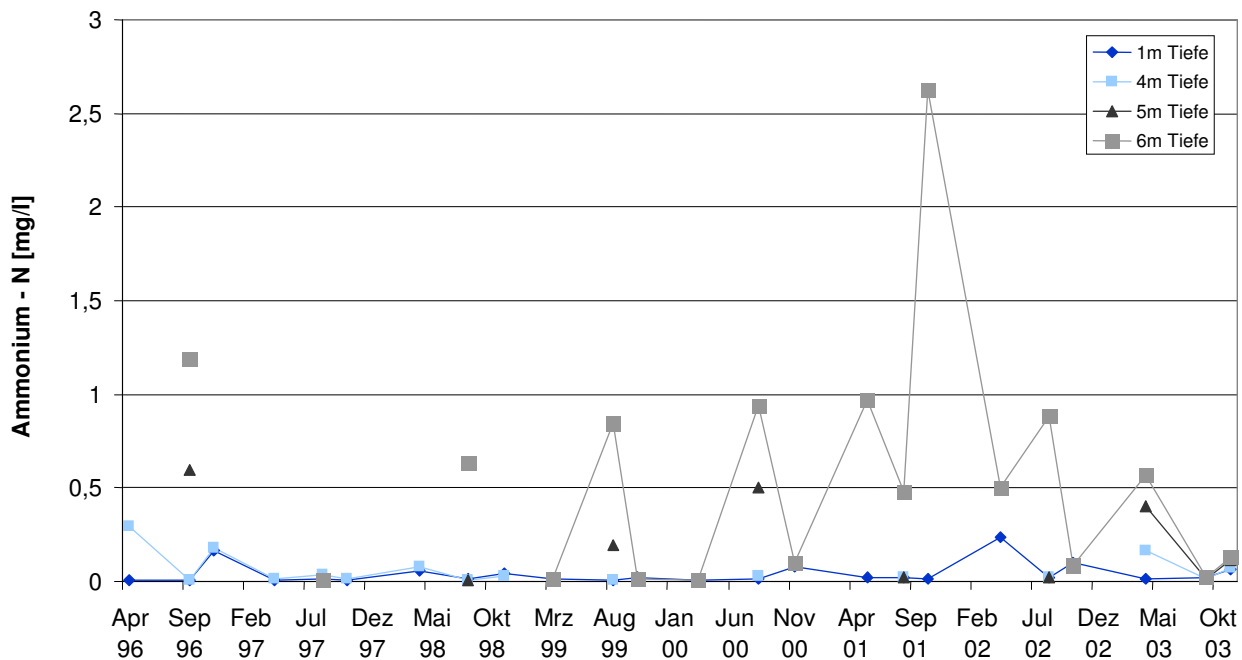


Abbildung 13: Jahresgang der Ammoniumkonzentration [mg/l N] von April 1996 bis Oktober 2003 in 1 m, 4 m, 5 m und 6 m Tiefe

Bei Säurekapazität und Basenkapazität als auch bei Leitfähigkeit, Calcium, Sulfat und gelöster Kieselsäure sind die Jahresgänge in abgeschwächter Form zu erkennen (Abbildungen 14 - 19).

Bei der **Basenkapazität** war eine leichte Zunahme zu verzeichnen (in 1 m Tiefe von 0,04 mmol/l, 1996, auf 0,24 mmol/l, 2000; Maximum in 6 m Tiefe: 0,76 mmol/l, 2001), die **Säurekapazität** unterlag leichten Schwankungen und war nach wie vor als gering zu kennzeichnen (Schwankungen in 1 m Tiefe zwischen 0,02 mmol/l und 0,1 mmol/l; in 6 m Tiefe zwischen 0,06 mmol/l und 0,41 mmol/l). Auffällig sind hier die hohen Werte im August 1998 (0,34 mmol/l in 7 m Tiefe, hier nicht dargestellt) und im Oktober 2001 (0,41 mmol/l in 6 m Tiefe). Diese Werte stellen jedoch Einzelercheinungen dar, ein eindeutiger Trend ist hinsichtlich Säure- und Basenkapazität kaum auszumachen. Innerhalb des Referenzrahmens für verschiedene Parameter in schleswig-holsteinischen Seen, der die Lage der untersuchten Seen im Zusammenhang verdeutlicht, liegt der Medianwert¹ des Jahres 2002 für das der Säurekapazität entsprechende Säurebindungsvermögen (Frühjahr) bei 2,65 mmol/l. Auch dieser Vergleichs-

wert kennzeichnet die geringe Säurekapazität in dem hier untersuchten See.

Die Schwankungen der Leitfähigkeitswerte der Jahre 1996 bis 2002 (an allen Probenahmeterminen, über alle Tiefenstufen zwischen 1 m und 6 m) lagen zwischen 2,89 mS/m und 8,13 mS/m. Die elektrische Leitfähigkeit im Pinnsee ist somit sehr niedrig (der Durchschnittswert in den schleswig-holsteinischen Seen – Medianwert 2002 – liegt bei 45,4 mS/m), zeigt die geringe Menge an gelösten Stoffen im Wasser auf und gibt Hinweise auf den relativ niedrigen Nährstoffgehalt des Sees. Ein Minimaltrend der Abnahme der Leitfähigkeit über die Jahre hinweg deutet sich an.

Die Sulfatkonzentration war in der Tiefe im Sommer meist geringer als unter der Oberfläche (Mittelwert in 1 m Tiefe: 4,41 mg/l SO₄, in 6 m Tiefe: 3,53 mg/l SO₄; Zeitraum von 1996 bis 2002). Offensichtlich wurde auch Sulfat beim Abbau organischen Materials verbraucht, gekennzeichnet durch den intensiven Schwefelwasserstoffgeruch dieser Proben. Insgesamt ist eine Abnahme des Sulfatgehaltes über die Jahre hinweg zu erkennen: Im Jahresmittel in 1 m

¹ Der Medianwert ist der Wert, der in der Mitte der nach ihrer Größe geordneten Rangreihe der Messwerte liegt.

Wassertiefe von 5,4 mg/l SO₄ im Jahr 1996 auf 3,1 mg/l SO₄ im Jahr 2002 (Medianwert 2002: 38,6 mg/l SO₄). Der Rückgang des Sulfats kann auch als Indiz für eine nachlassende Säuredeposition gewertet werden und damit den pH-Rückgang erklären. Die Vermutung ist naheliegend, dass die Gründe für die Versauerung des Pinnsees in einer Kombination aus Huminsäuren und Deposition (Hauptversauerungskomponente: Schwefelsäure) liegen.

Die Schwankungsbreite der Chloridkonzentrationen (Mittelwerte in 1 m Tiefe) lag im Untersuchungszeitraum zwischen 5,6 mg/l Cl und 7,0 mg/l Cl. Tiefengradienten waren nicht zu erkennen (Medianwert 2002: 32,0 mg/l Cl).

Kieselsäure war im Sommer oft in allen Schichten in leicht erhöhter Konzentration (während des Probe-

nahmezeitraumes von 1996 bis 2002 zwischen 0,14 mg/l SiO₂ und 0,52 mg/l SiO₂) vorhanden. Diese Konzentrationen lagen deutlich unter dem schleswig-holsteinischen Durchschnitt (Medianwert 2002: 3,75 mg/l SiO₂). Grundsätzlich entsprach der geringe Gehalt an freier Kieselsäure dem meist geringen Anteil der Kieselalgen hinsichtlich Abundanz und Biovolumen. Eine Korrelation des Gehaltes an freier Kieselsäure mit der Entwicklungsperiodizität von Diatomeenpopulationen / Diatomeenmaxima war im Pinnsee nicht nachweisbar. Die Kieselalgen bildeten während des Untersuchungszeitraumes von 1996 bis 2002 lediglich im Mai 2001 ein nennenswertes Biovolumen (0,08 mm³/l), dies entsprach einem prozentualen Anteil von 1 % der Algengruppen im Pinnsee.

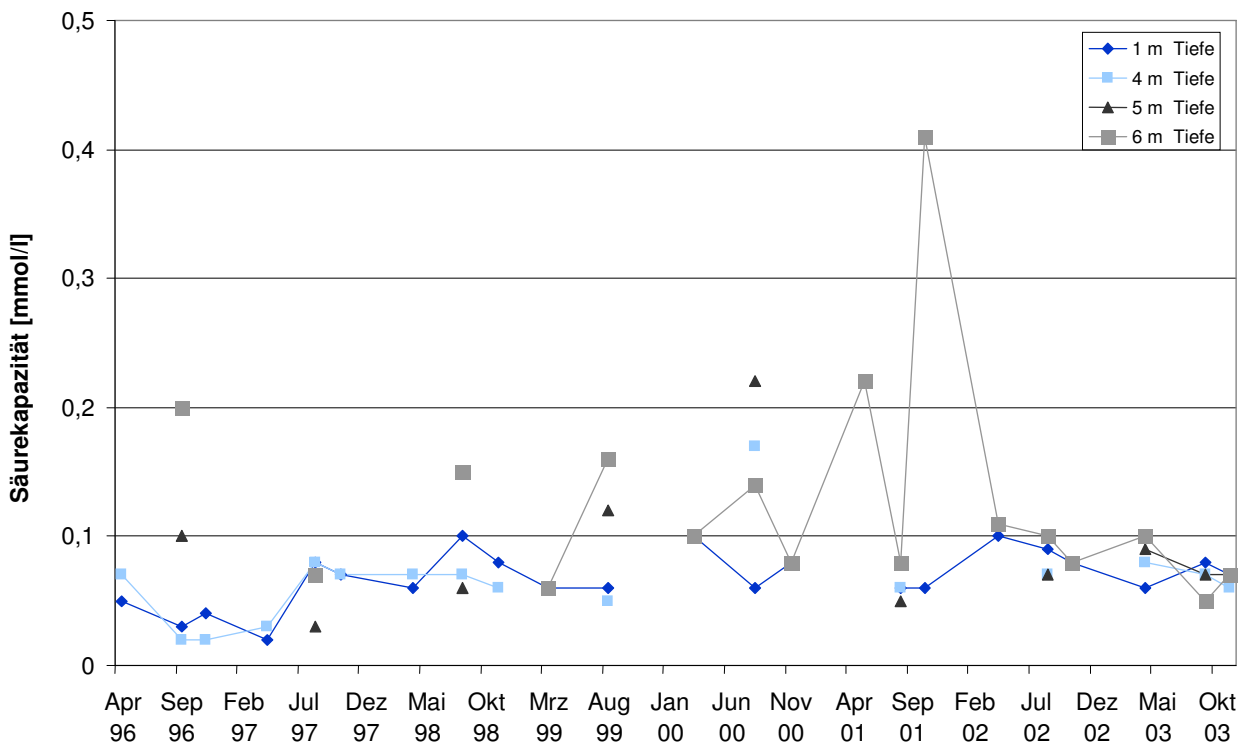


Abbildung 14: Jahresgang der Säurekapazität [mmol/l] von April 1996 bis Oktober 2003 in 1 m, 4 m, 5 m und 6 m Tiefe

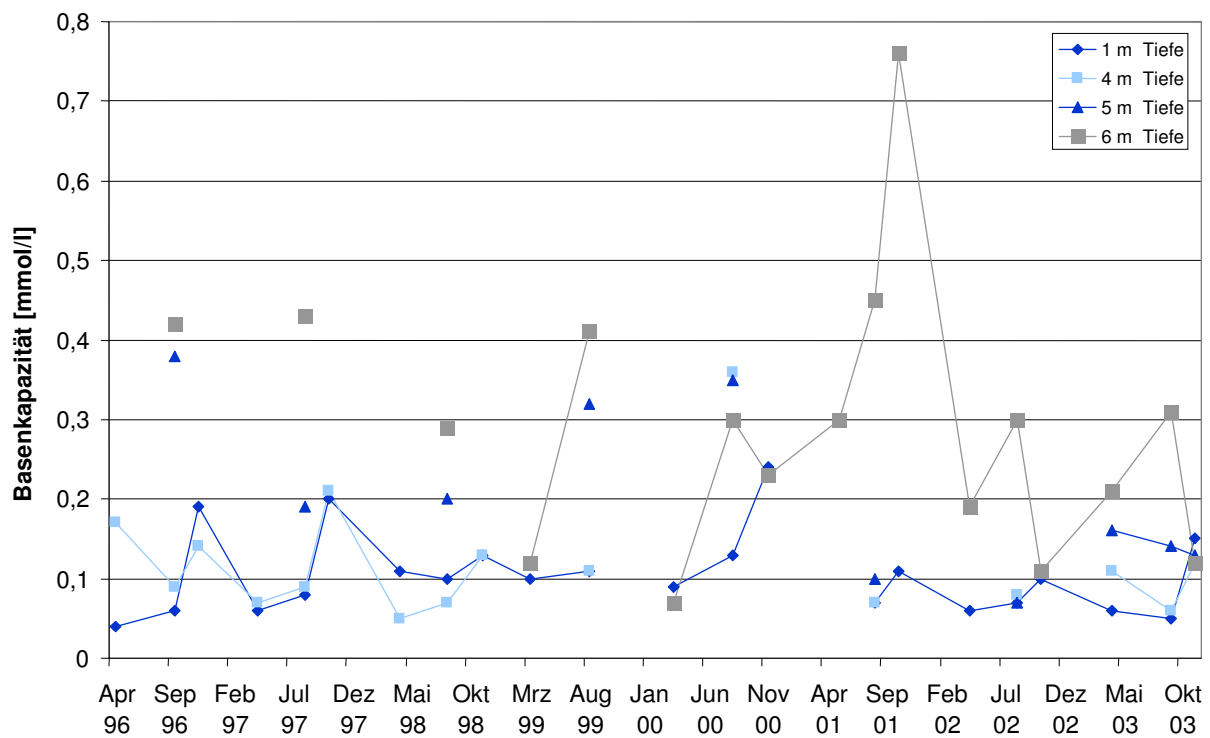


Abbildung 15: Jahrgang der Basenkapazität [mmol/l] von April 1996 bis Oktober 2003 in 1 m, 4 m, 5 m und 6 m Tiefe

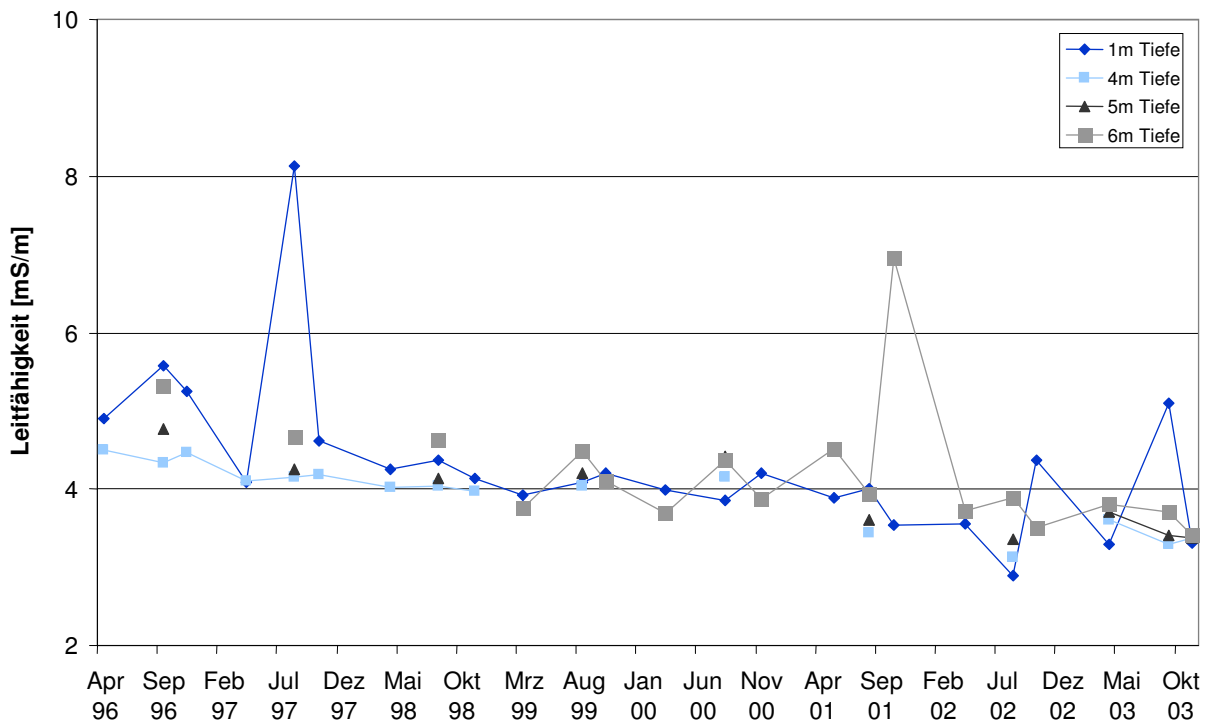


Abbildung 16: Jahrgang der Leitfähigkeit [mS/m] von April 1996 bis Oktober 2003 in 1 m, 4 m, 5 m und 6 m Tiefe

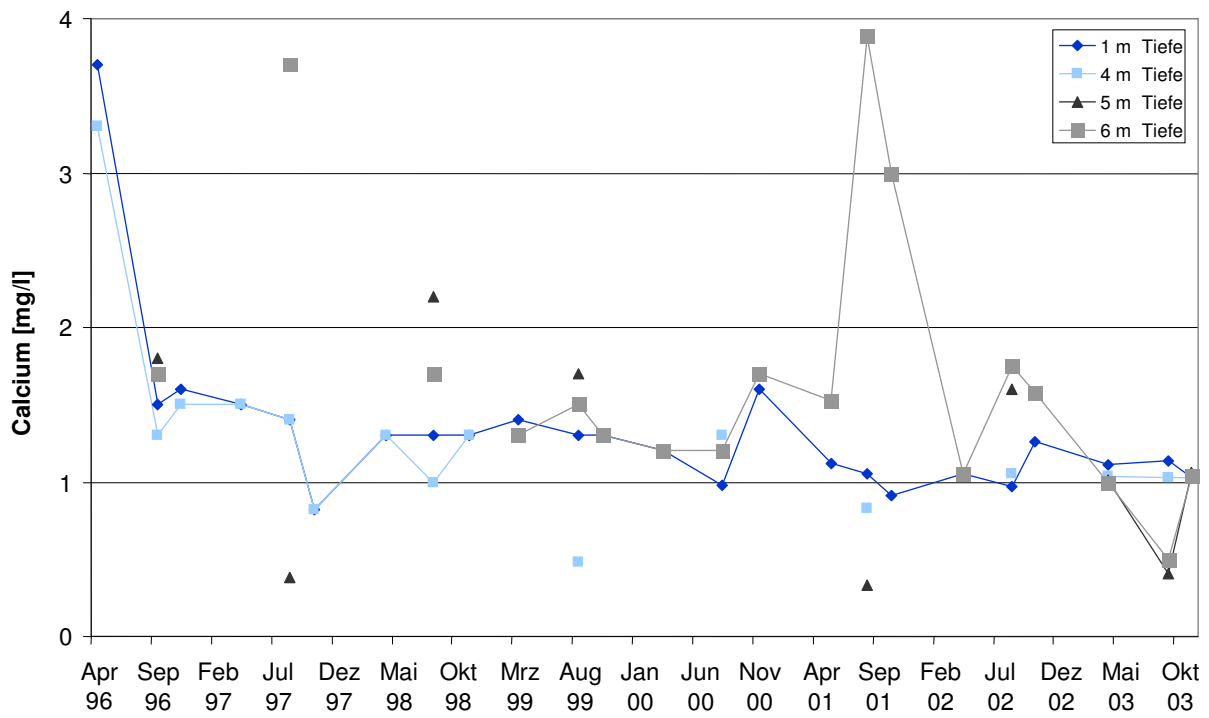


Abbildung 17: Jahrgang der Calciumkonzentration [mg/l Ca] von April 1996 bis Oktober 2003 in 1 m, 4 m, 5 m und 6 m Tiefe

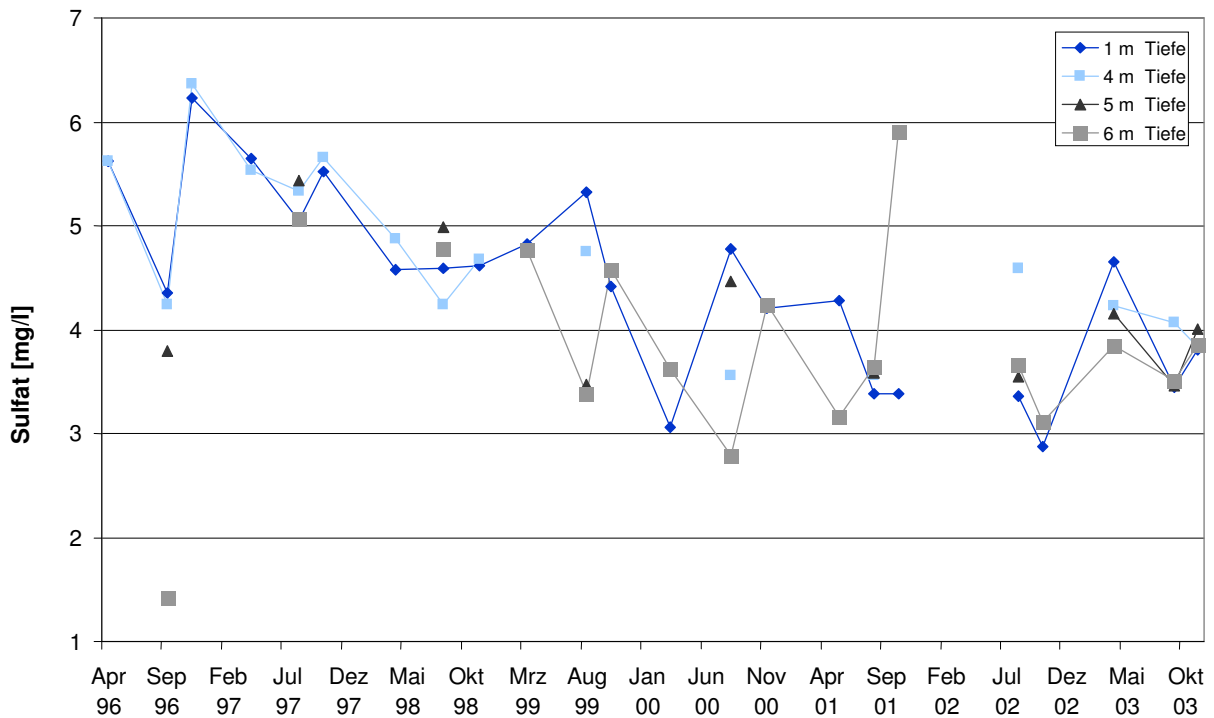


Abbildung 18: Jahrgang der Sulfatkonzentration [mg/l SO₄] von April 1996 bis Oktober 2003 in 1 m, 4 m, 5 m und 6 m Tiefe

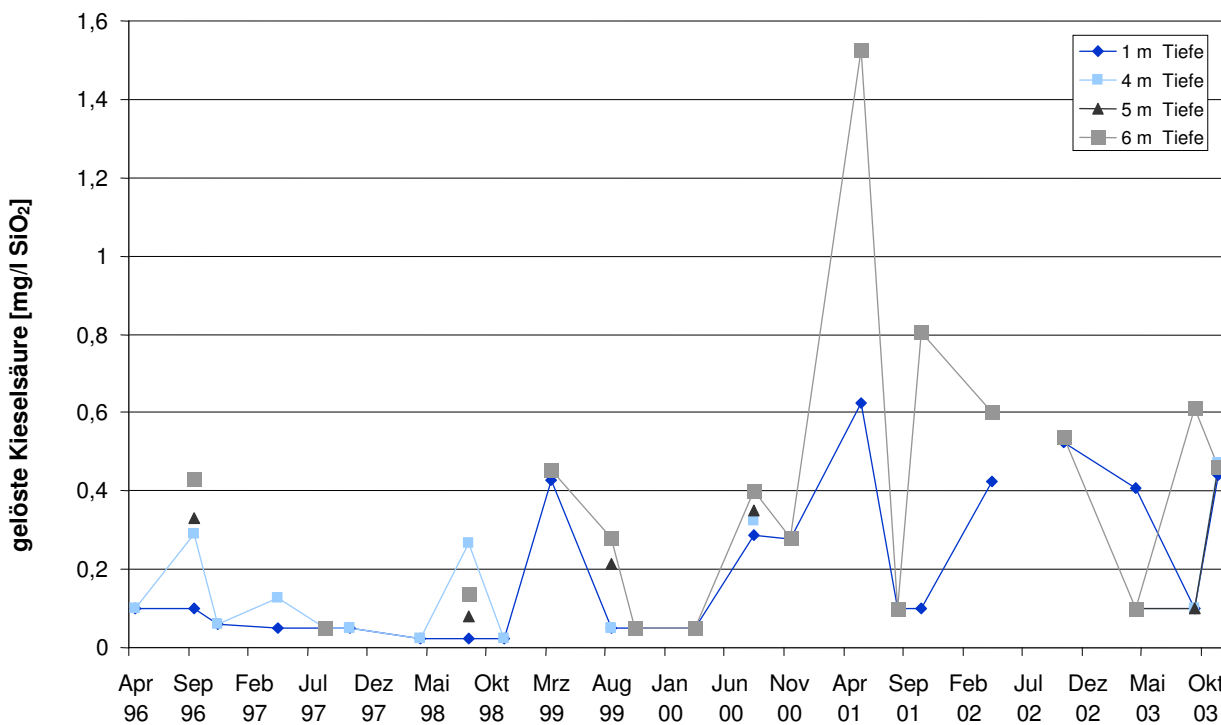


Abbildung 19: Jahresgang der Kieselsäurekonzentration [mg/l SiO₂] von April 1996 bis Oktober 2003 in 1 m, 4 m, 5 m und 6 m Tiefe

Seit 1996 ist ein tendenzieller Anstieg der pH-Werte zu verzeichnen (Abbildung 20), in 1 m Tiefe lag die Schwankungsbreite zwischen pH 4,92 (September 1996) und pH 6,27 (April 2002). Die mit Abstand niedrigsten pH-Werte im Oberflächenwasser wurden 1996/1997 gemessen, in 1 m bis 4 m Tiefe lag hier im Sommerhalbjahr die Schwankungsbreite zwischen pH 4,89 und pH 5,09. Ungewöhnlich waren im Sommer 1997 in dieser Hinsicht auch die Verhältnisse in den tieferen Wasserschichten: Ab 4 m Tiefe sanken die pH-Werte sehr stark ab, der pH-Wert 4,37 in 6 m Tiefe ist der niedrigste des ganzen Programms. Möglicherweise waren die niedrigen pH-Werte von 1997 eine Folge der Verhältnisse des Jahres 1996. Aluminium und Spurenmetalle wurden

1996 in so hohen Konzentrationen nachgewiesen wie danach nicht wieder. Aluminium kann aus dem Einzugsgebiet in den See gelangt oder aus dem Sediment freigesetzt worden sein. Die Befunde deuten darauf hin, dass die Pufferkapazität im Pinnsee erschöpft war und der weitere Säureeintrag 1997 nicht mehr abgefangen werden konnte, so dass es zu den niedrigen pH-Werten in der Tiefe kam. Auffällig waren auch einige sehr niedrige pH-Werte im Jahr 2003 im Tiefenwasser (pH 4,97 und 4,55 in 5 m und 6 m Tiefe im September dieses Jahres). Grundsätzlich wird der oben genannte Trend durch den Vergleich der pH-Jahresmittelwerte in 1 m Tiefe von 1996 bis 2002 bestätigt (Tabelle 2).

Tabelle 2: pH-Jahresmittelwerte in 1 m Tiefe (Aus je drei Werten 1996 – 2002; aus je acht Werten 2003. Werden die drei entsprechenden Werte des Probenahmezeitraumes der anderen Jahre zugrundegelegt, differiert das Ergebnis geringfügig. Der pH-Wert liegt dann 2003 bei 5,51).

1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
5,12	5,02	5,35	5,25	5,28	5,65	5,92	5,58

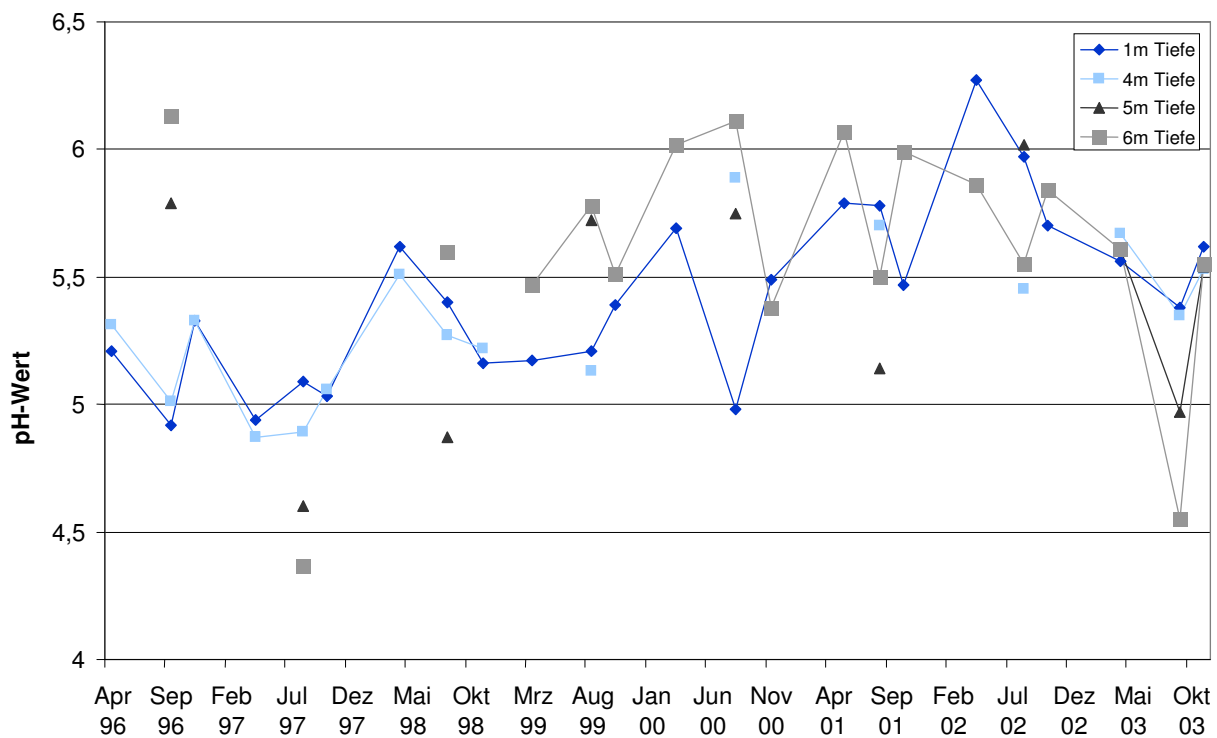


Abbildung 20: Jahresgang der pH-Werte von April 1996 bis Oktober 2003 in 1 m, 4 m, 5 m und 6 m Tiefe

Chlorophyll und Sichttiefen 1996 bis 2002

Die Chlorophyllmessungen der Jahre 1996 bis 2002 geben einen Hinweis auf die hohe Primärproduktion des Sees. Die jeweils dreimalige Beprobung pro Jahr – erfasst wurden Frühjahrs-, Sommer- und Herbstaspekt – lassen folgendes Muster erkennen: Sehr hohe Chlorophyllkonzentrationen (zwischen 287 µg/l und 51 µg/l Chl a) kennzeichnen den Frühjahrsaspekt (März/April), etwas niedrigere Werte (zwischen 83 µg/l und 8 µg/l Chl a) den Sommeraspekt (August/September), wieder ansteigende höhere Konzentrationen (zwischen 218 µg/l und 26 µg/l Chl a) den Herbstaspekt (Oktober/November). Lediglich das Jahr 2001 hob sich von diesem Muster ab – gleichermaßen niedrige Chlorophyllkonzentrationen kennzeichnen alle drei Probenahmen. Die Chlorophyllkonzentrationen spiegeln sich in den Sichttiefemessungen der drei Jahreszeiten wieder: Niedrige Sichttiefen im Frühjahr (zwischen 1,5 m und 0,6 m), hohe Sichttiefen im Sommerhalbjahr (zwischen 4,1 m und 1,1 m), mäßige Sichttiefen im

Herbst (zwischen 2,1 m und 0,7 m). Ein ausgeprägtes Klarwasserstadium im Sommerhalbjahr ist deutlich erkennbar, die relativ „grobmaschige“ Beprobung lässt hier jedoch eine Abfolge verschiedener Klarwasserstadien als möglich erscheinen.

Die Jahresmittelwerte der Chlorophyllkonzentrationen in 1 m Tiefe lagen in folgenden Jahren relativ hoch: 1996: 81 µg/l; 1998: 151 µg/l; 1999: 112 µg/l; 2000: 114 µg/l. Dagegen sind folgende Jahre durch relativ niedrige Chlorophyllkonzentrationen gekennzeichnet: 1997: 57 µg/l; 2001: 7 µg/l; 2002: 34 µg/l.

Auffällig ist, dass die in den Jahren 1996 bis 1999 gemessenen Chlorophyllkonzentrationen in 5 m Tiefe an allen Probenahmeterminen, insbesondere auch im Sommer dieses Zeitraumes, höhere Werte aufwiesen als diejenigen, die in 1 m Tiefe ermittelt wurden (Tabelle 3).

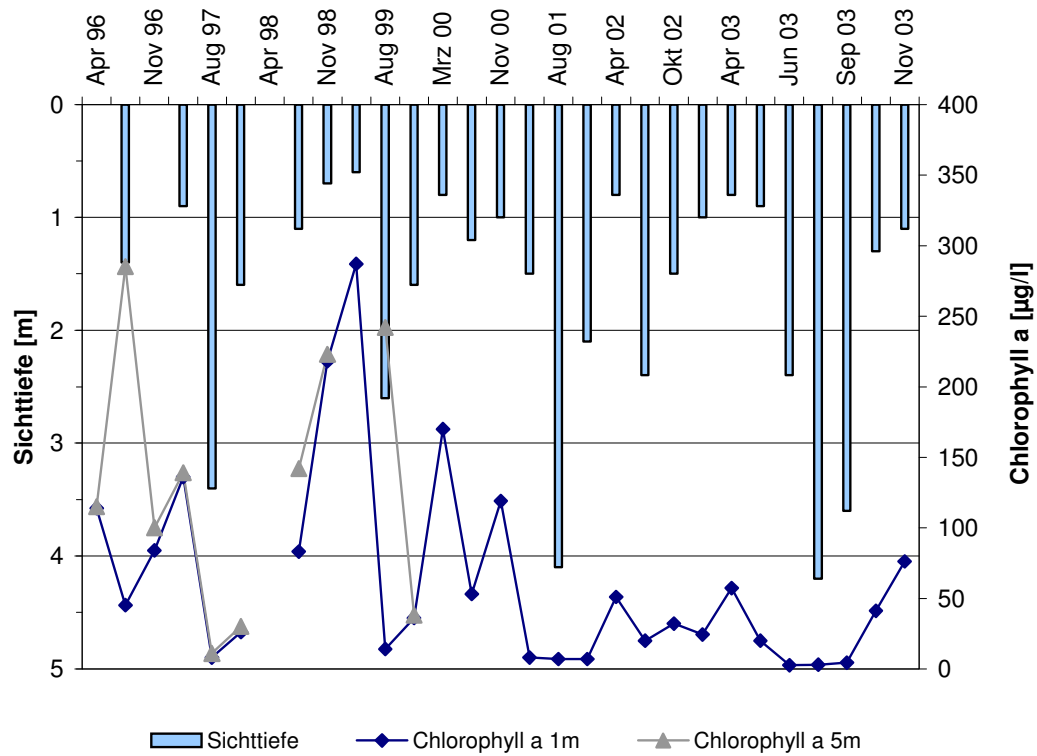


Abbildung 21: Chlorophyll a [µg/l] in 1 m Tiefe und Sichttiefen [m] 1996 bis 2003, Chlorophyll a in 5 m Tiefe 1996 bis 1999

Tabelle 3: Chlorophyll a – Werte (µg/l) in 1 m und 5 m Tiefe

	1996			1997			1998		1999		
	Apr	Sep	Nov	Apr	Aug	Okt	Aug	Nov	Mär	Aug	Okt
1 m	114	45	84	136	8	26	83	218	287	14	36
5 m	115	285	100	139	11	30	142	223	242	38	

5.3 Die physikalischen und chemischen Bedingungen im Pinnsee 2003

5.3.1 Temperatur und Sauerstoffhaushalt

Auch die intensiveren Untersuchungen des Jahres 2003 (achtmalige Probenahme, Tabelle 4) bestätigen, dass der Pinnsee trotz seiner nur mäßigen

Tiefe im Sommer thermisch stabil geschichtet ist. Die wenig windexponierte Lage als Waldsee hat hieran sicherlich ihren Anteil.

Tabelle 4: Probenahmeterminale 2003

26.3.2003	28.4.2003	26.5.2003	30.6.2003	28.7.2003	23.9.2003	28.10.2003	20.11.2003
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------	------------

Im März ist keine Schichtung erkennbar, die Temperatur im Oberflächenwasser betrug 7 °C, die Differenz zur Temperatur des Tiefenwassers nur ca. 2 °C, die Sauerstoffsättigung der tieferen Wasserschichten lag bei 56 % (Abbildung 22). Ende April hatte sich das oberflächennahe Wasser bereits erwärmt, die Temperatur stieg dort im Lauf des Sommerhalbjahres an, um Ende Juli ein Maximum von 23,6 °C zu erreichen (Abbildung 22). Das Ende der Frühjahrszirkulation und der Beginn der Schichtung waren gegen Ende April auszumachen, in diesem Zeitraum ist in einer Tiefe zwischen 3 m und 4 m die beginnende Bildung von Temperatur- und Sauerstoffgradienten erkennbar. Bereits jetzt ist Sauerstofffreiheit in den tiefsten Wasserschichten zwischen 7 m und 8 m erkennbar. Ende Mai hatte sich eine Sprungschicht deutlich ausgebildet, der Beginn des Metalimnions war in einer Tiefe bei 4 m anzusetzen. Zu diesem Zeitpunkt ist in 5 m Tiefe ein starkes Sauerstoffdefizit erkennbar, das sich zum Grund hin verstärkte. Sauerstofffreiheit in den tiefsten Wasserschichten zwischen 7 m und 8 m herrschte weiterhin. Zum Juli hin sank das Metalimnion allmählich ab, es war hier in einer Tiefe zwischen 4 m und 5 m anzusetzen. Das Größenverhältnis zwischen Epilimnion und Hypolimnion verschob sich zugunsten des Epilimnions. Diese Situation war kennzeichnend von Ende April bis Ende September (Abbildung 22). Ende September ist der Beginn der Herbstzirkulation erkennbar. Ende Oktober war die Wassersäule fast bis zum Grund durchmischt, Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse waren wieder weitgehend ausgeglichen. Die Temperaturdifferenzen zwischen Oberflächenwasser (1 m Tiefe) und Tiefenwasser (6 m Tiefe) lagen zwischen 7,7 und 7,4 °C, die Werte der Sauerstoffsättigung lagen in diesen Bereichen ebenfalls nah beieinander (67 % Sättigung in 1 m Tiefe, 65 % Sättigung in 6 m Tiefe).

Die Sauerstoffprofile (Abbildung 22) zeigen von Mai bis Juli ein Maximum in 3 m bis 4 m Wassertiefe. Die Tatsache, dass in den Sommerhalbjahren 1996 bis 1999 in 5 m Wassertiefe höhere Chlorophyllkonzentrationen ermittelt wurden als in 1 m Wassertiefe, liefert hierfür eine plausible Erklärung.

Insgesamt war die Situation des Pinnsees über einen längeren Zeitraum (Ende April 2003 bis Ende September 2003) gekennzeichnet durch hohe Sauerstoffübersättigungen im Oberflächenwasser sowie durch deutliche Untersättigungen im Tiefenwasser, die ab 6 m Tiefe bis hin zur völligen Sauerstofffreiheit führten (Abbildung 22). Nicht nur die zeitweise hohe Intensität der Phytoplanktonprimärproduktion, sondern auch die Diskrepanz und das Ungleichge-

wicht zwischen Primärproduktion und Abbau des organischen Materials sind hieraus abzuleiten.

5.3.2 Leitfähigkeit, Calcium, Säurebindungsvermögen, Sulfat, Chlorid, Kieselsäure, pH-Wert

Die Schwankungen der Leitfähigkeitswerte 2003 (an allen Probenahmeterminen zwischen dem 26.3. und 20.11., über alle Tiefenstufen zwischen 1 m und 6 m) lagen zwischen 3,29 mS/m (26.5., 1 m Tiefe) und 5,10 mS/m (23.9., 1 m Tiefe). Die elektrische Leitfähigkeit im Pinnsee ist somit weiterhin sehr niedrig. Die größten Schwankungen der Leitfähigkeit sind in 1 m Tiefe erkennbar (Abbildung 23). Die dortige Verarmung an Nährstoffen in den Monaten Mai bis August ist durch die Verringerung der Leitfähigkeit in diesem Zeitraum deutlich erkennbar. Zum Oktober hin zur Zeit der Zirkulation stiegen Nährstoff- und Leitfähigkeitswerte gleichermaßen wieder an.

Mit Calcium-Konzentrationen zwischen 0,1 mg/l Ca (28.7., 5 m Tiefe) und 2,3 mg/l Ca (28.7., 6 m Tiefe) ist der See – wie in den Vorjahren – als sehr kalkarm einzuordnen (Abbildung 23). Diese geringen Calcium-Konzentrationen spiegeln auch die geringe Größe des Pinnseeinzugsgebietes wider, da aus größeren Einzugsgebieten höhere Salzkonzentrationen eingetragen würden.

Die Säurekapazität erreichte im Frühjahr im Oberflächenwasser ihren Maximalwert von 0,10 mmol/l (26.3.) und war somit – wie in den Vorjahren – sehr gering (Abbildung 14).

Leitfähigkeit, Calciumgehalt und Säurekapazität dokumentieren somit – auch in diesem Jahr der intensiveren Untersuchungen – die geringe Pufferkapazität des Pinnsees.

Die Tendenz der Abnahme des Sulfatgehaltes über die Jahre hinweg wurde in diesem Jahr nicht fortgesetzt (Abbildung 18). Von Juni bis September waren leicht erhöhte Sulfatgehalte in 1 m und in 6 m Tiefe nachzuweisen, auch hier spielten vermutlich Rücklösungsprozesse eine Rolle. Der Sulfatgehalt des Jahres 2003 lag im Jahresmittel in 1 m Wassertiefe bei 4,3 mg/l SO₄ (3,1 mg/l SO₄ im Jahr 2002).

Der Chloridgehalt des Jahres 2003 (Jahresmittel in 1 m Wassertiefe) lag bei 5,8 mg/l Cl und somit innerhalb der Schwankungsbreite der in den Jahren 1996 bis 2002 ermittelten Konzentrationen.

