



Seenkurzprogramm 2001

Bottschlotter See, Fastensee, Großer und Kleiner Schierensee,
Schöhsee, Sehlendorfer Binnensee

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

Ansprechpartnerinnen:

Angelika König; Tel.: 0 43 47 / 704-428
Elisabeth Wesseler; Tel.: 0 43 47 / 704-427

Titelfotos:

Großer Schierensee (Dr. Frank Steinmann)
kleine Fotos von oben nach unten
(alle Joachim Stuhr): Bottschlotter See,
Schöhsee, Fastensee

Herstellung:

Pirwitz Druck & Design, Kiel

November 2003

ISBN: 3-923339-92-5

Schriftenreihe: LANU SH – Gewässer - B 53

Diese Broschüre wurde auf
Recyclingpapier hergestellt.

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der schleswig-holsteinischen Landesregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Personen, die Wahlwerbung oder Wahlhilfe betreiben, im Wahlkampf zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme 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

Seenkurzprogramm 2001

Kurzfassung	3
Einleitung	4
Untersuchungskonzeption und Auswertungsmethoden	7
Die Seen im Überblick	12
Zustand und Belastung der einzelnen Seen	21
Bottschlotter See	21
Fastensee	33
Großer Schierensee	43
Kleiner Schierensee	57
Schöhsee	70
Sehlendorfer Binnensee	84
Literatur	95
Anhang	99

Kurzfassung

Das Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein untersuchte im Rahmen des Seenkurzprogramms 2001 folgende Seen: Bottschlotter See (NF), Fastensee (OH), Großer und Kleiner Schierensee (RD), Schöhsee (PLÖ) und Sehlendorfer Binnensee (PLÖ). Hierzu wurden Daten zur Wasserchemie und -physik sowie zu den Lebensgemeinschaften des freien Wassers (Plankton), des Ufers und des Seegrundes (Benthos) zusammengestellt. Der Zustand der Seen wurde nach der "Vorläufigen Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien" der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 1998) klassifiziert und bewertet. Um den Beitrag der verschiedenen Nährstoffquellen zu Belastungen der Seen beurteilen zu können, wurden Stoffausträge aus der Fläche des Einzugsgebietes und Einträge durch Abwasser abgeschätzt sowie die Nutzung der Seen und ihrer Ufer ermittelt. Die Ergebnisse liefern Anhaltspunkte für Entlastungsmöglichkeiten und Hinweise auf die Schutzwürdigkeit beziehungsweise Schutzbedürftigkeit der Seen.

Aufgrund der Seetiefe und der geringen Größe seines Einzugsgebietes wies vor allem der Schöhsee gute Voraussetzungen für einen nährstoffarmen Zustand auf. Von den anderen thermisch geschichteten Seen hatte der Große Schierensee ungünstige Bedingungen durch sein großes Einzugsgebiet, während für den Kleinen Schierensee, der vom Auslauf des Großen Schierensees durchflossen wird, die Bedingungen günstiger waren, da der Große Schierensee als vorgelagerte Nährstofffalle wirkt. Die drei ungeschichteten Seen sind sehr flache, unterschiedlich salzhaltige Gewässer. Zwei von ihnen, Bottschlotter See und Sehlendorfer Binnensee, wiesen große Einzugsgebiete auf. Der Fastensee dagegen hatte ein sehr kleines Einzugsgebiet und wies daher trotz seiner sehr geringen Tiefe eine vergleichsweise geringere Produktivität auf.

Die Klassifizierung des Istzustandes der Trophie nach LAWA ergab für den Schöhsee und den Kleinen Schierensee einen mesotrophen Zustand, der Große Schierensee war schwach eutroph (eutroph 1). Den höchsten Trophiegrad wies der Bottschlotter See auf (polytroph 2). Bezogen auf die Planktonproduktion waren der Sehlendorfer Binnensee polytroph 1 und der Fastensee eutroph 1. Eine Bewertung des künstlich geschaffenen Bottschlotter Sees sowie des Sehlendorfer Binnensees und des Fastensees nach LAWA ist aufgrund ihrer besonderen Bedingungen (Makro-

phytendominanz, Einfluss von Meerwasser) nicht möglich. Eine gute Bewertung (2) erhielten der Schöhsee und der Kleine Schierensee. Die Trophie des Großen Schierensees war etwas schlechter (3 auf der siebenstufigen Skala) zu beurteilen.

Bei fünf der untersuchten Seen war die Landwirtschaft bei weitem die Hauptnährstoffquelle. Häusliches Abwasser hatte beim Bottschlotter See mit 23 % und beim Sehlendorfer Binnensee mit 13 % noch einen nennenswerten Anteil an der P-Belastung. Nur für den Schöhsee spielten beim Phosphoreintrag die angrenzenden Flächen der Stadt Plön eine größere Rolle als die Landwirtschaft.

Die Unterwasservegetation des Schöhsees zeichnete sich durch hohen Artenreichtum mit zahlreichen auch bundesweit gefährdeten Arten und ausgedehnten Armelechtermalgen-Rasen aus. Auch am Fastensee kamen mehrere vom Aussterben bedrohte Armelechtermalgen vor. Daneben fanden sich dort und am Sehlendorfer Binnensee Pflanzen der Roten Liste in den artenreichen Salzwiesen und Brackwasserröhrichten.

Hinweise auf Absterben von Teilen des Röhrichtgürtels (Stoppelfelder) fanden sich am Schöhsee, wo die Ufer in weiten Strecken durch Befestigungen und zahlreiche Stege beeinträchtigt waren. Am Bottschlotter See war das Röhricht stellenweise durch Beweidung zerstört.

Einleitung

Schleswig-Holstein ist mit über 300 Seen, etwa 20.000 km Fließgewässern und zahlreichen Kleingewässern ein wasserreiches Land. Die Seen sind von großer Bedeutung für den Wasser- und Stoffhaushalt der Landschaft sowie für die an das Wasser angepassten Lebensgemeinschaften. Gleichzeitig stellen sie einen wichtigen wirtschaftlichen Faktor für Fremdenverkehr, Naherholung und Binnenfischerei dar.

An vielen schleswig-holsteinischen Seen wurde bereits ein dringender Entlastungs- oder Schutzbedarf festgestellt, da durch die menschliche Nutzung der Gewässer und ihrer Einzugsgebiete ihre Funktion als Lebensraum geschädigt wurde oder wird. Die Beeinträchtigungen betreffen gleichzeitig auch die Seen als wirtschaftlicher Faktor im Bereich Berufsfischerei und Tourismus. Voraussetzung für die Auswahl und Planung effektiver Entlastungsmaßnahmen ist die Kenntnis der wichtigsten Belastungsquellen und ihrer Auswirkungen im See. Um diese Wissensbasis zu schaffen, wurde für die Seenuntersuchungen des Landesamtes ein Stufenprogramm mit folgenden Schwerpunkten entwickelt:

1. Ermittlung der Seebeckengestalt als Anhaltspunkt für Schichtungsverhältnisse und Stoffhaushalt;
2. Ermittlung der Einzugsgebietsgröße relativ zur Seegröße als Anhaltspunkt für die natürlichen Einflüsse auf den Seezustand;
3. Erfassung der Flächennutzung und Abwasserbeseitigung im Einzugsgebiet der Seen zur Abschätzung der eingetragenen Stofffracht;
4. stichprobenhafte Untersuchung mehrerer Seen pro Jahr bezüglich der Wasserchemie sowie der Besiedlung von Freiwasser, Seegrund und Ufer als Anhaltspunkt für den Seezustand (Seenkurzprogramm, LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1995 und LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1996a, 1997a, 1999a, 2000b, 2001b, 2002a)
5. ganzjährige limnologische Untersuchung einzelner Seen zur Dokumentation des ökologi-

schen Zustandes, Auswirkungen der bestehenden Belastungen sowie zur Ableitung individuell angepasster Schutzstrategien (Seenprogramm, LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1975 - 1995 und LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1996b, 1997b, 1999b, 2001a, 2002b);

6. Untersuchung (1 x jährlich) des Nährstoffvorrates aller Seen aus dem Seenprogramm (Seenkontrollprogramm, LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1985 - 1995 und LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1998, 1999c, 2000c, 2001c, 2002c).