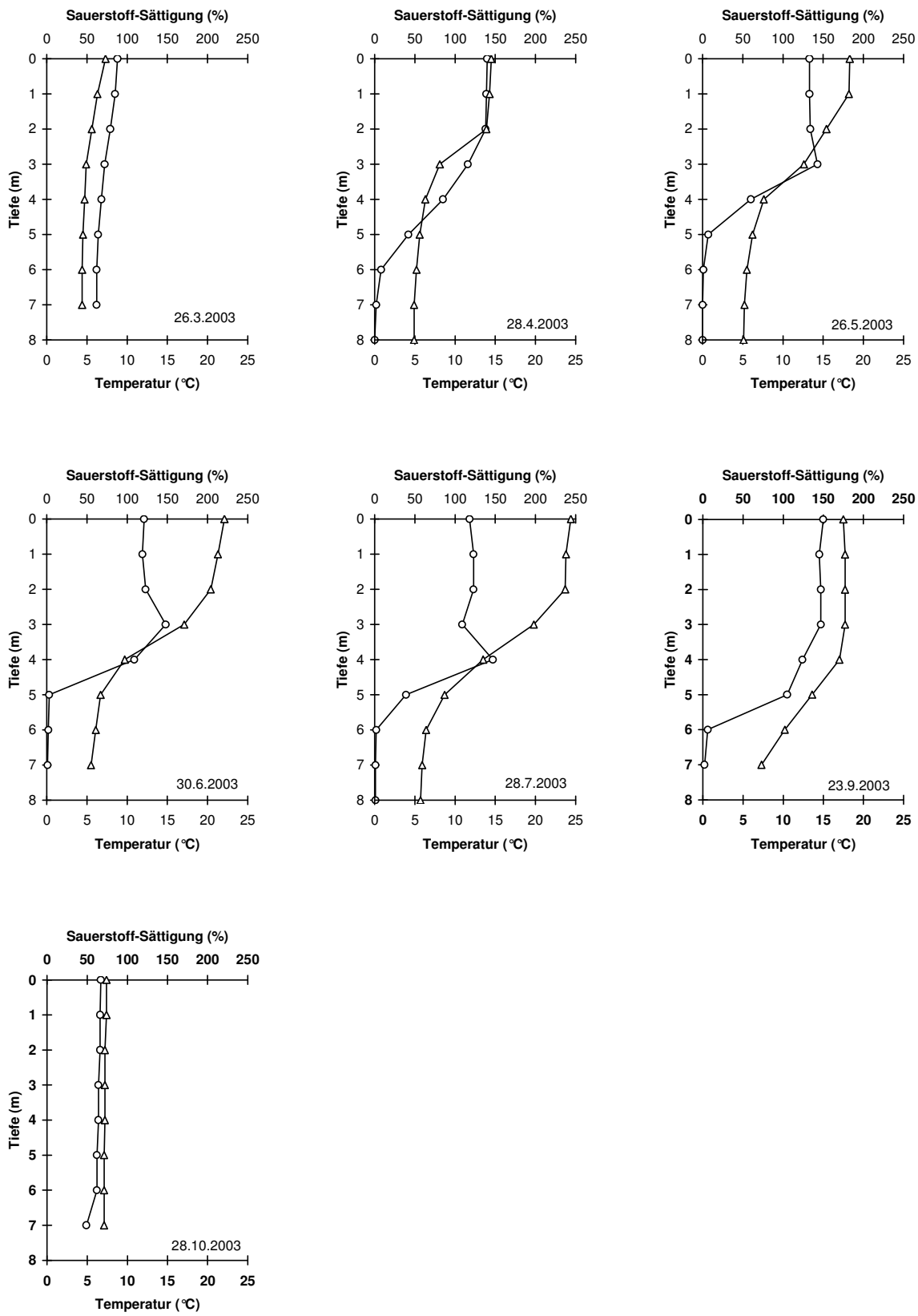


Abbildung 22: Vertikalprofile von Temperatur [°C] und Sauerstoff-Sättigung [%] im Pinnsee 2003
 Temperatur Δ Sauerstoff o

Die Kieselsäurekonzentrationen des Jahres 2003 bewegten sich in einem Schwankungsbereich zwischen $< 0,2 \text{ mg/l}$ und $0,80 \text{ mg/l SiO}_2$ und lagen auch hier wieder deutlich unter dem schleswig-holsteinischen Durchschnitt (Abbildung 19). Auffällig allerdings war in diesem Jahr erstmals ein nennenswerter Biovolumenanteil der Kieselalgen von $1,39 \text{ mm}^3/\text{l}$ in der Juliprobe (28.7.). Zu diesem Zeitpunkt war freie Kieselsäure sowohl in der trophogenen Zone (1 m) als auch im Tiefenwasser (6 m) fast völlig eliminiert ($< 0,2 \text{ mg/l SiO}_2$).

Die Schwankungen der pH-Werte an allen Probenahmeterminen zwischen dem 26.3. und

20.11. 2003 in 1 m Tiefe lagen zwischen 5,38 und 5,76 und somit weiterhin im sauren Bereich (Abbildung 23). Insgesamt ist festzustellen, dass sich – verglichen mit den Jahren 1999 bis 2002 – das Jahr 2003 durch relativ niedrige pH-Werte auszeichnete.

Von den zahlreichen ökologischen Konsequenzen der hier beschriebenen Rahmenbedingungen sei im Vorfeld eine genannt: Die Kalkarmut des Gewässers hat zur Folge, dass im Pinnsee Schnecken und Muscheln nicht vorhanden sind.

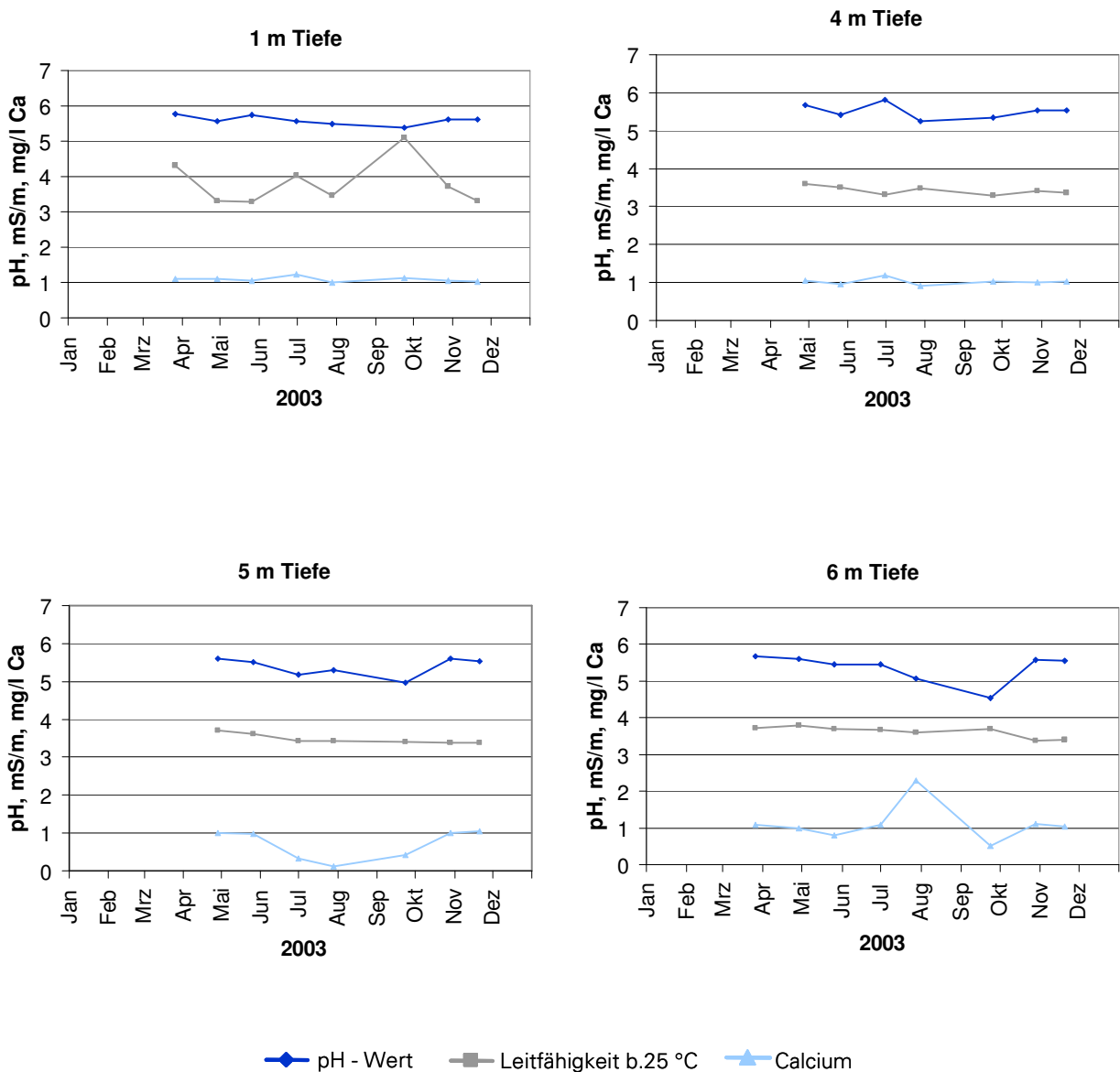


Abbildung 23: Jahresgang von pH-Wert, Leitfähigkeit und Calcium-Konzentration in 1 m, 4 m, 5 m und 6 m Tiefe im Pinnsee 2003

5.3.3 Phosphor, Stickstoff, Eisen, Aluminium

Die **Gesamtphosphorkonzentrationen** im Pinnsee (Abbildung 24) waren relativ niedrig. Sie lagen im Oberflächenwasser in den Monaten März und April bei 0,05 mg/l P und sanken – wie es typisch ist in geschichteten Seen - bis Juli auf 0,01 mg/l P. Zum Herbst hin begannen die Gesamtphosphorkonzentrationen allmählich wieder zu steigen, um Ende November ihr Maximum zu erreichen (0,06 mg/l P). Zu allen Messzeitpunkten lag der anorganische Phosphor unter der Nachweisgrenze.

Auch die **Gesamtstickstoffkonzentrationen** (Abbildung 25) waren relativ niedrig. Die Schwankungen im Jahresgang entsprachen denen der Gesamtphosphorkonzentrationen, die Konzentration im Oberflächenwasser Ende März – bei 1,4 mg/l N – sank zum Juni und Juli hin auf 0,6 mg/l N, um dann zum Jahresende hin allmählich wieder anzusteigen (1,3 mg/l N Ende November). Auch hier waren die Konzentrationen an anorganischem Stickstoff sehr gering bzw. lagen unter der Bestimmungsgrenze (Nitrat). Lediglich die Ammoniumkonzentrationen stiegen im Hypolimnion (6 m Tiefe) von 0,17 mg/l N

im März bis zu 0,52 mg/l N im Juni an, um dann zum Jahresende hin wieder abzufallen (0,13 mg/l N im November).

Die Jahresgänge der Gesamtphosphor- und Gesamtstickstoffkonzentrationen des Tiefenwassers – ab ca. 6 m Tiefe – stellten sich annähernd gegenüber zu denjenigen des Epilimnions dar (Abbildungen 24 und 25). Zum Sommer hin fand ein Anstieg sowohl der Phosphor - als auch der Stickstoffkonzentrationen im Tiefenwasser statt. Die Maxima für Gesamtphosphor lagen im Juli bei 0,08 mg/l P, für Gesamtstickstoff im Juni bei 1,9 mg/l N. Der Abbau sedimentierter Biomasse bzw. auch die Rücklösung von Phosphor aus dem Sediment sind hier als wahrscheinliche Ursachen zu nennen. Parallel zu diesen Prozessen ist auf die Eisenfreisetzung und Zunahme der Eisenkonzentration in den tieferen Wasserschichten zu verweisen (Abbildung 8). Die nach VOLLENWEIDER zu erwartende Phosphor-Konzentration liegt im Pinnsee mit 0,01 mg/l P unter dem tatsächlichen Wert, der bei 0,03 mg/l P liegt. Ein Grund für die Abweichung könnte die in der Bilanzierung nicht berücksichtigte interne Nährstofffreisetzung aus dem Sediment sein, siehe Kapitel 10.

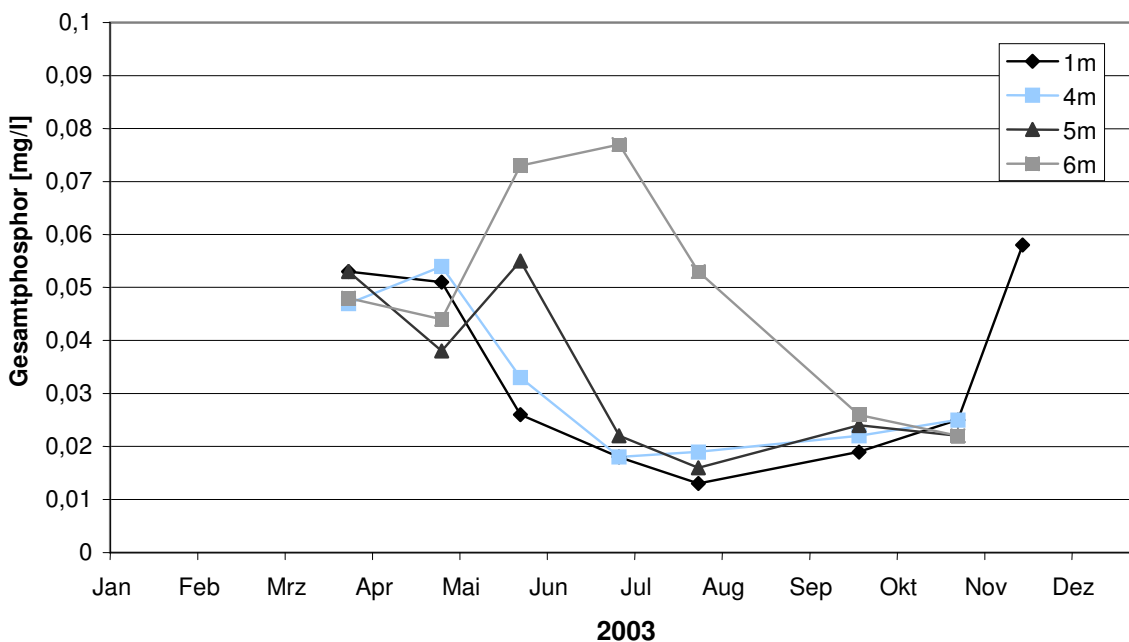


Abbildung 24: Jahresgang der Gesamtphosphorkonzentration [mg/l P] in verschiedenen Tiefen im Pinnsee 2003

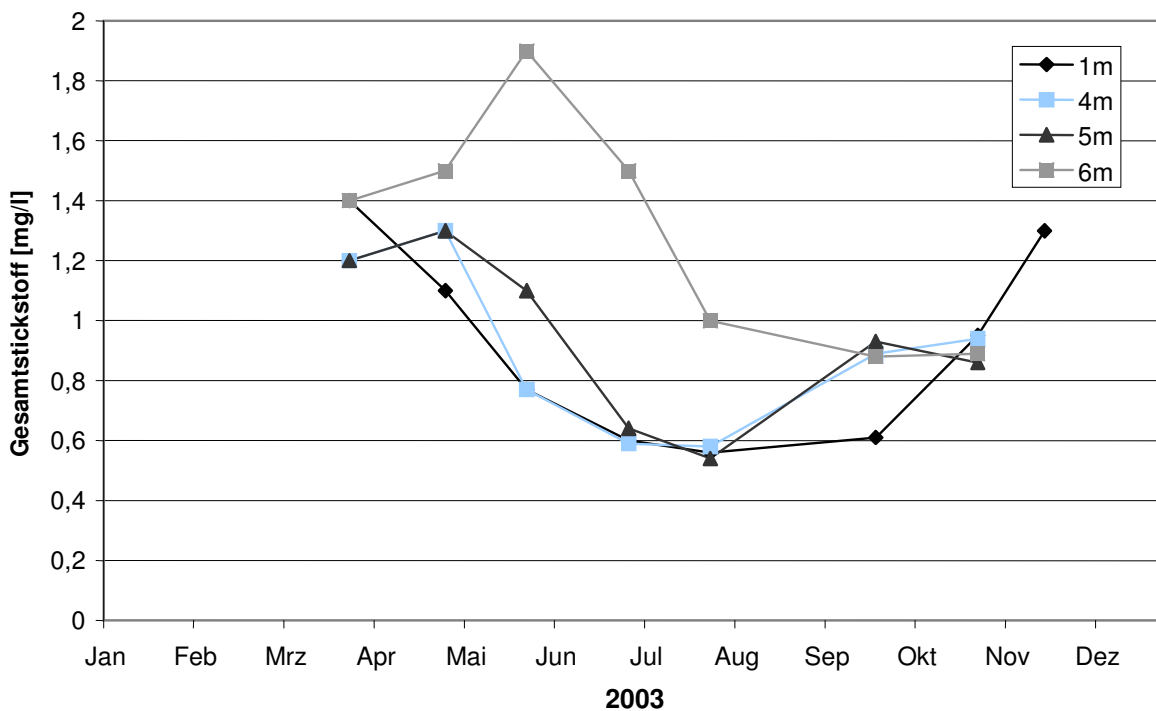


Abbildung 25: Jahresgang der Gesamtstickstoffkonzentration [mg/l N] in verschiedenen Tiefen im Pinnsee 2003

Von April bis November war, ab 6 m Tiefe, ein leicht erhöhter **Eisengehalt** auffällig (Maxima: 0,48 mg/l Fe im Juli, 0,30 mg/l Fe im September). Er spiegelt die Rücklösungsprozesse zur Zeit der Sauerstofffreiheit im Hypolimnion wider: Aufgrund der Redoxverhältnisse wurde das im Sediment gebundene dreiwertige Eisen zum zweiwertigen Eisen reduziert und war daher im Freiwasser nachzuweisen. Die Situation ist vergleichbar derjenigen in den tieferen Wasserschichten der Sommerhalbjahre des Untersuchungszeitraumes von 1996 bis 2002 (Abbildung 8).

Erhöhte **Aluminiumkonzentrationen** waren nicht nachzuweisen, die beiden Maximalwerte von 0,038 mg/l Al in 6 m Tiefe im März und April des Untersuchungsjahres bewegten sich nur geringfügig oberhalb des für schleswig-holsteinische Seen üblichen backgrounds (siehe Kap. 5.2). Innerhalb dieses Schwankungsbereiches – 0,010 mg/l bis 0,030 mg/l Al – bewegten sich auch die Aluminiumkonzentrationen z.B. der Jahre 1996 und 1997 (Abbildung 9), eine Ausnahme stellt hier diejenige des Herbstes 1996 dar (0,74 mg/l Al in 7 m Tiefe).

5.3.4 Chlorophyll, Sichttiefe

In der Zeit zwischen Ende Juni und Ende September war ein ausgeprägtes Klarwasserstadium festzustellen (Abbildung 26). Sichttiefen zwischen 2,4 m (Ende Juni) und 4,2 m (Ende Juli) entsprachen relativ niedrigen Phytoplanktonbiomassen, die Chlorophyll a-Konzentrationen lagen hier zwischen 2,5 µg/l Chl a Ende Juni und 4,4 µg/l Chl a Ende September. In den übrigen Monaten – Ende März bis Ende Mai und Ende Oktober bis Ende November – lagen die Chlorophyll a-Konzentrationen relativ hoch - zwischen 19,9 µg/l Chl a und 76,2 µg/l Chl a - und weisen auf eine intensive Primärproduktion hin. Im Jahresmittel 2003 lag die Chlorophyll a-Konzentration bei 28,6 µg/l Chl a. Dieses Jahr wies somit die zweitniedrigste Chlorophyll a-Konzentration aller Untersuchungsjahre auf.

Die Probenahmen des Jahres 2003 bestätigen die bereits in den Vorjahren aufgezeigte Tendenz zur Entwicklung von Chlorophyll a-Konzentration und Sichttiefe im Jahresgang.

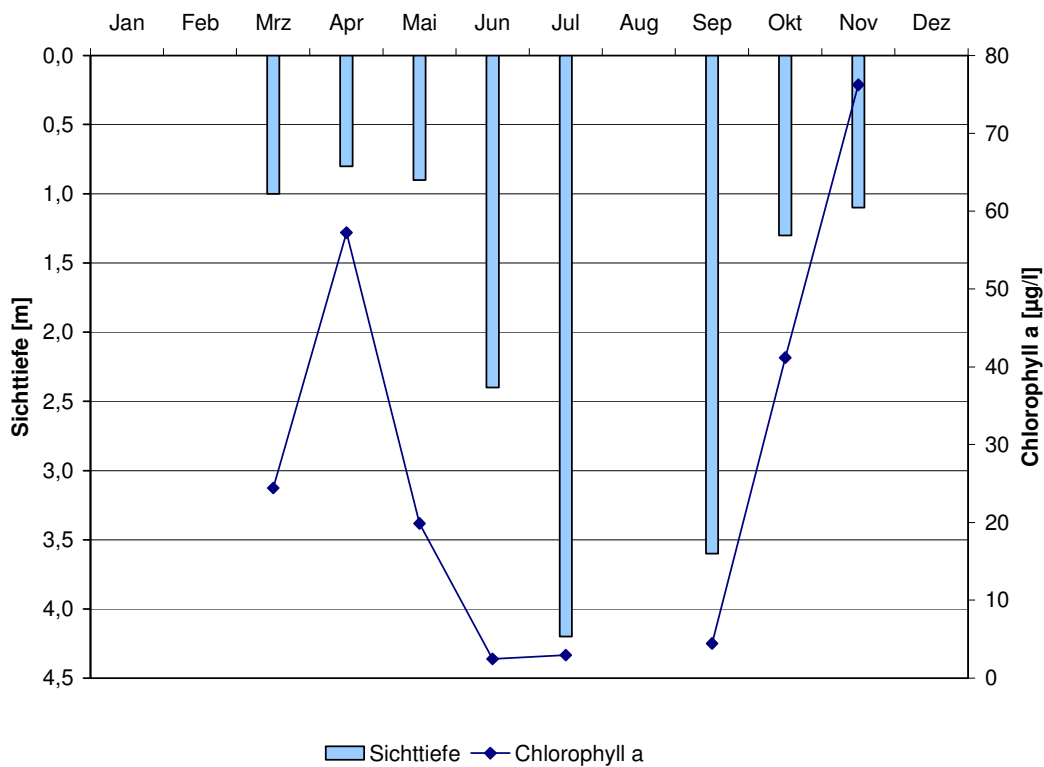


Abbildung 26: Verlauf der Sichttiefe [m] und der Chlorophyll a-Konzentrationen [µg/l] im Pinnsee 2003

Im Jahresmittel 2003 lag die Sichttiefe im Pinnsee bei 1,9 m (bzw. bei 2,8 m zwischen Mai und September) und weist darauf hin, dass – wie in den Vorjahren - die Primärproduktion des Gewässers zeitweise relativ hoch ist.

Insgesamt ist festzustellen, dass im Vergleich zur geringen elektrischen Leitfähigkeit und den relativ niedrigen Phosphorkonzentrationen des Pinnsees zumindest zeitweise relativ hohe Chlorophyll a-Kon-

zentrationen auszumachen sind. Dies weist auf die effektive Ausnutzung des Gesamtphosphors hin. Zusammenfassend lässt sich feststellen: Im Hinblick auf die „Kernparameter“ Temperatur- und Sauerstoffhaushalt, Leitfähigkeit, Calcium, Säurebindungsvermögen, Phosphor- und Stickstoffhaushalt bestätigen die intensiveren Untersuchungen des Jahres 2003 (achtmalige Probenahme) die Auswertungen der Ergebnisse der dreimaligen jährlichen Probenahmen der Jahre 1996 bis 2002 (Tabelle 5).

Tabelle 5: Jahresmittelwerte in 1 m Tiefe für Gesamt-Phosphor, Gesamt-Stickstoff und Chlorophyll a (je drei Werte für den Zeitraum 1996 bis 2002, acht Werte für 2003)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Chlorophyll a [µg/l]	81	57	151	112	114	7	34	29
Gesamt-P [mg/l]	0,034	0,031	0,048	0,034	0,055	0,023	0,058	0,033
Gesamt-N [mg/l]	0,9	0,74	0,94	0,82	0,98	0,63	1,06	0,91

Anorganisches Phosphat lag – abgesehen von einer Ausnahme in 7 m Tiefe im Sommer des Jahres 1998 (0,068 mg/l P) - fast durchgehend unter der Nachweisgrenze.

Auch nach den Untersuchungen des Jahres 2003 lässt sich der Pinnsee anhand der Jahresgänge von Gesamtphosphor, Gesamtstickstoff, Leitfähigkeit und Calcium als relativ nährstoffarmer und kalkarmer See charakterisieren.

In auffälligem Kontrast hierzu steht die relativ hohe Primärproduktion des Sees, Chlorophyll a-Werte (Tabelle 6) und Sichttiefen des gesamten Untersuchungszeitraumes bestätigen dies. Somit scheint eine effektive Nutzung der vorhandenen Nährstoffe vorzuliegen.

Insgesamt geben darüber hinaus die Ergebnisse des Untersuchungszeitraumes von 1996 bis 2003 Hinweise auf ein ausgeprägtes sommerliches Klarwasserstadium 2003 zwischen Juni und September, gekennzeichnet durch hohe Sichttiefen und niedrige Chlorophyll a-Werte. Den im Jahre 2003 gemessenen Sichttiefen 2,4 m (Juni), 4,2 m (Juli) und 3,6 m (September) entsprechen im vergleichbaren sommerlichen Zeitraum der Jahre 1997, 1999 und 2001, in denen das Epilimnion bis in eine Tiefe von 5 m hinabreichte, Klarwasserstadien mit Sichttiefen zwischen 2,6 m und 4,1 m. Eigene Begehungen vor Ort im späten Frühjahr, Frühherbst und Spätherbst der Jahre 1998 und 1999 vermitteln den Eindruck, dass Klarwasserphasen und Zeiten intensiver Primärproduktion dicht beieinanderliegen. Erklärbar erscheint aufgrunddessen auch, dass in den Jahren mit dreimaliger Beprobung z. T. sehr schwankende Chlorophyll a-Konzentrationen festgestellt wurden (Abbildung 21).

Auch vor diesem Hintergrund ein kurzer Rückblick: Im zu- und abflusslosen Pinnsee ist der Verlauf von Stoffkonzentrationen und Primärproduktion stark von Niederschlag und Verdunstung abhängig. Die Abflussjahre 2000 – 2002 waren überdurchschnittlich nass, das darauffolgende Abflussjahr 2003 ein extrem trockenes Jahr. Der Schwankungsbereich des Wasserspiegels in den vier Jahren von 2000 bis 2003 betrug 67 cm. Die z.T. noch nicht eindeutig erkennbaren Tendenzen im Bereich der ermittelten Chlorophyll a-Werte bzw. auch der Sichttiefen sind möglicherweise auch durch diese Schwankungen erklärbar.

5.4 Tendenzielle Entwicklung der Versauerung

Tendenziell nimmt der pH-Wert im Pinnsee seit 1996 zu, sowohl im Oberflächenbereich als auch in den tieferen Wasserschichten. Trotzdem ist im Jahr 2003 eine leichte Abnahme zu verzeichnen (Tabelle 2). Betrachtet man den Sulfatgehalt in 1 m und 4 m Tiefe, so ist – von 1996 bis 2002 - ein Rückgang deutlich zu erkennen. Die geringeren Messwerte in den unteren Schichten lassen aber vermuten, dass Reduktionsprozesse von Sulfat oder auch eine Abnahme der Säuredeposition (weniger Sulfat im einströmenden Grundwasser?) weiterhin eine Rolle spielen, die Tendenz der Abnahme des Sulfatgehaltes seit 1996 wurde 2003 nicht fortgesetzt. Von Juni bis September waren leicht erhöhte Sulfatgehalte in 1 m und 6 m Tiefe nachzuweisen. Bei der Säurekapazität ist kein Trend auszumachen, sie unterliegt leichten Schwankungen, ist aber nach wie vor gering. Insgesamt überwiegen die Hinweise, dass der Eintrag von sauren Luftschadstoffen offensichtlich nachgelassen hat. Eine Verbesserung der Luftqualität, bedingt durch geringere Schwefeldioxidemissionen, ist zu verzeichnen.

Die in Bezug auf die Versauerung rückläufige Tendenz zeigt sich nicht nur bei den Messergebnissen der letzten acht Jahre, sondern noch deutlicher, wenn alle Ergebnisse des Monitoringprogramms hinzugezogen werden. Für die Zeit von 1986 bis 1989 wurde der pH-Wert noch mit durchschnittlich 4,6 angegeben (ZAHN 1990). Der Pinnsee galt damit als stark versauert. Selbst unter den ungünstigen Bedingungen von 1997 lag der Jahresdurchschnitt (alle Tiefenstufen) mit 4,92 schon wesentlich höher. Seit 1998 wurden bis auf zwei Ausnahmen nur zweimal Werte unter 5 gemessen, ab dem Jahre 2001 ergeben sich Jahresdurchschnittswerte, die in einem Bereich zwischen 5,6 und 6,0 liegen. Nach der von ZAHN herangezogenen Bewertung wird dieser Bereich als leicht oder mäßig versauert bezeichnet. Als natürlicher pH-Wert wurde für den Pinnsee anhand von paläolimnologischen Sedimentuntersuchungen ein Wert von 6,2 ermittelt.

Bei Sulfat zeichnet sich verglichen mit den Maximalwerten von 1987, wo bis zu 15 mg/l SO_4 ermittelt wurden, im Zeitraum der Jahre 1996 bis 2003 mit höchstens 6,37 mg/l SO_4 insgesamt ein deutlicher Rückgang ab.

Hinsichtlich der Entwicklung von pH-Wert, Sulfat-, Eisen- und Aluminiumkonzentrationen seit 1986 verdichten sich die Hinweise, dass die stärkste Veränderung im Hinblick auf die Versauerung des Sees vor Beginn des Untersuchungsprogramms 1995/1996 stattgefunden hat.

6. Phyto- und Zooplankton

Das Phyto- und Zooplankton wurde in den Zeiträumen von 1995 bis 1997 von HEISIG-GUNKEL, von 1998 bis 2002 von SPETH und 2003 vom Büro KLS untersucht, die folgenden Ausführungen wurden den im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt erstellten Gutachten (HEISIG-GUNKEL 1997, SPETH 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 und KLS 2003) entnommen.

Von 1995 bis 2002 wurden dreimalige Probenahmen pro Jahr durchgeführt (Frühjahrs-, Sommer- und Herbstaspekt), im Jahr 2003 wurden an acht Probenahmeterminen von März bis November die Planktonproben untersucht.

Vollständige Artenlisten, die Daten zu Abundanzen und Biovolumina des Phytoplanktons sowie zu Abundanzen des Zooplanktons sind im Anhang zu finden.

6.1 Entwicklung des Phytoplanktons von 1995 bis 2003

Im Zeitraum von **1995 bis 2002** ist die Artenvielfalt des Phytoplanktons im Pinnsee als gering zu bezeichnen, sie variierte zwischen 38 Arten bzw. Gat-

tungen (**1995 bis 1997**) bis zu 43 Phytoplanktontaxa (**1998 bis 2002**). Im Jahr **2003** konnten insgesamt 60 Phytoplanktontaxa bestimmt werden. Einige Planktonformen traten zu bestimmten Jahreszeiten in recht hohen Zelldichten auf, insbesondere auch die Biovolumina variierten – je nach vorherrschender Phytoplanktonart – sehr stark. Die Gesamtbiovolumenentwicklung des Phytoplanktons von 1995 bis 2002 sowie von 2003 in 1 m Tiefe sind in den Abbildungen 27 und 28 dargestellt. Die Zusammensetzung der taxonomischen Großgruppen und Biovolumenentwicklung des Phytoplanktons von 1995 bis 2002 sowie von 2003 in 1 m Tiefe sind in den Abbildungen 29 und 30 erkennbar.

Der Frühjahrsaspekt (März/April) der Jahre **1995 bis 1997** wurde geprägt durch die Dominanz kokkaler und volvocaler Grünalgen. Zelldichten und Biovolumina variierten in den verschiedenen Wassertiefen z.T. sehr stark, so bewirkte z. B. im Frühjahr **1997** in der 5 m – Wasserschicht ein starkes Vorkommen von *Chlamydomonas* spp. hohe Biovolumina (5,7 mm³/l). Gekennzeichnet war der Frühjahrsaspekt dieses Zeitraumes auch dadurch, dass Kieselalgen nahezu nicht vorhanden waren, in geringer Individuendichte wurde im Frühjahr 1996 die Moor-Kieselalge *Tabellaria flocculosa* nachgewiesen.

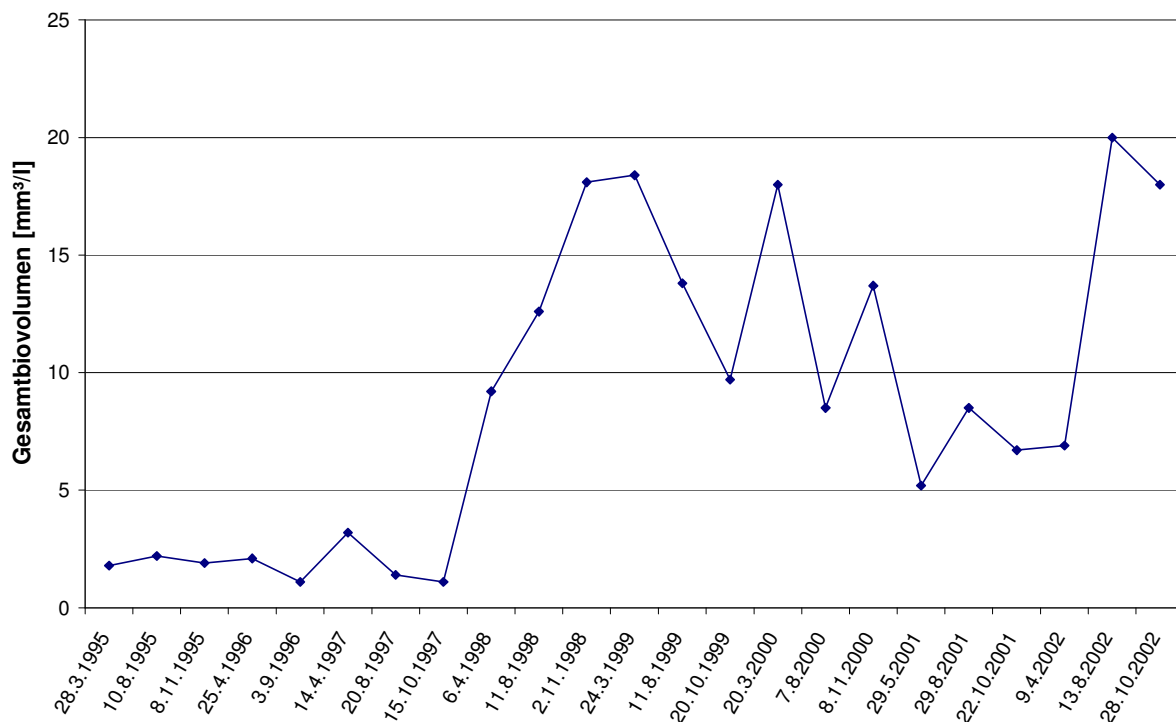


Abbildung 27: Gesamtbiovolumenentwicklung des Phytoplanktons von 1995 bis 2002 in 1 m Tiefe

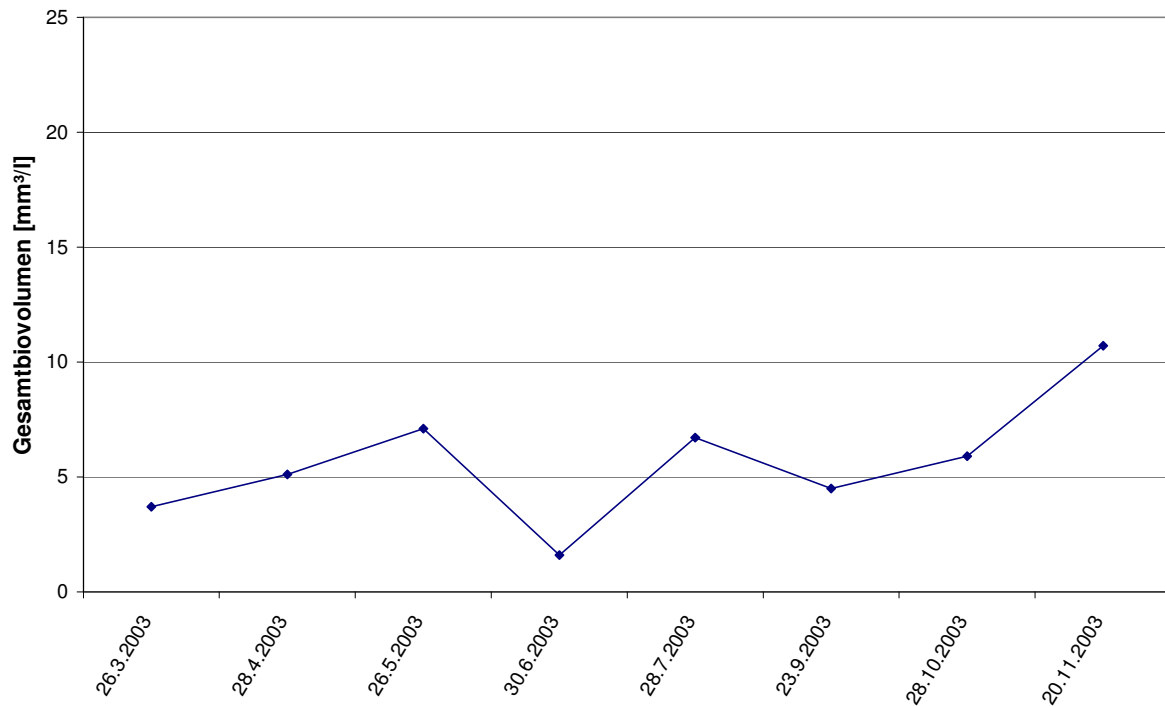


Abbildung 28: Gesamtbiolumenentwicklung des Phytoplanktons 2003 in 1 m Tiefe

Jeweils im August dieses Zeitraumes zeigte sich eine größere Artenvielfalt des Phytoplanktons als zum Frühjahrsaspekt. Hauptvertreter des Sommerplanktons **1995** waren Flagellaten, die aufgrund ihrer Größe recht hohe Biovolumina bewirkten: *Cryptomonas* spp. mit 1,1 mm³/l; *Gymnodinium* sp. mit 1,0 mm³/l. In 5 m und 7 m Wassertiefe traten - in geringen Abundanzen und Biovolumina - Cyanobakterien auf. Auffallend im August **1997** war die Entwicklung einer *Peridiniopsis*-Population (Dinoflagellat), die das sommerliche Planktonbild bestimmte. Verbreitungsschwerpunkt dieser Alge waren die oberen Wasserschichten, in 1 m Tiefe erreichte dieses Taxon ein Biovolumen von 1,3 mm³/l.

Der Herbstaspekt der Jahre **1995 bis 1997** war wieder geprägt - vergleichbar der Frühjahrssituation - durch die Dominanz kokkaler und volvocaler Grünalgen. Zusätzlich trat im Oktober **1997** eine recht starke Population der Goldalge *Dinobryon divergens* auf. Sie befand sich in der gesamten Wassersäule in unterschiedlichen Zelldichten (446,4 n/ml in 2 m Wassertiefe bis 2604,2 n/ml in 7 m Wassertiefe). Auch die großen Flagellaten (*Cryptomonas* sp.) waren weiterhin in der gesamten Wassersäule vertreten, die Varianz der Biovolumina für dieses Taxon von der Oberfläche bis zum Grund war gering (0,1 mm³/l in 1 m Wassertiefe, 0,6 mm³/l in 7 m Wassertiefe). Die qualitative Zusammensetzung des Phytoplanktons aber variierte innerhalb der Wassersäule.

Im Zeitraum von **1998 bis 2002** wurden insgesamt 43 Phytoplanktontaxa festgestellt. Davon stellten Cyanophyceae: 5, Cryptophyceae: 5, Chrysophyceae: 5, Chlorophyceae: 8, Conjugatophyceae: 8, Xanthophyceae: 1, Euglenophyceae: 3, Bacillariophyceae: 2, Dinophyceae: 6 Taxa.

Im Jahr **1998** dominierten kokkale Grünalgen das Gesamtbiolumen im Frühjahr: *Scenedesmus* spp. mit 1,2 mm³/l, *Dictyosphaerium sphagnale* mit 1,8 mm³/l. Beide Arten waren bis in 7 m Tiefe abundant und dominant. In 1 m Tiefe trugen außerdem *Cryptomonas* spp. (v.a. *Cryptomonas* cf. *marsonii* mit 1,1 mm³/l) und die Goldalge *Chromulina* sp. mit 1,7 mm³/l, bedingt durch ihr höheres Zellvolumen, maßgeblich zum Biovolumen bei. Auch der Dinoflagellat *Gymnodinium* sp. erreichte mit 0,9 mm³/l in 1 m Tiefe ein beachtliches Biovolumen. Insbesondere im August und November diesen Jahres wurden recht hohe Abundanzen und Gesamtbiolumina festgestellt, die zum Großteil nur auf wenige Arten zurückzuführen waren. Insbesondere ist hier die Jochalge cf. *Cosmocladium* sp. zu nennen, die im August diesen Jahres erstmals im Phytoplankton nachgewiesen wurde und mit einem Biovolumen von 11,0 mm³/l maßgeblich zum Gesamtbiolumen von 12,6 mm³/l des Sommeraspektes beitrug. Noch in 5 m Wassertiefe erreichte cf. *Cosmocladium* sp. ein Biovolumen von 9,4 mm³/l. Noch im November war diese Jochalge bis in 7 m Wassertiefe dominant (Biovolumina zu diesem Zeitpunkt: 14,1 mm³/l in 1 m, 14,6 mm³/l in 7 m Wassertiefe).

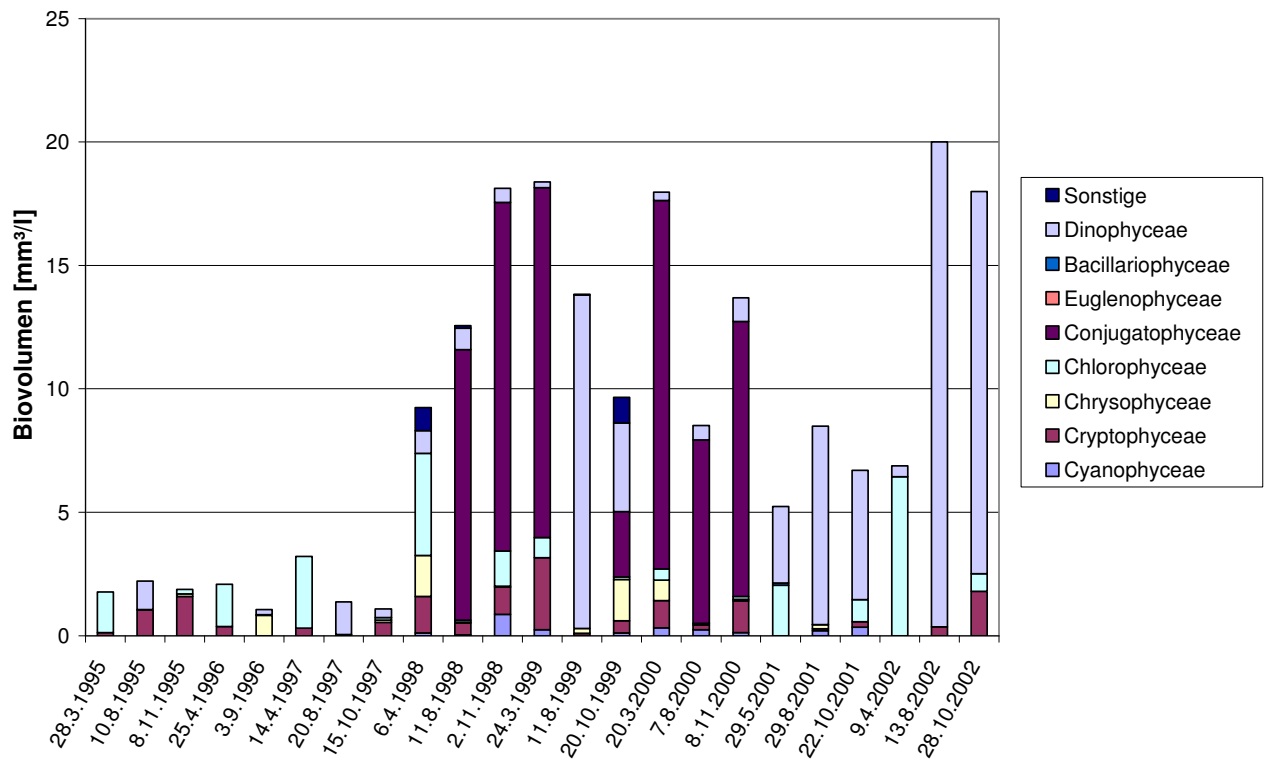


Abbildung 29: Taxonomische Großgruppen und Biovolumenentwicklung des Phytoplanktons von 1995 bis 2002 in 1 m Tiefe

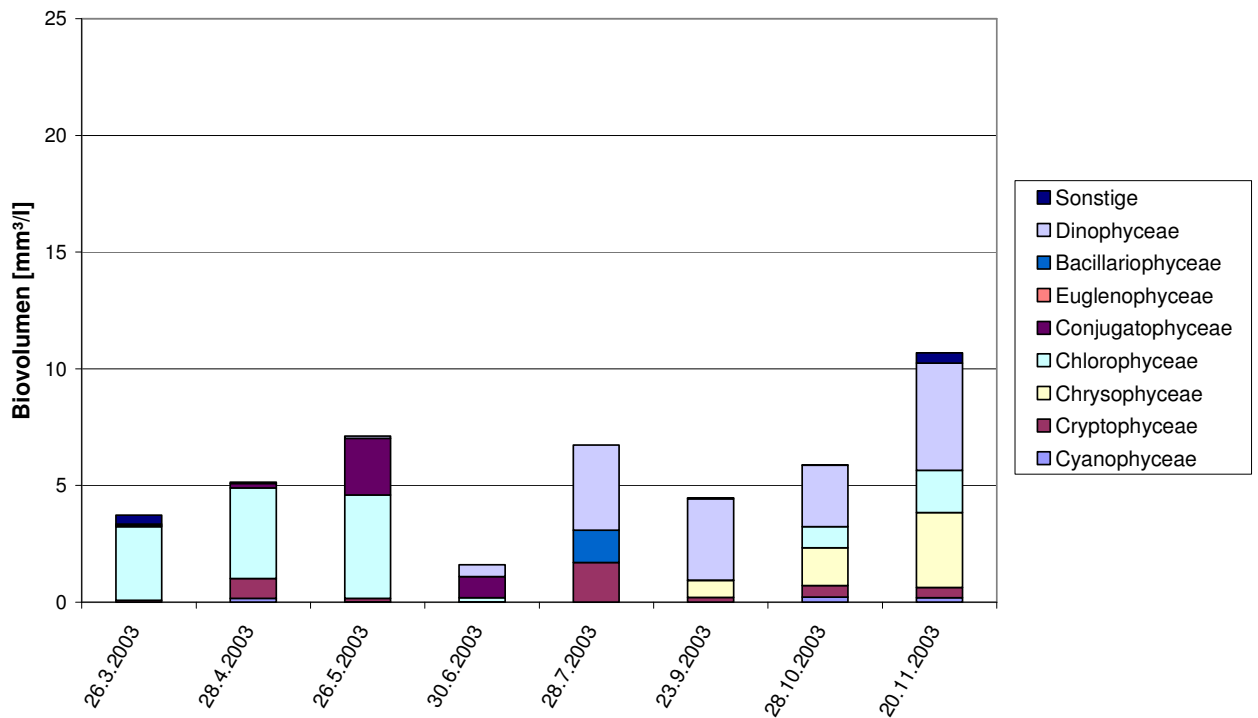


Abbildung 30: Taxonomische Großgruppen und Biovolumenentwicklung des Phytoplanktons 2003 in 1 m Tiefe

Dies führte dazu, dass die Gesamtbiovolumina der Wassersäule im November (z.B. 17,4 mm³/l in 1 m Tiefe) diejenigen vom August übertrafen. Auch ein Vertreter des *Peridinium umbonatum*-Komplexes (*P. cf. pusillum*) stellte zum Sommeraspekt diesen Jahres einen nennenswerten Anteil am Biovolumen (0,9 mm³/l sowohl in 1 m als auch in 2 m Wassertiefe). Die Dinoflagellaten dieser Gruppe gelten als typisch für saure Gewässer. Noch im November bildete *P. cf. pusillum* einen nennenswerten Anteil (0,6 mm³/l in 1 m Wassertiefe) am Gesamtbiovolumen.

Auch im Jahr **1999** wurden die Gesamtbiovolumina im Phytoplankton (18,4 mm³/l im März, 13,8 mm³/l im August, 9,7 mm³/l im Oktober, jeweils in 1 m Wassertiefe) zu den unterschiedlichen Jahreszeiten im Wesentlichen durch die kleinen Zellen von *cf. Cosmocladium sp.*, die großzelligen *Gymnodinium sp.* oder durch die Vertreter des *Peridinium umbonatum*-Komplexes dominiert. Während Arten des *Peridinium umbonatum*-Komplexes entsprechend dem vergleichbaren Zeitraum des Vorjahres auch in diesem Jahr im August von Bedeutung waren (Biovolumen: 13,3 mm³/l in 1 m Wassertiefe und damit ein Anteil von 98 % am Gesamtbiovolumen diesen Monats), ist die jahreszeitliche Entwicklung von *cf. Cosmocladium sp.* nur schwer prognostizierbar. Während das Vorkommen dieser Jochalge im Vorjahr auf Sommer und Herbst beschränkt war, erreichte sie im Frühjahr diesen Jahres ihre stärkste Entfaltung (Biovolumen: 14,2 mm³/l in 1 m Wassertiefe), war hingegen im Sommer nicht nachzuweisen.

Im Jahr **2000** wurden die Gesamtbiovolumina zwischen 8,5 und 18,0 mm³/l zu allen drei Probenahmeterminen durch die kleinen Zellen der Jochalge *cf. Cosmocladium sp.* dominiert (Biovolumenanteile im März: 83 %, im August: 87 %, im November: 81 %). Vergleichbar hohe Anteile von mehr als 77 % des Gesamtbiovolumens erreichte diese Alge im August 1998 (dem Zeitpunkt ihres erstmaligen Nachweises), im November des gleichen Jahres sowie im März 1999. Auch zwei Vertreter des *Peridinium umbonatum*-Komplexes waren in diesem wie in den vorhergehenden zwei Jahren im August und im Oktober/November abundant (> 200 Zellen / ml). Entsprechend hohe Dominanzen wie im vergleichbaren Zeitraum des Vorjahres wurden 2000 nicht erreicht.

Im Gegensatz zu den vorhergehenden drei Jahren, die sich durch die starke Dominanz der Jochalge *cf. Cosmocladium sp.* an vielen Probenahmeterminen auszeichneten, konnte diese Art im Jahr **2001** nicht nachgewiesen werden. In diesem Jahr stellten Dinoflagellaten an allen drei Terminen den größten Teil

des Biovolumens. Ein Vertreter des *Peridinium umbonatum*-Komplexes sowie *Gymnodinium sp.* waren die in Bezug aufs Biovolumen wichtigen Arten. Im Mai stellten Arten des *Peridinium umbonatum*-Komplexes (Biovolumen: 2,4 mm³/l) 59 % des Biovolumens. Grünalgen waren mit 39 % Biovolumenanteil (u.a. *Scenedesmus*-Arten und *Dictyosphaerium sphagnale*) vertreten. Die sommerliche Phytoplanktongemeinschaft wurde überwiegend durch Dinoflagellaten (95 % Biovolumenanteil) gebildet. Eine große *Gymnodinium*-Art war dominant und stellte das höchste Biovolumen (7,5 mm³/l). Die gleiche Art war auch im Oktober – Biovolumen: 5,1 mm³/l – der wichtigste Vertreter der Dinoflagellaten, die 78 % des Biovolumens stellten. Grünalgen waren zu diesem Zeitpunkt im Wesentlichen mit denselben Arten wie im Mai die wichtigsten Begleiter, meist vertreten durch *Dictyosphaerium sphagnale*. Insgesamt waren die Gesamtbiovolumina des Jahres 2001 (5,2 mm³/l im Mai, 8,5 mm³/l im August, 6,7 mm³/l im Oktober) deutlich geringer als in den Vorjahren 1998 bis 2000 (Abbildung 23). Lediglich im August diesen Jahres wurde ein gleich hohes Biovolumen wie im August des Vorjahres ermittelt.

Die Gesamtbiovolumina des Jahres **2002** waren – insbesondere im August mit 20,0 mm³/l und im Oktober mit 18,0 mm³/l – sehr hoch. In den vergleichbaren Zeiträumen der Jahre 1998 bis 2000 wurden zeitweise bereits ähnlich hohe Gesamtbiovolumina erfasst. Während die früheren Spitzen im wesentlichen von der Jochalge *cf. Cosmocladium sp.* verursacht wurden, dominierten in diesem Jahr – wie auch schon 2001 bei hier jedoch deutlich niedrigeren Gesamtbiovolumina – Dinoflagellaten. Die Phytoplanktongemeinschaft des Frühjahrs 2002 wurde durch kleinzellige Grünalgen dominiert, die 93 % des Gesamtbiovolumens ausmachten. Insbesondere Vertreter der Gattung *Scenedesmus* stellten fast 90 % des Gesamtbiovolumens. Das hohe Gesamtbiovolumen im August 2002 wurde zu 98 % von Dinoflagellaten gestellt, wobei hier insbesondere *Gymnodinium uberrimum* aufgrund seiner Größe einen beachtlichen Anteil von 82 % erreichte. Weiterhin waren Vertreter des *Peridinium umbonatum*-Komplexes von Bedeutung (16 %). Auch im Oktober 2002 waren Dinoflagellaten mit einem Biovolumenanteil von 86 % dominant. *Gymnodinium uberrimum* war wiederum die vorherrschende Art, während die Vertreter des *Peridinium umbonatum*-Komplexes an Bedeutung abgenommen hatten. Vertreter des *Peridinium umbonatum*-Komplexes sowie *Gymnodinium spp.* kennzeichnen saure Gewässer im pH-Bereich von 3 bis 5. Cryptophyceen waren zu diesem Zeitpunkt mit einem Biovolumenanteil von 10 % vertreten.

Im Jahr **2003** wurden an acht Probenahmeterminen von März bis November die Planktonproben untersucht. Es konnten in diesem Jahr insgesamt 60 Phytoplanktontaxa bestimmt werden. Die vier artenreichsten Gruppen waren hierbei die Chlorophyceen mit 16 Taxa, die Cyanophyceen mit 10 Taxa, die Conjugatophyceen mit 9 Taxa und die Bacillariophyceen mit 7 Taxa. Hinsichtlich der Versauerungsproblematik sind insbesondere die letzteren bemerkenswert, da diese planktischen Kieselalgen als besonders empfindlich gegenüber niedrigen pH-Werten gelten (DOKULIL et al. 2001). An sieben der acht Untersuchungstermine waren sie allerdings nur mit wenigen Individuen vertreten. Die Gesamtbiovolumenentwicklung des Phytoplanktons 2003 in 1 m Tiefe ist in der Abbildung 28, die Zusammensetzung der taxonomischen Großgruppen und Biovolumenentwicklung des Phytoplanktons 2003 in 1 m Tiefe ist in der Abbildung 30 dargestellt. Das Gesamtbiovolumen lag am 26.3. zunächst bei $3,7 \text{ mm}^3/\text{l}$ und stieg dann bis zum 26.5. auf $7,1 \text{ mm}^3/\text{l}$ an. Am nächsten Untersuchungstermin Ende Juni hatte das Gesamtbiovolumen dann deutlich abgenommen und lag nur noch bei $1,6 \text{ mm}^3/\text{l}$. An den ersten vier Untersuchungsterminen dominierten die Chlorophyta, wobei an den ersten drei Untersuchungsterminen Chlorophyceen aus der Gattung *Scenedesmus* den größten Anteil am Gesamtbiovolumen hatten. Neben der Gattung *Scenedesmus* erreichten am 26.5. auch noch Conjugatophyceen aus der Gattung *Cosmocladium* einen hohen Anteil am Gesamtbiovolumen. Ende Juni dominierten die Conjugatophyceen dann innerhalb der Chlorophyta. Neben den Chlorophyta erreichten am 28.4. noch Cryptophyceen der Gattung *Cryptomonas* und am 30.6. Dinophyceen aus den Gattungen *Peridinium* bzw. *Peridiniopsis* einen nennenswerten Anteil am Gesamtbiovolumen. In der zweiten Hälfte des Untersuchungszeitraumes 2003 stieg das Gesamtbiovolumen zunächst wieder auf $6,7 \text{ mm}^3/\text{l}$ am 28.7. an. Ende September und Oktober lag das Gesamtbiovolumen mit $3,7$ bzw. $4,0 \text{ mm}^3/\text{l}$ auf einem niedrigeren Niveau und stieg zum letzten Untersuchungstermin am 20.11. erneut auf $7,3 \text{ mm}^3/\text{l}$ an. Dominierende Algengruppe waren in der zweiten Hälfte des Untersuchungszeitraumes 2003 die Dinophyceen, von denen die Art *Gymnodinium uberrimum* das größte Biovolumen erreichte. Neben den Dinophyceen besaßen am 28.7. auch noch Cryptophyceen der Gattung *Cryptomonas* und die Bacillariophycee *Stephanodiscus neoastraea* mit $1,4 \text{ mm}^3/\text{l}$ einen nennenswerten Anteil am Gesamtbiovolumen. An den letzten drei Untersuchungsterminen waren neben den Dinophyceen vor allem noch Chrysophyceen vorhanden. Die Art *Dinobryon pediforme* war dabei an allen drei Terminen vertreten, zusätzlich kam an den letzten beiden Terminen auch noch die Art *Synura spagnicola* hinzu. An den letzten beiden Untersuchungsterminen erreichten

außerdem Chlorophyceen aus der Gattung *Scenedesmus* noch einmal einen nennenswerten Anteil am Gesamtbiovolumen.

Die Abbildungen 27 und 28 zeigen die hohen Diskrepanzen der Entwicklung der Gesamtbiovolumina im genannten Zeitraum auf, diese variierten – je nach vorherrschender Phytoplanktonart – sehr stark. Einen wesentlichen Anteil an den hier auftretenden „Sprüngen“ hatten die kleinzellige Jochalge cf. *Cosmocladium* sp. sowie großzellige Dinoflagellaten des *Peridinium umbonatum*-Komplexes (*P.* cf. *pusillum*) sowie *Gymnodinium* sp. (*Gymnodinium uberrimum*). Auffällig waren auch die Entwicklungen unterschiedlicher Zelldichten und Biovolumina in der gesamten Wassersäule, z. T. bis in 7 m Tiefe. Möglicherweise lassen sich die auffälligen Unterschiede zu einem gewissen Anteil auch durch die zeitlich versetzten dreimaligen Probenahmen von 1995 bis 2002 im Jahresverlauf erklären, z. B. innerhalb des Frühjahraspektes zwischen März und Mai, innerhalb des Sommeraspektes zwischen August und September, innerhalb des Herbstaspektes zwischen Oktober und November. So wurde z. B. der Frühjahrs- und Herbstaspekt der Jahre 1995 bis 1997 durch Grünalgen dominiert, im Frühjahr des Jahres 1997 bewirkte in der 5 – m – Wasserschicht die Grünalge *Chlamydomonas* sp., im Herbst des gleichen Jahres in 7 m Wassertiefe die Goldalge *Dinobryon divergens* hohe Biovolumina. Die jahreszeitlichen Entwicklungen der Phytoplanktonarten sind meist schwer prognostizierbar: So wurde z. B. cf. *Cosmocladium* sp. erstmals im Sommer 1998 nachgewiesen, noch in 5 m Wassertiefe trug dieses Taxon mit hohen Biovolumina maßgeblich zum Gesamtbiovolumen des Sommeraspektes bei und war maßgeblich verantwortlich für die auffällige Diskrepanz der Biovolumenentwicklung nach 1997. Im Sommer 1999 war cf. *Cosmocladium* sp. nicht nachzuweisen, 2001 fehlte diese Art vollständig. Zu diesem Zeitraum waren die hohen Biovolumina der oben genannten Dinoflagellaten auffällig, sie „ersetzten“ z. T. die in den Vorjahren verursachten Spitzen von *Cosmocladium*, somit blieb die Diskrepanz in der Gesamtbiovolumenentwicklung zwischen 1997 und 1998 am augenscheinlichsten. Die Gesamtbiovolumina des Jahres 2003 wurden wiederum maßgeblich geprägt durch Grünalgen (Gattung *Scenedesmus*), Jochalgen (cf. *Cosmocladium* sp.) und Dinoflagellaten. Die Ergebnisse vieler Jahre des Untersuchungszeitraumes – insbesondere auch die des Jahres 2003 – geben Hinweise auf eine ausgeprägte Klarwasserphase zwischen den Monaten Juni und September.

Auffällig bei den Untersuchungen ist die relativ „ausgeglichene“ Situation des Phosphor- und Stickstoffhaushaltes im Gegensatz zu den unterschiedlichen Größenordnungen von Chlorophyll und Biovo-

lumina. Geht man davon aus, dass die jeweils vorherrschende Phytoplanktonart eine starke Variation der Biovolumina verursachte und dass das jahreszeitliche Aufkommen der verschiedenen Arten in relativ dichter Zeitabfolge wechselte, sind die hier festgestellten Größenordnungen der Biovolumina erklärbar. Grundsätzlich lassen sich – wie auch die Untersuchungen des Jahres 2003 zeigen – Sichttiefe und Chlorophyll, nicht aber Chlorophyll und Biovolumina miteinander korrelieren.

6.2 Entwicklung des Zooplanktons von 1995 bis 2003

Das Zooplankton des Pinnsees im Zeitraum von **1995 bis 2003** ist als relativ arten- und individuenarm zu bezeichnen, das Artenspektrum variierte zwischen 21 Taxa **1995** und 11 Taxa **1999** (jeweils ohne Protozoen). Es wurde im Wesentlichen von Rädertieren (Rotatorien), einigen wenigen Blattfußkrebse (Wasserflöhe: Cladoceren) und räuberischen Ruderfußkrebse (Cyclopoide Copepoden) dominiert. Auffällig war während des gesamten Untersuchungszeitraumes das Fehlen von Cladoceren der Gattung *Daphnia* und filtrierenden Ruderfußkrebse (Calanoide Copepoden).

Der Herbstaspekt des Jahres **1995** war gekennzeichnet durch das Fehlen von Cladoceren, unter den zu diesem Zeitpunkt vertretenen acht Rädertierarten war *Gastropus stylifer* die dominante Form (7 Ind./l).

Im Jahr **1996** waren wesentlich weniger Rädertierarten im Plankton vertreten als im Vorjahr, jedoch wies im April die dominante *Keratella quadrata* eine recht hohe Individuendichte auf (50 Ind./l), 30 % ihrer Population waren eitrugend. Die Population der Ruderfußkrebse war klein, wies jedoch einen hohen Anteil an Juvenilstadien auf. Im September wurden kleine Vertreter der Blattfußkrebse - *Bosmina longirostris* und *Ceriodaphnia quadrangula* - nachgewiesen.

Im Frühjahr **1997** war *Keratella quadrata* weiterhin die dominante Form unter den Rädertieren (15 Ind./l). Das Artenspektrum dieser Gruppe verringerte sich während des Jahres, so waren im Oktober nur noch drei Rädertierarten zu finden (*Gastropus stylifer*, *Trichocerca similis* und *Polyarthra dolichoptera*). Die Copepoden waren mit *Cyclops strenuus abyssorum* und *Thermocyclops crassus* im Frühjahr nur schwach vertreten, im Oktober waren Juvenilstadien dieser Gruppe nur als Einzelfunde vorhanden. Als Vertreter der Blattfußkrebse ist *Ceriodaphnia quadrangula* (1,3 Ind./l, Auftreten im August) zu nennen.

Für den Zeitraum von **1998 bis 2002** kann insgesamt festgestellt werden, dass die Abundanzen von Rotatorien, Cladoceren und Copepoden weiterhin sehr niedrig waren, die Rotatorien stellten weiterhin den Hauptanteil des Artenspektrums, er lag in diesem Zeitraum bei 17 Arten. Die hier nicht näher untersuchten, zum Protozooplankton gehörenden Ciliaten waren in diesem Zeitraum dagegen in relativ großer Arten- und Individuenzahl vertreten.

Im Jahr **1998** herrschten im Frühjahr Nauplien, cyclopoide Copepodide und das Rädertier *Keratella quadrata* vor. Die Sommerprobe setzte sich schwerpunktmäßig aus verschiedenen Rotatorienarten zusammen. Von diesen waren *Trichocerca similis* (0,4 Ind./l) und *Anuraeopsis fissa* (0,6 Ind./l) am bedeutendsten. Von den Crustaceen war nur *Bosmina longirostris* in nennenswerten Abundanzen vertreten (0,1 Ind./l). Im November dominierten cyclopoide Copepoden. Cladoceren waren zu diesem Zeitpunkt nicht präsent.

Im Sommerplankton des Jahres **1999** waren die Rädertiere mit acht Arten vertreten, *Trichocerca similis* (1,8 Ind./l), *Polyarthra major* (2,2 Ind./l) und *Anuraeopsis fissa* (1,4 Ind./l) waren am häufigsten. Cladoceren waren nur mit zwei Arten vertreten, von diesen war *Ceriodaphnia* cf. *quadrangula* – eine typische Art saurer Gewässer – häufiger (0,3 Ind./l) als *Bosmina longirostris* (0,1 Ind./l). Es wurden adulte Individuen der cyclopoiden Copepoden *Cyclops* sp. und *Thermocyclops crassus* in geringer Abundanz gefunden. Im Oktober konnten nur noch drei Rädertierarten nachgewiesen werden. *Polyarthra major* war am häufigsten (2,7 Ind./l), gefolgt von *Trichocerca similis* (0,6 Ind./l) und *Synchaeta* sp.. *Ceriodaphnia* cf. *quadrangula* erreichte geringere Abundanzen (0,2 Ind./l) als im August, war aber immer noch häufiger als *Bosmina longirostris* (0,1 Ind./l). Andere Cladoceren wurden nicht beobachtet. *Cyclops strenuus* trat vereinzelt auf.

Im Jahr **2000** wurden die höchsten Individuenzahlen im März beobachtet. Das kaltstenotherme Rädertier *Keratella hiemalis* (19,2 Ind./l) sowie Juvenilstadien der Ruderfußkrebse (Nauplien und cyclopoide Copepodide) waren am zahlreichsten vertreten. Adulte *Cyclops strenuus* traten in geringeren Abundanzen auf. Im August waren Rädertiere am zahlreichsten vertreten: *Anuraeopsis fissa* (0,7 Ind./l), *Keratella serrulata* (0,3 Ind./l) und *Polyarthra major* (0,3 Ind./l) waren am häufigsten. Cyclopoide Copepoden (*C. strenuus*) und ihre Jugendstadien waren in deutlich niedrigeren Abundanzen vertreten. Auch im November waren Rädertiere individuenreicher als Copepoden (*C. strenuus*) und ihre Jugendstadien, obwohl diese gegenüber August wieder an Abundanz zugenommen hatten. Neben *Polyarthra major*

(0,5 Ind./l) waren *Synchaeta* sp. (0,2 Ind./l) und erneut *Keratella hiemalis* (0,2 Ind./l, s.o.) – wenn auch in deutlich geringeren Abundanzen als im Frühjahr – von quantitativer Bedeutung.

Im Jahr **2001** wurden die höchsten Individuenzahlen des Zooplanktons im Mai festgestellt. Die Rädertiere *Conochilus hippocrepis* (10,7 Ind./l) und *Keratella valga* (16,6 Ind./l) waren am zahlreichsten. Weiterhin waren Juvenilstadien der Ruderfußkrebse (Nauplien und cyclopoide Copepodide) individuenreich vertreten. Im August und im Oktober waren die Abundanzen des Zooplanktons deutlich geringer, *Polyarthra* spp. waren hier die wichtigsten Rädertiere. Im August erlangte auch *Ceriodaphnia* cf. *quadrangula* Bedeutung (0,8 Ind./l). Copepoden (Nauplien und cyclopoide Copepodide) waren nur in sehr geringen Abundanzen vertreten. *Keratella hiemalis* wurde in diesem Jahr nur vereinzelt im Mai gesichtet. Diese kaltstenotheurme Art dürfte ihren Entwicklungsschwerpunkt früher im Jahr haben, der durch die späte Frühjahrsprobe in diesem Jahr nicht erfaßt wurde. Das Rädertier *Conochilus hippocrepis* wurde im Untersuchungszeitraum seit 1995 in diesem Jahr zum ersten Mal beobachtet. Ein möglicher Grund könnte darin liegen, dass die Frühjahrsprobe in diesem Jahr später als in den Vorjahren genommen wurde. Als Wohngewässer werden für diese Art Seen, Teiche und Moorgewässer angegeben (PONTIN 1978). Hinsichtlich der Trophie präferiert *Conochilus hippocrepis* nährstoffärmere Habitats (HAKKARI 1972, KARABIN 1985). *Trichocerca* spp. und *Anuraeopsis fissa* wurden in diesem Jahr nicht beobachtet. Diesen Arten wird eine Präferenz für produktive Gewässer zugeschrieben (z.B. GANNON & STEMBERGER 1978, KARABIN 1985).

Im Jahr **2002** waren Nauplien, cyclopoide Copepodide und adulte *Cyclops strenuus* im Frühjahr zahlreich vertreten. *Keratella hiemalis* (27 Ind./l) und *Keratella valga* (13 Ind./l) waren die wichtigsten Rädertiere, im August waren diese mit sieben Arten vertreten, von diesen war *Polyarthra* cf. *major* dominant (71 Ind./l). Die Copepoden und ihre Juvenilstadien waren in der Sommer- und Herbstprobe nur in sehr geringen Abundanzen vertreten. Der Wasserfloh *Ceriodaphnia quadrangula* war im Oktober der vorherrschende Zooplankter (27 Ind./l).

Im Jahr **2003** (achtmalige Probenahme im Jahresgang) wurden im Zooplankton elf Rotatorienarten, sieben Cladocerenarten und eine Art aus der Gruppe der cyclopoiden Copepoden gefunden. Wie in den Vorjahren dominierten die Rotatorien das Artenspektrum, wie in den Vorjahren waren Cladoceren der Gattung *Daphnia* sowie calanoide Copepoden nicht nachzuweisen. Wie in den Vorjahren waren auch weiterhin Ciliaten, *Chaoborus* – Larven und

Bauchhärlinge (*Gastrotrichia*, hier aus der Gattung *Chaetonotus*) im Plankton vorhanden. Am 26.3. wurde das Zooplankton von den cyclopoiden Copepoden dominiert. Nauplien waren zu diesem Zeitpunkt mit 80 Ind./l vorhanden, Copepodite mit 186 Ind./l und adulte Copepoden der Art *Cyclops strenuus* mit 4,4 Ind./l. Neben *Cyclops strenuus* wurden im Jahr 2003 keine weiteren Copepodenarten im Pinnsee gefunden. Im weiteren Verlauf des Jahres ging die Gesamtindividuenzahl aller Entwicklungsstadien der Copepoden dann deutlich zurück. Während am 28.4. noch insgesamt 87,5 Ind./l gezählt wurden, waren es an den übrigen Untersuchungsterminen nur noch maximal 16,7 Ind./l. Rotatorien waren am 26.3. zunächst nur sehr wenig vorhanden. Anschließend erhöhte sich ihre Zahl jedoch und schwankte an den Probenahmetermen von April bis November zwischen 15,9 und 78 Ind./l. Im April und Mai dominierte dabei die Art *Keratella quadrata* (49 bzw. 68 Ind./l), die neben der Normalform auch als *Keratella quadrata* f. *valga* vorkam. Im Juni wurde *Anuraeopsis fissa* am häufigsten gefunden (21,0 Ind./l), ab Juli dominierte *Polyarthra major* (77,0 Ind./l). Cladoceren waren nur an den Untersuchungsterminen im Juni, Juli und September in nennenswerter Anzahl vorhanden, die beiden dominierenden Arten waren hierbei *Ceriodaphnia quadrangula* und *Bosmina longirostris*. *Bosmina longirostris* erreichte die höchste Individuenzahl mit 38 Ind./l im Juni, *Ceriodaphnia quadrangula* mit 207 Ind./l im Juli.

6.3 Bewertung der Phyto- und Zooplanktonentwicklung im Zeitraum 1995 bis 2003 im Hinblick auf das trophische Niveau und die Versauerungsproblematik des Pinnsees

Sowohl die Phytoplankton- als auch die Zooplanktonbiozönose des Pinnsees ist artenarm. Während aber für das Phytoplankton zeitweise recht hohe Gesamtbiovolumina festgestellt wurden, ist das Zooplankton relativ individuenarm. HAVENS & DE-COSTA (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 *Peridinium umbonatum*-Komplexes), die als schlecht fressbare bzw. wenig genutzte Futteralgen für Herbivore gelten, so kann das bedeuten, dass ein großer Teil des Phytoplanktons nicht für die herbivoren Zooplankter saurer Gewässer als Nahrung zur Verfügung steht. Relevanz hat dies für den Pinnsee insofern, als Vertreter des *Peridinium umbonatum*-Komplexes zeitweise einen nicht unerheblichen Anteil an den Phy-

toplankton – Gesamtvolumina stellten. Auch die Verwertbarkeit großer athekater Dinoflagellaten wie z. B. *Gymnodinium uberrimum* – zeitweise ebenfalls in hohen Biovolumina im Pinnsee vorkommend – dürfte für das herbivore Zooplankton problematisch sein. Nicht nur in hocheutrophen Seen ist das Artenspektrum der Planktonalgen meist gering. 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 Gesamtbioasse bei, im Pinnsee waren es im Untersuchungszeitraum meist zwischen drei bis sechs Taxa, auf die dies zutrifft. Die Phytoplanktonbioasse muss in sauren Gewässern nicht unbedingt niedriger sein als in nicht-sauren. In der Regel ist die Bioasse in erster Linie mit dem Phosphorgehalt des Gewässers korreliert (LENHART & STEINBERG 1985), was allerdings für den Pinnsee nicht zutrifft. Die im Pinnsee zeitweise hohen Gesamtbioassumina lagen im Vergleich mit anderen, nicht sauren schleswig-holsteinischen Seen sehr hoch, auch im Verhältnis zur Phosphorkonzentration.

Im Jahr 2003 lag das mittlere Gesamtbioassum im Pinnsee mit 5,7 mm³/l zwischen den Werten, die für andere schwach bzw. hoch eutrophe Seen in Schleswig-Holstein bestimmt wurden. Wesentlichen Anteil an den Gesamtbioassumina im Untersuchungszeitraum hatten Grünalgen, Jochalgen, gelegentlich Goldalgen, ab August 1999, insbesondere aber auch seit 2001 Dinoflagellaten. Dominant innerhalb dieser Gruppen waren in der Regel einige wenige Arten (s.o.). Wesentlich ist, dass diese Taxa mehrheitlich nicht kennzeichnend für versauerungsgefährdete Seen sind. Lediglich die Verteter des *Peridinium umbonatum*-Komplexes sowie *Gymnodinium* spp. aus der Gruppe der Dinoflagellaten kennzeichnen saure Gewässer und geben einen Hinweis auf die niederen pH-Werte des Pinnsees. Darüberhinaus wurden im Untersuchungszeitraum zahlreiche Phytoplankton – Indikatorarten für saure Gewässer nachgewiesen (siehe Kap. 9), sie waren innerhalb des Artenspektrums jedoch nicht dominant.

Auffällig war, dass Kieselalgen – abgesehen vom Jahr 2003 – weder für das Artenspektrum des Phytoplanktons noch für die Gesamtbioassumina von Bedeutung waren. Bis zum Jahr 2001 wurde das Kieselalgenspektrum im Wesentlichen durch die säuretolerante Moor-Kieselalge *Tabellaria flocculosa* vertreten. Diese Art gehört zum Tychoplankton und kann als temporäre Bodenform angesehen werden. Lediglich im Mai 2001 stellte *Tabellaria flocculosa* einen Anteil von 1 % (0,1 mm³/l) am Gesamtbioassum dieses Zeitraumes. Bis 2001 wurden plankti-

sche Diatomeen in den Proben nicht beobachtet. Das Fehlen dieser Arten ist charakteristisch für saure Seen, da planktische Diatomeen als besonders empfindlich gegenüber niedrigen pH-Werten gelten (DOKULIL et. al. 2001). Erstmals 2002 konnten neben *Tabellaria flocculosa* und *Nitzschia* sp. vereinzelt Schalen planktischer Diatomeen nachgewiesen werden (solitäre Thalassiosiraceae indet.), für 2003 ist der erstmalige Nachweis von sieben Taxa planktischer Diatomeen erwähnenswert. Diese Kieselalgen waren zwar an sieben der acht Untersuchungstermine mit nur wenigen Individuen vertreten, am 28.7. 03 erreichte die Art *Stephanodiscus neoastraea* allerdings mit 1,4 mm³/l ein beachtliches Bioassum. Vor dem Hintergrund einer intensiveren Beprobung in diesem Jahr können hier noch keine weiteren Rückschlüsse gezogen werden.

Das Crustaceenplankton des Pinnsees ist relativ artenarm. Hervorzuheben ist, dass während des gesamten Untersuchungszeitraumes keine Daphnien und calanoiden Copepoden nachgewiesen werden konnten. Dies ist ein deutlicher Hinweis auf die Versauerungsproblematik, da Cladoceren, insbesondere Daphnien, deutlich empfindlich auf niedrige pH-Werte reagieren. Nicht zu erklären ist das Fehlen von calanoiden Copepoden, die in sauren Gewässern durchaus vertreten sein können. Auch die Cladocere *Ceriodaphnia quadrangula* ist ein Bewohner von dystrophen sauren Moorgewässern. Die z.T. in höherer Dichte nachgewiesene Cladocere *Bosmina longirostris* meidet nach LIEDER (1996) stark saure, dystrophe Moorgewässer. STEINBERG & LENHART (1985) heben sie dagegen als säuretolerante Art hervor. Da *Bosmina longirostris* eutrophe bis polytrophe Gewässer bevorzugt, andererseits saure Gewässer – wie auch der Pinnsee – eher nährstoffärmer sind, ist es denkbar, dass in erster Linie das Nahrungsangebot das Vorkommen dieser Cladocere bestimmt.

Im Gegensatz zu den Cladoceren sind Rädertiere relativ unempfindlich gegen niedrige pH-Werte, wobei die Individuendichten in sauren Gewässern jedoch teilweise geringer sein können, wie z.B. im Pinnsee. Vertreter der Gattung *Trichocerca* werden häufig in saurem Wasser gefunden, vier Arten dieser Gattung wurden im Untersuchungszeitraum im Pinnsee nachgewiesen, die in allen Jahren auftretende *Trichocerca similis* ist ein typischer Vertreter saurer dystropher Seen, kommt aber nicht ausschließlich in solchen vor. Die Rädertiere *Anuraeopsis fissa* und *Trichocerca* spp., die 1998 bis 2000 regelmäßig im Sommer und z.T. im Herbst auftraten, wurden im Jahr 2001 nicht beobachtet. Sie bevorzugen produktive Gewässer. *Conochilus hippocrepis*, ein Rädertier, das nährstoffärmere Ge-

wässer präferiert, wurde 2001 zum erstenmal beobachtet. Möglicherweise stehen diese Veränderungen in Zusammenhang mit den niedrigeren Phytoplanktonbiovolumina 2001.

Auch 2003 ließen sich anhand der Taxaliste des Zooplanktons und der Häufigkeiten der Taxa keine Besonderheiten feststellen, die den trophischen Zustand des Sees anzeigen. Anzeichen für eine Eutrophierung wären beispielsweise ein hoher Anteil von *Keratella cochlearis* an der Gesamtindividuenzahl der Rotatorien sowie ein Anteil von > 60 % von *Keratella cochlearis* f. *tecta* an der Gesamtindividuenzahl von *Keratella cochlearis* (DUMONT 1977 und KARABIN 1985, in: ATT 1998). 2003 wurde *Keratella cochlearis* allerdings nur an zwei Untersuchungsterminen in geringer Anzahl gefunden und die Form *Keratella cochlearis* f. *tecta* war an keinem der beiden Termine vorhanden. Ein Einfluss der Trophie des Pinnsees auf die Zusammensetzung der Zooplanktonbiozönose ist in diesem Fall somit nicht zu erkennen. Die Gesamtindividuenzahl der Rotatorien

war mit maximal 78 Ind./l nur gering. Auch dieses Merkmal der Zooplanktonbiozönose bestätigt den Trophiegrad des Pinnsees nicht, da als Anzeichen für eine Eutrophierung erst Werte von > 400 Ind./l zu bewerten sind (KARABIN 1985, in: ATT 1998). Die Zooplanktonbiozönose des Pinnsees scheint somit weniger vom Nährstoffgehalt als vielmehr von anderen ökologischen Rahmenbedingungen, wie dem zumindest zeitweise niedrigen pH-Wert, beeinflusst zu werden.

Insgesamt sind im Artenspektrum der Planktongemeinschaft des Pinnsees mehrere Indikatorarten – sowohl Phyto- als auch Zooplankter – für saure Gewässer vertreten, sie dominieren jedoch nicht das Artenspektrum und – mit Ausnahme einiger Dinoflagellaten – in der Regel auch nicht das Biovolumen. 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 sind.

7. Sediment

Im Rahmen der Bestandsaufnahmen zum Makrozoobenthos wurden im Jahre 2003 auch Substratuntersuchungen in den verschiedenen Probenahmetiefen durchgeführt. Dabei fiel auf, dass noch in 5 m Tiefe im Bereich des Südufers (Lage des Transektes) ein Sand – Kiesgemisch prägend war, erst unterhalb von 5 m Wassertiefe nahm der Schlammanteil des Sedimentes zu, bis es in 8 m Wassertiefe von weicher dunkelbrauner Konsistenz und starkem Schwefelwasserstoffgeruch gekennzeichnet war. Dies ist insofern bemerkenswert, da bei den meisten – nährstoffreichen – Seen Schleswig-Holsteins Schlamm- und Detritusanteile bereits in 1 m bis 2 m Wassertiefe das Sediment prägen. Diese Verhältnisse charakterisieren allerdings nicht den gesamten See, so sind am flachen Nordostende des Gewässers – im Bereich des Teichrosenbestandes – Verlandungserscheinungen erkennbar, die durch die entsprechenden Schlammauflagen auf dem mineralisierten Sediment gekennzeichnet sind.

Im Rahmen chemischer Untersuchungen ausgewählter Seensedimente in Schleswig-Holstein von 1996 bis 2000 (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT, 2001) wurden 60 Seen beprobt, darunter im Jahr 1996 auch der Pinnsee. Von den untersuchten Seen enthielt das Pinnseesediment den höchsten Anteil an organischer Substanz (36,7 % TOC bzw. 70 % Glühverlust) und den höchsten Stickstoffgehalt (2,98 % Ges – N). Aus dem Verhältnis von TOC / N im Gesamtsediment (alle Korngrößenfraktionen) lassen sich Aussagen über die Art der organischen Substanz treffen: Der sehr hohe Wert von 12,3 im Pinnsee gibt einen Hinweis darauf, dass die organische Substanz in diesem Sediment älter und weiter mineralisiert zu sein scheint als in vielen anderen schleswig-holsteinischen Seen.

In einer dem Pinnseesediment vergleichbaren Größenordnung liegen die Anteile an organischer Substanz und Stickstoffgehalt bei Waldhusener Moorsee (33,0 % TOC und 1,83 % Ges – N) und Garrensee (28,7 % TOC und 2,47 % Ges – N), das Verhältnis TOC / N ist hier ebenfalls entsprechend hoch (Waldhusener Moorsee: 18; Garrensee: 11,6).

Die drei hier genannten Seen zeichnen sich darüber hinaus durch einen sehr geringen Phosphorgehalt aus (Pinnsee: 0,10 % P), gleichermaßen ergeben sich sehr hohe Werte für das Verhältnis TOC / P (Pinnsee: 367,0).

Gemeinsam ist den drei hier genannten Seen ein mooriger Untergrund (beim Pinnsee in weiten Berei-

chen allerdings erst unterhalb von 5 m) mit einem entsprechend hohen Anteil an Huminstoffen. Analog der Kalkarmut des Wassers ist das Pinnseesediment arm an Calcium – ebenso wie im Garrensee weist es einen Ca – Gehalt von 7,1 g/kg Trockensubstanz auf, diese Werte gehören zu den niedrigsten des Untersuchungsprogrammes. Calciumarmut sowie hohe Anteile an organischem Kohlenstoff und Gesamtstickstoff sind Merkmale für den Typ des Waldhumussees und deuten auf einen hohen Gehalt an Huminstoffen im Sediment durch Eintrag terrestrischer organischer Substanz hin (CASPER et al., 1985). Beim Pinnsee können die Huminstoffe als Abbauprodukte der Humusaufgaben des umgebenden Nadelwaldes bzw. auch Ausschwemmungen des kleinen moorigen Verlandungsgebietes angesehen werden.

In früheren Untersuchungen wurde der See auch als Humusschlammsee mit moorigem Charakter beschrieben (STEINBERG 1987).

Die hier beschriebenen Sedimentuntersuchungen wurden an Proben durchgeführt, die an der tiefsten Stelle des Sees (8 m) entnommen wurden. Im Hinblick auf die oben beschriebene Substratcharakteristik kennzeichnen diese Untersuchungen die Situation unterhalb von 5 m Wassertiefe. Demzufolge kann eine Charakterisierung des Pinnsees als Waldhumussee oder auch Humusschlammsee nur eingeschränkt gültig sein und widerspricht nicht seinem zeitweiligen Erscheinungsbild eines Klarwassersees (z.B. während der Klarwasserphasen im Sommerhalbjahr).