Die Kenntnis von Seebeckengestalt und Einzugsgebietsgröße (Punkte 1 und 2) führt zur Auswahl von Seen für das Seenkurzprogramm (Punkte 3 und 4). Hierbei werden zunächst solche berücksichtigt, die aufgrund ihrer natürlichen Voraussetzungen - zum Beispiel kleines Einzugsgebiet, große Seetiefe - einen guten Zustand beziehungsweise ein hohes Regenerationspotential erwarten lassen. Die Zusammenschau der ersten vier Aspekte ergibt Anhaltspunkte für den Zustand und die wichtigsten Belastungsquellen des einzelnen Sees. Aufgrund dieser Ergebnisse können dann gezielt einige wenige Seen für das Seenprogramm (Punkt 5) ausgewählt werden. Alle Seen, die bisher im Rahmen des Seenprogramms beprobt wurden, werden weiterhin einmal jährlich im Frühjahr auf ihren Nährstoffvorrat hin kontrolliert (Seenkontrollprogramm, Punkt 6).

Sofern sich aufgrund der Untersuchungen Hinweise ergeben, dass sich einzelne Seen ökologisch deutlich beeinträchtigt sind, ergibt sich - insbesondere zunächst für die größeren Seen - Handlungsbedarf gemäß der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union. Diese fordert, dass alle Gewässer bis 2015 einen guten ökologischen Zustand erreichen. Allerdings sind eine Verlängerung der Fristen (bis 2027) oder die Definition geringerer Umweltziele in begründeten Fällen möglich.

Im vorliegenden Bericht sind Ergebnisse des Seenkurzprogrammes 2001 von folgenden Seen zusammengestellt: im Kreis Plön Schönsee und Sehlendorfer Binnensee, im Kreis Ostholstein

Fastensee, im Kreis Nordfriesland Bottschlotter See sowie im Kreis Rendsburg-Eckernförde Großer und Kleiner Schierensee (Abbildung 1).