Die Gesamtsedimentprobe des Pinnsees hatte den prozentual geringsten Anteil an geogenen Metallen der Gesamtsedimentproben des Untersuchungsprogrammes, die höchste Konzentration wies Aluminium (13 g/kg Trockensubstanz) vor Eisen (6,0 g/kg Trockensubstanz) und Mangan (0,2 g/kg Trockensubstanz) auf. Bei den Spurenmetallen wurden im Bereich der Feinkornfraktion (< 20 µm) erhöhte Mengen an Zink (300 mg/kg Trockensubstanz), Cadmium (2,5 mg/kg Trockensubstanz), Blei (170 mg/kg Trockensubstanz) und Quecksilber (0,31 mg/kg Trockensubstanz) gefunden.

Zink, Cadmium, Blei und Quecksilber wurden schon 1983 in ähnlichen Größenordnungen in einem Sedimentkern des Pinnsees nachgewiesen, durch den die vorhergehende Entwicklung – insbesondere die Zunahme industrieller Aktivitäten – aufgezeigt werden konnte (HOFMUTH 1985). Die geochemischen

Parameter weisen auf frühere Einträge von bodenbürtigen Metallen durch die Versauerung im Einzugsgebiet hin.

Vom Kupfer ist bekannt, dass es eine hohe Affinität zu organischem Material hat und im oxischen Milieu relativ schnell wieder freigesetzt werden kann, mit abnehmendem pH-Wert stärker. Der Pinnsee, der etwa genauso viel organische Substanz im Sediment enthält wie der Waldhusener Moorsee und entsprechend Kupfer binden könnte (beim Waldhusener Moorsee sind es 98 mg/kg Trockensubstanz in der Feinkornfraktion), gehört zu den Seen mit vergleichsweise geringer Kupferbelastung (26 mg/kg Trockensubstanz in der Feinkornfraktion). Vermutlich ist der Eintrag niedriger, weil der Pinnsee ein sehr kleines oberirdisches Einzugsgebiet und keinen Regenwasserzulauf hat.

Schon ab 1930 muss es im Pinnsee Säureschübe gegeben haben, die dann nach dem 2. Weltkrieg massiv zunahmen. Den Zeitverlauf konnte man aus früheren kolorimetrischen pH-Messungen und anhand von Sedimentkernen, in denen man Kieselalgenschalen und Cladoceren als pH-Indikatoren herangezogen hatte, ableiten (ARZET 1987). In 33 cm Sedimenttiefe wurde anhand dieser biologischen Parameter ein pH-Wert von 6,2 rekonstruiert, was für einen kalkarmen See im Mischwald normal ist. Darüber gingen die pH-Werte zurück, in den oberen Zentimetern wurde 1983 ein Wert von 4,8 ermittelt (ARZET 1984), 1996 wurden vom LANU 5,85 gemessen. Auch unter der Annahme unterschiedlicher Probenahme- und Messtechniken kann dies als Anzeichen für die Verbesserung des Zustandes gewertet werden.

8. Makrozoobenthos im Zeitraum von 1997 bis 2003

Das Zoobenthos des Pinnsees wurde erstmalig von LUNDBECK (1926) untersucht. Beginnend mit dem Jahr 1997 wurden dann von OTTO (1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003) weitergehende Untersuchungen im oben genannten Zeitraum entlang eines Transektes durchgeführt. Folgende Ausführungen stammen aus seinen Berichten. Artenlisten und Dichten der einzelnen Arten sind im Anhang aufgeführt.

8.1 Artzusammensetzung

Insgesamt können für den Pinnsee am Ende dieses Untersuchungszeitraumes – nach sieben Jahren - 70 Taxa angegeben werden (Abbildung 31). Dies ist im Vergleich zu anderen Seen, die in vergleichbarer Intensität untersucht wurden und werden, eine kleine Zahl. Insbesondere die üblicherweise artenreiche Litoralfauna ist artenärmer als in anderen Seen. Trotzdem kann grundsätzlich für den hier angegebenen Zeitraum gesagt werden, dass das Artenspektrum der Litoralarten – meist in den ufernahen bzw. geringen Probenahmetiefen bis ca. 2 m Wassertiefe – größer ist als dasjenige der Profundalfauna, deren Verbreitungsschwerpunkt - es sind im wesentlichen Chironomidenarten – ab ca. 5 m Wassertiefe zu finden ist. Wie in vielen anderen Seen ist auch im Pinnsee der Chironomidenanteil innerhalb des Artenspektrums der Bodentiere am höchsten, etwa die Hälfte der determinierten Taxa stammen aus der Familie Chironomidae, womit diese Familie die wichtigste für den Pinnsee darstellt.

Im Litoral des Pinnsees sind nur einige wenige Bodentierarten dominant, bestandsbildend und über den gesamten Untersuchungszeitraum relativ häufig. Hierher gehören die Eintagsfliege *Leptophlebia vespertina* sowie die beiden Zuckmückenarten *Microtendipes cf. pedellus* und *Tribelos intextus*, meist bis in ca. 2 m Wassertiefe zu finden. Während in den meisten bisher untersuchten Seen viele Litoralarten durch eine breite ökologische Valenz gekennzeichnet sind, handelt es sich hier um Charakterarten nährstoffärmerer Gewässer.

Die geringe Taxazahl und die Dominanz weniger Arten kann ein Effekt des niedrigen pH-Wertes (Extrembiotop) im Pinnsee sein. Nach LINDEGAARD (1995) wird die Litoralfauna wesentlich durch Versauerung beeinflusst, die Profundalfauna (meist *Chironomus*-Arten) hingegen ist durch säuretolerante Tierarten gekennzeichnet. Die nährstoffärmere Gewässer anzeigende *Leptophlebia vespertina*

(siehe oben) ist darüberhinaus durch Säuretoleranz charakterisiert. Das regelmäßige und durch z.T. hohe Individuendichten gekennzeichnete Vorkommen dieser Eintagsfliegenart dokumentiert somit auch den niedrigen pH-Wert des Sees.

Hinsichtlich der Taxazahl ist für den Pinnsee - einschließlich des Jahres 2003 – eine Sättigung bislang nicht zu beobachten (Abbildung 31), eine bisher vollständige Erfassung des Artenbestandes im See sicherlich auszuschließen. Die Erhöhung der Artenzahlen in den Jahren 2001 bis 2003 beruht weitestgehend auf Imaginalfängen bzw. Kescherfängen und auf den Transektproben. Es ist nicht auszuschließen, dass unter den Imaginalfängen auch Arten sein können, die als Larven nicht im See leben. Deshalb können durch intensivere Untersuchungen bzw. durch Änderung in der Methodik (z.B. regelmäßige Kescherfänge, Lichtfang etc.) wahrscheinlich weitere Arten gefunden werden.

Auffällig für den Pinnsee ist, dass Schnecken und Muscheln nicht vorkommen. Auch LUNDBECK (1926) bezeichnet den Pinnsee als molluskenfreien See. Dieses hängt sicherlich mit der Kalkarmut und dem niedrigen pH-Wert des Wassers zusammen.

8.2 Individuendichten

Der Untersuchungszeitraum von 1997 bis 2003 zeigte hinsichtlich der Artzusammensetzung und der Dichten zeitweise Unterschiede zwischen den untersuchten Tiefen bzw. „Verschiebungen“ der Organismengruppen.

Auffällig ist, dass nur wenige Arten mit hohen Individuendichten vertreten waren. Hier sind insbesondere die beiden Chironomidenarten *Tribelos intextus* in 0,5 m Tiefe und *Chironomus pallidivittatus* in 5 m Tiefe, darüber hinaus auch *Chaoborus flavicans* in 5 m Tiefe, gelegentlich auch noch in 8 m Tiefe sowie das 2001 erstmals nachgewiesene Taxon *Hydra* sp. zu nennen.

Ab 8 m Tiefe waren die Lebensbedingungen für Makroinvertebraten so schlecht, dass eine Besiedlung hier fast unmöglich erschien. In den Jahren 1998, 2002 und 2003 war lediglich die Büschelmücke *Chaoborus flavicans* in diesem Bereich in relativ hohen Dichten vertreten, in den anderen Jahren war die Besiedlung auch durch diese Tierart hier praktisch erloschen. Auch die *Chironomus anthracinus*-Gruppe war in den Untersuchungsjahren in diesem Tiefenbereich nicht mehr vertreten.

In 5 m Tiefe dominierten die *Chironomus anthracinus*-Gruppe sowie *Chironomus cf. pallidivittatus*, ein litorales Faunenelement, darüberhinaus auch noch das Profundaltaxon *Chaoborus flavicans*.

Oberhalb dieser Tiefe nahm die Artenzahl deutlich zu. Es traten auch andere litorale Elemente prägend hinzu. In 0,5 m und 2 m Tiefe erreichte *Tribelos intextus* regelmäßig die höchsten Zahlen, im Jahre 2002 war es der Tiefenbereich von 0,5 m, in dem *Tribelos intextus*, *Asellus aquaticus* und die Oligochaeta die höchsten Zahlen erreichen. Auch *Leptophlebia vespertina* konnte meist häufig im Litoral nachgewiesen werden.

Die Gesamtindividuenzahlen erreichten 2001 und 2002 unterhalb von 4 m Wassertiefe Dimensionen wie sie auch LUNDBECK (1926) mit 3733 Tieren/m² fand. Der Uferbereich hingegen schien dagegen deutlich dichter besiedelt zu sein als früher. 1926 wurden 311 Tiere/m² nachgewiesen, jetzt lagen die Werte zwischen 865 und 10934 Tieren/m². Zwischen den Jahren 1997 und 2003 gab es z.T. erhebliche Unterschiede. Hier spielte auch der Zeitpunkt der Probenahme eine Rolle, da insbesondere die Dichte der Chironomiden aufgrund der wassergebundenen Lebensweise der Larven und der terrestrischen Lebensweise der Imagines nach dem Schlupf im Benthon abnahm bzw. über das Jahr hinweg sehr unterschiedlich war.

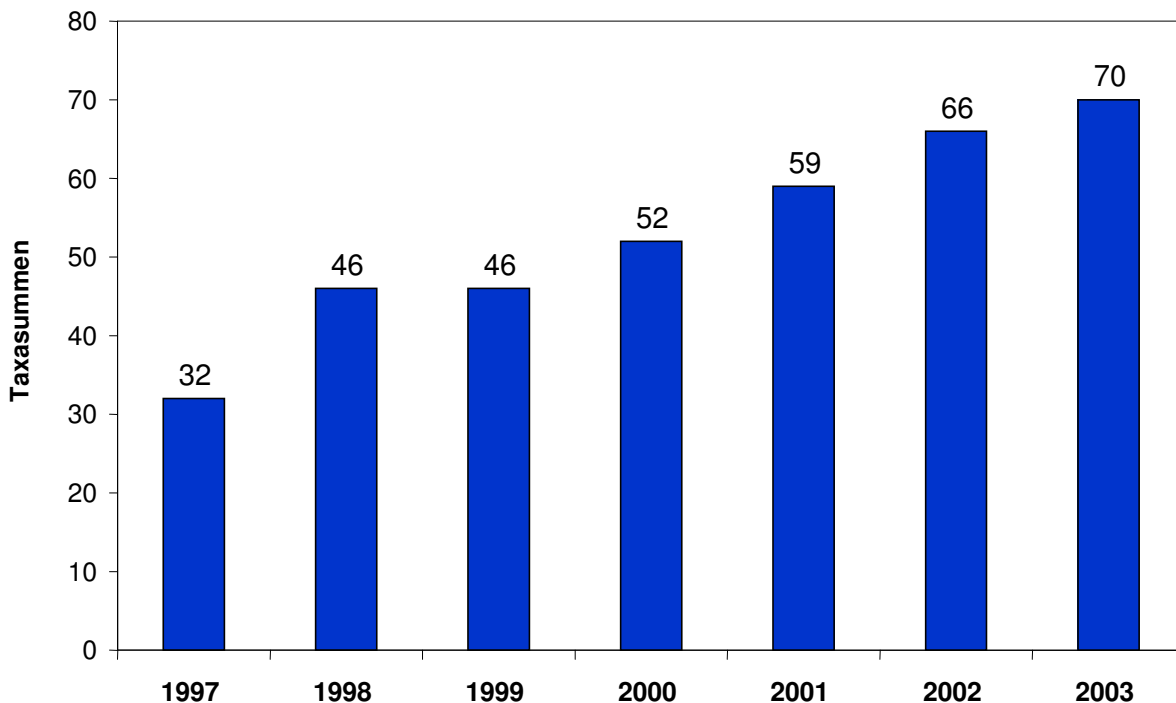


Abbildung 31: Taxasummen des Makrozoobenthos im Pinnsee 1997 bis 2003

Die Ergebnisse der Bestandsaufnahmen zum Makrozoobenthos wurden auch im Hinblick auf Zonierungsaspekte bzw. Ernährungstypen ausgewertet.

Betrachtet man die Ernährungstypen in den verschiedenen Tiefen (Abbildung 32), zeigt sich, dass Sediment- und Detritusfresser in fast allen Tiefen stark vertreten waren. Die litoraltypischen Zerkleinerer und Weidegänger traten meist bis ca. 5 m Tiefe auf. Die Unterschiede zwischen den Jahren waren – abgesehen von drei „Ausnahmeh Jahren“ – nur ge-

ring: Der Zonierungsaspekt macht deutlich, dass der Übergang zum Profundal im Pinnsee in den Jahren 1997, 1998, 2000 und 2001 in einer Wassertiefe von 5 m bzw. darunter, zwischen 5 und 6 m, lag.

Im Jahr 2000 zeichnete sich der See durch eine geringere Litoralausdehnung aus – er wurde nur bis in 4 m Tiefe durch litorale Organismen geprägt. Kennzeichnend war hier das weite Vordringen der Profundalarten *Chaoborus flavicans* und der *Chironomus anthracinus*-Gruppe bis in diesen Bereich. Auch als „Momentaufnahme“ kann dies ein Hinweis

auf ungünstige Lebensbedingungen im Profundal und auf einen möglichen Übergang zu einem nährstoffreicheren Zustand sein. Hiergegen spricht allerdings, dass bereits im Jahre 2003 der Übergang zum Profundal erst unterhalb von 6 m zu finden war. In diesem Jahr war der Pinnsee bis in 6 m Tiefe durch litorale Elemente geprägt.

Das Jahr 1999 kann als „Ausnahmejahr“ gelten, der Übergang zum Profundal war hier bereits bei 2 m Tiefe anzusetzen. Der See war bereits in diesem Bereich je zur Hälfte durch litorale und profundale Faunenelemente geprägt. Auffällig sind insbesondere die hohen Abundanzen des Profundalelements *Chironomus anthracinus*-Gruppe in dieser Tiefe. Die Probenahmen dieses Jahres erfolgten – ausnahmsweise – im Herbst: Möglicherweise haben ungünstige Sauerstoffverhältnisse im Tiefenwasser infolge der Sommerstagnation dieses Taxon in flachere Bereiche verdrängt. Wenn Profundaltaxa – wie in diesem Fall – auch in geringeren Probenahmetiefen zu finden waren, kann dies ein Hinweis darauf sein, dass auch in diesen geringeren Tiefen für die Litoralfauna ungünstige Substrat- und Sauerstoffbedingungen vorherrschen können.

Makrozoobenthos 2003 – Charakterisierung und Besonderheiten

Im Jahr 2003 konnten 30 Taxa determiniert werden. Dies entspricht etwa der Zahl der Vorjahre (z.B. 34 Taxa im Jahre 2002). Lediglich 1999 (Probenahme im Herbst) konnten nur 20 Taxa determiniert werden. Somit stieg die Artensumme des Makrozoobenthos im Pinnsee von 32 im Jahr 1997 auf 70 im Jahr 2003.

Trotz des langen Untersuchungszeitraumes traten im Jahr 2003 5 Taxa erstmals auf: Die Ruderwanzen (Corixidae) waren durch eine Art vertreten, bei den Köcherfliegen (Trichoptera) sind hier *Mystacides nigra* und *Limnephilus flavicornis*, bei den Zuckmücken (Chironomidae) *Ablabesmyia monilis* und *Stictochironomus* sp. zu nennen. Am artenreichsten waren wieder die Chironomidae mit 13 Arten. Die Gesamtindividuenzahlen erreichten 2003 unterhalb von 4 m die Dimensionen, wie sie auch LUNDBECK (1926) fand. Der Uferbereich hingegen schien deutlich dichter besiedelt zu sein.

Betrachtet man die Ernährungstypen in den verschiedenen Tiefen, zeigt sich, dass Sediment- und Detritusfresser in fast allen Tiefen stark vertreten waren. Die litoraltypischen Zerkleinerer und Weidegänger traten insbesondere bis 6 m Tiefe auf. Der Zonierungsaspekt macht deutlich, dass der Pinnsee im Jahr 2003 bis in 6 m Tiefe durch litorale Elemente geprägt wurde. Während beispielsweise die Eintagsfliegenart *Leptophlebia vespertina* in diesem Jahr in

0 – 1 m Tiefe dominierend auftrat, hatte die Litoralchironomidenart *Tribelos intextus* ihren Verbreitungsschwerpunkt in 5 m Tiefe. Es ist davon auszugehen, dass der Übergang zum Profundal im Jahr 2003 unterhalb von 6 m erfolgte.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass die Untersuchungsergebnisse zum Makrozoobenthos des Jahres 2003 diejenigen der Vorjahre bestätigen.

8.3 Bewertung des Makrozoobenthos

Da der Pinnsee stabil geschichtet ist und ein Profundal ausbildet, kann er nach THIENEMANN (1922) bewertet werden:

Das Vorhandensein der *Chironomus anthracinus*-Gruppe deutet im Hinblick auf eine Profundalbewertung auf einen mäßig eutrophen „*Chironomus anthracinus*-See“ hin. Allerdings zeigen die meist hohen Dichten von *Chaoborus flavicans* und das vollständige Erlöschen von *Chironomus anthracinus* in 8 m Tiefe einerseits und das gelegentliche Vordringen beider Arten bis in den Uferbereich andererseits ungünstige Lebensbedingungen im Profundal und damit einen möglichen Übergang zu einem nährstoffreicheren Zustand an. Mit Ausnahme der Jahre 1999 und 2002 ist das Litoral durch eine weite Ausdehnung gekennzeichnet (> 5 m). So ist z.B. meist noch in 5 m Tiefe der Litoralvertreter *Chironomus* cf. *pallidivittatus* in hohen Dichten vertreten. Dies und die zeitweilig hohen Dichten der beiden Litoralchironomidenarten *Tribelos intextus* und *Microtendipes pedellus*, die beide Indikatorarten für nährstoffärmere Gewässer sind, deuten allerdings – entgegen der oben vermuteten Tendenz – zumindest für das Litoral eine geringere Trophie als für das Profundal an. Hier zeigt sich eine Entkopplung zwischen Litoral und Profundal hinsichtlich der Beurteilung. Der für 2002 festgestellten geringeren Ausdehnung der Litoralfauna kann eine Momentansituation zugrundeliegen. Da im Pinnsee niedrige pH-Werte vorherrschen, ist es wahrscheinlich, dass bezüglich der Zusammensetzung der Bodenfauna der Versauerungsaspekt den Trophieaspekt überlagert.

Dennoch ist davon auszugehen, dass es sich beim Pinnsee in der Gesamtbetrachtung um ein mäßig eutrophes Gewässer handelt. LUNDBECK (1926) bezeichnet den Pinnsee als eutrophen *Chironomus plumosus*-See. Da er *Chironomus anthracinus* nicht gefunden hat, beruht seine Einschätzung auf einer *Chironomus* – Art, bei der es sich nach seinen Beschreibungen um *Chironomus* cf. *pallidivittatus* handeln könnte. Insofern lässt sich seine Beurteilung nicht als Vergleich heranziehen.

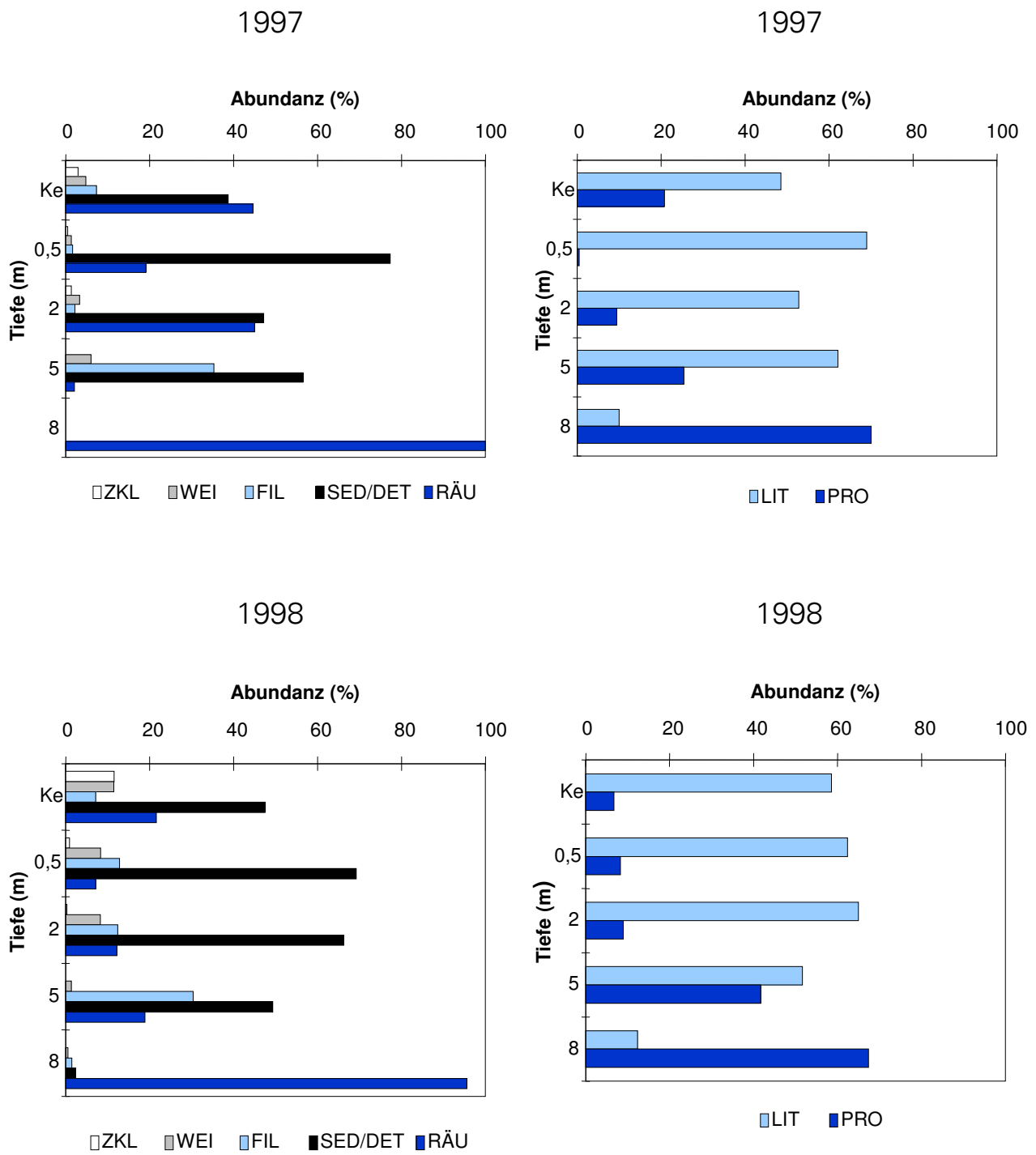


Abbildung 32: Anteile der wichtigsten Ernährungstypen (links) und Anteil litoraler sowie profundaler Lebensraumtypen (rechts) an der Gesamtzönose der untersuchten Tiefen des Pinnsees 1997 und 1998. ZKL: Zerkleinerer, WEI: Weidegänger, FIL: Filtrierer, SED/DET: Sediment-/Detritusfresser, RÄU: Räuber; LIT: Anteil litoraler Lebensraumtypen, PRO: Anteil profundaler Lebensraumtypen

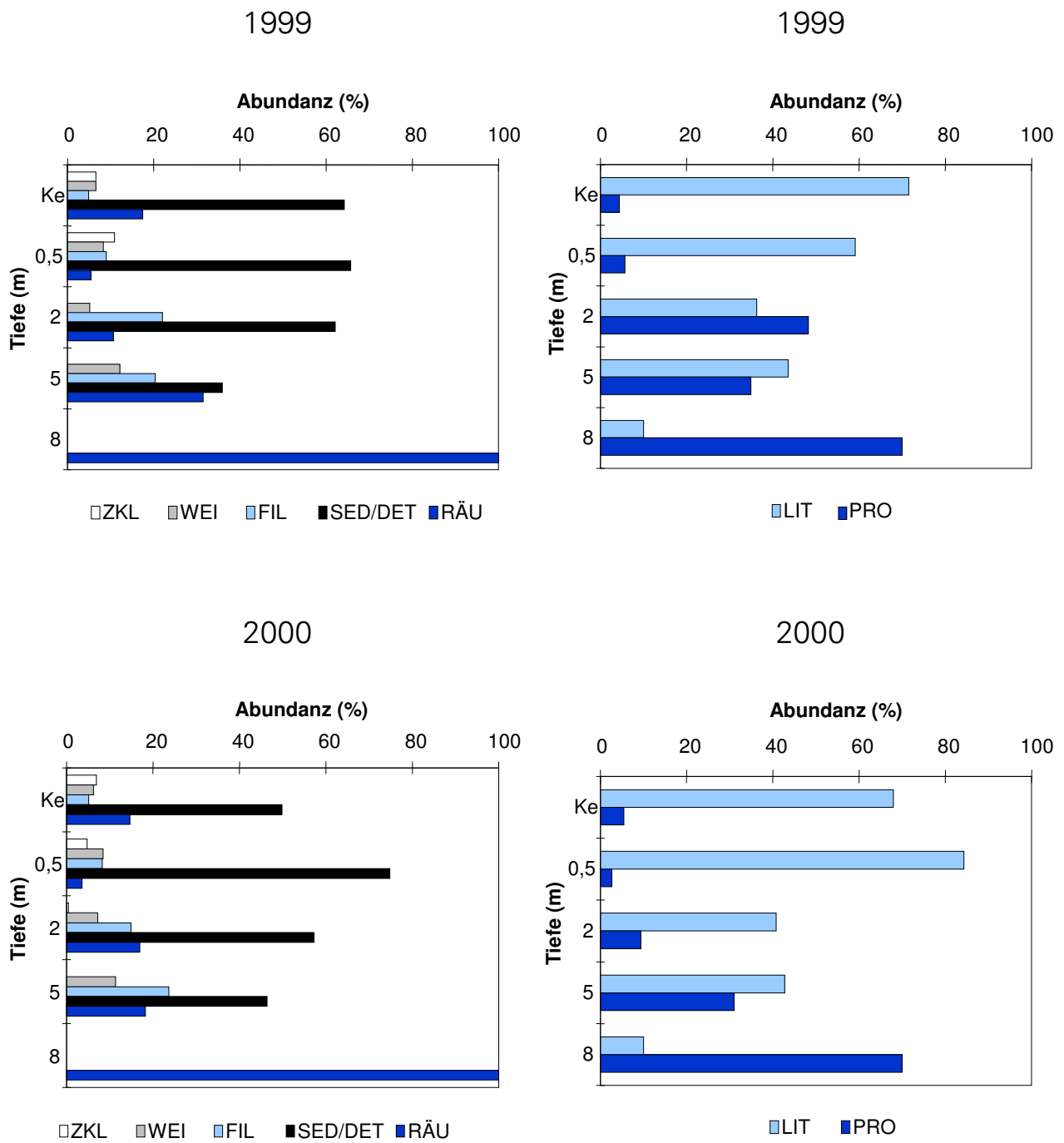


Abbildung 33: Anteile der wichtigsten Ernährungstypen (links) und Anteil litoraler sowie profundaler Lebensraumtypen (rechts) an der Gesamtzönose der untersuchten Tiefen des Pinnsees 1999 und 2000. ZKL: Zerkleinerer, WEI: Weidegänger, FIL: Filtrierer, SED/DET: Sediment-/Detritusfresser, RÄU: Räuber; LIT: Anteil litoraler Lebensraumtypen, PRO: Anteil profundaler Lebensraumtypen

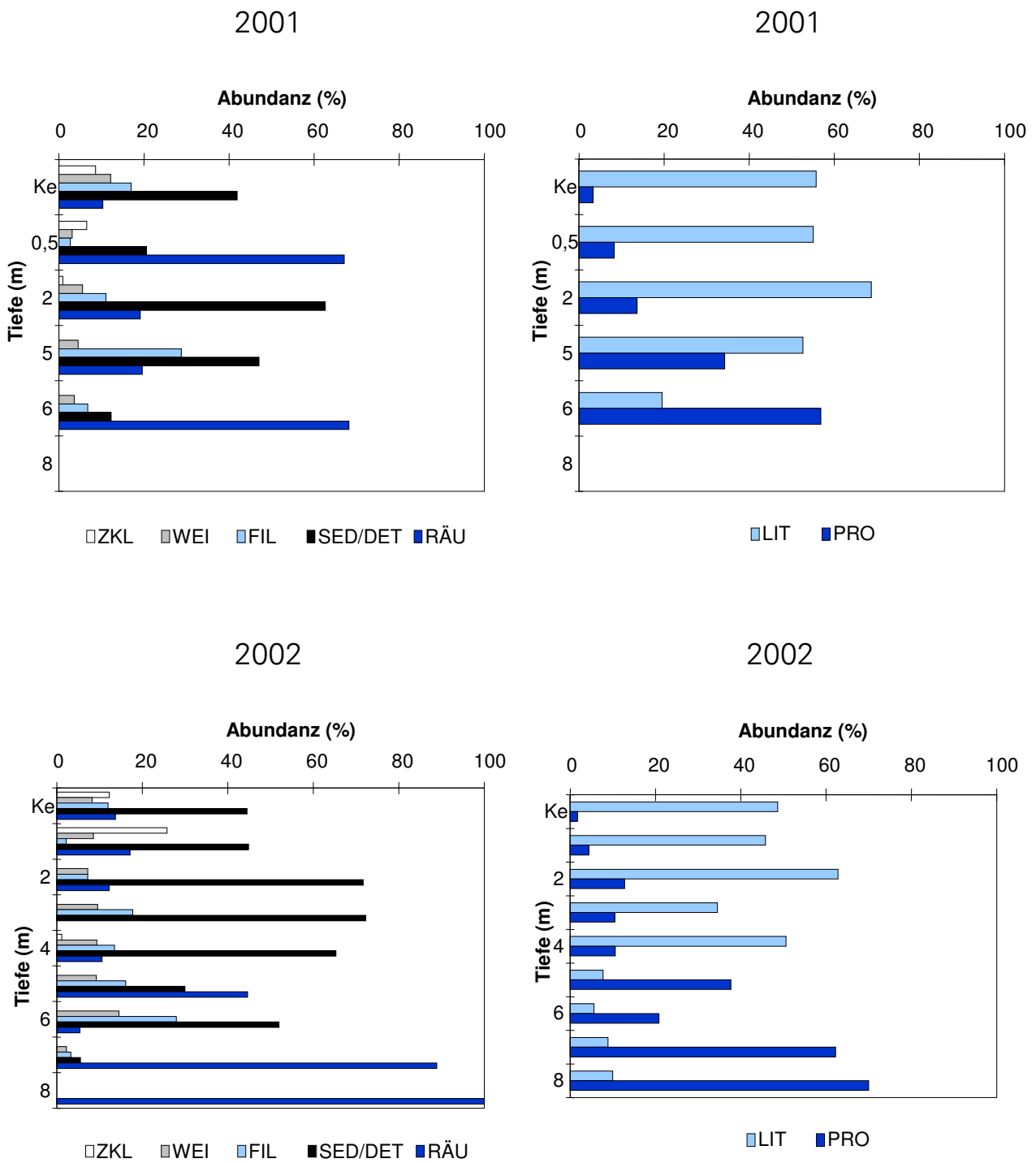


Abbildung 34: Anteile der wichtigsten Ernährungstypen (links) und Anteil litoraler sowie profundaler Lebensraumtypen (rechts) an der Gesamtzönose der untersuchten Tiefen des Pinnsees 2001 und 2002. ZKL: Zerkleinerer, WEI: Weidegänger, FIL: Filtrierer, SED/DET: Sediment-/Detritusfresser, RÄU: Räuber; Ke: Kescherfänge, LIT: Anteil litoraler Lebensraumtypen, PRO: Anteil profundaler Lebensraumtypen

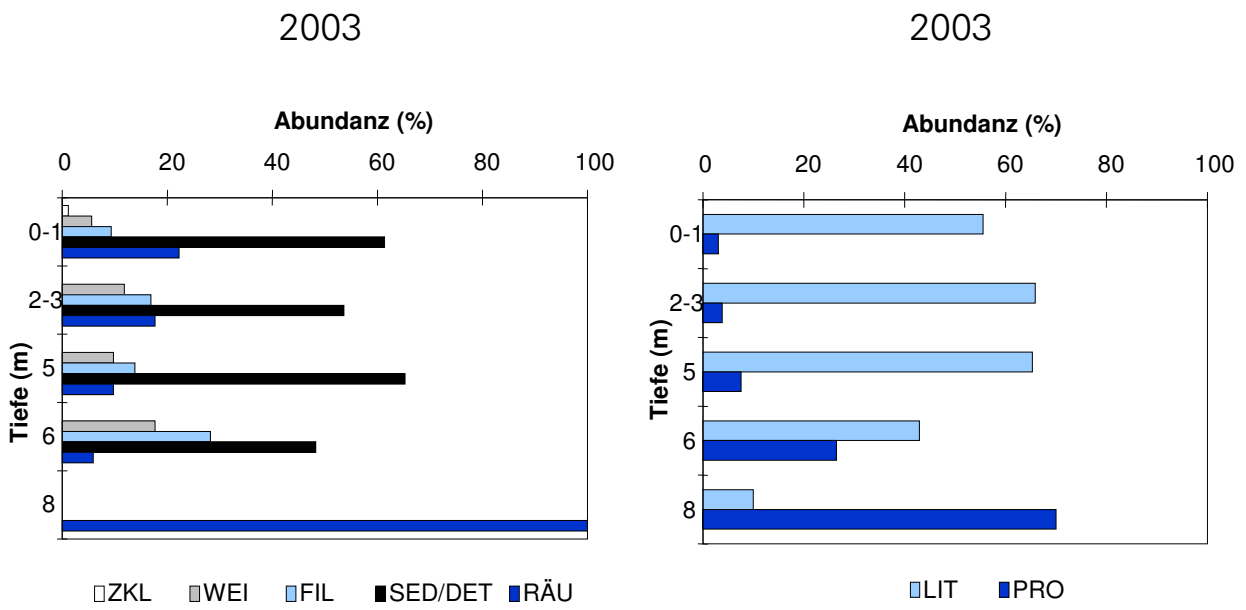


Abbildung 35: Anteile der wichtigsten Ernährungstypen (links) und Anteil litoraler sowie profundaler Lebensraumtypen (rechts) an der Gesamtzönose der untersuchten Tiefen des Pinnsees 2003. ZKL: Zerkleinerer, WEI: Weidegänger, FIL: Filtrierer, SED/DET: Sediment-/Detritusfresser, RÄU: Räuber; LIT: Anteil litoraler Lebensraumtypen, PRO: Anteil profundaler Lebensraumtypen

9. Versauerungsindikatoren sowie ökologische Besonderheiten (Zusammenfassung)

9.1 Phytoplankton

Bis zum Jahr 2001 war das Kieselalgenspektrum nur durch zwei Taxa, darunter die säuretolerante, dem Tychoplankton angehörende *Tabellaria flocculosa* vertreten. 2002 wurden erstmals auch vereinzelt Schalen planktischer Diatomeen beobachtet. Das Fehlen planktischer Diatomeen ist charakteristisch für versauerte Seen, sie gelten als besonders empfindlich gegenüber niedrigen pH-Werten (DOKULIL et al. 2001). In diesem Zusammenhang ist der erstmalige Nachweis von sieben Taxa planktischer Diatomeen als Lebendproben im Jahr 2003 erwähnenswert. Vor dem Hintergrund einer intensiveren Beprobung in diesem Jahr können hier noch keine weitergehenden Rückschlüsse gezogen werden. Folgende Arten gelten als Indikatorarten für saure Gewässer und sind im Pinnsee vorhanden:

- Chrysophyceae: *Dinobryon pediforme*
- Chlorophyceae: *Dictyosphaerium sphagnale*
Koliella longiseta f. *tenuis*
- Conjugatophyceae: *Micrasterias rotata*
Micrasterias thomasi var. *notata*
Micrasterias truncata
- Xanthophyceae: *Isthmochloron trispinatum*
- Bacillariophyceae: *Tabellaria flocculosa*
- Dinophyceae: Vertreter des *Peridinium umbonatum* – Komplexes
Peridinium pusillum
Gymnodinium spp.
- Raphidophyceae: *Gonyostomum* sp.

Auffällig ist, dass die im Artenspektrum vertretenen Indikatorarten für saure Gewässer mehrheitlich nicht maßgeblich an der Biomasseproduktion des Pinnsees beteiligt sind, Ausnahmen bilden hier die Dinophyceae: Vertreter des *Peridinium umbonatum* – Komplexes, *Peridinium pusillum* sowie *Gymnodinium* spp. bilden zeitweise hohe Biovolumina. Andererseits ist die zu den Conjugatophyceae gehörende *Cosmocladium* sp., die seit 1998 zeitweise maßgeblich an der Bildung hoher Biovolumina beteiligt war, keine Indikatorart für saure Gewässer.

9.2 Zooplankton

Das arten- und individuenarme Zooplankton des Pinnsees wird geprägt durch die Rotatorien, die relativ unempfindlich gegen niedrige pH-Werte sind. Insbesondere Vertreter der Gattung *Trichocerca* werden häufig in sauren Gewässern gefunden. Im Gegensatz hierzu reagieren Cladoceren, insbesondere Daphnien, deutlich empfindlicher auf erniedrigte pH-Werte. Kennzeichnend für den gesamten Untersuchungszeitraum ist das Fehlen von Cladoceren aus der Gattung *Daphnia*. Die dominierende Cladocere *Ceriodaphnia quadrangula* bevorzugt dagegen saure und kalkarme Gewässer. Nicht zu erklären ist das Fehlen von calanoiden Copepoden, die in sauren Gewässern durchaus vertreten sein können.

Folgende Arten gelten als Indikatorarten für saure Gewässer – sie sind im Pinnsee vorhanden:

- Rotatoria: *Trichocerca capucina*
Trichocerca longiseta
Trichocerca pusilla
Trichocerca similis
- Cladocera: *Ceriodaphnia quadrangula*

9.3 Zoobenthos

Nach LINDEGAARD (1995) wird die Litoralfauna wesentlich durch Versauerung beeinflusst, die Profundaltaxa (meist *Chironomus* – Arten) hingegen sind säuretoleranter. Das regelmäßige Vorkommen der als säuretolerant bekannten Eintagsfliegenart *Leptophlebia vespertina* (Ephemeroptera) im Litoral dokumentiert den relativ niedrigen pH-Wert des Pinnsees. Als Indikatoren für mesotrophe Gewässer konnten die Litoralchironomiden *Microtendipes* cf. *pedellus* und *Tribelos intextus* sowie die bereits genannte „säureanzeigende“ *Leptophlebia vespertina* nachgewiesen werden. Diese Arten sind im Litoral des Sees vergleichsweise häufig.

Auffällig für den Pinnsee ist, dass Schnecken und Muscheln bislang nicht nachgewiesen werden konnten. Auch LUNDBECK (1926) bezeichnet den Pinnsee als molluskenfreien See. Dies hängt sicherlich mit der Kalkarmut und dem niedrigen pH-Wert des Wassers zusammen.

9.4 Ufervegetation und Tauchblattpflanzen

Im relativ artenarmen Unterwuchs siedeln im Seeuferbereich bevorzugt Arten mesotropher, eher saurer Moorstandorte, darunter Wassernabel (*Hydrocotyle vulgaris*), Pfeifengras (*Molinia caerulea*) sowie Torfmoose (*Sphagnum* spp.).

Torfmoose und Zwiebelbinse (*Juncus bulbosus*) sind die einzigen Vertreter der Unterwasservegetation, typische Tauchblattpflanzen fehlen dem Pinnsee.

10. Belastungssituation des Sees

Der Pinnsee liegt im Naturpark „Lauenburgische Seen“. Sein 2,49 km² großes Einzugsgebiet ist vollständig bewaldet, landwirtschaftliche Nutzung, Siedlungen / versiegelte Flächen und einmündende Gewässer sind nicht vorhanden. Der See wird als Badesee genutzt, vom Badebetrieb gehen derzeit keine übermäßigen Belastungen aus, da er im Wesentlichen auf kleine Teilbereiche konzentriert ist

und sich der Vertritt im Bereich der Ufervegetation in Grenzen hält. Darüberhinaus wird der See vom Pächter als Angelsee genutzt. Der Pinnsee ist zu- und abflusslos. Zur Abschätzung der Einträge von Phosphor und Stickstoff in den See werden die im LANU gebräuchlichen mittleren Exportkoeffizienten verwendet (Tabelle 6).

Tabelle 6: Phosphor- und Stickstoffexportkoeffizienten für verschiedene Flächennutzungen (hier: Wald und Niederschlag [kg/ha-a])

Nutzungsart		Exportkoeffizient (kg/ha-a)		Quelle
		mittel	Bereich	
Wald	P	0,05	0,01 - 0,183	DILLON & KIRCHNER 1975 LW* 1991
	N	7	5 -10	LW* 1991
Niederschlag	P	0,15		LANU° 2006
	N	12		LANU° 2006

* LW: LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN

° LANU: Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein

Danach ergibt sich für den See folgende Belastungssituation:

Nach der Abschätzung werden dem Pinnsee aus dem bewaldeten Einzugsgebiet pro Jahr 12 kg Phosphor und 1686 kg Stickstoff zugeführt; aus dem Niederschlag erhält der See 1,2 kg Phosphor und 98 kg Stickstoff pro Jahr. Die Gesamtbelastung des Pinnsees pro Jahr beträgt nach dieser Abschätzung 13 kg/a Phosphor und 1784 kg/a Stickstoff. Bezogen auf die Seefläche sind das 0,15 g/m² Phosphor und 21,76 g/m² Stickstoff pro Jahr, eine sehr geringe Belastung.

Da Phosphor in vielen Seen der limitierende Faktor für das Algenwachstum ist, wurde in Modellen

versucht, die seeinterne Phosphorkonzentration zur Gesamtbelastung aus dem Einzugsgebiet in Beziehung zu setzen. In dem stark vereinfachten Nährstoffbelastungsmodell von VOLLENWEIDER & KEREKES (1980) werden die Morphologie des Gewässers (mittlere Tiefe z) sowie die hydraulische Belastung (theoretische Wasseraufenthaltszeit T_w) mit berücksichtigt. Beide Größen haben einen großen Einfluss auf die Stoffumsetzungen in einem See. Das Modell wurde für geschichtete größere Seen entwickelt und ist daher für den Pinnsee aufgrund seiner geringen Größe nur bedingt einsetzbar. Zur groben Orientierung soll es trotzdem herangezogen werden.

$$P_E = \frac{L * T_w}{z (1 + \sqrt{T_w})}$$

Für den Pinnsee ergeben sich folgende Werte:

P_E : = erwartete Phosphorkonzentration im See [mg/l]

L : 0,15 = jährliche Phosphor-Belastung pro Seefläche [g/m² · a]

T_w : 0,6 = theoretische Wasseraufenthaltszeit [a]

z : 4,8 = mittlere Tiefe des Sees [m]

$$P_E = \frac{0,15 * 0,6}{4,8 (1 + \sqrt{0,6})} = \mathbf{0,01 \text{ mg/l P}}$$

Die nach VOLLENWEIDER zu erwartende Phosphorkonzentration liegt im Pinnsee mit 0,01 mg/l unter dem tatsächlichen Wert, der bei 0,03 mg/l liegt. Ein Grund für die Abweichung könnte die in der Bilanzie-

rung nicht berücksichtigte interne Nährstofffreisetzung aus dem Sediment sein. Sauerstofffreiheit über Grund in den Sommerhalbjahren des Untersuchungszeitraumes wurde nachgewiesen.

11. Bewertung des Sees

Der Pinnsee ist ein kleiner Waldsee östlich von Mölln. Als kalk- und potenziell nährstoffarmes Gewässer stellt er einen für den norddeutschen Raum seltenen Gewässertyp dar. Er ist zu- und abflusslos, zum direkten Nährstoffeintrag über die Seeoberfläche kommen Einträge über die umgebende Vegetation und den diffusen Oberflächenabfluss hinzu. In früheren Untersuchungen wurde der See als Humusschlammsee mit moorigem Charakter beschrieben (STEINBERG 1987). Die durch den sandigen Untergrund (grob- und mittelkörnige Geschiebe- und Schmelzwassersande) bedingte Kalkarmut des Sees hat dazu geführt, dass er schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts als Versauerungsgefährdet erkannt wurde. Durch Untersuchungen eines Sedimentkernes konnte anhand biologischer Parameter ein natürlicher pH-Wert von 6,2 rekonstruiert werden. Durch Einträge von Luftschadstoffen ist der pH-Wert des Sees wohl schon in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts, insbesondere aber nach dem zweiten Weltkrieg auf Werte unter 5 gesunken. Bei den weitaus meisten schleswig-holsteinischen Seen ist die Pufferkapazität so groß, dass auch bei hoher Säuredeposition keine Versauerung zu befürchten ist. Allerdings gibt es in kalkarmen Gebieten, z.B. im Bereich der Lauenburgischen Seenplatte um Ratzeburg, auch hier Seen mit einem geringen Pufferungsvermögen, die in ihrer Funktion als Lebensraum für charakteristische und seltene Pflanzen- und Tierarten gefährdet sind, weil sich anthropogen eingebrachte saure Luftschadstoffe schnell auf den pH-Wert auswirken. Am stärksten ausgeprägt war und ist die Versauerung bei dem hier beschriebenen Pinnsee.

Trotzdem zeigen die Untersuchungen auf, dass die Versauerung tendenziell zurückgeht. Für die Zeit von 1986 bis 1989 wurde der pH-Wert noch mit durchschnittlich 4,6 angegeben. Seitdem steigt er in der Tendenz langsam wieder an. Seit 1996 ist ein deutlicher Anstieg der pH-Jahresmittelwerte zu verzeichnen, selbst unter den ungünstigen Bedingungen des Jahres 1997 lag der Durchschnitt mit 4,92 schon wesentlich höher. Seit 1998 wurden bis auf zwei Ausnahmen nur zweimal Werte unter 5 gemessen, für 2001 ergab sich ein Durchschnittswert von 5,73, was nach der von ZAHN (1990) herangezogenen Bewertung als leicht oder mäßig versauert bezeichnet wird. Die Schwankungen der pH-Werte des Jahres 2003 an allen Probenahmeterminen in 1 m Tiefe lagen zwischen 5,38 und 5,76. Auch wenn dies ein erneutes Absinken der pH-Werte gegenüber den Vorjahren dokumentiert, scheint während des hier genannten Zeitraumes der Säureeintrag geringer geworden zu sein, Aluminium und Spurenmetalle mit ökotoxikologischem Potential (Chrom, Nickel, Kupfer, Zink, Arsen, Cadmium, Quecksilber und Blei)

sind nicht in nennenswerten Mengen nachzuweisen. Die Grenzwerte für Schwefeldioxidemissionen im Bereich von Industrieanlagen und Kraftwerken werden heute in der gesamten Bundesrepublik eingehalten, auch die Umstellung von Kohle und Öl auf Erdgas in privaten Haushalten haben bewirkt, dass der Regen heute erheblich weniger sauer ist als Ende der 70er Jahre. Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist auch in diesen geringeren Schwefeldioxidemissionen ein Grund für den Anstieg des pH-Wertes im Pinnsee zu sehen.

Der Pinnsee ist gekennzeichnet durch eine stabile Schichtung im Sommer sowie den Wechsel von Zirkulation und Stagnation. Er ist anhand seiner relativ niedrigen Nährstoffwerte (die Jahresmittelwerte in 1 m Tiefe lagen für Gesamtphosphor zwischen 0,023 und 0,058 mg/l P, diejenigen für Gesamtstickstoff zwischen 0,63 und 1,06 mg/l N) als schwach eutroph einzustufen. Die diesen Zustand kennzeichnende sehr geringe Leitfähigkeit schwankte während des gesamten Untersuchungszeitraumes – mit Ausnahme des Jahres 1997 – kaum, im Jahr 2003 beispielsweise lagen die Schwankungen der Leitfähigkeit insgesamt zwischen 3,29 mS/m und 5,10 mS/m. Die Untersuchungen des Freiwassers sowie der Lebensgemeinschaften des Sees geben Hinweise darauf, dass hinsichtlich des Artenspektrums der Trophieaspekt durch den Versauerungsaspekt überlagert wird. Durch diese besonderen Bedingungen kann der Pinnsee nicht anhand der Trophie nach LAWA bewertet werden.

Insgesamt ist festzustellen, dass im Vergleich zur geringen elektrischen Leitfähigkeit und den relativ niedrigen Phosphorkonzentrationen im Pinnsee zumindest zeitweise und wiederholt hohe Chlorophyllkonzentrationen auszumachen waren. Dies weist auf die sehr effektive Ausnutzung des Gesamtphosphors hin. Kennzeichnend für die Sommerhalbjahre der Jahre 1997 bis 2003 – mit Ausnahme des Jahres 1998 – waren ausgeprägte Klarwasserphasen, insbesondere zwischen den Monaten Juni und September. Im Jahr 2003 beispielsweise lagen die Sichttiefen zwischen 2,4 m (Ende Juni) und 4,2 m (Ende Juli), die Chlorophyllwerte bei 4,4 µg/l Chl a. In den übrigen Monaten – Ende März bis Ende Mai und Ende Oktober bis Ende November – lagen die Chlorophyllwerte relativ hoch – zwischen 19,9 µg/l Chl a und 76,2 µg/l Chl a – und weisen darauf hin, dass die Primärproduktion des Gewässers – zeitweise – relativ hoch ist. In den Vorjahren wurden gelegentlich Werte von mehr als 250 µg/l Chl a erreicht.

Insgesamt ist die Situation des Pinnsees über einen längeren Zeitraum – insbesondere das Jahr 2003 weist hier den Zeitraum zwischen Ende April und

Ende September aus – gekennzeichnet durch Sauerstoffübersättigungen im Oberflächenwasser sowie durch deutliche Untersättigungen im Tiefenwasser, die ab 6 m Tiefe bis hin zur völligen Sauerstofffreiheit führen. Hieraus ist ein Ungleichgewicht zwischen Primärproduktion und Abbau des organischen Materials abzuleiten. Mit maximal 8,3 m Tiefe ist der See relativ flach, so dass die untere „Zehrschicht“ verhältnismäßig klein ist und die Abbaukapazität im Sommer nicht ausreicht. Das Sauerstoffdefizit des Tiefenwassers führt zum anaeroben Abbau von organischer Substanz sowie mit hoher Wahrscheinlichkeit zu internen Nährstofffreisetzungen aus dem Sediment.

Die im Artenspektrum der Planktongemeinschaft vertretenen Indikatorarten für saure Gewässer sind mehrheitlich nicht maßgeblich an der Biomasseproduktion des Pinnsees beteiligt. Sowohl das Phytoplankton als auch das Zooplankton des Sees ist durch Artenarmut gekennzeichnet. Während aber für das Phytoplankton zeitweise recht hohe Gesamt-Biovolumina festgestellt wurden – je nach vorherrschender Phytoplanktonart variiert die Biomasseproduktion sehr stark – ist das Zooplankton relativ individuenarm. Cladoceren, insbesondere Daphnien, reagieren empfindlich auf Versauerung, während Rädertiere in dieser Hinsicht relativ unempfindlich sind. Diese Tatsache spiegelt sich in der Zooplanktonzönose des Pinnsees wider: Sie wird dominiert von Rädertieren, wohingegen das Crustaceenplankton relativ artenarm vertreten ist. Daphnien und calanoide Copepoden wurden nicht beobachtet. In einer Studie an schwedischen Seen stellten ALMER et al. (1974) eine deutliche Abnahme der Artenzahl des Phytoplanktons unterhalb von pH 5,8 fest. Diese Situation ist im Pinnsee gegeben.

Röhrichte sind am Pinnsee in nennenswerter Größe nur im Bereich der beiden Buchten im Nordosten und im Nordwesten ausgebildet, daneben finden sich meist nur kleinere Vorkommen. Eine Schwimmblattzone ist vor allem am Nordufer vorhanden, wo die Gelbe Teichrose (*Nuphar lutea*) große Bestände in Breiten bis über 20 m bildet. Die Art siedelt in Wassertiefen bis 2,6 m. Der Pinnsee besitzt keine Tauchblattpflanzen, aber eine in Teilbereichen naturnah ausgebildete Ufervegetation. Sie ist aufgrund der sauren Verhältnisse relativ artenarm, weist aber stabil erscheinende Populationen einiger typischer und gefährdeter Arten derartiger Standorte auf, wie z.B. Strauß-Gilbweiderich, Wassernabel, Pfeifengras und Torfmoose. Insgesamt gesehen ist die Vegetation des Sees als von mittlerer Bedeutung einzustufen.

Da der Pinnsee stabil geschichtet ist und ein Profundal ausgebildet, kann er nach THIENEMANN (1922) aufgrund des Makrozoobenthos bewertet werden. Die Bewertung des Profundals deutet mit dem Vor-

kommen der *Chironomus anthracinus*-Gruppe auf einen mäßig eutrophen „*Chironomus anthracinus*-See“ hin. Allerdings zeigen die i.d.R. geringen Dichten von *Chaoborus flavicans*, das vollständige Erlöschen von *Chironomus anthracinus* in 8 m Tiefe und das Vordringen dieser Art bis in den Uferbereich ungünstige Lebensbedingungen im Profundal und damit eine mögliche Übergangssituation zu einem nährstoffreicheren Zustand an. Im Litoral dagegen sind die hohen Dichten dreier Chironomidenarten auffällig, die als Indikatorarten für nährstoffärmere Gewässer gelten. Sie deuten zumindest für das Litoral eine geringere Trophie an. Hier zeigt sich eine Entkopplung zwischen Litoral und Profundal hinsichtlich der Beurteilung.

Die Litoralfauna, die in vielen – auch nährstoffreichen – schleswig-holsteinischen Seen durch ein relativ breites Artenspektrum gekennzeichnet ist, scheint im Pinnsee artenärmer zu sein. Die geringe Taxazahl und die Dominanz weniger Arten kann ein Effekt des niedrigen pH-Wertes (Extrembiotop) im Pinnsee sein. Nach LINDEGAARD (1995) wird die Litoralfauna wesentlich durch Versauerung beeinflusst, die Profundaltaxa (meist *Chironomus*-Arten) hingegen sind säuretoleranter. Im Litoral konnte während des gesamten Untersuchungszeitraumes die als säuretolerant bekannte Eintagsfliegenart *Leptophlebia vespertina* nachgewiesen werden. Das regelmäßige Vorkommen dieser Art dokumentiert den niedrigen pH-Wert des Sees.

Insgesamt zeigt die Untersuchung des Makrozoobenthos, dass es sich beim Pinnsee – obwohl der Versauerungsaspekt den Trophieaspekt überlagert – in der Gesamtbetrachtung um ein mäßig eutrophes Gewässer handelt. Dabei zeigt die Beurteilung der Litoralfauna einen nährstoffärmeren Zustand an als die der Profundalfauna. Damit unterstützt diese Trophieeinstufung diejenige, die aufgrund der Nährstoffparameter und der Leitfähigkeit für den Untersuchungszeitraum vorgenommen wurde.

Als ökologische Besonderheit für den Pinnsee ist zu nennen, dass Schnecken und Muscheln bisher nicht entdeckt werden konnten. Auch LUNDBECK (1926) bezeichnet den Pinnsee als molluskenfreien See. Kalkarmut und niedriger pH-Wert des Wassers sind hierfür sicherlich die Ursachen.

Generell scheint die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften des Sees bislang nicht messbar auf den Anstieg des pH-Wertes reagiert zu haben. Da die Schwankungen von Jahr zu Jahr zum Teil nicht unerheblich sind, ist der angegebene Zeitraum für Trendanalysen sicherlich zu kurz. Die Entwicklung des Pinnsees hinsichtlich seiner chemischen Beschaffenheit und der Zusammensetzung und ökologischen Besonderheiten seiner Lebensgemeinschaften sollte langfristig weiter beobachtet werden.

12. Empfehlungen

Der Pinnsee hat weder Zu- noch Abfluss und sein kleines Einzugsgebiet (2,49 km² Fläche) ist vollständig bewaldet. Einträge aus Siedlung und Landwirtschaft kommen nicht vor. Daher wird der See ausschließlich durch Einträge aus dem Niederschlag und Sickerwasser aus dem Wald beeinflusst, was auf Grund des geologischen Untergrundes, der aus grob- und mittelkörnigen Geschiebe- und Schmelzwassersanden gebildet wird, zu der Versauerung des Sees geführt hat.

Für die Vegetation des Gewässers besteht keine akute Gefährdung. Auch vom Badebetrieb gehen derzeit keine übermäßigen Belastungen auf die Vegetation aus, da er im Wesentlichen auf kleine Teilbereiche konzentriert ist und sich der Vertritt im Bereich der Ufervegetation in Grenzen hält. Insgesamt ist der Einfluss der Badenden auf die Nährstoffeinträge in den Pinnsee als gering einzuschätzen.

Der Wald des Einzugsgebietes besteht größtenteils aus Kiefern und Fichten, etwa zur Hälfte aus Altbestand und zur anderen Hälfte vor ca. 50 Jahren angepflanzt, wo vorher hauptsächlich Buchen und auch Eichen wuchsen. Der verbliebene Anteil dieser Baumarten ist nur sehr gering. Gerade bei Seen in Nadelholzforsten, wie dem Pinnsee, ist die Versauerungstendenz höher als im Einzugsgebiet anderer Seen, zum einen durch eingeschwemmte Huminsäuren, die sich als Rohhumus im Sediment ablagern, zum anderen durch den sogenannten Auskämmeffekt des Waldes. Da Nadelbäume im Vergleich zu Laubbäumen eine deutlich größere Oberfläche haben, auf der Luftschadstoffe als trockene Deposition abgelagert und akkumuliert werden, können besonders bei Niederschlägen nach langen Trockenzeiten zusätzlich starke Säureschübe mit dem Oberflächenabfluss in die Gewässer geraten (SCHWÖRBEL 1999). Wahrscheinlich beeinträchtigt der hohe Anteil an Nadelwald im Einzugsgebiet des Pinnsees sowohl den pH-Wert als auch die Anreicherung an Spurenmetallen (Chrom, Nickel, Kupfer,

Zink, Arsen, Cadmium, Quecksilber, Blei) im See selbst. Da es also insbesondere der Kiefern- und Fichtenwald ist, der dazu beiträgt, dass weiterhin vermehrt saure Humifizierungsprodukte in den See gelangen, sollten Maßnahmen der Verbesserung des Gewässers bzw. Erhöhung des pH-Wertes in diesem Bereich ansetzen, eine Umstrukturierung des Einzugsgebietes – entsprechend aktueller Waldkonzepte – sollte erwogen werden. Eine Umwandlung des umgebenden Nadelwaldes in Misch- oder Laubwald kann dazu beitragen, die Versauerung weiter zu reduzieren, um langfristig wieder einen naturnahen Zustand des Pinnsees zu erreichen. Sinnvoll ist dies auch, obwohl oder gerade weil der See mit seinem geringen Kalkgehalt und dem hohen Humusanteil von Natur aus eine geringe Pufferkapazität hat und damit gegenüber Säureinträgen immer empfindlich bleiben wird.

Hinweisen auf Veränderungen und Störungen des ökologischen Gleichgewichtes bzw. Veränderungen in den Lebensgemeinschaften – z.B. das Auftauchen neuer säureanzeigender bzw. bestimmte Trophieverhältnisse anzeigender Arten – sowie auf auffällig erhöhte Primärproduktionsverhältnisse sollte nachgegangen werden. Der Fischbestand des Pinnsees wird dominiert von Barschen, auch Aal und Hecht (Besatzmaßnahmen) sind vorhanden. Die Karpfische scheinen nur durch die Schleie vertreten zu sein, „Weißfische“ fehlen dem Pinnsee höchstwahrscheinlich (Auskunft des Pächters). Genauere Angaben zum Artenspektrum der Fischfauna fehlen bisher. Vor diesem Hintergrund könnte eine Erhebung der Fischbestände – mit Angaben zu Artenspektrum und Quantität - Voraussetzung für eine genauere Einschätzung der Rolle der Fische in der Nahrungskette sein (hoher Fraßdruck der Fische auf das Crustaceenplankton?) und möglicherweise ein Beitrag zur Stabilisierung der Plankton-Nahrungsketten bzw. des gesamten Nahrungsnetzes im Pinnsee geleistet werden.

13. Literatur

- ALMER, B., DICKSON, W., ECKSTRÖM, C., HORNSTRÖM, E., MILLER, U. (1974): Effects of acidification on Swedish lakes. – *Ambio* 3(1): 30-36.
- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. (1988): Modern approach to the classification system of cyanophytes. – 3: Oscillatoriales. In: *Algological studies*, 50-53, S. 327-472.
- ARZET, K. (1987): Diatomeen als pH-Indikatoren in subrezentem Sedimenten von Weichwasserseen. – Diss. Innsbruck.
- ATT (1998): Erfassung und Bewertung von Planktonorganismen. ATT Technische Informationen, Nr. 7. Hrsg. v. Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V. – Arbeitskreis Biologie.- 2. Auflage, Kommissionsverlag R. Oldenbourg, München.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1999): Versauerung oberirdischer Gewässer in Bayern – Entwicklung 1983-1996.- Informationsberichte H4/99 – München.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (2001): Kleinseen in Bayern – Ökologische Bewertung von Freiwasser, Sediment, Ufer und Einzugsgebiet. Informationsberichte Heft 1/01 – München.
- BOURRELLY, P. (1970): *Les Algues d'eau douce, TOME III: Les Algues Bleues et Rouges, Les Eugléniens, Peridiniens, et Cryptomonadines*. N. Boubée et Cie, Paris.
- BOURRELLY, P. (1972): *Les Algues d'eau douce, TOME I: Les Algues Vertes*. N. Boubée et Cie, Paris.
- BRINKMANN, R. & REUSCH, H. (1998): Zur Verbreitung der aus dem norddeutschen Tiefland bekannten Ephemeroptera- und Plecoptera-Arten (Insecta) in verschiedenen Biotoptypen. – *Braunschweiger Naturkundliche Mitteilungen* 5 (3): 531-540.
- COLLING, M. (1996): Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna. – *Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft* 4/96: 1-543.
- DOKULIL, M., HAMM, A. & KOHL, J.-G. (2001): *Ökologie und Schutz von Seen*. 1. Auflage. Facultas-Univ.-Verl., Wien.
- EINSLE, U. (1993): Crustaceae: Copepoda: Calanoida und Cyclopoida. In: *Süßwasserfauna von Mitteleuropa*, Band 8/4-1, J. Schwoerbel & P. Zwick (Hrsg.). – G. Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York.
- ETTL, H. (1977): Xanthophyceae – 1. Teil. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa – begründet von Pascher, A., Ettl, H., Gerloff, J. & Heyning, H.* (Hrsg.) Band 3, G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- ETTL, H. (1983): Chlorophyta I (Phytomonadina). In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa – begründet von Pascher, A., Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H. & Mollenhauer, D.* (Hrsg.), Band 9, G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- ETTL, H. & GÄRTNER, G. (1988): Chlorophyta II (Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales). In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa – begründet von Pascher, A., Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H. & Mollenhauer, D.* (Hrsg.), Band 10, G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- FITTKAU, E.J., COLLING, M., HESS, M., HOFMANN, G., ORENDT, C., REIFF, N. & RISS, H.W. (1992): Biologische Trophienindikation im Litoral von Seen, - Informationsber., Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft Materialien 7: 1-184.
- FITTKAU, E.J., COLLING, M., HESS, M., HOFMANN, G., ORENDT, C., REIFF, N. & RISS, H.W. (1993): Biologische Trophienindikation im Litoral von Seen, - Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft Materialien 31: 1-173.
- FLÖßNER, D. (2000): *Die Haplopoda und Cladocera Mitteleuropas*. Backhuys Publishers, Leiden.
- GANNON, J.E. & STEMBERGER, R.E. (1978): Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality.- *Trans.Amer. Micros. Soc.* Vol. 97 (1): 16-35.
- GEITLER, L. & PASCHER, A. (1925): Cyanophyceae, Cyanochloridinae = Chlorobacteriaceae. *Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz*, Heft 12, Pascher, A. (Hrsg.). – Gustav Fischer Verlag, Jena.
- HAKKARI, L. (1972): Zooplankton species as indicators of environment. – *Aqua Fennica* 1972: 46-54.

- 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.
- HEISIG – GUNKEL, G. (1997): Entwicklung des Phyto- und Zooplanktons im Pinnsee von 1995-1997. – Unveröff. Gutachten, Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- HINDÁK, FR. (1964): Systematik der Gattungen *Koliella* gen. Nov. und *Raphidonema* Lagerh. In: *Nova Hedwigia*, VI, 1/2; S: 95-125.
- HINDERER, M. & EINSELE, G. (1995): Langfristige Grundwasserversauerung und Critical Loads im Nordschwarzwald.- Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft H3, 305-310 – München.
- HOFMUTH, W. (1985): Zum Sedimentchemismus ausgesuchter norddeutscher Seen: Pinnsee – Garrensee – Lüngsee. – Diplomarbeit München.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1938): Das Phytoplankton des Süßwassers – Systematik und Biologie – Allgemeiner Teil: Blaualgen, Bakterien, Pilze. In: die Binnengewässer – Einzeldarstellungen aus der Limnologie und ihren Nachbargebieten. August Thienemann (Hrsg.), Band 16, 1. Teil: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele), Stuttgart.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1950): Cryptophyceen, Chloromonadinen, Peridineen. – Die Binnengewässer (Hrsg. Thienemann, A.) 16. Das Phytoplankton des Süßwassers 3, Stuttgart.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1955): Das Phytoplankton des Süßwassers-Systematik und Biologie: Euglenophyceae. In: Die Binnengewässer – Einzeldarstellungen aus der Limnologie und ihren Nachbargebieten. Begründet von August Thienemann, H.-J. Elster & W. Ohle (Hrsg.), Band 16, 4. Teil: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele), Stuttgart.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1968): Das Phytoplankton des Süßwassers-Systematik und Biologie: Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae. In: Die Binnengewässer – Einzeldarstellungen aus der Limnologie und ihren Nachbargebieten. Begründet von August Thienemann, H.-J. Elster & W. Ohle (Hrsg.), Band 16, 3. Teil: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele), Stuttgart.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1982): Das Phytoplankton des Süßwassers – Systematik und Biologie: Conjugatophyceae, Zygnematales und Desmidiiales (excl. Zygnemataceae). In: Die Binnengewässer – Einzeldarstellungen aus der Limnologie und ihren Nachbargebieten. Begründet von August Thienemann, H.-J. Elster & W. Ohle (Hrsg.), Band 16, 8. Teil, 1. Hälfte: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele), Stuttgart.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1983): Das Phytoplankton des Süßwassers – Systematik und Biologie: Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Chlorococcales. In: Die Binnengewässer – Einzeldarstellungen aus der Limnologie und ihren Nachbargebieten. Begründet von August Thienemann, H.-J. Elster & W. Ohle (Hrsg.), Band 16, 7. Teil, 1. Hälfte: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele), Stuttgart.
- HUSTEDT, F. (1962): Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. In: Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Band 7, 1. Teil: Autorisierter Neudruck, J. Cramer Verlag, Weinheim.
- KADLUBOWSKA, J.Z. (1984): Chlorophyta VIII = Conjugatophyceae I (Zygnematales). In: Süßwasserflora von Mitteleuropa – begründet von A. Pascher. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Hrsg.), Band 16, G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- KARABIN, A. (1985): Pelagic zooplankton (Rotatoria + Crustacea) variation in the Process of lake eutrophication. I. Structural and quantitative features. – *Ekologia Polska* 33 (4): 567-616.
- KIFINGER, B., BURKL, G. & LEHMANN, R. (2001): Monitoringprogramm für versauerte Gewässer durch Luftschadstoffe in der Bundesrepublik Deutschland im Rahmen der ECE, Bericht der Jahre 1999 – 2000.- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft - München.
- KLS (2003): Seemonitoring. Sonderuntersuchungsprogramm Versauerung Pinnsee 2003. – Unveröff. Gutachten, Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- KOMÁREK, J. (1999): Übersicht der planktischen Blaualgen (Cyanobakterien) im Einzugsgebiet der Elbe (Deutsche Übersetzung). Hrsg. v.: Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (Magdeburg). Druckhaus Laun & Grzyb, Wolmirstedt.

- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. (1999): Cyano-prokaryota – 1. Teil: Chroococcales. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa – begründet von A. Pascher, H. Ettl, G. Gärtner, H. Heynig & D. Mollenhauer (Hrsg.), Band 19/1, G. Fischer Verlag, Jena.
- KOMARKOVA-LEGNEROVA, J. & ELORANTA, P. (1992): Planktic bluegreen algae (Cyanophyta) from central Finland (Jyväskylä region) with special reference to the genus *Anabaena*. In: *Algological studies*, 67, S. 103-133.
- KÖHN, H. (2001): Chemische Untersuchungen ausgewählter Seensedimente in Schleswig-Holstein. – Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein – Flintbek.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1986): Bacillariophyceae – 1. Teil: Naviculaceae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa – begründet von A. Pascher, H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Hrsg.), Band 2/1, G. Fischer Verlag, Jena.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1988): Bacillariophyceae – 2. Teil: Bacillariophyceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa – begründet von A. Pascher, H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Hrsg.), Band 2/2, G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1991a): Bacillariophyceae – 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa – begründet von A. Pascher, H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Hrsg.), Band 2/3, G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1991b): Bacillariophyceae – 4. Teil: Achnantheaceae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa – begründet von Pascher, A., Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (Hrsg.), Band 2/4, G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1998): Nährstoffvorrat und Pufferkapazität von Seen in Schleswig-Holstein – eine Übersicht bis 1997. – Flintbek.
- LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2000): Gewässerbeobachtung, Zahlentafel C 33.- Flintbek.
- LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2001): Chemische Untersuchungen ausgewählter Seensedimente in Schleswig-Holstein.- Bericht des Landesamtes, Flintbek.
- LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2006): Gewässerbeobachtung - Zahlentafel 2002/2003.- Bericht des Landesamtes, Reihe C Flintbek.
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1995): Ein Jahrzehnt Beobachtung der Niederschlagsbeschaffenheit in Schleswig-Holstein 1985-1994. – Kiel.
- LENHART, B. & STEINBERG, C. (1985): Gewässer-versauerung. – In: *Limnologie für die Praxis. Grundlagen des Gewässerschutzes*. Ecomed, Landsberg, München.
- LIEDER, U. (1996): Crustaceae: Cladocera: Bosminidae. In: Süßwasserfauna von Mitteleuropa, Band 8/2-3, J. Schwoerbel & P. Zwick (Hrsg.). – G. Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm.
- LINDEGAARD, C. (1995): Classification of waterbodies and pollution. – In: ARMITAGE, P.D., CRANSTON, P.S. & PINDER, L.C.V.: *The Chironomidae. Biology and ecology of nonbiting midges*. – Chapman & Hall, 385-404, London.
- LUNDBECK, J. (1926): Die Bodentierwelt norddeutscher Seen. – *Arch. Hydrbiol. Suppl.* 7: 1-173.
- MIERWALD, U. & BELLER, J. (1990): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Schleswig-Holstein. 3. Fassung, Stand September 1990.- Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein (Hrsg.), Kiel.
- MIGULA, W. (1924): *Die Desmidiaceen*. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- MOOG, O. (ed.)(1995): *Fauna Aquatica Austriaca. – Wasserwirtschaftskataster*, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien.
- NAUMANN, E. (1932): *Grundzüge der regionalen Limnologie. – Binnengewässer* 11: 1-176.
- NIXDORF, B., MISCHKE, U. & LEBMANN, D. (1998): Chrysophytes and chlamydomonads: pioneer colonists in extremely acidic mining lakes (pH<3) in Lusatia (Germany).- *Hydrobiologia* 369/370: 315-327.
- OTTO, C.-J. (1997): *Seenmonitoring 1997. – unveröff. Gutachten*, Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- OTTO, C.-J. (1998): *Seenmonitoring 1998. – unveröff. Gutachten*, Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.

- OTTO, C.-J. (1999): Seenmonitoring 1999. – unveröff. Gutachten, Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- OTTO, C.-J. (2000): Seenmonitoring 2000. – unveröff. Gutachten, Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- OTTO, C.-J. (2001): Seenmonitoring 2001.- unveröff. Gutachten, Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- OTTO, C.-J. (2002): Sonderprogramm Versauerung 2002. - unveröff. Gutachten, Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- OTTO, C.-J. (2003): Benthosuntersuchungen zur Vorbereitung der Anwendung biozönotischer Bewertungen gemäss der Wasserrahmenrichtlinie an 12 Seen 2003. - unveröff. Gutachten, Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- POPOVSKY, J. & PFIESTER, L.A. (1990): Dinophyceae. – Süßwasserflora von Mitteleuropa (Hrsg. Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D.) 6, Jena.
- REUSCH, H. & BRINKMANN, R. (1998): Zur Kenntnis der Präsenz der Trichoptera-Arten in limnischen Biotoptypen des norddeutschen Tieflandes. – *Lauterbornia* 34: 91-103.
- RUTTNER-KOLISKO, A. (1974): Plankton Rotifers – Biology and Taxonomy. In: *Die Binnengewässer – Einzeldarstellungen aus der Limnologie und ihren Nachbargebieten*, Vol. XXVI/1, H.-J. Elster & W. Ohle (Hrsg.). – E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- SAETHER, O.A. (1979): Chironomid communities as water quality indicators. – *Holarctic Ecology* 2: 65-72.
- SCHWÖRBEL, J. (1999): Einführung in die Limnologie. – 8. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- SKUJA, H. (1956): Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton schwedischer Binnengewässer. In: *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis*, Ser. IV, Vol. 16 No. 3. – Almqvist & Wiksells Bok-tryckeri AB, Uppsala.
- SPETH, B. (1998): Sonderprogramm Versauerung Pinnsee, Untersuchung des Phyto- und Zooplanktons des Pinnsees (Schleswig-Holstein) – Kurzbericht. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- SPETH, B. (1999): Sonderprogramm Versauerung Pinnsee, Untersuchung des Phyto- und Zooplanktons des Pinnsees (Schleswig-Holstein) – Kurzbericht. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- SPETH, B. (2000): Sonderprogramm Versauerung Pinnsee, Untersuchung des Phyto- und Zooplanktons des Pinnsees (Schleswig-Holstein) – Kurzbericht. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- SPETH, B. (2001): Sonderprogramm Versauerung Pinnsee, Untersuchung des Phyto- und Zooplanktons des Pinnsees (Schleswig-Holstein) – Kurzbericht. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- SPETH, B. (2002): Sonderprogramm Versauerung Pinnsee, Untersuchung des Phyto- und Zooplanktons des Pinnsees (Schleswig-Holstein) – Kurzbericht. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- STARMACH, K. (1985): Chrysophyceae und Haptophyceae. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa – begründet von A. Pascher, H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Hrsg.)*, Band 1, G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- STEINBERG, C. & LENHART, B. (1985): Wenn Gewässer sauer werden: Ursachen, Verlauf, Ausmaß. BLV, München.
- STEINBERG, C. (1987): Gewässerversauerung in der Bundesrepublik Deutschland – Zur Situation in Schleswig-Holstein. – *Umweltbundesamt Texte* 22/87, 109 Berlin.
- STEINBERG, C. (2001): Die lange vernachlässigte ökologische Regulation in Binnengewässern: Gelöste Huminstoffe – Wo liegt das Problem? – *Wasser und Boden* 53/11, 41-43.
- STODDARD, J.L. (1999): Regional trends in aquatic recovery from acidification in North America and Europe. – *Nature* 401, 575-578.
- STREBLE, H. & KRAUTER, D. (1985): Das Leben im Wassertropfen – Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers. Kosmos-Naturführer, 7. Auflage. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

STUHR, J. (2000): Die Ufer- und Unterwasservegetation des Bottschlotter Sees, des Einfelder Sees, des Fastensees, des Großen Binnensees, des Neustädter Binnenwassers, des Pinnsees, des Sehendorfer Binnensees und des Wenkendorfer Sees. – Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.

THIENEMANN, A. (1922): Die beiden Chironomus-Arten im Tiefland der Norddeutschen Seen. – Arch. Hydrobiol. 13: 108-143.

THIENEMANN, A. (1925): Die Binnengewässer Mitteleuropas. – Binnengewässer 1: 1-255.

UMWELTBUNDESAMT (2000): Daten zur Umwelt – Der Zustand der Umwelt in Deutschland 2000. – Erich Schmidt Verlag, Berlin.

WALLMANN, K. (1992): Die Frühdiagenese und ihr Einfluss auf die Mobilität der Spurenelemente As, Cd, Co, Cu, Ni, Pb und Zn in Sediment und Schwebstoffsuspensionen. – GKSS 90 E 44.

WIEDERHOLM, T. (1973): Bottom fauna as an indicator of water quality in Sweden's lakes. – Ambio 2: 107-110.

WIEDERHOLM, T. (1980): Use of benthos in lake monitoring. – Journal of the water Pollution Control Federation 52: 537-547.

ZAHN, H. (1990): Monitoringprogramm für versauerte Gewässer durch Luftschadstoffe in der Bundesrepublik Deutschland im Rahmen der ECE, Forschungsbericht Nr. 102 04 362, Umweltbundesamt Berlin.

14. Anhang

14.1 Allgemeine Erläuterungen.....	66
14.2 Ergebnisse der Probenahmen und Kartierungen.....	69
Artenliste der höheren Pflanzen (Unterwasser- und Ufervegetation).....	69
Sichttiefe und Chlorophyll a von 1996 bis 2003.....	70
Physikalische und chemische Befunde von 1996 bis 2003.....	71
Nachgewiesene Phyto- und Zooplanktonarten von 1995 bis 2003.....	81
Phytoplankton – Abundanzen und Biovolumina von 1995 bis 2003.....	86
Zooplankton – Abundanzen von 1995 bis 2003.....	101
Substratbeschaffenheit in verschiedenen Tiefenstufen.....	107
Makrozoobenthos.....	108
Nachgewiesene Arten von 1997 bis 2003.....	108
Häufigkeiten der nachgewiesenen Makrozoobenthosarten von 1997 bis 2003.....	110
Individuenzahlen von 1997 bis 2003.....	116
Liste der bisher erschienenen Seenberichte.....	117

Allgemeine Erläuterungen

Die Untersuchungen zur **Ufervegetation** und **Unterwasservegetation** wurden im Sommer 2000 durchgeführt. Das Arteninventar wurde vom Boot aus ermittelt, z.T. mit Hilfe eines Sichtkastens sowie eines ausziehbaren Rechens, mit dem die submerse Vegetation stichprobenhaft erfaßt werden kann. Zudem wurde die Vegetation der Flachwasserbereiche stellenweise vom Ufer aus überprüft. Die Untersuchung der Ufervegetation wurde auf die direkt an das Gewässer angrenzenden Flächen beschränkt, soweit sie etwa auf dem hydrologischen Niveau des Erlenbruchs bzw. im Überschwemmungsbereich des Gewässers lagen. Die Untersuchung zur Tiefenausdehnung der Gewässervegetation wurde mittels Tauchgang vorgenommen. Dabei wurde ein etwa 20m langer Bereich des Litorals nach Wasserpflanzen abgesucht.

In der Spalte „Rote Liste“ werden die Gefährdungskategorien aufgeführt. Die Status-Angaben richten sich nach der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Schleswig-Holstein (MIERWALD & BELLER 1990). Die Skala umfaßt die Kategorien:

- 0: ausgestorben
- 1: vom Aussterben bedroht
- 2: stark gefährdet
- 3: gefährdet
- 4: potentiell gefährdet

Die Häufigkeit der vorkommenden Arten wird nach folgender Abstufung geschätzt:

- D: dominant
- Z: zahlreich
- W: wenige Exemplare vorhanden, vereinzelt Auftreten

Die Angaben beziehen sich auf die jeweilige Vegetationszone und/oder auf längere Uferabschnitte.

Physikalisch – chemische Befunde

Die Proben für die **chemischen Analysen** wurden vom Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein von 1996 bis 2002 dreimal jährlich, 2003 achtmal an der tiefsten Stelle des Sees genommen. In den ersten drei Jahren erfolgte die Probenahme im Frühjahr und Herbst in drei Tiefen und im Sommer mit einem Meter Abstand in sieben Tiefen, in den folgenden Jahren wurde die Zahl der Proben auf jeweils zwei im Frühjahr und Herbst und vier im Sommer reduziert. Die Sauerstoff- und Temperaturprofile wurden in Abständen von 1 m erstellt. Der Zeitpunkt für die Beprobungen von 1996 bis 2002 lag im Frühjahr zwischen Ende März und Ende April, 2001 allerdings erst Ende Mai, im Sommer zwischen Anfang August und Anfang September und im Herbst zwischen Mitte Oktober und Mitte November. Soweit möglich fand die Beprobung am späten Vormittag statt. Vor Ort wurden die Sichttiefe ermittelt, Wassertemperatur und pH-Wert gemessen und Farbe, Trübung und Geruch dokumentiert. Im Labor wurden neben den üblicherweise durchgeführten Bestimmungen zum Nährstoffgehalt weitere Versauerungsindikatoren wie Säurekapazität, Basekapazität und Spurenmetallkonzentrationen überprüft.

Die Parameter **Färbung** und **Geruch** wurden mit zwei Ziffern verschlüsselt, wobei die erste Ziffer die Stärke angibt und die zweite Ziffer den Farbton bzw. die Geruchsart. Eine Probe ohne Geruch bzw. Färbung wurde mit der Ziffer 1 verschlüsselt. Die Intensität der **Trübung** wird nur mit einer Ziffer angegeben.

Stärke	Farbton	Geruch
1 ohne	1 weiß	1 Gewürze, Duftstoffe
	2 gelb	2 Erde, Torf, Moder
3 sehr schwach	3 orange	3 Jauche, Silage
	4 rot	4 Fisch, Tran
5 schwach	5 violett	5 Urin, Fäkalien
	6 blau	6 organische Säuren
7 mittel	7 grün	7 Mineralölprodukte
	8 braun	8 Chlor
9 stark	9 schwarz	9 Schwefelwasserstoff, Mercaptan
	0 sonstig	0 sonstig

Die angegebenen Parameter wurden nach folgenden Methoden untersucht:

PARAMETER	EINHEIT	MESSVERFAHREN	BESTIMMUNGSGRENZE
Wassertemperatur	°C	DIN 38404 - C4	
pH-Wert		DIN 38404 - C5	
Leitfähigkeit bei 25°C	mS/m	DIN 38404 - C8	
Säurekapazität	mmol/l	DIN 38409 - H7 - 1 -2	0,05
Basenkapazität	mmol/l	DIN 38409 - H7 - 2 -2	0,05
Sauerstoff	mg/l	DIN 38408 - G21	0,2
Sauerstoffsättigung	%	DIN 38404 - G23	
TIC	mg/l	DIN EN 1484, IR-Detektor nach Ansäuern mit HCl	0,5
TOC	mg/l	DIN 38409 - H3 - 1	0,5
DOC	mg/l	DIN 38409 - H3 - 1	0,5
SPAK 254 nm	1/m	DIN 38404 - C3	0,1
SPAK 436 nm	1/m	DIN 38404 - C1 - 2	0,1
Gesamtposphat	mg/l	Phosphatbestimmung mit CFA	0,05
Phosphat	mg/l	CFA, Phosphormolybdänblau-Methode	0,005
Gesamtstickstoff	mg/l	Nitratbestimmung mit CFA	0,05
Ammonium	mg/l	CFA, Salicylat-Methode	0,01
Nitrit	mg/l	CFA, Sulfanilamid und N-1-Naphthylethylendiamindihydrochlorid	0,001
Nitrat	mg/l	CFA, Sulfanilamid und N-1-Naphthylethylendiamindihydrochlorid nach Reduktion mit Cadmium	0,05
Silicat	mg/l	CFA bzw. FIA, Silicium-Molybdänblau-Methode	0,2
Sulfat	mg/l	Turbimetric Methode (FIA)	0,5
Chlorid	mg/l	DIN 38405 - D1 - 2	10
Natrium	mg/l	Ansäuern mit HNO ₃ , ICP-AES	0,06
Kalium	mg/l		0,1
Magnesium	mg/l		0,02
Calcium	mg/l		0,05
Eisen	mg/l	Ansäuern mit HNO ₃ , UV-Aufschluss, ICP-AES	0,001
Aluminium	mg/l	Ansäuern mit HNO ₃ , UV-Aufschluss, AAS	0,002
Mangan	mg/l		0,001
Chrom	µg/l		0,2
Nickel	µg/l		0,5
Kupfer	µg/l		0,5
Blei	µg/l		0,2
Cadmium	µg/l		0,02
Arsen	µg/l		Ansäuern mit HNO ₃ , UV-Aufschluss, AAS, Hydridtechnik
Quecksilber	µg/l	Ansäuern mit HNO ₃ , UV-Aufschluss, AAS, Kaldampfverfahren	0,001
Zink	µg/l	Ansäuern mit HNO ₃ , UV-Aufschluss, Inversvoltammetrie	1

Die **planktologische** Beprobung der Freiwasserzone erfolgte – entsprechend der Probenahme für die chemischen Analysen – zwischen 1995 und 2002 jeweils an drei ausgewählten Terminen (Erfassung des Frühjahrs-, Sommer- und Herbstaspektes), 2003 wurde die Beprobung auf acht Termine im Jahr erweitert. Die Zusammensetzung der Planktonbiozönose, die Abundanzen und das Biovolumen der quantitativ wichtigen Organismen wurden erfaßt und dargestellt.

Für das **Phytoplankton** standen für die Jahre 1995 bis 2002 drei, für 2003 acht mit Formalin fixierte Netzplanktonproben (10 µm Maschenweite) aus 0-5 m und drei bzw. acht mit saurer Lugolscher Lösung fixierte Wasserproben aus 1 m Tiefe zur Verfügung. Die quantitative Auswertung erfolgte nach Absedimentation einer Subprobe der Wasserprobe am Umkehrmikroskop.