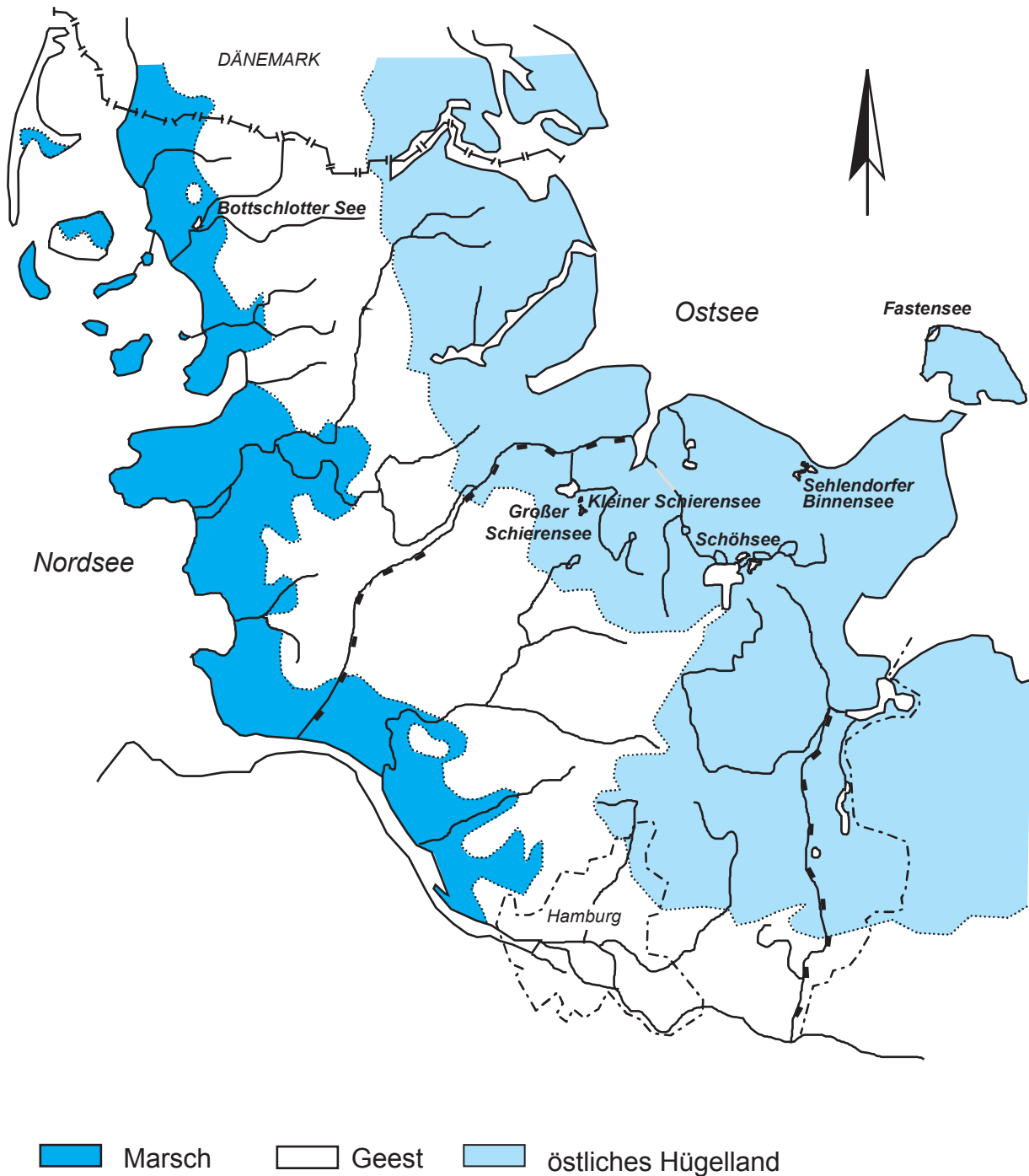


Abbildung 1: Lage der untersuchten Seen

Die Seenuntersuchungen sind Teil der Grundlagenarbeit zum Gewässerschutz im Landesamt für Natur und Umwelt. Die Ergebnisse dienen unter anderem den Wasserbehörden als Basis für Entscheidungshilfen. Ziel ist es, die stehenden Gewässer des Landes in einem möglichst naturnahen bzw. natürlichen Zustand zu erhalten bzw. sie dahin zurückzuführen. Neben allgemein notwendigen Maßnahmen zur Minderung von Schadstoffemissionen in allen See-Einzugsgebieten werden anhand ausgewählter Projekte, aufbauend auf den Ergebnissen der Seenuntersuchungen, modellhaft

mit dem Gesamtplan abgestimmte vordringliche Einzelmaßnahmen aufgezeigt.

Die nachfolgend dargestellten Untersuchungen waren nur möglich durch die Mitarbeit von Vertragspartnern, wie im Text jeweils erwähnt, und durch Personen vor Ort, die ehrenamtlich Seewasserstände und Sichttiefen ermittelten. Diesen und den am Programm beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Landesamtes gilt ein besonderer Dank. Frau Dr. Kerstin Wöbbecke erstellte im Auftrag des Landesamtes den vorliegenden Bericht in weiten Teilen.

Untersuchungskonzeption und Auswertungsmethoden

Einzugsgebiet

Das oberirdische Einzugsgebiet (A_{E0}) jedes Sees wurde nach Höhenlinien der Deutschen Grundkarte (DGK 5) und zum Teil durch Begehung und Prüfung von Unterlagen der Wasser- und Bodenverbände ermittelt.

Die **geologischen Verhältnisse** wurden den Geologischen Karten für Schleswig-Holstein, Maßstab 1 : 25.000 bzw. 1 : 200.000, entnommen.

Die **Flächennutzung** im Einzugsgebiet der Seen wurde nach den Kriterien Acker, Grünland, Wald, Siedlung, Gewässer, Sonstiges aus Atkis-Daten ermittelt (Stand 1972).

Die **Großvieheinheiten** wurden nach Erhebungen des Statistischen Landesamtes auf der Basis der Bodenflächen nach Art der tatsächlichen Nutzung und der Viehzählung 2001 für die in den Einzugsgebieten landwirtschaftlich genutzten Flächen der entsprechenden Gemeinden ermittelt.

Hydrologie

Die wichtigsten Zuläufe der Seen wurden erfasst. Am Ablauf wurden monatliche Abflussmessungen durchgeführt. Zur Ermittlung der Seewasserstände wurde der Schöhsee mit einem Lattenpegel versehen, der etwa zweimal pro Woche durch einen ehrenamtlichen Helfer vor Ort abgelesen wurde. Am Bottschlotter See befindet sich ein Schreibpegel des Deich- und Hauptsielverbands Südwesthörn-Bongsiel. An den übrigen Seen wurden die Seewasserstände monatlich mit Hilfe von Festpunkten eingemessen.

Tiefenplan

Jeder See wurde mit Echolot vermessen und ein Tiefenplan erstellt.