Für das **Zooplankton** standen für die Jahre 1995 bis 2002 drei, für 2003 acht mit Formalin fixierte Netzplanktonproben (55 µm Maschenweite) aus 0-7 m zur Verfügung. Die theoretische Filtrierleistung des Netzes (filtriertes Wasservolumen pro Meter Zugstrecke) läßt sich aus der Größe der Netzöffnung (471,44 cm²) berechnen und betrug 47,14 l/m. Somit ergibt sich ein theoretisches Probevolumen von 330 l.

Zum Vergleich wurden 2000, 2001 und 2002 drei, 2003 acht quantitative Proben genommen, wobei das Zooplankton aus vier verschiedenen Wassertiefen (1, 2, 5 und 7 m; jeweils 2,5 l) durch ein 55 µm Netz aufkonzentriert, formalinfixiert und auf 100 ml aufgefüllt wurde. Ciliaten wurden in jedem Fall anhand der unfiltrierten Wasserproben (s. Phytoplankton) am Umkehrmikroskop gezählt.

Im Zuge der **Makrozoobenthosaufnahmen** wurde der Pinnsee in einem Transekt, das von der tiefsten Stelle im Nordwesten zum Ufer im Südosten reichte, in der Regel im Frühjahr, 1999 im Herbst untersucht. Es wurden je Tiefe 2 Parallelproben genommen. Die Beprobung der Tiefen ab 2 m fand mit einem Ekman-Bodengreifer (Fläche: 225 cm²) statt. Die Proben in Ufernähe (0,5 m Tiefe) wurden mit einem Stechrohr (Fläche: 81,4 cm²) genommen. Darüber hinaus fand zur Klärung der Ausdehnung des Litorals eine Probenahme mit Einzelproben in weiteren Tiefen statt. Des Weiteren wurden Kescheraufsammlungen (aquatische und terrestrische Stadien) vorgenommen. Unverzüglich nach der Probenahme wurden die Proben bei einer Maschenweite von 250 µm gespült. Im Labor fand dann mit Hilfe einer Stereolupe die Auslese und Sortierung des lebenden Materials statt. Anschließend wurde das Material in Alkohol (70 %) konserviert und bestimmt.

Die Bewertung des Makrozoobenthos orientiert sich im Wesentlichen an der "Seentypenlehre" (NAUMANN 1932, THIENEMANN 1922, 1925, 1954). Weiterhin wurden ergänzend die Bewertungsmaßstäbe von FITTKAU et al. 1992, 1993, SAETHER (1979) und WIEDERHOLM (1973, 1980) zur Bewertung des Sees anhand der Litoralfauna herangezogen. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse im Hinblick auf Zonierungsaspekte bzw. Ernährungstypen im Sinne von MOOG (1995) ausgewertet. Mit Hilfe der 10-Punkte-Methode wird die räumliche bzw. Ernährungstypen-Verteilung der einzelnen Arten auf verschiedene Biotoptypen bzw. Ernährungstypen und deren anteilige Gewichtung angegeben. Die anteiligen Gewichtungen für die Biotoptypen und die Ernährungstypen stammen aus MOOG (1995) und COLLING (1996). Hinsichtlich der Biotoptypen des norddeutschen Tieflandes liegen für die Eintags- und Steinfliegen (BRINKMANN & REUSCH 1998) sowie für die Köcherfliegen (REUSCH & BRINKMANN 1998) Einstufungen vor, die auch verwendet wurden. Einstufungen für die Diptera im Tiefland wurden vom Autor aufgrund eigener Erfahrungen ergänzt, um nicht zu unverständlichen Auswertungsergebnissen zu kommen.

Artenliste der höheren Pflanzen (Unterwasser- und Ufervegetation)

Die Kartierung wurde im Juni 2000 durchgeführt. Arten der Roten Listen sind fett gedruckt.

Tauchblattzone

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Vorkommen im See
<i>Juncus bulbosus</i>	Zwiebel-Binse		W
<i>Sphagnum spec.</i>	Torfmoos		W

Schwimtblattzone

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Vorkommen im See
<i>Nuphar lutea</i>	Gelbe Teichrose		D

Röhrichte, Großseggenrieder und Bruchwälder

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Vorkommen am See
<i>Alnus glutinosa</i>	Schwarz-Erle		D
<i>Betula pendula</i>	Hänge-Birke		Z
<i>Betula pubescens</i>	Moor-Birke		Z
<i>Bidens tripartita</i>	Dreiteiliger Zweizahn		W
<i>Calamagrostis canescens</i>	Sumpf-Reitgras		W
<i>Calla palustris</i>	Sumpf-Calla	3	Z
<i>Carex canescens</i>	Grau-Segge		W
<i>Carex elata</i>	Steif-Segge		Z
<i>Carex lasiocarpa</i>	Faden-Segge	3	W
<i>Carex nigra</i>	Wiesen-Segge		W
<i>Carex rostrata</i>	Schnabel-Segge		Z
<i>Cirsium palustre</i>	Sumpf-Kratzdistel		W
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Rasen-Schmiele		W
<i>Glyceria maxima</i>	Wasser-Schwaden		Z
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	Wassernabel		Z
<i>Juncus bulbosus</i>	Zwiebel-Binse		W
<i>Juncus effusus</i>	Flatter-Binse		Z
<i>Lycopus europaeus</i>	Ufer-Wolfstrapp		W
<i>Lysimachia thyrsoflora</i>	Strauß-Gilbweiderich	3	Z
<i>Molinia caerulea</i>	Pfeifengras		Z
<i>Salix aurita</i>	Ohr-Weide		W
<i>Salix cinerea agg.</i>	Grau-Weide		W
<i>Salix spec.</i>	Weide		W
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Seebinse		W
<i>Sphagnum spec.</i>	Torfmoose		Z
<i>Typha angustifolia</i>	Schmalblättriger Rohrkolben		Z
<i>Typha latifolia</i>	Breitblättriger Rohrkolben		Z
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Blaubeere		W

Sichttiefe und Chlorophyll a von 1996 bis 2003

	Sichttiefe [m]	Chlorophyll a [$\mu\text{g/l}$]	
		1 m Tiefe	5 m Tiefe
Apr 96		114	115
Sep 96	1,4	45	285
Nov 96		84	100
Apr 97	0,9	136	139
Aug 97	3,4	8	11
Okt 97	1,6	26	30
Apr 98			
Aug 98	1,1	83	142
Nov 98	0,7	218	223
Mrz 99	0,6	287	
Aug 99	2,6	14	242
Okt 99	1,6	36	38
Mrz 00	0,8	170	
Aug 00	1,2	53	
Nov 00	1,0	119	
Mai 01	1,5	8	
Aug 01	4,1	7	
Okt 01	2,1	7	
Apr 02	0,8	51	
Aug 02	2,4	20	
Okt 02	1,5	32	
Mrz 03	1,0	24	
Apr 03	0,8	57	
Mai 03	0,9	20	
Jun 03	2,4	2	
Jul 03	4,2	3	
Sep 03	3,6	4	
Okt 03	1,3	41	
Nov 03	1,1	76	

Physikalische und chemische Befunde von 1996 bis 2003

EDV-Nr.: 129063

Entnahme - Datum	Entnahme - Uhrzeit	25.4.1996			3.9.1996							19.11.1996		
		10:00			10:30							11:00		
Sichttiefe	m				1,4									
Entnahmetiefe	m	1	4	7	1	2	3	4	5	6	7	1	4	7
Wassertemperatur	°C	15,8	6,2	4,9	18,7	18,0	17,2	14,3	8,7	7,0	6,2	6,4	6,4	6,4
pH - Wert		5,21	5,31	5,63	4,92	4,96	5,06	5,01	5,79	6,13	6,12	5,33	5,33	5,56
Farbe		1	1	1	1	1	1	37	77	57	57	1	1	1
Trübung		5	3	3	3	3	3	5	7	5	5	3	3	3
Geruch		1	1	79	1	1	1	1	79	99	99	1	1	1
Leitfähigkeit bei 25 °C	mS/m	4,9	4,5	4,8	5,57	4,41	4,4	4,33	4,77	5,32	5,59	5,24	4,46	4,45
Chlorid	mg/l	6,7	6,8	6,6	7,48	7,32	7,47	7,41	6,54	7,08	7,07	6,8	6,9	6,9
TOC	mg/l	11	10	10	11	11	11	12	13	11	11	10	10	11
DOC	mg/l	9,2	5,9	9,8	6,4	6,5	5,7	9,3	4,5	4,8	5,1	6,3	6,3	6,4
TIC	mg/l	<1	1,6	2,8	<1	<1	<1	<1	2,2	3,6	4,2	<1	<1	<1
SPAK 436mm	1/m	0,4	0,1	0,2	0,3	0,2	<0,1	3	0,2	0,5	0,5	<0,1	<0,1	<0,1
SPAK 254mm	1/m	6,6	6,3	6,8	5,4	5,4	5,2	10,3	6,8	10	10,3	5,7	5,6	5,8
Säurekapazität	mmol/l	0,05	0,07	0,1	0,03	0,01	0,02	0,02	0,1	0,2	0,27	0,04	0,02	0,02
Basekapazität	mmol/l	0,04	0,17	0,3	0,06	1,29	0,05	0,09	0,38	0,42	0,46	0,19	0,14	0,18
Sauerstoff	mg/l	11,6	5,9	<0,2	10,1	10	11,5	12,5	0,4	0	0	7,5	7,4	7,5
Sättigung	%	117	48	-	106	104	117	120	3	0	0	62	61	62
Ammonium - N	mg/l	<0,01	0,297	0,666	0,01	0,015	0,015	<0,01	0,595	1,19	1,51	0,167	0,183	0,189
Nitrit - N	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrat - N	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Gesamt-N	mg/l	1,1	1,1	1,8	0,51	0,5	0,56	0,78	1,9	2,4	2,6	1,1	1,1	1
Phosphat - P	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Gesamt-P	mg/l	<0,068	0,058	0,77	0,022	0,018	0,021	0,041	0,081	0,095	0,088	0,045	0,042	0,049
Kieselsäure (SiO ₂)	mg/l	<0,2	<0,2	0,29	<0,2	<0,2	<0,2	0,29	0,33	0,43	0,52	0,06	0,06	0,08
Sulfat	mg/l	5,62	5,62	5,76	4,35	4,35	4,36	4,24	3,79	1,42	1,03	6,23	6,37	6,11
Natrium	mg/l	3,3	3,3	3,3	3,7	3,5	4	3,3	3,3	3,4	3,5	3,5	3,4	3,3
Magnesium	mg/l	0,6	0,61	0,62	0,63	0,59	0,66	0,6	0,6	0,6	0,63	0,59	0,58	0,6
Kalium	mg/l	1,2	1,1	1,1	1,1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,5	1,3	1,3
Calcium	mg/l	3,7	3,3	2,9	1,5	1,4	1,5	1,3	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5
Mangan	mg/l	0,09	0,09	0,1	0,09	0,09	0,09	0,1	0,09	0,09	0,1	0,1	0,1	0,1
Aluminium	mg/l	0,017	0,016	0,019	0,02	0,022	0,02	0,024	0,002	0,021	0,023	0,021	0,021	0,74
Eisen	mg/l	0,11	0,15	0,28	0,04	0,04	0,04	0,06	0,52	0,48	0,59	0,15	0,16	0,24
Chrom	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	<0,2	0,3	<0,2	<0,2	0,3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Nickel	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kupfer	µg/l	<0,5	<0,5	0,6	0,7	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	16	2
Zink	µg/l	4,5	3	3,6	5,3	5,2	5,2	7,2	2,9	3,3	3,1	4,2	4,6	12
Arsen	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,2	<0,2	<0,2	0,2	<0,2	0,2	0,3	0,7
Cadmium	µg/l	0,03	<0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	<0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,11
Quecksilber	µg/l	0,027	0,002	0,004	0,02	0,02	0,003	0,003	0,005	0,0028	0,003	0,002	0,0012	0,0018
Blei	µg/l	0,4	1,3	0,9	0,6	0,5	0,4	0,5	1,2	0,9	1	0,3	0,5	4,4

Entnahme - Datum		14.4.1997			20.8.1997							15.10.1997		
Entnahme - Uhrzeit		13:00			12:00							13:00		
Sichttiefe	m	0,9			3,4							1,6		
Entnahmetiefe	m	1	4	7	1	2	3	4	5	6	7	1	4	7
Wassertemperatur	°C	7,6	7,6	7,4	24,2	24,1	23,8	23,4	17,6	12,4	10,0	12,2	12,2	12,0
pH - Wert		4,94	4,87	5,22	5,09	5,06	5,01	4,89	4,60	4,37	4,59	5,03	5,06	5,18
Farbe		37	37	37	1	1	1	1	1	37	37	1	1	1
Trübung		5	5	5	3	3	3	3	3	5	5	3	3	3
Geruch		1	1	1	1	1	1	1	1	1	39	1	1	32
Leitfähigkeit bei 25 °C	mS/m	4,09	4,10	4,13	8,13	4,16	4,14	4,15	4,25	4,67	4,79	4,61	4,19	4,18
Chlorid	mg/l	6,5	6,7	6,7	6,4	6,5	6,5	6,5	6,6	6,3	6,3	6,6	6,6	6,7
TOC	mg/l	12	12	12	9,3	8,8	9,0	8,9	8,9	14	19	9,5	8,9	9,1
DOC	mg/l	5,7	5,6	5,6	8,1	8,0	8,1	8,6	7,6	6,6	6,1	6,0	5,8	6,0
TIC	mg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
SPAK 436mm	1/m	0,2	0,2	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
SPAK 254mm	1/m	5,4	5,4	5,3	3,9	3,9	4,3	4,0	4,7	4,5	5,0	4,4	4,4	4,5
Säurekapazität	mmol/l	0,02	0,03	0,03	0,08	0,08	0,08	0,08	0,03	0,07	0,10	0,07	0,07	0,08
Basekapazität	mmol/l	0,06	0,07	0,07	0,08	0,06	0,07	0,09	0,19	0,43	0,50	0,20	0,21	0,22
Sauerstoff	mg/l	12,7	12,6	12,5	9,3	9,6	9,7	8,8	9,6	2,0	0,5	6,8	7,1	6,3
Sättigung	%	107	106	104	110	113	114	103	100	19	4	64	66	59
Ammonium - N	mg/l	<0,010	0,013	<0,010	0,012	0,011	<0,010	0,033	0,011	0,010	0,158	<0,010	0,011	0,037
Nitrit - N	mg/l	<0,001	<0,001	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrat - N	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Gesamt-N	mg/l	1,1	1,1	1,1	0,43	0,44	0,39	0,51	0,43	0,92	1,9	0,70	0,66	0,74
Phosphat - P	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Gesamt-P	mg/l	0,053	0,053	0,063	0,010	0,010	0,008	0,021	0,017	0,051	0,087	0,029	0,031	0,030
Kieselsäure (SiO ₂)	mg/l	<0,1	0,127	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,14	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfat	mg/l	5,65	5,54	5,72	5,05	5,57	5,74	5,33	5,44	5,06	5,18	5,52	5,66	5,66
Natrium	mg/l	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-	-	5,4	4,8	4,5
Magnesium	mg/l	0,61	0,61	0,63	0,58	0,56	0,57	0,58	0,58	0,67	0,66	0,36	0,39	0,36
Kalium	mg/l	1,1	1,0	1,0	0,86	0,85	0,86	0,87	1,2	1,4	1,4	1,5	1,3	1,1
Calcium	mg/l	1,5	1,5	1,6	1,4	1,4	1,4	1,4	0,38	3,7	4,2	0,82	0,82	0,93
Mangan	mg/l	0,083	0,083	0,083	0,091	0,091	0,092	0,092	0,096	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11
Aluminium	mg/l	0,025	0,029	0,027	0,024	0,021	0,034	0,022	0,013	0,030	0,028	0,023	0,023	0,048
Eisen	mg/l	0,098	0,093	0,12	0,035	0,034	0,041	0,034	0,39	1,1	1,0	0,12	0,12	0,27
Chrom	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Nickel	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kupfer	µg/l	0,5	0,6	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	0,9	0,6	<0,5	1,0
Zink	µg/l	4,1	4,3	5,2	3,9	4,0	3,8	2,7	2,7	2,8	2,6	3,7	3,3	5,7
Arsen	µg/l	<0,2	<0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5
Cadmium	µg/l	<0,02	0,03	0,02	0,02	<0,02	0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	0,05
Quecksilber	µg/l	0,002	0,002	0,002	0,0021	0,0150	0,002	0,008	0,005	0,0049	0,005	0,002	0,0012	0,0011
Blei	µg/l	0,4	0,4	0,3	0,3	0,6	0,3	0,4	0,7	1,5	1,4	0,4	0,4	2,2

Entnahme - Datum	Entnahme - Uhrzeit	6.4.1998			11.8.1998							2.11.1998		
		11:00			11:30							10:30		
Sichttiefe	m	1,1			1,1							0,7		
Entnahmetiefe	m	1	4	7	1	2	3	4	5	6	7	1	4	7
Wassertemperatur	°C	9,5	7,4	5,9	21,2	21,0	19,8	18,4	13,0	10,1	7,8	8,2	8,2	8,2
pH - Wert		5,62	5,51	5,6	5,40	5,60	5,69	5,27	4,87	5,60	5,95	5,16	5,22	5,23
Farbe		1	37	1	37	37	37	37	37	57	57	37	37	37
Trübung		5	5	5	3	3	3	3	5	7	7	5	5	5
Geruch		1	1	1	1	1	1	1	1	59	79	1	1	1
Leitfähigkeit bei 25 °C	mS/m	4,26	4,02	4,24	4,37	4,02	4,06	4,03	4,14	4,64	5,84	4,14	3,97	3,95
Chlorid	mg/l	5,98	6,94	6,0	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,6	6,1	5,6	5,6	5,6
TOC	mg/l	5,7	9,9	9,3	13	12	11	13	13	16	13	12	12	12
DOC	mg/l	4,5	4,1	4,0	6,1	5,2	5,8	6,1	4,7	4,7	5,0	6,6	6,9	6,8
TIC	mg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3,0	6,8	<1	<1	<1
SPAK 436mm	1/m	0,2	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	0,2	0,2	0,2
SPAK 254mm	1/m	4,8	4,7	4,8	4,5	4,4	4,5	4,9	4,5	5,2	9,5	4,6	4,6	4,5
Säurekapazität	mmol/l	0,06	0,07	0,08	0,10	0,07	0,07	0,07	0,06	0,15	0,34	0,08	0,06	0,07
Basekapazität	mmol/l	0,11	0,05	0,09	0,10	0,09	0,08	0,07	0,20	0,29	0,47	0,13	0,13	0,14
Sauerstoff	mg/l	11,5	9,7	10,6	8,4	8,0	10,3	9,6	7,5	0,8	0,0	11,2	10,9	10,4
Sättigung	%	102	88	86	94	90	113	102	71	7	0	96	94	89
Ammonium - N	mg/l	0,054	0,079	0,164	0,012	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	0,628	2,33	0,041	0,026	0,019
Nitrit - N	mg/l	0,001	0,002	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,0022	0,0011
Nitrat - N	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Gesamt-N	mg/l	1,1	1,1	1,1	0,63	0,61	0,67	0,67	0,89	2,4	3,6	1,1	1,1	1,1
Phosphat - P	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,068	0,005	<0,005	<0,005
Gesamt-P	mg/l	0,053	0,062	0,049	0,035	0,027	0,027	0,027	0,046	0,11	0,23	0,057	0,053	0,051
Kieselsäure (SiO ₂)	mg/l	<0,047	<0,047	<0,047	<0,047	<0,047	<0,047	0,267	0,080	0,136	0,391	<0,047	<0,047	<0,047
Sulfat	mg/l	4,58	4,87	5,05	4,59	4,44	4,59	4,24	4,99	4,78	2,42	4,61	4,68	4,67
Natrium	mg/l	3,5	3,7	3,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,3	3,7	3,6	3,6
Magnesium	mg/l	0,61	0,57	0,56	0,57	0,57	0,57	0,57	0,58	0,6	0,71	0,57	0,57	0,57
Kalium	mg/l	1,1	1,2	1,0	1,2	1,2	1,3	1,5	1,4	1,3	1,4	1,1	1,0	1,0
Calcium	mg/l	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,0	2,2	1,7	1,6	1,3	1,3	1,3
Mangan	mg/l	0,096	0,094	0,083	0,09	0,089	0,087	0,09	0,087	0,09	0,09	0,089	0,087	0,088
Aluminium	mg/l	0,032	0,047	0,018	0,028	0,023	0,026	0,023	0,023	0,021	0,027	0,035	0,049	0,031
Eisen	mg/l	0,062	0,068	0,14	0,019	0,021	0,019	0,066	0,46	0,49	0,4	0,13	0,13	0,14
Chrom	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	-
Nickel	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-	-	-
Kupfer	µg/l	0,5	0,5	0,9	1,0	1,6	2,4	1,3	0,6	0,6	0,9	0,9	1,0	0,9
Zink	µg/l	4,6	4,2	4,0	4,5	4,2	3,9	4,3	2,8	2,8	3,3	4,3	3,6	4,4
Arsen	µg/l	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
Cadmium	µg/l	0,02	0,02	<0,02	0,02	0,03	0,02	<0,02	0,03	<0,02	0,02	0,04	0,03	0,03
Quecksilber	µg/l	0,002	0,003	0,002	0,0013	<0,001	0,001	0,001	0,002	0,0028	0,004	0,002	0,0013	0,0019
Blei	µg/l	0,4	0,4	0,7	0,5	0,6	0,5	0,6	1,5	0,8	0,8	0,5	0,6	0,4

Entnahme - Datum		24.3.1999		11.8.1999				20.10.1999	
Entnahme - Uhrzeit		11:15		10:00				11:00	
Sichttiefe	m	0,6		2,6				1,6	
Entnahmetiefe	m	1	6	1	4	5	6	1	6
Wassertemperatur	°C	5,5	5,3	22,4	22,2	12,6	9,2	10,7	10,7
pH - Wert		5,17	5,47	5,21	5,13	5,72	5,78	5,39	5,51
Farbe		57	57	1	1	37	57	1	1
Trübung		7	7	3	3	5	5	3	3
Geruch		1	1	1	1	59	59	1	59
Leitfähigkeit bei 25 °C	mS/m	3,92	3,75	4,08	4,04	4,20	4,49	4,20	4,10
Chlorid	mg/l	5,2	5,2	5,8	5,6	5,3	5,4	6,7	6,7
TOC	mg/l	14	14	11	11	7,6	7,3	9,0	8,9
DOC	mg/l	6,4	6,2	9,7	9,8	5,1	5,9	5,7	6,0
TIC	mg/l	<0,5	<0,5	0,2	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5
SPAK 436mm	1/m	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
SPAK 254mm	1/m	4,5	4,4	5,4	5,3	5,4	5,6	5,1	5,0
Säurekapazität	mmol/l	0,06	0,06	0,06	0,05	0,12	0,16	-	-
Basekapazität	mmol/l	0,1	0,12	0,11	0,11	0,32	0,41	-	-
Sauerstoff	mg/l	13,7	12,9	13,8	13,9	4,7	4,1	12,4	12,5
Sättigung	%	109	102	159	160	44	36	112	113
Ammonium - N	mg/l	0,013	0,015	<0,01	<0,01	0,196	0,847	0,018	0,017
Nitrit - N	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrat - N	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Gesamt-N	mg/l	1,2	1,3	0,59	0,57	1,2	1,8	0,7	0,69
Phosphat - P	mg/l	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Gesamt-P	mg/l	0,056	0,061	0,019	0,018	0,059	0,068	0,027	0,028
Kieselsäure, gelöst	mg/l	0,43	0,45	<0,1	<0,1	0,22	0,28	<0,1	<0,1
Sulfat	mg/l	4,82	4,76	5,32	4,75	3,47	3,38	4,42	4,58
Natrium	mg/l	3,1	3,1	3,2	3,1	3,1	3,1	3,4	3,4
Magnesium	mg/l	0,57	0,59	0,56	0,53	0,54	0,63	0,58	0,58
Kalium	mg/l	0,91	0,9	0,78	0,88	0,94	1,1	0,97	1,0
Calcium	mg/l	1,4	1,3	1,3	0,5	1,7	1,5	1,3	1,3
Mangan	mg/l	0,093	0,088	0,090	0,084	0,085	0,089	0,92	0,091
Aluminium	mg/l	0,029	0,031	0,018	0,014	0,014	0,016	0,019	0,018
Eisen	mg/l	0,10	0,099	0,024	0,13	0,30	0,48	0,75	0,073
Chrom	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Nickel	µg/l	1,0	0,4	1,4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kupfer	µg/l		<0,5	<0,5	<0,5	0,5	0,6	<0,5	<0,5
Zink	µg/l	4,5	4,3	5,1	3,3	2,7	3,0	4,4	4,3
Arsen	µg/l	<0,2	<0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	<0,2
Cadmium	µg/l	0,03	0,03	0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,03	0,02
Quecksilber	µg/l	0,002	0,002	<0,001	0,001	0,003	0,0014	0,002	0,0015
Blei	µg/l	0,5	0,6	0,4	0,4	0,9	1,2	<0,2	<0,2

Entnahme - Datum		20.3.2000		7.8.2000				8.11.2000	
		11:00		11:30				11:00	
Entnahme - Uhrzeit									
Sichttiefe	m	0,8		1,2				1,0	
Entnahmetiefe	m	1	6	1	4	5	6	1	6
Wassertemperatur	°C	6,2	6,2	20,0	13,5	10,6	8,7	8,7	8,5
pH - Wert		5,69	5,69	4,98	5,89	5,75	6,11	5,49	5,38
Farbe		37	37	37	77	77	57	37	37
Trübung		5	5	3	5	5	5	5	5
Geruch		1	1	1	99	79	99	1	1
Leitfähigkeit bei 25 °C	mS/m	3,99	3,69	3,86	4,16	4,41	4,37	4,21	3,87
Chlorid	mg/l	5,6	5,6	5,5	5,7	5,4	5,7	5,3	5,3
TOC	mg/l	13	13	13	16	9,1	7,8	14	12
DOC	mg/l	6,9	7,1	9,0	7,7	5,8	5,6	7,0	7,1
TIC	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	2,7	2,3	3,0	0,6	0,6
SPAK 436mm	1/m	0,2	0,2	0,5	1,1	0,9	0,7	0,8	0,3
SPAK 254mm	1/m	4,6	4,5	5,8	7,0	6,1	7,9	6,0	5,4
Säurekapazität	mmol/l	0,1	0,1	0,06	0,17	0,22	0,14	0,08	0,08
Basekapazität	mmol/l	0,09	0,07	0,13	0,36	0,35	0,3	0,24	0,23
Sauerstoff	mg/l	13,6	13,7	10	0,5	0,4	0,2	9,0	7,9
Sättigung	%	110	110	110	5	4	2	79	69
Ammonium - N	mg/l	<0,010	0,01	0,015	0,028	0,501	0,943	0,082	0,098
Nitrit - N	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,0012	<0,001	<0,001
Nitrat - N	mg/l	<0,050	<0,050	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Gesamt-N	mg/l	1,2	1,1	0,63	1,8	1,5	1,7	1,1	0,98
Phosphat - P	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,022	<0,005	<0,005
Gesamt-P	mg/l	0,089	0,07	0,021	0,11	0,067	0,075	0,055	0,045
Kieselsäure, gelöst	mg/l	<0,1	<0,1	0,29	0,32	0,35	0,40	0,277	0,279
Sulfat	mg/l	3,06	3,62	4,78	3,56	4,46	2,79	4,21	4,24
Natrium	mg/l	3,6	3,2	3,5	3,5	3,5	3,5	3,1	3,0
Magnesium	mg/l	0,61	0,57	0,48	0,5	0,52	0,52	1,0	1,1
Kalium	mg/l	0,95	1,0	1,0	1,2	1,3	1,2	1,2	1,1
Calcium	mg/l	1,2	1,2	0,98	1,3	1,2	1,2	1,6	1,7
Mangan	mg/l	0,084	0,084	0,075	0,075	0,077	0,080	0,15	0,15
Aluminium	mg/l	0,015	0,018	0,018	0,012	0,015	0,016	0,033	0,022
Eisen	mg/l	0,09	0,086	0,021	0,21	0,26	0,24	0,24	0,250
Chrom	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Nickel	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5
Kupfer	µg/l	0,6	0,6	0,8	1,1	1,0	1,0	0,7	0,6
Zink	µg/l	4,1	4,1	5,3	3,6	3,5	4,0	3,7	3,7
Arsen	µg/l	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	<0,2	<0,2
Cadmium	µg/l	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Quecksilber	µg/l	0,01	0,004	0,0015	0,002	0,002	0,0024	<0,001	0,0011
Blei	µg/l	<0,2	0,3	0,5	0,7	0,7	0,7	<0,2	0,9

Entnahme - Datum		29.5.2001		29.8.2001				22.10.2001	
Entnahme - Uhrzeit		11:00		11:15				10:45	
Sichttiefe	m	1,5		4,1				2,1	
Entnahmetiefe	m	1	6	1	4	5	6	1	6
Wassertemperatur	°C	18,9	6,2	20,8	20,3	17,4	11,6	13,0	10,5
pH - Wert		5,79	6,07	5,78	5,70	5,14	5,50	5,47	5,99
Farbe		37	57	1	1	1	77	1	77
Trübung		5	5	3	3	3	7	3	7
Geruch		32	99	1	1	1	90	1	99
Leitfähigkeit bei 25 °C	mS/m	3,89	4,51	4,00	3,44	3,60	3,94	3,54	6,96
Chlorid	mg/l	4,4	4,5	6,0	6,4	6,2	6,0	5,9	6,5
TOC	mg/l	8,9	8,5	7,8	8,4	7,8	17	9,1	15
DOC	mg/l	7,1	5,6	7,3	6,9	6,0	6,2	6,5	7,4
TIC	mg/l	<0,5	3,3	<0,5	<0,5	<0,5	1,6	<0,5	6,6
SPAK 436mm	1/m	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,9
SPAK 254mm	1/m	5,3	6,7	5,5	5,4	5,3	5,6	5,5	11,0
Säurekapazität	mmol/l		0,22	0,06	0,06	0,05	0,08	0,06	0,41
Basekapazität	mmol/l		0,30	0,07	0,07	0,10	0,45	0,11	0,76
Sauerstoff	mg/l	10,7	0,2	9,7	10,1	11,2	3,7	9,0	0,3
Sättigung	%	115	2	108	112	117	34	86	3
Ammonium - N	mg/l	0,024	0,971	0,024	0,019	0,023	0,482	0,011	2,63
Nitrit - N	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrat - N	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Gesamt-N	mg/l	0,71	2,1	0,53	0,57	0,47	2,9	0,64	4,8
Phosphat - P	mg/l	0,008	0,007	<0,005	<0,005	0,008	<0,005	<0,005	<0,005
Gesamt-P	mg/l	0,026	0,094	0,017	0,021	0,019	0,13	0,026	0,150
Kieselsäure, gelöst	mg/l	0,63	1,53	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,804
Sulfat	mg/l	4,28	3,16	3,39	3,56	3,58	3,65	3,39	5,91
Natrium	mg/l	3,3	3,2	3,1	3,1	3,2	3,4	2,9	3,0
Magnesium	mg/l	0,51	0,51	0,47	0,48	0,50	0,53	0,45	0,56
Kalium	mg/l	0,83	0,84	0,72	0,80	0,82	1,0	0,65	1,0
Calcium	mg/l	1,1	1,5	1,1	0,83	0,33	3,9	0,91	3,0
Mangan	mg/l	0,078	0,089	0,064	0,077	0,099	0,100	0,060	0,084
Aluminium	mg/l	0,006	0,01	0,013	0,014	0,017	0,023	0,023	0,021
Eisen	mg/l	0,03	0,20	0,021	0,030	0,069	0,70	0,039	0,61
Chrom	µg/l	0,3	<0,2	0,2	0,4	<0,2	0,2	<0,2	<0,2
Nickel	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kupfer	µg/l	2,1	0,8	0,5	<0,5	<0,5	0,8	<0,5	0,6
Zink	µg/l	5,0	2,9	4,1	3,7	3,2	3,0	3,6	2,5
Arsen	µg/l	<0,2	<0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
Cadmium	µg/l	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	<0,02	<0,02
Quecksilber	µg/l	0,002	0,002	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	0,002	0,0033
Blei	µg/l	0,4	1,0	<0,2	0,2	<0,2	1,8	0,4	1,2

Entnahme - Datum		9.4.2002		13.8.2002				28.10.2002	
Entnahme - Uhrzeit		11:00		10:45				11:30	
Sichttiefe	m	0,8		2,4				1,5	
Entnahmetiefe	m	1	6	1	4	5	6	1	6
Wassertemperatur	°C	9,2	5,4	22,0	17,3	13,5	8,4	8,8	8,7
pH - Wert		6,27	5,86	5,97	5,45	6,02	5,55	5,70	5,84
Farbe		32	32	1	1	37	57	1	1
Trübung		5	5	3	3	3	5	3	3
Geruch		1	1	1	1	52	72	1	1
Leitfähigkeit b.25 °C	mS/m	3,55	3,72	2,89	3,13	3,36	3,88	4,37	3,51
Chlorid	mg/l	5,7	5,6	5,4	5,7	5,7	5,8	5,6	5,7
TOC	mg/l	10,2	8,8	6,8	6,5	7,1	8,8	8,8	9,2
DOC	mg/l	7,5	5,2	6,3	6,5	5,5	4,4	6,7	7,4
TIC	mg/l	0,24	0,49	0,17	0,20	0,16	0,80	0,63	0,45
Abskoeff. 436mm	1/m	0,4	0,4	0,4	1,0	0,3	0,4	0,6	0,6
Abskoeff. 254mm	1/m	6,8	6,2	7,9	8,4	6,1	6,2	7,6	7,8
Säurekapazität	mmol/l	0,1	0,11	0,09	0,07	0,07	0,1	0,08	0,08
Basenkapazität	mmol/l	0,06	0,19	0,07	0,08	0,07	0,3	0,10	0,11
Sauerstoff	mg/l	13,5	8,5	9,5	10,7	13,5	0,5	7,6	7,5
Sättigung	%	117	67	109	112	130	4	65	64
Ammonium - N	mg/l	0,234	0,505	0,019	0,018	0,023	0,884	0,100	0,086
Nitrit - N	mg/l	0,0023	0,0023	0,0010	0,0017	0,0011	0,0013	0,0014	0,0016
Nitrat - N	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ges. Stickstoff	mg/l	1,6	1,6	0,61	0,58	0,76	2,2	0,98	1,1
Phosphat - P	mg/l	0,0069	0,0055	0,0074	0,0067	0,0053	0,0055	<0,005	<0,005
Ges. Phosphor	mg/l	0,078	0,060	0,022	0,018	0,028	0,078	0,074	0,069
Kieselsäure (SiO ₂)	mg/l	0,42	0,60	-	-	-	-	0,53	0,54
Sulfat	mg/l	-	-	3,36	4,59	3,55	3,66	2,88	3,11
Natrium	mg/l	2,8	2,8	2,2	2,4	2,5	2,5	2,8	3,4
Magnesium	mg/l	0,51	0,51	0,45	0,48	0,52	0,53	0,48	0,58
Kalium	mg/l	0,77	0,73	0,61	0,72	0,88	0,83	0,66	0,78
Calcium	mg/l	1,1	1,1	1,0	1,1	1,6	1,8	1,3	1,6
Mangan	mg/l	0,054	0,059	0,054	0,052	0,11	0,11	0,064	0,067
Aluminium	mg/l	0,027	0,027	0,079	0,094	0,069	0,054	0,012	0,010
Eisen	mg/l	0,059	0,068	0,027	0,058	0,37	0,46	0,070	0,072
Chrom	µg/l	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3
Nickel	µg/l	1,7	1,4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,4	<0,5
Kupfer	µg/l	0,6	0,6	1,4	0,8	1,1	0,8	0,5	0,6
Zink	µg/l	3,3	3,3	6,1	3,7	3,4	3,5	3,9	5,1
Arsen	µg/l	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6
Cadmium	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,04
Quecksilber	µg/l	0,0019	0,0026	0,0015	0,0021	0,0021	0,0058	0,0016	0,0015
Blei	µg/l	0,4	<0,2	<0,2	<0,2	0,8	0,5	0,3	0,5

Entnahme - Datum		26.3.2003		28.4.2003				26.5.2003			
Entnahme - Uhrzeit		10:30		10:45				11:15			
Sichttiefe	m	1,0		0,8				0,9			
Entnahmetiefe	m	1	6	1	4	5	6	1	4	5	6
Wassertemperatur	°C	7,0	4,8	14,5	7,5	6,4	5,8	18,0	10,5	7,4	6,5
pH - Wert		5,76	5,67	5,56	5,67	5,61	5,61	5,75	5,41	5,50	5,46
Farbe		1	1	37	37	37	37	1	37	37	1
Trübung		3	3	5	5	5	5	3	5	5	3
Geruch		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Leitfähigkeit b.25 °C	mS/m	4,30	3,71	3,30	3,60	3,70	3,80	3,29	3,49	3,61	3,69
Chlorid	mg/l	5,6	5,6	5,7	5,6	5,6	5,7	6,8	5,6	5,5	5,3
TOC	mg/l	8,3	8,2	11	10	8,9	8,8	9,8	12	9,6	9,1
DOC	mg/l	6,5	6,4	7,8	7,2	6,8	6,4	7,7	7,9	7,8	6,6
TIC	mg/l	0,56	0,71	<0,5	<0,5	0,75	1,1	<0,5	<0,5	<0,5	0,74
Abskoeff. 436mm	1/m	7,3	7,2	8,8	7,7	7,5	7,5	8,4	9,8	8,9	7,5
Abskoeff. 254mm	1/m	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	1,4	0,5
Säurekapazität	mmol/l	0,10	0,11	0,06	0,08	0,09	0,10	0,06	0,06	0,07	0,08
Basenkapazität	mmol/l	0,16	0,19	0,06	0,11	0,16	0,21	0,05	0,08	0,17	0,25
Sauerstoff	mg/l	10,5	7,2	11,7	10,3	6,7	3,0	10,7	12,3	6,3	1,1
Sättigung	%	86	56	116	87	55	24	112	110	52	9
Ammonium - N	mg/l	0,317	0,167	0,015	0,168	0,404	0,57	<0,01	<0,01	0,32	0,604
Nitrit - N	mg/l	0,0016	0,0015	0,0027	0,0019	0,0016	0,0018	0,0013	0,0016	0,0026	0,0019
Nitrat - N	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ges. Stickstoff	mg/l	1,4	1,3	1,1	1,2	1,2	1,4	0,77	1,3	1,3	1,5
Phosphat - P	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ges. Phosphor	mg/l	0,053	0,047	0,051	0,047	0,053	0,048	0,026	0,054	0,038	0,044
Kieselsäure (SiO ₂)	mg/l	0,58	0,52	0,41	<0,2	<0,2	<0,2	0,31	0,45	0,36	0,65
Sulfat	mg/l	3,66	3,51	4,65	4,23	4,16	3,84	6,51	9,95	9,14	6,09
Natrium	mg/l	2,7	2,7	3,7	3,5	3,5	3,6	3,0	3,0	2,9	2,9
Magnesium	mg/l	0,48	0,48	0,50	0,42	0,49	0,51	0,43	0,42	0,43	0,44
Kalium	mg/l	0,75	0,71	0,82	0,86	0,86	0,87	0,76	0,78	0,77	0,77
Calcium	mg/l	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	0,8
Mangan	mg/l	0,065	0,065	0,061	0,066	0,067	0,071	0,057	0,068	0,068	0,071
Aluminium	mg/l	0,032	0,038	0,031	0,031	0,031	0,038	0,011	0,015	0,013	0,014
Eisen	mg/l	0,096	0,096	0,060	0,079	0,090	0,130	0,036	0,067	0,064	0,110
Chrom	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	<0,2	0,2	0,8	0,2	0,3	0,2
Nickel	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	4,0	<0,5	<0,5
Kupfer	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Zink	µg/l	3,9	3,7	3,2	3,5	4,1	4,3	5,3	4,5	4,3	5,5
Arsen	µg/l	0,3	0,3	<0,2	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cadmium	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Quecksilber	µg/l	0,0029	0,0010	<0,001	0,0011	<0,001	<0,001	0,0025	0,0019	0,0016	0,0018
Blei	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	0,8	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	0,5

Entnahme - Datum Entnahme - Uhrzeit Sichttiefe	m	30.6.2003 10:30 2,4				28.7.2003 10:45 4,2				23.9.2003 11:00 3,6			
		1	4	5	6	1	4	5	6	1	4	5	6
Entnahmetiefe	m												
Wassertemperatur	°C	21,6	15,1	9,6	7,2	23,6	13,5	8,7	6,4	18,0	17,8	15,7	12,0
pH - Wert		5,56	5,80	5,17	5,46	5,50	5,25	5,30	5,07	5,38	5,35	4,97	4,55
Farbe		1	1	37	37	1	1	1	37	1	1	1	1
Trübung		3	3	5	5	3	3	3	5	3	3	3	3
Geruch		1	1	39	79	1	1	1	39	1	1	1	32
Leitfähigkeit b.25 °C	mS/m	4,03	3,32	3,44	3,66	3,47	3,47	3,43	3,59	5,10	3,30	3,40	3,70
Chlorid	mg/l	5,5	5,4	5,5	5,5	5,5	5,5	5,4	5,6	5,8	5,8	5,7	5,6
TOC	mg/l	8,7	10	13	10	9,2	8,3	8,3	12	9	8,5	7,2	8,7
DOC	mg/l	7,7	6,9	6,8	7,2	8,7	7,5	7,1	7,8	8,1	7,9	7,1	6,4
TIC	mg/l	<0,5	<0,5	0,6	1,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Abskoeff. 436mm	1/m	7,7	7,3	6,9	7,9	7,6	7,5	7,6	10,6	7,0	7,0	8,3	7,2
Abskoeff. 254mm	1/m	0,4	0,4	0,3	0,6	0,3	0,3	0,5	2,6	0,3	0,3	0,5	0,4
Säurekapazität	mmol/l	0,07	0,08	0,08	0,11	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,05
Basenkapazität	mmol/l	0,05	0,04	0,15	0,28	0,06	0,10	0,09	0,29	0,05	0,06	0,14	0,31
Sauerstoff	mg/l	10,5	14,3	9,1	1,6	9,1	9,9	12,1	3,1	9,8	9,3	7,7	2,4
Sättigung	%	120	143	81	13	107	95	104	25	105	99	78	22
Ammonium - N	mg/l	<0,01	<0,01	0,011	0,522	0,016	0,017	0,015	0,123	0,018	0,014	0,015	0,019
Nitrit - N	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	0,0036	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrat - N	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,050	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ges. Stickstoff	mg/l	0,6	0,77	1,1	1,9	0,56	0,59	0,64	1,5	0,61	0,58	0,54	1,0
Phosphat - P	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ges. Phosphor	mg/l	0,018	0,033	0,055	0,073	0,013	0,018	0,022	0,077	0,019	0,019	0,016	0,053
Kieselsäure (SiO ₂)	mg/l	0,56	0,78	0,35	0,56	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,61
Sulfat	mg/l	5,64	5,73	5,78	6,26	3,14	3,69	3,35	3,22	3,45	4,07	3,46	3,51
Natrium	mg/l	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5	2,4	2,4	2,4	3,6	3,3	3,1	3,1
Magnesium	mg/l	0,46	0,46	0,48	0,48	0,51	0,46	0,46	0,47	0,47	0,44	0,41	0,46
Kalium	mg/l	0,64	0,76	0,76	0,79	0,77	0,78	0,88	0,90	0,74	0,64	0,68	0,86
Calcium	mg/l	1,2	1,2	0,3	1,1	1,0	0,9	0,1	2,3	1,1	1,0	0,4	0,5
Mangan	mg/l	0,058	0,069	0,08	0,076	0,06	0,068	0,082	0,077	0,064	0,065	0,085	0,083
Aluminium	mg/l	0,011	0,011	0,017	0,023	0,017	0,025	0,02	0,031	0,017	0,014	0,018	0,014
Eisen	mg/l	0,029	0,015	0,760	0,180	0,031	0,038	0,120	0,480	0,027	0,031	0,081	0,300
Chrom	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	0,3	<0,2
Nickel	µg/l	<0,5	0,6	<0,5	3,9	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kupfer	µg/l	<0,5	1,8	<0,5	1,8	0,6	<0,5	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	1,0
Zink	µg/l	3,9	3,6	3,0	6,2	4,2	3,6	3,1	4,3	4,5	4,5	3,0	3,2
Arsen	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3
Cadmium	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Quecksilber	µg/l	<0,001	<0,001	0,0015	0,0021	0,0015	0,0012	0,0081	0,003	0,0015	0,0031	0,0021	0,0024
Blei	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,1	0,3	0,5	0,3	0,4

Entnahme - Datum Entnahme - Uhrzeit Sichttiefe	m	28.10.2003 11:00 1,3				20.11.2003 11:00 1,1			
		1	4	5	6	1	4	5	6
Entnahmetiefe	m								
Wassertemperatur	°C	7,7	7,4	7,4	7,4	6,7	6,4	5,9	5,8
pH - Wert		5,62	5,53	5,61	5,57	5,62	5,53	5,54	5,55
Farbe		1	1	1	1	38	1	38	38
Trübung		3	3	3	3	3	3	3	3
Geruch		1	1	1	1	1	1	1	1
Leitfähigkeit b.25 °C	mS/m	3,71	3,41	3,39	3,39	3,31	3,37	3,38	3,40
Chlorid	mg/l	5,6	5,7	5,7	5,8	5,6	5,7	5,5	5,6
TOC	mg/l	9,4	9,3	9,2	9,4	9,9	9,6	9,3	9,3
DOC	mg/l	7,3	7,3	7,0	7,1	7,2	7,1	7,1	7,2
TIC	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Abskoeff. 436mm	1/m	7,3	7,0	6,9	6,9	7,4	7,1	7,0	7,2
Abskoeff. 254mm	1/m	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
Säurekapazität	mmol/l	0,06	0,05	0,06	0,05	0,07	0,06	0,07	0,07
Basenkapazität	mmol/l	0,13	0,14	0,13	0,14	0,15	0,12	0,13	0,12
Sauerstoff	mg/l	8,0	8,2	7,7	7,8	10,6	9,6	8,9	8,6
Sättigung	%	67	68	64	65	87	78	71	69
Ammonium - N	mg/l	0,127	0,112	0,107	0,11	0,065	0,075	0,112	0,129
Nitrit - N	mg/l	0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	0,0014	0,0011	0,0012	0,0011
Nitrat - N	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ges. Stickstoff	mg/l	0,95	0,89	0,93	0,88	1,3	0,94	0,86	0,89
Phosphat - P	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ges. Phosphor	mg/l	0,025	0,022	0,024	0,026	0,058	0,025	0,022	0,022
Kieselsäure (SiO ₂)	mg/l	0,79	0,79	0,79	0,80	0,44	0,47	0,46	0,46
Sulfat	mg/l	3,58	3,74	4,05	3,86	3,81	3,83	4,01	3,86
Natrium	mg/l	3,6	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,4	3,3
Magnesium	mg/l	0,45	0,45	0,44	0,49	0,49	0,46	0,47	0,47
Kalium	mg/l	0,96	0,86	0,84	0,89	0,79	0,77	0,74	0,82
Calcium	mg/l	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	1,0
Mangan	mg/l	0,073	0,07	0,07	0,07	0,075	0,066	0,067	0,067
Aluminium	mg/l	0,012	0,015	0,014	0,014	0,023	0,010	0,016	0,014
Eisen	mg/l	0,120	0,120	0,110	0,110	0,100	0,097	0,099	0,099
Chrom	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Nickel	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kupfer	µg/l	0,5	0,5	0,6	0,8	5,0	<0,5	1,6	<0,5
Zink	µg/l	3,4	2,7	2,9	3,4	4,6	3,1	4,3	3,8
Arsen	µg/l	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
Cadmium	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Quecksilber	µg/l	<0,001	0,0013	0,0011	0,0023	0,0023	0,0021	0,0013	0,0016
Blei	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	0,8	0,3	0,3	0,7

Nachgewiesene Phyto- und Zooplanktonarten von 1995 bis 2003

Rot: Indikatorarten für saure Gewässer

1995 bis 1997

Phytoplankton:

Cyanophyceae*Pseudanabaena catenata**Anabaena* sp.*Microcystis incerta**Planktothrix agardhii***Cryptophyceae***Cryptomonas phaseolus**Cryptomonas ovata**Cryptomonas* sp.**Chrysophyceae***Dinobryon divergens**Dinobryon sertularia* var. *protuberans**Synura uvella**Uroglena* sp.**Chlorophyceae***Chlamydomonas* sp. - 5µm L.*Chlamydomonas* sp. 5-10 µmL.*Chlamydomonas* >10 µm L.*Chlamydomonas* sp. länglich*Chlorogonium* sp.*Chlorella* sp. (cf. *minutissima*)*Dictyosphaerium* cf. *chlorelloides**Dictyosphaerium tetrachotomum**Monoraphidium komarkovae**Scenedesmus alternans**Scenedesmus communis**Scenedesmus dispar**Scenedesmus pannonicus**Scenedesmus* sp.*Tetraedron minimum***Conjugatophyceae***Closterium aciculare**Closterium*+A17 *gracile***Euglenophyceae***Euglena* sp.*Phacus longicauda**Trachelomonas volvocina***Diatomeae***Tabellaria flocculosa*

Centrales, solitär

Dinophyceae*Ceratium hirundinella**Glenodinium* sp.*Gymnodinium* sp.*Peridinium* sp.*Peridiniopsis* sp.

Zooplankton:

Ciliata*Ciliata* spp.*Tintinnopsis* sp.**Rotatoria***Anuraeopsis fissa**Brachionus urceolaris**Chydorus sphaericus**Gastropus stylifer**Kellikottia longispina**Keratella quadrata**Lepadella ovalis**Polyarthra dolichoptera**Pompholyx sulcata**Synchaeta pectinata**Trichocerca elongata**Trichocerca similis***Phyllopoda***Bosmina longirostris**Ceriodaphnia quadrangula***Copepoda****Cyclopoidea**

Nauplien

Copepodite

*Cyclops strenuus abyssorum**Thermocyclops crassus***Sonstige**

Chaoboruslarven

1998 bis 2001

Phytoplankton:

Cyanophyceae

Aphanocapsa sp.
Microcystis sp.
 cf. *Komvophoron* sp.
Pseudanabaena sp.
Romeria sp.

Cryptophyceae

Chilomonas sp.
Cryptomonas spp.
Cryptomonas sp. (cf. *marsonii* Skuja)
Cryptomonas/Chilomonas sp.
 Cryptophyceae indet.

Chrysophyceae

Chromulina sp.
Dinobryon pediforme (Lemm.) Steinecke
 cf. *Ochromonas* sp.
Salpingoeca sp.
Synura sp.

Chlorophyceae

Chlamydomonas sp.
Chlorogonium sp.
Dictyosphaerium sphagnale Hind.
Golenkiniopsis sp.
Koliella longiseta Hind. f. *tenuis* Nygaard
Oedogonium sp.
Scenedesmus spp.
Scenedesmus pannonicus Hortobágyi

Conjugatophyceae

Bambusina sp.
Closterium sp.
 cf. *Cosmocladium* sp.
Micrasterias rotata (Grev.) Ralfs
Micrasterias thomasiana Arch. var. *notata* (Nordst.) Grönblad
Micrasterias truncata (Corda) ex Breb.
Micrasterias sp.
Staurastrum sp.

Xanthophyceae

Isthmochloron trispinatum Skuja

Euglenophyceae

Euglenophyceae indet.
Phacus sp.
Euglena sp.

Bacillariophyceae**Pennales**

Nitzschia sp.
Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing

Dinophyceae

Ceratium furcoides (Lev.) Langh.
Ceratium hirundinella (O.F. Müller) Duj.
Gymnodinium sp.
Peridinium sp. (cf. *deflandrei*)
Peridinium umbonatum-Komplex

Zooplankton:

Ciliata

Ciliata indet.

Thekamoeba

Arcella sp.

Rotatoria

Anuraeopsis fissa (Gosse 1851)
Ascomorpha ecaudis Perty 1850
Brachionus urceolaris Müller 1733
Conochilus hippocrepis (Schränk 1803 o. 1830)
Keratella cochlearis (Gosse 1851)
Keratella hiemalis Carlin 1943
Keratella quadrata (Müller 1786)
Keratella serrulata (Ehrenberg 1938)
Keratella valga (Ehrenberg 1834)
Lecane spp.
Polyarthra spp.
Polyarthra major Burckhardt 1900
Synchaeta sp.
Trichocerca capucina (Wierzejski 1893)
Trichocerca longiseta (Schränk 1802)
Trichocerca pusilla (Jennings 1903)
Trichocerca similis (Wierzejski 1893)

Cladocera

Bosmina (Bosmina) longirostris (O.F. Müller 1785)
Ceriodaphnia quadrangula (O.F. Müller 1785)
Chydorus sphaericus (O.F. Müller 1785)

Copepoda**Cyclopoida**

Cyclops sp.
Cyclops strenuus Fischer 1851

Sonstige

Chaoborus sp.

2002

Phytoplankton:

Cyanophyceae

Komvophoron sp.
Lemmermanniella flexa Hindák
Pseudanabaena sp.
Snowella sp.

Cryptophyceae

Cryptophyceae indet.

Chrysophyceae

Mallomonas sp.
Synura sp.

Chlorophyceae

Chlamydomonas sp.
Dictyosphaerium sphagnale Hind.
Koliella longiseta Hind. f. *tenuis* Nygaard
Monoraphidium contortum (Thur.) Kom.-Legn.
Scenedesmus spp.
Scenedesmus pannonicus Hortobágyi

Conjugatophyceae

cf. *Cosmocladium* sp.
Micrasterias thomasiana Arch. var. *notata* (Nordst.) Grönblad
Micrasterias truncata (Corda) ex Breb.

Xanthophyceae

Isthmochloron trispinatum Skuja

Euglenophyceae

Euglena sp.
Phacus sp.

Bacillariophyceae**Centrales**

solitäre Thalassiosiraceae indet.

Pennales

Nitzschia sp.
Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing

Dinophyceae

Amphidinium/Katodinium sp.
Ceratium furcoides (Lev.) Langh.
Ceratium hirundinella (O.F. Müller) Duj.
Gymnodinium sp.
Gymnodinium uberrimum (Allman) Kofoid & Swezy
Peridinium umbonatum-Komplex

Raphidophyceae

cf. *Gonyostomum* sp.

Zooplankton:

Ciliata

Ciliata indet.

Rotatoria

Ascomorpha ecaudis Perty 1850
Conochiloides sp. Hlava 1904
Filinia terminalis (Plate 1886)
Kellicottia longispina (Kellicott 1879)
Keratella cochlearis (Gosse 1851)
Lecane sp. (Nitzsch 1827)
Polyarthra major Burckhardt 1900
Trichocerca similis (Wierzejski 1893)

Cladocera

Ceriodaphnia quadrangula (O.F. Müller 1785)
Chydorus sp. Leach 1816

Copepoda**Cyclopoida**

Cyclops strenuus Fischer 1851

Sonstige

Chaoborus sp.

2003

Phytoplankton:

Cyanophyceae

Aphanothece minutissima (W. West) Komárková-Legnerová & Cronberg

Microcrocis granulata (Skuja) Skuja in Starmach

Rhabdoderma lineare Schmidle & Lauterborn

Rhabdoderma/Synechococcus sp.

Snowella sp.

Snowella septentrionalis Komárek & Hindák

Unbestimmte Chroococcales

Leptolyngbyoideae

Pseudanabaena sp.

Romeria chlorina Böcher

Cryptophyceae

Cryptomonas sp.

Chrysophyceae

Chrysococcus sp.

Dinobryon Cysten

Dinobryon pediforme (Lemmermann) Steinecke

Mallomonas sp.

Synura sphagnicola Korsikov

Chlamydomphyceae

Chlamydomonas sp.

Chlorogonium sp.

Chlorophyceae

Actinastrum hantzschii Lagerheim

Crucigenia fenestrata (Schmidle) Schmidle

Dictyosphaerium elongatum Hind.

Dictyosphaerium sphagnale Hind.

Ducellieria chodatii var. *chodatii* Ducl.

Monoraphidium sp.

Monoraphidium contortum (Thuret) Komarkova-Legnerova

Monoraphidium komarkovae Nygaard

Pediastrum tetras (Ehrenberg) Ralfs

Scenedesmus sp.

Scenedesmus acuminatus (Lagerheim) Chod.

Trochiscia sp.

Oedogonium sp.

Radiofilum sp.

Koliella sp.

Koliella longiseta (Visch.) comb. nova Hindák

Conjugatophyceae

Arthrodesmus octocornis Ehrenberg

Bambusina brebissonii (Kützing) Kützing

Binuclearia sp.

Cosmarium sp.

Cosmarium meneghinii Bréb. in Ralfs

Cosmocladium sp.

Euastrum sp.

Micrasterias thomasiana Archer

Micrasterias truncata (Corda) ex Bréb. in Ralfs

Zooplankton:

Ciliata

Ciliata indet.

Rotatoria

Anuraeopsis fissa (GOSSE 1851)

Brachionus urceolaris (MÜLLER 1773)

Conochilus sp. (EHRENBERG 1843)

Gastropus sp. (IMHOF 1898)

Keratella cochlearis (GOSSE 1851)

Keratella quadrata (MÜLLER 1786)

Keratella quadrata f. *valga*

Lecane cf. *luna* (MÜLLER 1776)

Lecane cf. *lunaris* (EHRENBERG 1832)

Lepadella cf. *ovalis* (MÜLLER 1768)

Polyarthra major (BURCKHARDT 1900)

Cladocera

Alonella nana (BAIRD 1843)

Bosmina longirostris (O. F. MÜLLER 1785)

Ceriodaphnia quadrangula (O. F. MÜLLER 1785)

Chydorus sphaericus (O. F. MÜLLER 1776)

Diaphanosoma brachyurum (LIÉVIN 1848)

Eurycerus lamellatus (O. F. MÜLLER 1776)

Pleuroxus truncatus (O. F. MÜLLER 1785)

Copepoda**Cyclopoida**

Nauplien

Copepodite

Cyclops strenuus (FISCHER 1851)

Sonstige

Chaoborus sp. (LICHTENSTEIN 1800)

Chaetonotus sp. (EHRENBERG 1830)

Fortsetzung Phytoplankton

Euglenophyceae

Euglena sp.

Bacillariophyceae

Centrales

Aulacoseira sp.

Stephanodiscus neoastraea Håkanson & Hickel

Zentrale Diatomeen

Pennales

Asterionella formosa Hassall

Fragilaria sp.

Nitzschia acicularis (Kützing) W. Smith

Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing

Dinophyceae

Gymnodinium lantzschii Utermöhl

Gymnodinium uberrimum (Allman) Kofoid & Swezy

Peridinium umbonatum var. *goslaviense* (Woloszinska) Popovský & Pfiester

Peridinium/Peridiniopsis sp.

Raphidophyceae

Gonyostomum semen Diesing

Heterotrophe Flagellaten

Unbestimmte

Eukaryotisches Picoplankton

Prokaryotisches Picoplankton

Unbestimmte Algen

Unbestimmte Algen, Cysten

Phytoplankton – Abundanzen und Biovolumina von 1995 bis 2003

1995

Tiefe:	28.3.1995								10.8.1995							
	1m		2m		5m		7m		1m		2m		5m		7m	
	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l
Cyanophyceae																
<i>Pseudanabaena catenata</i>																
<i>Anabaena</i> sp.													238,10	0,01	20,42	0,00
<i>Microcystis incerta</i>																
<i>Planktothrix agardhii</i>																
Cryptophyceae																
<i>Cryptomonas phaseolus</i>													1190,5	1,21	326,80	0,33
<i>Crypt. ovata</i>			41,67	0,06	99,00				552,54	1,05	134,41	0,26			20,42	0,04
<i>Crypt. s.p.</i>			83,33	0,07	148,81	0,12			9,06		16,80	0,02	99,00		163,40	0,16
Chrysophyceae																
<i>Dinobryon divergens</i>																
<i>Din.sertularia</i> var <i>protuberans</i>									99,00							
<i>Synura uvella</i>																
<i>Uroglena</i> sp.																
Chlorophyceae																
<i>Chlamydomonas</i> sp. - 5 µm L.			625,00	0,05	1339,3	0,10			63,41	0,01	33,60	0,00	773,81	0,03	674,02	0,02
<i>Chlam.</i> sp. 5 - 10 µm L.			3375,0	1,15	3050,6	1,04										
<i>Chlam.</i> sp. > 10 µm L.																
<i>Chlam.</i> sp. länglich															428,92	0,06
<i>Chlorogonium</i> sp.																
<i>Chlorella</i> sp.(cf. <i>minutissima</i>)																
<i>Dictyosphaerium</i> cf. <i>chlorelloides</i>			11333	0,43	27679	1,05			99,00		99,00					
<i>Dict. tetrachotomum</i>																
<i>Monoraphidium komarkovae</i>			583,33	0,01	148,81	0,00			63,41	0,00	84,01	0,00	99,00		20,42	0,00
<i>Scenedesmus alternans</i>																
<i>Scen. communis</i>																
<i>Scen. dispar</i>																
<i>Scen. pannonicus</i>			333,33	0,00	744,05	0,01			217,39	0,01	33,60	0,00	4404,8	0,12	1368,5	0,04
<i>Scen.</i> sp.																
<i>Tetraedron minimum</i>																
Conjugatophyceae																
<i>Closterium aciculare</i>																
<i>Clost. gracile</i>			99,00		99,00				99,00						20,42	
Euglenophyceae																
<i>Euglena</i> sp.													99,00		99,00	
<i>Phacus longicauda</i>															99,00	
<i>Trachelomonas volvocina</i>									99,00							
Diatomeae																
<i>Tabellaria flocculosa</i>																
Centrales, solitär																
Dinophyceae																
<i>Ceratium hirundinella</i>																
<i>Glenodinium</i> sp.					99,00											
<i>Gymnodinium</i> sp.									407,61	1,02	756,05	1,89	99,00		20,42	0,05
<i>Peridinium</i> sp.									63,41	0,13	99,00					
<i>Peridiniopsis</i> sp.																
Summe:			16375	2	33110	2			1377	2	1058	2	6607	1	3064	1

8.11.1995								
Tiefe:	1m		2m		5m		7m	
	Abund.	Biovol	Abund.	Biovol	Abund.	Biovol	Abund.	Biovol
	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l
Cyanophyceae								
<i>Pseudanabaena catenata</i>			99,00					
<i>Anabaena</i> sp.								
<i>Microcystis incerta</i>								
<i>Planktothrix agardhii</i>								
Cryptophyceae								
<i>Cryptomonas phaseolus</i>								
<i>Crypt. ovata</i>	227,86	0,49	200,32	0,43	82,24	0,18		
<i>Crypt. sp.</i>	1237,0	1,11	1041,7	0,94	520,83	0,47	2924,7	2,63
Chrysophyceae								
<i>Dinobryon divergens</i>								
<i>Din.sertularia</i> var <i>protuberans</i>								
<i>Synura uvella</i>	585,94	0,10	600,96	0,11	82,24	0,01	600,96	0,11
<i>Uroglena</i> sp.								
Chlorophyceae								
<i>Chlamydomonas</i> sp. - 5 µm L.							8854,2	0,18
<i>Chlam.</i> sp. 5 - 10 µm L.	227,86	0,02	120,19	0,01	383,77	0,03	160,26	0,01
<i>Chlam.</i> sp. > 10 µm L.								
<i>Chlam.</i> sp. länglich								
<i>Chlorogonium</i> sp.							99,00	
<i>Chlorella</i> sp.(cf. <i>minutissima</i>)	6868,5	0,14	10016	0,20	8114,0	0,16		
<i>Dictyosphaerium</i> cf. <i>chlorelloides</i>								
<i>Dict. tetrachotomum</i>	99,00							
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	162,76	0,00	40,06	0,00	27,41	0,00	40,06	0,00
<i>Scenedesmus alternans</i>	99,00							
<i>Scen. communis</i>	325,52	0,01	1121,8	0,02	548,25	0,01	1602,6	0,03
<i>Scen. dispar</i>					109,65	0,00	480,77	0,01
<i>Scen. pannonicus</i>	781,25	0,01	961,54	0,01				
<i>Scen.</i> sp.								
<i>Tetraedron minimum</i>								
Conjugatophyceae								
<i>Closterium aciculare</i>								
<i>Clost. gracile</i>								
Euglenophyceae								
<i>Euglena</i> sp.	99,00		80,13				40,06	
<i>Phacus longicauda</i>								
<i>Trachelomonas volvocina</i>								
Diatomeae								
<i>Tabellaria flocculosa</i>								
Centrales, solitär	99,00							
Dinophyceae								
<i>Ceratium hirundinella</i>								
<i>Glenodinium</i> sp.								
<i>Gymnodinium</i> sp.			99,00					
<i>Peridinium</i> sp.								
<i>Peridiniopsis</i> sp.								
Summe:	10417	2	14183	2	9868	1	14704	3

1996

Tiefe:	25.4.1996								3.9.1996							
	1m		2m		5m		7m		1m		2m		5m		7m	
	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l
Cyanophyceae																
<i>Pseudanabaena catenata</i>																
<i>Anabaena</i> sp.																
<i>Microcystis incerta</i>																
<i>Planktothrix agardhii</i>																
Cryptophyceae																
<i>Cryptomonas phaseolus</i>																
<i>Crypt. ovata</i>																
<i>Crypt.</i> sp.	781,25	0,38	434,03	0,21	200,32	0,10	189,39	0,09			99,00			99,00		99,00
Chrysophyceae																
<i>Dinobryon divergens</i>																
<i>Dino. sertularia</i> var <i>protuberans</i>																
<i>Synura uvella</i>																
<i>Uroglena</i> sp.									16310	0,83	37698	1,92				
Chlorophyceae																
<i>Chlamydomonas</i> sp. - 5 µm L.																
<i>Chlam.</i> sp. 5-10 µm L.	1822,9	0,24	3906,3	0,51	1802,9	0,24	284,09	0,04	137,06	0,02	99,00		27669	2,53	1736,1	0,16
<i>Chlam.</i> sp. > 10 µm L.							1041,7	0,50					99,00			
<i>Chlam.</i> sp. länglich																
<i>Chlorogonium</i> sp.													99,00		99,00	
<i>Chlorella</i> sp. (cf. <i>minutissima</i>)	113021	0,81	137153	0,99	56490	0,41	23106	0,17					4882,8	0,19	17578	0,70
<i>Dictyosphaerium</i> cf. <i>chlorelloides</i>																
<i>Dict. tetrachotomum</i>	99,00								91,37							
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	260,42	0,00	868,06	0,01												
<i>Scenedesmus alternans</i>																
<i>Scen. communis</i>	15104,2	0,38	24306	0,62	9214,7	0,23	4734,9	0,12	182,75	0,01	744,05	0,03	104167	3,27	68793	2,43
<i>Scen. panonicus</i>	20312,5	0,28	36458	0,49	8814,1	0,12	9659,1	0,13								
<i>Scen.</i> sp.									99,00				18229	0,30	23438	0,39
<i>Tetraedron minimum</i>																
Conjugatophyceae																
<i>Closterium aciculare</i>											99,00					
<i>Clost. gracile</i>																
Euglenophyceae																
<i>Euglena</i> sp.	99,00												99,00			
<i>Phacus longicauda</i>																
<i>Trachelomonas volvocina</i>																
Diatomeae																
<i>Tabellaria flocculosa</i>	99,00															
Centrales, solitär																
Dinophyceae																
<i>Ceratium hirundinella</i>																
<i>Glenodinium</i> sp.																
<i>Gymnodinium</i> sp.									91,37	0,20						
<i>Peridinium</i> sp.																
<i>Peridiniopsis</i> sp.																
Summe:	151302	2,10	203125	2,83	76522	1,09	39015	1,04	16813	1,05	38442	1,95	154948	6,30	111545	3,68

1997

Tiefe:	14.4.1997								20.8.1997								
	1m		2m		5m		7m		1m		2m		5m		7m		
	Abund.	Biovol	Abund.	Biovol	Abund.	Biovol	Abund.	Biovol	Abund.	Biovol	Abund.	Biovol	Abund.	Biovol	Abund.	Biovol	
n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l
Cyanophyceae																	
<i>Pseudanabaena catenata</i>																	
<i>Anabaena</i> sp.																	
<i>Microcystis incerta</i>																	
<i>Planktothrix agardhii</i>							99,00										
Cryptophyceae																	
<i>Cryptomonas phaseolus</i>																	
<i>Crypt. ovata</i>													47,35	0,06	600,96	0,74	
<i>Crypt. sp.</i>			520,83	0,31	1562,50	0,94	520,83	0,31	35,01	0,04	28,41	0,03					
Chrysophyceae																	
<i>Dinobryon divergens</i>									78,78	0,01	9,47	0,00					
<i>Dino. sertularia</i> var. <i>protuberans</i>																	
<i>Synura uvella</i>																	
<i>Uroglena</i> sp.																	
Chlorophyceae																	
<i>Chlamydomonas</i> sp. - 5 µm L.									17,51	0,00	18,94	0,00	1065,34	0,16	9415,06	1,41	
<i>Chlam.</i> sp. 5 - 10 µm L.			25520,8	1,92	76041,7	5,71	59375,0	4,46									
<i>Chlam.</i> sp. > 10 µm L.																	
<i>Chlam.</i> sp. länglich																	
<i>Chlorogonium</i> sp.																	
<i>Chlorella</i> sp. (cf. <i>minutissima</i>)																	
<i>Dictyosphaerium</i> cf. <i>chlorelloides</i>																	
<i>Dict. tetrachotomum</i>													99,00		99,00		
<i>Monoraphidium komarkovae</i>																	
<i>Scenedesmus alternans</i>													1941,29	0,09	38862,2	1,79	
<i>Scen. communis</i>			36458,3	0,79	84375,0	1,84	42708,3	0,93	17,51	0,00	18394,0	0,00					
<i>Scen. dispar</i>			10416,7	0,11	4166,67	0,05	99,00						47,35	0,00			
<i>Scen. pannonicus</i>							2083,33	0,02	17,51	0,00	18,94	0,00					
<i>Scen. sp.</i>			4166,67	0,08	4166,67	0,08	99,00										
<i>Tetraedron minimum</i>							99,00										
Conjugatophyceae																	
<i>Closterium aciculare</i>																	
<i>Clost. gracile</i>																	
Euglenophyceae																	
<i>Euglena</i> sp.																	
<i>Phacus longicauda</i>																	
<i>Trachelomonas volvocina</i>																	
Diatomeae																	
<i>Tabellaria flocculosa</i>																	
Centrales, solitär																	
Dinophyceae																	
<i>Ceratium hirundinella</i>									99,00								
<i>Glennodinium</i> sp.																	
<i>Gymnodinium</i> sp.																	
<i>Peridinium</i> sp.																	
<i>Peridiniopsis</i> sp.									1225,49	1,32	1979,17	2,13	284,09	0,31	200,32	0,22	
Summe:			91667	3,37	170312	8,61	104687	5,72	1392	1,37	2074	2,16	3409,10	0,62	49079	4,15	

Tiefe:	15.10.1997							
	1m		2m		5m		7m	
	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol mm ³ /l
Cyanophyceae								
<i>Pseudanabaena catenata</i>	80,13		99,00		33,60		72,34	
<i>Anabaena</i> sp.								
<i>Microcystis incerta</i>	99,00		99,00					
<i>Planktothrix agardhii</i>								
Cryptophyceae								
<i>Cryptomonas phaseolus</i>								
<i>Crypt. ovata</i>	220,35	0,44	186,01	0,37	100,81	0,20	72,34	0,14
<i>Crypt. sp.</i>	80,13	0,10	260,42	0,33	403,23	0,51	434,03	0,55
Chrysophyceae								
<i>Dinobryon divergens</i>	620,99	0,09	446,43	0,07	705,65	0,11	2604,17	0,39
<i>Dino. sertularia var protuberans</i>								
<i>Synura uvella</i>	40,06	0,01	1041,67	0,17	168,01	0,03	217,01	0,03
<i>Uroglena</i> sp.								
Chlorophyceae								
<i>Chlamydomonas</i> sp. - 5 µm L.								
<i>Chlam.</i> sp. 5 - 10 µm L.	941,51	0,08	1004,46	0,09	571,24	0,05	940,39	0,08
<i>Chlam.</i> sp. > 10 µm L.								
<i>Chlam.</i> sp. länglich								
<i>Chlorogonium</i> sp.								
<i>Chlorella</i> sp. (cf. <i>minutissima</i>)								
<i>Dictyosphaerium</i> cf. <i>chlorelloides</i>								
<i>Dict. tetrachotomum</i>	99,00		148,81		99,00			
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	60,10		111,61		67,20		217,01	
<i>Scenedesmus alternans</i>								
<i>Scen. communis</i>	400,64	0,01	669,64	0,02	1176,08	0,04	1591,44	0,05
<i>Scen. dispar</i>								
<i>Scen. pannonicus</i>	160,26	0,00	595,24	0,01	403,23	0,01	578,70	0,01
<i>Scen.</i> sp.								
<i>Tetraedron minimum</i>								
Conjugatophyceae								
<i>Closterium aciculare</i>								
<i>Clost. gracile</i>								
Euglenophyceae								
<i>Euglena</i> sp.	99,00							
<i>Phacus longicauda</i>								
<i>Trachelomonas volvocina</i>								
Diatomeae								
<i>Tabellaria flocculosa</i>								
Centrales, solitär								
Dinophyceae								
<i>Ceratium hirundinella</i>								
<i>Glenodinium</i> sp.								
<i>Gymnodinium</i> sp.								
<i>Peridinium</i> sp.								
<i>Peridiniopsis</i> sp.	160,26	0,35	186,01	0,41	33,60	0,07	144,68	0,32
Summe:	2764	1,09	4650	1,46	3663	1,01	6872	1,57

1998

Tiefe:	6.4.1998								11.8.1998							
	1 m		2 m		5 m		7 m		1 m		2 m		5 m		7 m	
	Abund. n/ml	Biovol. mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol. mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol. mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol. mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol. mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol. mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol. mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol. mm ³ /l
Cyanophyceae																
<i>Aphanocapsa</i> sp.																
<i>Komvophoron</i> sp.	11336,50	0,05	8571,55	0,04	6083,00	0,03	6359,50	0,03	7561,26	0,04	2640,44	0,01	4080,68	0,02	7201,20	0,03
<i>Pseudanabaena</i> sp.	19908,0	0,07	22673,0	0,08	13456,3	0,05	40922,0	0,14			3120,52	0,01	7681,20	0,03	2000,33	0,01
Cryptophyceae																
<i>Cryptomonas</i> sp.	372,33	0,41			0,00		134,04	0,15	436,32	0,48	145,44	0,16	1115,00	1,23	339,36	0,37
<i>Cryptomonas</i> sp. (cf. <i>marsonii</i>)	2073,75	1,06	553,00	0,28	110,60	0,06	138,25	0,07								
Chrysophyceae																
<i>Chromulina</i> sp.	3871,00	1,66	1290,33	0,55	737,33	0,32	1382,50	0,59								
<i>Salpingoeca</i> sp.									1440,24	0,04	1080,18	0,03	480,08	0,01		
Chlorophyceae																
<i>Chlamydomonas</i> sp.	2765,00	0,34	184,33	0,02	184,33	0,02	414,75	0,05								
<i>Dictyosphaerium sphagnale</i>	34839,0	1,78	32903,5	1,68	22534,8	1,15	36083,2	1,84								
<i>Golenkinoopsis</i> sp.	2488,50	0,17	553,00	0,04	184,33	0,01	138,25	0,01								
<i>Kolletella longiseta</i> var. <i>Tenuis</i>	6359,50	0,36	5115,25	0,29	1290,33	0,07	1382,50	0,08							???	
<i>Oedogonium</i> sp.	116,15															
<i>Scenedesmus</i> sp.	38433,5	1,15	38710,0	1,16	26912,61	0,80	34562,5	1,03	1440,24	0,04	1920,32	0,06	15362,6	0,46	92015,4	2,75
<i>Scenedesmus pannonicus</i>	14378,0	0,34	13272,0	0,31	6636,00	0,16	7742,00	0,18	960,16	0,02	800,13	0,02	3840,60	0,09	27204,6	0,64
Conjugatophyceae																
<i>Bambusina</i> sp.																
cf. <i>Cosmocladium</i> sp.									116719,5	10,96	98176	9,22	99617	9,36	10801,80	1,01
<i>Micrasterias rotata</i>																
<i>Micrasterias truncata</i>																
Xanthophyceae																
<i>Isthmochloron trispinatum</i>	158,00	0,02	89,36	0,01	138,27	0,02	138,27	0,02								
Euglenophyceae																
<i>Euglena</i> sp.															1560,26	0,27
Diatomeae																
Pennales																
Dinophyceae																
<i>Gymnodinium</i> sp.	2350,25	0,92	1935,50	0,76	184,33	0,07	0,00									
<i>Peridinium umbonatum</i> -Komplex									436,32	0,87	436,32	0,87	242,40	0,48	48,40	0,10
<i>Peridinium umbonatum</i> -Komplex (cf. <i>deflandrei</i> ?)													44407,4	0,35	126421,0	0,99
Flagellaten indet. < 3 µm	73825,5	0,77	36866,7	0,39	96591	1,01	73825,5	0,77	9841,64	0,10	14402,4					
Amoeba indet. (Chryamoeba?)	414,75	0,14	503,00	0,17	737,33	0,24	138,25	0,05								
Summe:		9,24		5,78		4,01		5,02		12,56		10,38		12,03		6,18

		2.11.1998							
Tiefe:	1 m		2 m		5 m		7 m		
	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.	
	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	
Cyanophyceae									
<i>Aphanocapsa</i> sp.	67241,9	0,68	183413,6	1,85	126624	1,28	121821,4	1,23	
<i>Komvophoron</i> sp.	15718,90	0,08	7859,45	0,04	5457,95	0,03	8732,72	0,04	
<i>Pseudanabaena</i> sp.	32747,7	0,11	29836,8	0,10	15828,1	0,06	37550,70	0,13	
Cryptophyceae									
<i>Cryptomonas</i> sp.	992,13	1,10	1190,56	1,31	1083,71	1,20	1205,82	1,33	
<i>Cryptomonas</i> sp. (cf. <i>marsonii</i>)									
Chrysophyceae									
<i>Chromulina</i> sp.									
<i>Salpingoeca</i> sp.	1309,91	0,04	873,27	0,03	1091,59	0,03	1746,54	0,05	
Chlorophyceae									
<i>Chlamydomonas</i> sp.									
<i>Dictyosphaerium sphagnale</i>	x		x		x		x		
<i>Golenkiniopsis</i> sp.									
<i>Koliella longiseta</i> var. <i>Tenuis</i>									
<i>Oedogonium</i> sp.									
<i>Scenedesmus</i> sp.	36677,4	1,10	33184,3	0,99	33839,3	1,01	32331,1	0,97	
<i>Scenedesmus pannonicus</i>	13972,35	0,33	10479,3	0,25	13099,3	0,31	17465,44	0,41	
Conjugatophyceae									
<i>Bambusina</i> sp.									
cf. <i>Cosmocladium</i> sp.	150203	14,11	160245	15,05	144635,7	13,59	155442,4	14,60	
<i>Micrasterias rotata</i>									
<i>Micrasterias truncata</i>									
Xanthophyceae									
<i>Isthmochloron trispinatum</i>									
Euglenophyceae									
<i>Euglena</i> sp.	x								
Diatomeae									
Pennales									
Dinophyceae									
<i>Gymnodinium</i> sp.	91,58	0,04	68,69	0,03	61,05	0,02	45,79	0,02	
<i>Peridinium umbonatum</i> -Komplex	274,74	0,55	160,27	0,32	328,17	0,65	366,33	0,73	
<i>Peridinium umbonatum</i> -Komplex (cf. <i>defflandrei</i> ?)									
Flagellaten indet. < 3 µm									
Amoeba indet. (Chrysamoeba?)									
Summe:		17,44		18,12		16,90		18,29	

1999

	24.3.1999		11.8.1999		20.10.1999	
Tiefe:	1 m		1 m		1 m	
	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.
	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l
Cyanophyceae						
<i>Komvophoron</i> sp.	12121,72	0,06	2569,49	0,01	22323,16	0,11
<i>Microcystis</i> sp.			x			
<i>Pseudanabaena</i> sp.	10561,50	0,18				
Cryptophyceae						
<i>Cryptomonas</i> sp.					299,97	0,49
<i>Cryptomonas</i> sp.	4557,21	2,92	145,44	0,09		
Chrysophyceae						
<i>Dinobryon pediforme</i>			727,21	0,20	1995,25	0,56
cf. <i>Ochromonas</i> sp.					1320,19	0,30
<i>Synura</i> sp.					1018,08	0,82
Chlorophyceae						
<i>Chlamydomonas</i> sp.					x	
<i>Chlorogonium</i> sp.					x	
<i>Dictyosphaerium sphagnale</i>					480,07	0,02
<i>Koliella longiseta</i> var. <i>tenuis</i>					360,05	0,03
<i>Scenedesmus</i> sp.	19682,79	0,66			1080,15	0,04
<i>Scenedesmus pannonicus</i>	5760,82	0,15			360,05	0,01
Conjugatophyceae						
cf. <i>Cosmocladium</i> sp.	135859,24	14,18			25425,60	2,65
<i>Micrasterias</i> sp.					x	
<i>Micrasterias truncata</i>					x	
Diatomeae						
<i>Tabellaria flocculosa</i>			x			
Dinophyceae						
<i>Ceratium hirundinella</i>			x			
<i>Ceratium furcoides</i>			x			
<i>Gymnodinium</i> sp.	436,33	0,24	339,37	0,18		
<i>Peridinium umbonatum</i> -Komplex (cf. <i>deflandrei</i> ?)			38,40	0,64	191,20	3,21
<i>Peridinium umbonatum</i> -Komplex			7902,40	12,67	245,43	0,39
"Picoplankton" < 3 µm					136819,38	1,03
<i>Peridinium umbonatum</i> -Komplex (cf. <i>deflandrei</i> ?)			2400,34	0,03		
Summe:		18,39		13,84		9,65

2000

	20.3.2000		7.8.2000		8.11.2000	
Tiefe:	1 m		1 m		1 m	
	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.
	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l
Cyanophyceae						
<i>Komvophoron</i> sp.	5760,82	0,03	44046,24	0,25	15842,24	0,09
<i>Pseudanabaena</i> sp.	97453,80	0,30	x		13801,96	0,04
Cryptophyceae						
<i>Cryptomonas</i> sp.	362,30	0,55	67,66	0,10	846,59	1,28
<i>Cryptomonas/Chilomonas</i> sp.	711,50	0,54	111,31	0,08		
Chrysophyceae						
cf. <i>Ochromonas</i> sp.	193,92	0,61			x	
<i>Synura</i> sp.	296,82	0,22			82,38	0,06
Chlorophyceae						
<i>Chlamydomonas</i> sp.	x					
<i>Chlorogonium</i> sp.	x					
<i>Dictyosphaerium sphagnale</i>	x		480,07	0,03	600,85	0,04
<i>Koliella longiseta</i> f. <i>tenuis</i>	x					
<i>Scenedesmus</i> sp.	11281,60	0,32	240,03	0,01	1680,24	0,05
<i>Scenedesmus pannonicus</i>	6720,95	0,15	1440,20	0,03	1440,20	0,03
Conjugatophyceae						
<i>Closterium</i> sp.					x	
cf. <i>Cosmocladium</i> sp.	111615,81	14,92	55567,87	7,43	83291,80	11,14
<i>Micrasterias thomasiana</i> var. <i>notata</i>			x		x	
<i>Micrasterias truncata</i>			x		x	
<i>Staurastrum</i> sp.					x	
Euglenophyceae						
Euglenophyceae indet. (farblos)			x			
<i>Phacus</i>			x			
Diatomeae						
<i>Tabellaria flocculosa</i>			x		x	
Dinophyceae						
<i>Gymnodinium</i> sp.	193,92	0,10				
<i>Gymnodinium</i> sp.	12,00	0,24	x		14,00	0,28
<i>Peridinium umbonatum</i> -Komplex			240,08	0,50	326,09	0,68
<i>Peridinium umbonatum</i> -Komplex (cf. <i>deflandrei</i> ?)			10,91	0,07	x	
<i>Peridinium umbonatum</i> -Komplex (cf. <i>deflandrei</i> ?)					x	
Summe:		17,98		8,50		13,68

2001

	29.5.2001		29.8.2001		22.10.2001	
Tiefe:	1 m		1 m		1 m	
	Abund. n/ml	Biovol. mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol. mm ³ /l	Abund. n/ml	Biovol. mm ³ /l
Cyanophyceae						
cf. <i>Komvophoron</i> sp.			3373,54	0,02	6720,95	0,04
<i>Romeria</i> sp.			11669,14	0,19	18722,65	0,31
Cryptophyceae						
<i>Cryptomonas</i> sp.	x		52,38	0,07		
Cryptophyceae indet.					169,74	0,22
Chrysophyceae						
cf. <i>Ochromonas</i> sp.			1659,12	0,17		
Chlorophyceae						
<i>Chlorogonium</i> sp.	x		387,13	0,01	3377,58	0,09
<i>Dictyosphaerium sphagnale</i>	3600,51	0,41	x		6233,42	0,70
<i>Golenkiniopsis</i> sp.	4320,61	0,17				
<i>Koliella longiseta</i> f. <i>tenuis</i>	52,38	0,00			466,82	0,03
<i>Scenedesmus</i> sp.	26643,77	1,12	x		1098,40	0,05
<i>Scenedesmus pannonicus</i>	14882,11	0,35	x		659,04	0,02
Conjugatophyceae						
<i>Micrasterias thomasi</i> var. <i>notata</i>			x		x	
<i>Micrasterias truncata</i>	x		x		x	
Euglenophyceae						
Euglenophyceae indet. (farblos)	x					
Diatomeae						
<i>Nitzschia</i> sp.	x					
<i>Tabellaria flocculosa</i>	34,92	0,08	x		x	
Dinophyceae						
<i>Ceratium furcoides</i>	x					
<i>Gymnodinium</i> sp.	39,28	0,04	192,09	0,17		
<i>Gymnodinium</i> sp.	48,40	0,71	511,68	7,47	350,96	5,12
<i>Peridinium umbonatum</i> -Komplex	1292,04	2,37	218,25	0,40	65,60	0,12
<i>Peridinium umbonatum</i> -Komplex (cf. <i>deflandrei</i> ?)	x					
Summe:		5,24		8,50		6,70

2002

	9.4.2002		13.8.2002		28.10.2002	
Tiefe:	1 m		1 m		1 m	
	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.
	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l
Cyanophyceae						
<i>Komvophoron</i> sp.	x		x		x	
<i>Lemmermaniella flexa</i>					x	
<i>Pseudanabaena</i> sp.					x	
<i>Snowella</i> sp.					x	
Cryptophyceae						
Cryptophyceae indet. > 20 µm	x		235,62	0,36	732,61	1,13
Cryptophyceae indet. < 20 µm					948,79	0,68
Chrysophyceae						
<i>Mallomonas</i> sp.					x	
<i>Synura</i> sp.					x	
Chlorophyceae						
<i>Chlamydomonas</i> sp.	x		x			
<i>Dictyosphaerium sphagnale</i>	x				x	
<i>Koliella longiseta</i> var. <i>tenuis</i>	2329,94	0,03				
<i>Monoraphidium contortum</i>	7854,54	0,21				
<i>Scenedesmus</i> spp.	193868,16	4,75			17966,96	0,44
<i>Scenedesmus pannonicus</i>	74228,80	1,45			13931,60	0,27
Conjugatophyceae						
cf. <i>Cosmocladium</i> sp.					x	
<i>Micrasterias thomasiana</i> var. <i>notata</i>					x	
<i>Micrasterias truncata</i>	x				x	
Euglenophyceae						
<i>Euglena</i> sp.					x	
<i>Phacus</i> sp.					x	
Diatomeae						
<i>Nitzschia</i> sp. (cf. <i>acicularis</i>)			x			
<i>Tabellaria flocculosa</i>					x	
solitäre Thalassiosiraceae indet.					x	
Dinophyceae						
<i>Amphidinium</i> / <i>Katodinium</i> sp.	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>			1386,97	16,31	847,74	9,97
<i>Gymnodinium uberrimum</i>			1,70	0,04	205,96	5,12
<i>Peridinium umbonatum</i> -Komplex			1867,11	3,29	226,31	0,40
Raphidophyceae						
cf. <i>Gonyostomum</i> sp.					x	
Xanthophyceae						
<i>Isthmochloron trispinatum</i>	x					
"Picoplankton" < 3 µm					x	
Summe:		6,90		20,00		18,00

2003

	26.3.2003		28.4.2003		26.5.2003		30.6.2003	
Tiefe:	1 m		1 m		1 m		1 m	
	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.
	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l
Cyanophyceae								
<i>Aphanothece minutissima</i>					x			
<i>Microcrocis granulata</i>					x			
<i>Rhabdoderma lineare</i>	401,01	0,00	4971,74	0,06	x			
<i>Rhabdoderma</i> sp./ <i>Synechococcus</i> sp.								
<i>Snowella</i> sp.			x					
<i>Snowella septentrionalis</i>								
Unbestimmte Chroococcales			70279,48	0,10			32694,14	0,02
Leptolyngbyoideae	x				3580,47	0,02		
<i>Pseudanabaena</i> sp.			x					
<i>Romeria chlorina</i>								
Cryptophyceae								
<i>Cryptomonas</i> sp.	151,40	0,08	2056,21	0,86	269,30	0,14	x	
<i>Cryptomonas</i> 15-20µm								
Chrysophyceae								
<i>Chrysococcus</i> sp.					x			
<i>Dinobryon</i> Cysten								
<i>Dinobryon pediforme</i>								
<i>Mallomonas</i> sp.								
<i>Synura sphagnicola</i>								
Chlorophyceae								
<i>Actinastrum hantzschii</i>			x					
<i>Crucigenia fenestrata</i>					x			
<i>Dictyosphaerium elongatum</i>								
<i>Dictyosphaerium sphagnale</i>			x		x			
<i>Ducellieria chodatii</i> var. <i>chodatii</i>					x			
<i>Monoraphidium</i> sp.			646,53	0,00				
<i>Monoraphidium contortum</i>	691,54	0,02	1022,99	0,02	294,62	0,00	114,57	0,00
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	2618,86	0,04			802,02	0,00		
<i>Pediastrum tetras</i>			x					
<i>Scenedesmus</i> sp.	69993,04	2,85	207401,19	3,75	125193,64	4,35	5413,22	0,17
<i>Scenedesmus acuminatus</i>			x					
<i>Trochiscia</i> sp.			x					
<i>Oedogonium</i> sp.			x					
<i>Radiofilum</i> sp.	4419,32	0,02	x		10848,82	0,05		
<i>Koliella</i> sp.								
<i>Koliella longiseta</i>	5319,55	0,12	4951,28	0,10	679,27	0,03	x	
Conjugatophyceae								
<i>Arthrodesmus octocornis</i>			x					
<i>Bambusina brebissonii</i>			x					
<i>Binuclearia</i> sp.			x					
<i>Cosmarium</i> sp.							2491,80	0,19
<i>Cosmarium meneghinii</i>			x					
<i>Cosmocladium</i> sp.	401,01	0,05	2219,89	0,20	17912,57	2,43	6071,97	0,71
<i>Euastrum</i> sp.								
<i>Micrasterias thomasiana</i>								
<i>Micrasterias truncata</i>			x					

	26.3.2003		28.4.2003		26.5.2003		30.6.2003	
Tiefe:	1 m		1 m		1 m		1 m	
	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.
	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l
Euglenophyceae								
<i>Euglena</i> sp.								
Bacillariophyceae								
Zentrale Diatomeen			x					
<i>Aulacoseira</i> sp.			x					
<i>Stephanodiscus neoastraea</i>								
<i>Asterionella formosa</i>			x					
<i>Fragilaria</i> sp.								
<i>Nitzschia acicularis</i>			x					
<i>Tabellaria flocculosa</i>	x		x		x			
Dinophyceae								
<i>Gymnodinium lantzschii</i>	306,90	0,06	556,51	0,05	401,81	0,08		
<i>Gymnodinium uberrimum</i>								
<i>Peridinium umbonatum</i> var. <i>goslaviense</i>							x	
<i>Peridinium</i> sp./ <i>Peridiniopsis</i> sp.			x		x		349,42	0,51
Chlamydomphyceae								
<i>Chlamydomonas</i> sp.	842,94	0,11	x		x			
<i>Chlorogonium</i> sp.							66,83	0,00
Heterotrophe Flagellaten	855,22	0,38			x			
Raphidophyceae								
<i>Gonyostomum semen</i>	x							
Unbestimmte Algen, Cysten	x							
Unbestimmtes Picoplankton	x							
Summe:		3,73		5,14		7,10		1,60

	28.7.2003		23.9.2003		28.10.2003		20.11.2003	
Tiefe:	1 m		1 m		1 m		1 m	
	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.
	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l
Cyanophyceae								
<i>Aphanothece minutissima</i>								
<i>Microcrocis granulata</i>								
<i>Rhabdoderma lineare</i>					5329,60	0,09	8473,35	0,10
<i>Rhabdoderma sp./Synechococcus sp.</i>					63883,88	0,08	85146,24	0,04
<i>Snowella sp.</i>								
<i>Snowella septentrionalis</i>					15662,71	0,09	10261,78	0,04
Unbestimmte Chroococcales								
Leptolyngbyoideae								
<i>Pseudanabaena sp.</i>								
<i>Romeria chlorina</i>					x		x	
Cryptophyceae								
<i>Cryptomonas sp.</i>	779,76	1,65	74,35	0,21	353,95	0,48	513,49	0,45
<i>Cryptomonas 15-20µm</i>	77,45	0,05						
Chrysophyceae								
<i>Chrysococcus sp.</i>								
<i>Dinobryon Cysten</i>			165,65	0,09				
<i>Dinobryon pediforme</i>			4520,57	0,64	5402,41	1,30	4932,17	1,30
<i>Mallomonas sp.</i>								x
<i>Synura sphagnicola</i>					950,08	0,31	6165,22	1,90
Chlorophyceae								
<i>Actinastrum hantzschii</i>								
<i>Crucigenia fenestrata</i>								
<i>Dictyosphaerium elongatum</i>			x					
<i>Dictyosphaerium sphagnale</i>								
<i>Ducellieria chodatii var. chodatii</i>								
<i>Monoraphidium sp.</i>			3446,51	0,01	3658,37	0,01	1513,28	0,01
<i>Monoraphidium contortum</i>								
<i>Monoraphidium komarkovae</i>								
<i>Pediastrum tetras</i>								
<i>Scenedesmus sp.</i>					28523,05	0,83	50646,50	1,67
<i>Scenedesmus acuminatus</i>								
<i>Trochiscia sp.</i>								
<i>Oedogonium sp.</i>								
<i>Radiofilum sp.</i>					3525,89	0,01	x	
<i>Koliella sp.</i>					173,24	0,01		
<i>Koliella longiseta</i>								
Conjugatophyceae								
<i>Arthrodesmus octocornis</i>								
<i>Bambusina brebissonii</i>			x					
<i>Binuclearia sp.</i>								
<i>Cosmarium sp.</i>					x			
<i>Cosmarium meneghinii</i>								
<i>Cosmocladium sp.</i>								
<i>Euastrum sp.</i>			x					
<i>Micrasterias thomasiana</i>			x					
<i>Micrasterias truncata</i>								

	28.7.2003		23.9.2003		28.10.2003		20.11.2003	
Tiefe:	1 m		1 m		1 m		1 m	
	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.	Abund.	Biovol.
	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l	n/ml	mm ³ /l
Euglenophyceae								
<i>Euglena</i> sp.			x					
Bacillariophyceae								
Zentrale Diatomeen								
<i>Aulacoseira</i> sp.								
<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	32,45	1,39						
<i>Asterionella formosa</i>								
<i>Fragilaria</i> sp.	x							
<i>Nitzschia acicularis</i>								
<i>Tabellaria flocculosa</i>								
Dinophyceae								
<i>Gymnodinium lantzschii</i>			106,18	0,01			190,28	0,12
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	217,71	3,20	203,91	2,68	102,18	1,71	312,79	4,00
<i>Peridinium umbonatum</i> var. <i>goslaviense</i>	353,25	0,44	509,96	0,78	268,79	0,93		
<i>Peridinium</i> sp./ <i>Peridiniopsis</i> sp.							139,45	0,47
Chlamydomphyceae								
<i>Chlamydomonas</i> sp.					234,38	0,04	866,19	0,14
<i>Chlorogonium</i> sp.								
Heterotrophe Flagellaten			625,34	0,05			1192,28	0,43
Raphidophyceae								
<i>Gonyostomum semen</i>			x					
Unbestimmte Algen, Cysten								
Unbestimmtes Picoplankton					2048,28	0,01		
Summe:		6,73		4,47		5,90		10,67

Zooplankton – Abundanzen von 1995 bis 2003

1995 bis 1997

	8.11.1995	25.4.1996	3.9.1996	14.4.1997	20.8.1997	15.10.1997
	Ind/l	Ind/l	Ind/l	nd/l	Ind/l	Ind/l
Ciliata						
Ciliata spp.				57	0,3	
<i>Tintinnopsis</i> sp.	1		0,5			
Rotatoria						
<i>Anuraeopsis fissa</i>			3,3			
<i>Brachionus urceolaris</i>		0,3	1			
<i>Chydorus sphaericus</i>				X		
<i>Gastropus stylifer</i>	7					0,3
<i>Kellikottia longispina</i>	0,3					
<i>Keratella quadrata</i>	0,3	50		15	2	
<i>Lepadella ovalis</i>	0,3		0,2			
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	2		0,2	1	1	4,3
<i>Pompholyx sulcata</i>		0,7				
<i>Synchaeta pectinata</i>	0,3					
<i>Trichocerca elongata</i>	0,3					
<i>Trich. similis</i>	2,5	0,3		1	1	3
Cladocera						
<i>Bosmina longirostris</i>			0,5			
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>			0,2		1,3	X
Copepoda						
Cyclopoidea						
Nauplien		13	0,2	1,3	0,3	X
Copepodite	1,2	3,3	0,2	2	0,3	1
<i>Cyclops strenuus abyssorum</i>	1	1	0,3	1		
<i>Thermocyclops crassus</i>	x			0,3		
Sonstige						
<i>Chaoborus</i> sp.		0,2	0,3		X	X

1998 bis 1999

	6.4.1998	11.8.1998	2.11.1998	11.8.1999	20.10.1999
	Ind/l	Ind/l	Ind/l	Ind/l	Ind/l
Ciliata					
Ciliata indet.	133000	3800	93500	600	x
Thekamoeba					
<i>Arcella</i> sp.		0,3			
Rotatoria					
<i>Anuraeopsis fissa</i>		0,59	0,64	1,36	
<i>Ascomorpha ecaudis</i>			0,18	0,33	
<i>Asplanchna priodonta</i>	x				
<i>Brachionus urceolaris</i>		0,08	0,06		
<i>Conochilus hippocrepis</i>					
<i>Keratella cochlearis</i>			0,06	0,06	
<i>Keratella hiemalis</i>					
<i>Keratella quadrata</i>	7,58	0,02	0,2	0,12	
<i>Keratella serrulata</i>					
<i>Keratella valga</i>					
<i>Lecane</i> sp.		0,12	x	0,09	
<i>Polyarthra</i> spp.					
<i>Polyarthra major</i>		0,1	1,88	2,24	2,73
<i>Synchaeta</i> sp.				0,18	0,18
<i>Trichocerca capucina</i>					
<i>Trichocerca longiseta</i>			x		
<i>Trichocerca pusilla</i>			0,06		
<i>Trichocerca similis</i>		0,38	0,3	1,79	0,55
Cladocera					
<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i>	x	0,14		0,06	0,08
<i>Ceriodaphnia</i> cf. <i>quadrangula</i>				0,3	0,15
<i>Chydorus piger</i>	x	x			
<i>Chydorus sphaericus</i>	x	x			
Copepoda					
Cyclopoida					
Nauplien	11,33		x	0,12	
Copepodite	6		3,94	0,18	0,17
<i>Cyclops</i> sp.				0,01	
<i>Cyclops strenuus</i>	0,33		1,61		< 0,01
<i>Thermocyclops crassus</i>				0,01	
Sonstige					
<i>Chaoborus</i> sp.		x		0,06	

2000 bis 2001

	20.3.2000		7.8.2000		8.11.2000	29.5.2001		29.8.2001		22.10.2001	
	Netz	Schöpfer	Netz	Schöpfer	Netz	Netz	Schöpfer	Netz	Schöpfer	Netz	Schöpfer
	Ind/l	Ind/l	Ind/l	Ind/l	Ind/l	Ind/l	Ind/l	Ind/l	Ind/l	Ind/l	Ind/l
Ciliata											
Ciliata indet.		69840		26690	11130		113490		331740		13640,00
Thekamoeba				x							
<i>Arcella</i> sp.			x								
Rotatoria											
<i>Anuraeopsis fissa</i>			0,69	8		0,85	4				
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	x										
<i>Asplanchna priodonta</i>											
<i>Brachionus urceolaris</i>			0,04	3,5		0,12					
<i>Conochilus hippocrepis</i>						10,67	140				
<i>Keratella cochlearis</i>										x	
<i>Keratella hiemalis</i>	19,15	106			0,21		x				
<i>Keratella quadrata</i>											
<i>Keratella serrulata</i>	4,85	26	0,32	7,2							
<i>Keratella valga</i>	x					16,61	196				
<i>Lecane</i> sp.		1	x	x	x	x					
<i>Lecane</i> sp.			x	x	x	x					x
<i>Polyarthra</i> spp.								0,55	10	0,95	24,00
<i>Polyarthra major</i>	x		0,3	6	0,48	4,48	66				5,00
<i>Synchaeta</i> sp.	3,88	24			0,24						
<i>Trichocerca capucina</i>				x							
<i>Trichocerca longiseta</i>											
<i>Trichocerca pusilla</i>											
<i>Trichocerca similis</i>			0,06								
Cladocera											
<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i>				0,6	x	0,12	1				
<i>Ceriodaphnia</i> cf. <i>quadrangula</i>			x					0,76	12	0,80	1,20
<i>Chydorus piger</i>											
<i>Chydorus sphaericus</i>		1,3		x	x	x	x				
Copepoda											
Cyclopoida											
Nauplien	14,67	108	0,12	0,4	0,17	7,64	87	0,06	0	0,06	0,30
Copepodite	6,97	58	0,03		0,3	8,55	81	0,01	0	0,06	1,00
<i>Cyclops</i> sp.								x	x		
<i>Cyclops strenuus</i>	0,79	6	0,012		0,03	0,73	5			x	
<i>Thermocyclops crassus</i>											
Sonstige:											
<i>Chaoborus</i> sp.			0,033	0,4	0,015	x		x		x	

2002

	9.4.2002	13.8.2002	28.10.2002
	Ind/l	Ind/l	Ind/l
Ciliata			
Ciliata indet.	57225	52210	125895
Rotatoria			
<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	
Cladocera			
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>		<1	27
<i>Chydorus</i> sp.	3		x
Copepoda			
Cyclopoida			
Nauplien	332	2	x
Copepodite	136	5	3
<i>Cyclops strenuus</i>	13	x	<1
Sonstige			
<i>Chaoborus</i> sp.		x	

2003

	26.3.2003	28.4.2003	26.5.2003	30.6.2003
	Ind/l	Ind/l	Ind/l	Ind/l
Ciliata				
Ciliata indet.		x	x	
Rotatoria				
<i>Anuraeopsis fissa</i>				21,0
<i>Brachionus urceolaris</i>				0,1
<i>Conochilus</i> sp.			1,8	8,5
<i>Gastropus</i> sp.				
<i>Keratella cochlearis</i>	0,7			0,5
<i>Keratella quadrata</i>	3,5			
<i>Keratella quadrata</i> f. <i>valga</i>		49,0	68,0	8,5
<i>Lecane</i> cf. <i>luna</i>			0,2	
<i>Lecane</i> cf. <i>lunaris</i>	0,7	0,5	0,2	
<i>Lepadella</i> cf. <i>ovalis</i>			0,1	
<i>Polyarthra major</i>			4,2	2,5
Cladocera				
<i>Alonella nana</i>				0,1
<i>Bosmina longirostris</i>			1,2	38,0
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>			0,1	13,5
<i>Chydorus sphaericus</i>			0,1	
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>				
<i>Eurycercus lamellatus</i>				
<i>Pleuroxus truncatus</i>			0,1	
Copepoda				
Cyclopoida				
Nauplien	80,0	19,5	9,6	8,1
Copepodite	186,0	67,0	3,1	4,0
<i>Cyclops strenuus</i>	4,4	1,0	0,3	0,5
Sonstige				
<i>Chaoborus</i> sp.				0,8
<i>Chaetonotus</i> sp.				

	28.7.2003	23.9.2003	28.10.2003	20.11.2003
	Ind/l	Ind/l	Ind/l	Ind/l
Ciliata				
Ciliata indet.		x	x	x
Rotatoria				
<i>Anuraeopsis fissa</i>				
<i>Brachionus urceolaris</i>				
<i>Conochilus</i> sp.				
<i>Gastropus</i> sp.			0,2	7,5
<i>Keratella cochlearis</i>				
<i>Keratella quadrata</i>				
<i>Keratella quadrata</i> f. <i>valga</i>				
<i>Lecane</i> cf. <i>luna</i>			0,5	0,1
<i>Lecane</i> cf. <i>lunaris</i>	1,0		0,2	0,1
<i>Lepadella</i> cf. <i>ovalis</i>				
<i>Polyarthra major</i>	77,0	33,0	15,0	53,0
Cladocera				
<i>Alonella nana</i>				
<i>Bosmina longirostris</i>	11,0	1,5	0,7	1,1
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	207,0	16,7	1,3	
<i>Chydorus sphaericus</i>				
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0,2			
<i>Eurycercus lamellatus</i>				
<i>Pleuroxus truncatus</i>				
Copepoda				
Cyclopoida				
Nauplien	4,5	1,3	0,2	6,9
Copepodite	5,2	0,1	1,8	8,4
<i>Cyclops strenuus</i>	0,2			1,4
Sonstige				
<i>Chaoborus</i> sp.	0,1			
<i>Chaetonotus</i> sp.				

Substratbeschaffenheit in verschiedenen Tiefenstufen

Tiefe (m)	Substrat	Gerät
0-1	Sand/Kies	Limnos
2-3	Sand/Kies	Limnos
5	Sand/Kies	Greifer
8	Schlamm	Limnos

Makrozoobenthos

Nachgewiesene Arten von 1997 bis 2003

Taxon	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Hydrozoa							
<i>Hydra</i> sp.				+	+	+	+
Oligochaeta	+	+	+	+	+	+	
<i>Limnodrilus</i> sp.							+
<i>Lumbriculus variegatus</i>							+
<i>Nais variabilis</i>							+
Hirudinea							
<i>Glossiphonia heteroclita</i>	+						
Hydrachnidia	+	+			+		
Isopoda							
<i>Asellus aquaticus</i>	+	+	+	+	+	+	+
Ephemeroptera							
<i>Caenis horaria</i>	+						
<i>Cloeon dipterum</i>		+					
Leptophlebiidae		+	+				
<i>Leptophlebia vespertina</i>	+	+		+	+	+	+
Odonata							
<i>Agrypnia varia</i>	+		+				
<i>Erythromma najas</i>		+			+		+
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	+						
<i>Somatochlora metallica</i>	+					+	
Heteroptera							
Corixidae							+
<i>Micronecta</i> sp.		+					
Megaloptera							
<i>Sialis lutaria</i>	+	+	+	+	+	+	+
Planipennia							
<i>Sisyra fuscata</i>					+		
Coleoptera							
<i>Haliphus</i> sp.		+					
<i>Hyphydrus ovatus</i>						+	
<i>Hydroporus</i> sp.						+	
Trichoptera							
<i>Agrypnia varia</i>	+		+			+	+
<i>Anabolia nervosa</i>					+	+	
<i>Cyrtus flavidus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ecnomus tenellus</i>	+	+		+			
<i>Glyptotaelius pellucidus</i>	+	+	+		+	+	
Limnephilidae	+	+	+				
<i>Limnephilus binotatus</i>					+		
<i>Limnephilus flavicornis</i>							+
<i>Limnephilus marmoratus</i>						+	
<i>Limnephilus rhombicus</i>	+	+				+	+
<i>Limnephilus</i> sp.		+	+	+	+	+	
<i>Molanna angustata</i>	+	+	+		+	+	+
<i>Mystacides azurea</i>						+	
<i>Mystacides longicornis</i>	+	+	+		+	+	
<i>Mystacides nigra</i>							+
<i>Mystacides</i> sp.		+	+		+	+	
<i>Oecetis lacustris</i>					+		
<i>Triaenodes bicolor</i>	+	+		+	+		

Taxon	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Diptera							
Chaoboridae							
<i>Chaoborus flavicans</i>	+	+	+	+	+	+	+
Chironomidae							
Tanypodinae							
<i>Ablabesmyia longistyla</i>					+	+	
<i>Ablabesmyia monilis</i>							+
<i>Ablabesmyia</i> sp.	+	+	+	+	+		+
<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i>		+					
<i>Procladius</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+
Orthoclaadiinae							
<i>Corynoneura</i> sp.						+	
<i>Limnophyes minimus</i>	+			+			
<i>Paraphaenocladus impensus</i>				+			
<i>Orthocladus</i> sp.					+		
Chironominae							
Chironomini							
<i>Chironomus anthracinus</i> -Gr.	+	+	+	+	+	+	
<i>Chironomus</i> cf. <i>anthracinus</i>	+	+			+	+	+
<i>Chironomus</i> cf. <i>cingulatus</i>				+	+		
<i>Chironomus</i> cf. <i>pallidivittatus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chironomus</i> cf. <i>riparius</i>		+				+	
<i>Chironomus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cladopelma lateralis</i> -Gr.						+	
<i>Cryptochironomus</i> sp.						+	+
<i>Demicryptochironomus</i> cf. <i>vulneratus</i>		+	+	+			
<i>Dicrotendipes lobiger</i>		+					
<i>Dicrotendipes modestus</i>						+	+
<i>Dicrotendipes</i> sp.				+			
<i>Endochironomus albipennis</i>	+	+		+			+
<i>Endochironomus</i> cf. <i>impar</i>		+					
<i>Glyptotendipes gripekoveni</i>	+					+	
<i>Glyptotendipes pallens</i>					+		+
<i>Glyptotendipes</i> sp.		+					
<i>Microtendipes</i> cf. <i>pedellus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Microtendipes chloris</i>	+			+	+	+	
<i>Microtendipes</i> sp.	+	+					
<i>Parachironomus arcuatus</i>					+		
<i>Parachironomus</i> cf. <i>arcuatus</i>	+	+					
<i>Polypedilum nubeculosum</i>		+			+		
<i>Polypedilum scalaenum</i>				+			
<i>Polypedilum cultellatum</i>					+	+	
<i>Polypedilum sordens</i>		+		+	+	+	+
<i>Polypedilum</i> sp.			+	+	+	+	+
<i>Stenochironomus gibbus</i>		+		+			
<i>Stictochironomus</i> sp.							+
<i>Tribelos intextus</i>	+	+	+	+	+	+	+
Tanytarsini							
<i>Tanytarsus lestagei</i>				+			
<i>Tanytarsus nemorosus</i>				+	+		
<i>Tanytarsus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+
Ceratopogonidae		+		+		+	+
<i>Bezzia</i> sp.	+			+			
Artenzahl Chironomidae	12	19	9	19	15	16	13
Artenzahl Rest	19	18	11	12	16	18	17
Artenzahl Gesamt	31	37	20	31	31	34	30

Häufigkeiten der nachgewiesenen Makrozoobenthosarten von 1997 bis 2003
(Angaben in Tiere / m² bzw. Tiere / Kescher)

Tiefe	1997						
	April				Aug	Okt	Kescher
	0,5 m	2 m	5 m	8 m	0,5 m	0,5 m	
Hydrozoa							
<i>Hydra</i> sp.							
Oligochaeta		67				61	4
Hirudinea							
<i>Glossiphonia heteroclita</i>		22					
Hydrachnidia						61	
Isopoda							
<i>Asellus aquaticus</i>					123		1
Ephemeroptera							
<i>Caenis horaria</i>							1
<i>Cloeon dipterum</i>							
Leptophlebiidae							
<i>Leptophlebia vespertina</i>	2334	44					14
Odonata							
<i>Erythromma najas</i>							
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	61						
<i>Somatochlora metallica</i>							1
Heteroptera							
<i>Micronecta</i> sp.							
Megaloptera							
<i>Sialis lutaria</i>	123				61	184	5
<i>Sisyra fuscata</i>							
Coleoptera							
<i>Haliplus</i> sp.							
Trichoptera							
<i>Agrypnia varia</i>	61						3
<i>Anabolia nervosa</i>							
<i>Cyrnus flavidus</i>	61	111					16
<i>Ecnomus tenellus</i>							1
<i>Glyptotaelius pellucidus</i>							1
<i>Molanna angustata</i>	307	111			184		3
<i>Mystacides</i> sp.							
<i>Mystacides longicornis</i>							3
<i>Limnephilus binotatus</i>							
<i>Limnephilus rhombicus</i>		22					2
<i>Limnephilus</i> sp.						61	
Limnephilidae							
<i>Oecetis lacustris</i>							
<i>Trienodes bicolor</i>							2

	1998												Kescher
	März	Juni	Sept	März	Juni	Sept	März	Juni	Sept	März	Juni	Sept	
Tiefe	0,5 m			2 m			5 m			8 m			
Hydrozoa													
<i>Hydra</i> sp.													
Oligochaeta	65	1044	33	22	111	22							2
Hirudinea													
<i>Glossiphonia heteroclita</i>													
Hydrachnidia	65												
Isopoda													
<i>Asellus aquaticus</i>	33		98	44									7
Ephemeroptera													
<i>Caenis horaria</i>													
<i>Cloeon dipterum</i>													1
Leptophlebiidae										22			
<i>Leptophlebia vespertina</i>	849			89									9
Odonata													
<i>Erythromma najas</i>				22									
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>													
<i>Somatochlora metallica</i>													
Heteroptera													
<i>Micronecta</i> sp.													1
Megaloptera													
<i>Sialis lutaria</i>	65	98	65		178	89							4
<i>Sisyra fuscata</i>													
Coleoptera													
<i>Halipus</i> sp.													1
Trichoptera													
<i>Agrypnia varia</i>													
<i>Anabolia nervosa</i>													
<i>Cymus flavidus</i>	196	65			133								9
<i>Ecnomus tenellus</i>		65			67								4
<i>Glyphotaelius pellucidus</i>													1
<i>Molanna angustata</i>	33	33		67	44	89							4
<i>Mystacides</i> sp.		33	33										2
<i>Mystacides longicornis</i>		33	33										20
<i>Limnephilus binotatus</i>													
<i>Limnephilus rhombicus</i>													1
<i>Limnephilus</i> sp.													7
Limnephilidae													2
<i>Oecetis lacustris</i>													
<i>Triaenodes bicolor</i>													3

	1998												Kescher
	März	Juni	Sept	März	Juni	Sept	März	Juni	Sept	März	Juni	Sept	
Tiefe	0,5 m			2 m			5 m			8 m			
Diptera													
Chaoboridae													
<i>Chaoborus flavicans</i>							244	1199	1177	1443			4 lm
Chironomidae													
Tanypodinae													
<i>Ablabesmyia longistyla</i>													
<i>Ablabesmyia</i> sp.			33										1
<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i>			33										
<i>Procladius</i> sp.	65	196		355	244	22							4
Orthoclaadiinae													
<i>Limnophyes minimus</i>													
<i>Orthocladus</i> sp.													
Chironominae													
Chironomini													
<i>Chironomus</i> cf. <i>anthracinus</i>													lm
<i>Chironomus anthracinus</i> -Gr.		98	65	133			1132	111	488				
<i>Chironomus plumosus</i> -Gr. ?							3974	1110	3463		22		
<i>Chironomus</i> cf. <i>riparius</i>													lm
<i>Chironomus</i> sp.													4
<i>Chironomus</i> cf. <i>pallidivittatus</i>							289	488	155	44			
<i>Demicryptochironomus</i> cf. <i>vulneratus</i>		33	33										
<i>Dicrotendipes</i> cf. <i>lobiger</i>	131												
<i>Endochironomus</i> cf. <i>albipennis</i>				67									
<i>Endochironomus</i> cf. <i>impar</i>	33			67									
<i>Glyptotendipes gripekoveni</i>													
<i>Glyptotendipes pallens</i>													
<i>Glyptotendipes</i> sp.													1
<i>Microtendipes chloris</i>													
<i>Microtendipes</i> cf. <i>pedellus</i>	751	2154	1142	2042	22	1088							
<i>Microtendipes</i> sp.													10
<i>Parachironomus arcuatus</i>													
<i>Parachironomus</i> cf. <i>arcuatus</i>		33											
<i>Polypedilum cultellatum</i>													
<i>Polypedilum</i> cf. <i>nubeculosum</i>								22					
<i>Polypedilum sordens</i>		33	65	67									2
<i>Polypedilum</i> sp.													
<i>Stenochironomus gibbus</i>			33										
<i>Tribelos intextus</i>	653	1828	2285	1643		2842							31
Tanytarsini													
<i>Tanytarsus</i> sp.				200		111							
Ceratopogonidae			33	22	67	67							
<i>Bezzia</i> sp.													

Tiefe	1999					2000					2001				
	November					März					Mai				
	0,5 m	2 m	5 m	8 m	Kescher	0,5 m	2 m	5 m	8 m	Kescher	0,5 m	2 m	5 m	8 m	Kescher
Hydrozoa															
<i>Hydra</i> sp.							155				3428	89			
Oligochaeta	369		22		1	184	133	44		1		133	44		4
Hirudinea															
<i>Glossiphonia heteroclita</i>															
Hydrachnidia															1
Isopoda															
<i>Asellus aquaticus</i>	676				2	737	44			5	522	22			6
Ephemeroptera															
<i>Caenis horaria</i>															
<i>Cloeon dipterum</i>															
Leptophlebiidae	307				13										
<i>Leptophlebia vespertina</i>						860	222			6	65				7
Odonata															
<i>Erythromma najas</i>															8
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>															
<i>Somatochlora metallica</i>															
Heteroptera															
<i>Micronecta</i> sp.															
Megaloptera															
<i>Sialis lutaria</i>	123				3	61				2	65				
<i>Sisyra fuscata</i>															
Coleoptera															
<i>Halipplus</i> sp.															
Trichoptera															
<i>Agrypnia varia</i>					1										
<i>Anabolia nervosa</i>															3
<i>Cymus flavidus</i>	61	44			4		466				131	22			5
<i>Ecnomus tenellus</i>															
<i>Glyptotaelius pellucidus</i>	369				1										2
<i>Molanna angustata</i>		111								3	65				4
<i>Mystacides</i> sp.	184				2						33				3
<i>Mystacides longicornis</i>					1						33				23
<i>Limnephilus binotatus</i>															3
<i>Limnephilus rhombicus</i>															
<i>Limnephilus</i> sp.					1					1					5
Limnephilidae					1										
<i>Oecetis lacustris</i>															1
<i>Triaenodes bicolor</i>										1m					3

Tiefe	2002				
	Mai und September				
	0,5 m Mittel	2-4 m Mittel	5-7 m Mittel	8 m Mittel	Kescher
Hydrozoa					
<i>Hydra</i> sp.		133			
Oligochaeta	290	59			3
Isopoda					
<i>Asellus aquaticus</i>	438				6
Ephemeroptera					
<i>Leptophlebia vespertina</i>					10
Odonata					
<i>Somatochlora metallica</i>					1
Megaloptera					
<i>Sialis lutaria</i>	15				1
Coleoptera					
<i>Hyphydrus ovatus</i>					3
<i>Hydroporus</i> sp.					1
Trichoptera					
<i>Agrypnia varia</i>	15				1
<i>Anabolia nervosa</i>					
<i>Cyrnus flavidus</i>	15	15			2
<i>Glyptotaelius pellucidus</i>					4
<i>Molanna angustata</i>	130				1
<i>Mystacides</i> sp.	15	15			3
<i>Mystacides azurea</i>	30				
<i>Mystacides longicornis</i>	44				
<i>Limnephilus marmoratus</i>					1
<i>Limnephilus rhombicus</i>	15				
<i>Limnephilus</i> sp.	71				1
Diptera					
Chaoboridae					
<i>Chaoborus flavicans</i>			252	1596	
Chironomidae					
Tanypodinae					
<i>Ablabesmyia longistyla</i>	56	15			1
<i>Procladius</i> sp.		15	15		
Orthoclaadiinae					
<i>Corynoneura</i> sp.					1
Chironominae					
Chironomini					
<i>Chironomus</i> cf. <i>anthracinus</i>		15	59		
<i>Chironomus anthracinus</i> -Gr.			192		
<i>Chironomus</i> cf. <i>riparius</i>					1
<i>Chironomus</i> sp.			237		2
<i>Chironomus</i> cf. <i>pallidivittatus</i>			666		
<i>Cladopelma lateralis</i> -Gr.			15		
<i>Cryptochironomus</i> sp.		30			
<i>Dicrotendipes modestus</i>		30			
<i>Glyptotendipes gripekoveni</i>					4
<i>Microtendipes chloris</i>					18
<i>Microtendipes</i> cf. <i>pedellus</i>		400			1
<i>Polypedilum cultellatum</i>					4
<i>Polypedilum sordens</i>					4
<i>Polypedilum</i> sp.		15			
<i>Tribelos intextus</i>	245	148			1
Tanytarsini					
<i>Tanytarsus</i> sp.		89			
Ceratopogonidae	15				

	2003					
	März					
	Tiefe	0-1 m	2-3 m	5 m	8 m	Kescher
Hydrozoa						
<i>Hydra</i> sp.			89			
Oligochaeta						
<i>Limnodrilus</i> sp.		15				
<i>Lumbriculus variegatus</i>	282					1
<i>Nais variabilis</i>		59				
Crustacea						
<i>Asellus aquaticus</i>						6
Ephemeroptera						
<i>Leptophlebia vespertina</i>	1173	163	44			12
Odonata						
<i>Erythromma najas</i>						3
Heteroptera						
Corixidae						1
Megaloptera						
<i>Sialis lutaria</i>	94	15				
Trichoptera						
<i>Agrypnia varia</i>						1
<i>Cyrnus flavidus</i>	282	59				11
<i>Limnephilus flavicornis</i>						2
<i>Limnephilus rhombicus</i>						1
<i>Molanna angustata</i>	516	30				
<i>Mystacides nigra</i>	235					
Diptera						
Chaoboridae						
<i>Chaoborus flavicans</i>					3098	
Chironomidae						
Tanypodinae			15			1
<i>Ablabesmyia monilis</i>	94					
<i>Ablabesmyia</i> sp.		15				
<i>Procladius</i> sp.			15			
Chironominae						
<i>Chironomus</i> cf. <i>anthracinus</i>			74			
<i>Chironomus</i> cf. <i>pallidivittatus</i>			30			
<i>Chironomus</i> sp.			163			
<i>Cryptochironomus</i> sp.	47					
<i>Dicrotendipes modestus</i>	469	59	15			
<i>Endochironomus albipennis</i>	94					
<i>Glyptotendipes pallens</i>	47					
<i>Microtendipes</i> cf. <i>pedellus</i>	563	59				1
<i>Polypedilum sordens</i>		104				
<i>Polypedilum</i> sp.	47					
<i>Stictochironomus</i> sp.	94					
<i>Tribelos intextus</i>			592			
Tanytarsini						
<i>Tanytarsus</i> sp.	47					
Ceratopogonidae	94					

Individuenzahlen von 1997 bis 2003

	0,5 m	2 m	5 m	8 m
	Tiere/m ²	Tiere/m ²	Tiere/m ²	Tiere/m ²
04.1997	3685	799	15029	89
03.1998	2937	4839	5639	1487
06.1998	5744	865	2930	22
09.1998	3981	4329	5306	0
11.1999	7371	3374	4018	67
03.2000	10934	6549	7637	67
05.2001	5812	1709	5728	0
05.2002	1391	977	1436	1596
03.2003	4177	577	1036	3098
LUNDBECK	311		3733	

LISTE DER BISHER ERSCHIENENEN SEENBERICHTE

NR.	BEZEICHNUNG	AUSGABE	PREIS / €
B 1*	Bültsee	1975	
B 2*	Westensee, Bossee und Ahrenssee	1977	
B 3*	Ratzeburger See, Domsee, Küchensee	1977	
B 4*	Ihlsee	1978	
B 5*	Einfelder See	1979	
B 6*	Redingsdorfer See	1979	
B 7*	Blunker See	1979	
B 8*	Neversdorfer See	1980	
B 9*	Bistensee	1981	
B 10*	Wittensee	1981	
B 11*	Langsee	1981	
B 12*	Garrensee	1981	
B 13*	Hemmelsdorfer See	1981	
B 14*	Mözener See	1982	
B 15*	Postsee	1982	
B 16*	Bornhöveder Seenkette	1982	
B 17*	Bothkamper See	1982	
B 18*	Dobersdorfer See	1982	
B 19*	Schwansener See	1983	
B 20*	Sankelmarker See	1983	
B 21*	Nortorfer Seenkette	1984	
B 22*	Dieksee	1984	
B 23*	Hohner See	1985	
B 24	Bordesholmer See	1987	10,20
B 25*	Passader See	1988	
B 26	Kronsee und Fuhlensee	1988	10,20
B 27	Südensee	1989	10,20
B 28	Lanker See	1989	10,20
B 29	Gudower See / Sarnekower See	1989	10,20
B 30	Schluensee	1993	10,20
B 31	Selenter See	1993	10,20
B 32	Die Seen der oberen Schwentine	1993	12,80
B 33	Schaalsee	1994	15,30
B 34	Dobersdorfer See	1995	10,20
B 35	Großer Segeberger See	1995	10,20
B 36	Die Möllner Seenkette	1995	10,20

NR.	BEZEICHNUNG	AUSGABE	PREIS / €
B 37	Seenkurzprogramm 1991 - 1992 Behlendorfer See, Culpiner See, Grammsee, Griebeler See, Klüthsee, Krummsee, Lankauer See, Middelburger See, Nehmser See, Seedorfer See, Wittensee	1995	12,80
B 38	Ihlsee	1996	10,20
B 39	Seenkurzprogramm 1993 Großer und Kleiner Benzer See, Dörpumer Mergelkuhlen, Großensee, Havetofter See, Seekamper See	1996	10,20
B 40	Lankauer See	1996	10,20
B 41	Seenkurzprogramm 1994 Borgdorfer See, Großer Pönitzer See, Grebiner See, Stocksee, Suhrer See, Vierer See	1997	10,20
B 42	Grammsee	1997	10,20
B 43	Seenkurzprogramm 1995 Ankerscher See, Itzstedter See, Langsee, Lustsee, Neukirchener See, Poggensee, Schwonausee, Süseler See, Taschensee	1999	12,80
B 44	Empfehlungen zum integrierten Seenschutz	1999	–
B 45	Wardersee	1999	10,20
B 46	Seenkurzprogramm 1996 Börnsee, Hemmelsdorfer See, Muggesfelder See, Passader See, Waldhusener Moorsee	1999	10,20
B 47	Seenbewertung in Schleswig-Holstein Erprobung der „Vorläufigen Richtlinie für die Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien“ der LAWA an 42 schleswig-holsteinischen Seen	2000	10,20
B 48	Seenkurzprogramm 1997 Arenholzer See, Brahmsee, Wardersee, Selker Noor, Haddebyer Noor, Hemmelmarker See, Klenzauer See	2000	12,80
B 49	Großer Plöner See	2001	10,20
B 50	Seenkurzprogramm 1998 Bordesholmer See, Bültsee, Gammellunder See, Owschlagger See, Schülldorfer See, Winderatter See, Wittensee	2001	12,80
B 51	Die Ratzeburger Seen	2002	10,20

NR.	BEZEICHNUNG	AUSGABE	PREIS / €
B 52	Seenkurzprogramm 1999/2000 Einfelder See, Garrensee, Holzsee, Kleiner Pönitzer See, Schierensee (Grebin), Trammer See, Tresdorfer See, Wielener See	2002	12,80
B 53	Seenkurzprogramm 2001 Bottschlotter See, Fastensee, Großer Schierensee, Kleiner Schierensee, Schöhsee, Sehlendorfer Binnensee	2003	10,20
B 54	Kleiner Plöner See	2004	7,80
B 55	Seen der Schwentine Stendorfer See, Sibbersdorfer See, Großer Eutiner See, Kellersee, Dieksee, Behler See, Schwentinese, Lanker See	2006	10,20
B 56	Seen an der Nord- und Ostseeküste Schleswig-Holsteins Holmer See, Lüttmoorse, Rickelsbüller Koogsee, Windebyer Noor, Großer Binnensee, Neustädter Binnenwasser	2006	8,50
B 57	Pinnsee	2006	7,80

* Bericht vergriffen