Biologisch-chemisches Untersuchungsprogramm

Die Seen wurden in Abhängigkeit von ihrer Tiefe nach folgendem Muster untersucht (Tabelle 1):

Tabelle 1: Probenahmemuster in Abhängigkeit von der Seetiefe

	flache Seen	mitteltiefe Seen	tiefe Seen
mittlere Tiefe	< 2 m	2 bis < 5 m	≥ 5 m
maximale Tiefe	< 4,5 m	4,5 bis < 10 m	≥ 10 m
zu erwartende Schichtung im Sommer	ohne	schwach oder stabil	stabil
Probentiefe			
1 m	x	x	x
10 m			x
Mitte Hypolimnion			(x bei max. Tiefe > 30 m)
1 m über Grund		x	x
Beprobungen pro Jahr	4	4	4

Physikalische und chemische Parameter:

Wassertemperatur im Tiefenprofil, Lufttemperatur, Luftdruck, Wetter, Windrichtung und -stärke, Sichttiefe, Sauerstoff-Profil, Farbe, Trübung, Geruch der Probe, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit,

Chlorid, Säure-Base-Kapazität, Gesamtstickstoff, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Gesamtphosphor, Phosphat, Sulfat, Kieselsäure, Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Eisen, Mangan, Aluminium.

Biologische Parameter:

parallel zur chemischen Probenahme: Chlorophyll a, Phaeophytin, Phyto- und Zooplankton qualitativ und halbquantitativ; im Frühjahr: Profundal-Benthos, Probenahme mit Ekman-Greifer (Fläche: 225 cm²) aus drei verschiedenen Tiefen im Transekt, qualitativ und quantitativ; Frühsommer: grobe Erfassung von Ufer- und Unterwasservegetation.

Die **Sichttiefen** des Großen und Kleinen Schierensees sowie des Schöhsees wurden zusätzlich von März bis November etwa wöchentlich durch ehrenamtliche Helfer mit Hilfe einer Secchi-Scheibe ermittelt.

Abschätzung der Stoffeinträge aus dem Einzugsgebiet und durch Niederschlag

Da Phosphor in vielen Fällen der limitierende Faktor für das Algenwachstum in einem See ist, steht dieser Nährstoff in dem vorliegenden Bericht im Zentrum der Betrachtungen zum Stofffluss zwischen Einzugsgebiet und Gewässern. Darüber hinaus kann auch bei Seen, in denen Stickstoff oder andere Faktoren die Produktion regulieren, Phosphor am leichtesten an Land zurückgehalten und so zum Minimum-Faktor werden. Bei den Stoffflussbetrachtungen steht Phosphor zugleich stellvertretend für viele Stoffe, die permanent vom Land in die Gewässer eingetragen werden. RIPL (1995) fand im Einzugsgebiet der Stör, dass die Böden vor allem Kalk verlieren (etwa 65 % des Gesamtstoffverlustes). Stickstoff und Phosphor stellen zusammen hingegen nur 2 % der ausgetragenen Stoffe und spielen damit weniger für die Verarmung der Böden als für die Eutrophierung der Gewässer eine Rolle.

Alle Werte, die nach den im folgenden beschriebenen Methoden ermittelt werden, sind großen Schwankungen unterworfen. So variieren zum Beispiel Austräge aus (landwirtschaftlich genutzten) Flächen stark in Abhängigkeit von Bearbeitungsart, Bodenart, Entfernung zum Gewässer, Hangneigung und Intensität von Regenfällen. Auch für die Einträge von gereinigtem Abwasser gilt, dass zum einen der Kläranlagenablauf stark in

seiner Fracht schwanken kann. Zum anderen ist auch der Nährstoffrückhalt, der zwischen Kläranlage und See im Boden oder Gewässer erfolgt, sehr variabel. Mit Hilfe der Schätzzahlen kann jedoch eine grobe Wichtung der einzelnen Belastungsquellen der Seen vorgenommen werden.

Für verschiedene **Flächennutzungen** werden in der Literatur unterschiedliche Werte für den jährlichen Austrag von Stickstoff und Phosphor angegeben (Tabelle 2). Für die Abschätzung der flächennutzungsabhängigen Einträge in die untersuchten Seen wurden im vorliegenden Bericht, sofern nicht anders erwähnt, die mittleren Exportkoeffizienten verwendet. Für Siedlungen wurde ein Versiegelungsgrad von 30 % angenommen und die restliche Fläche wie Grünland behandelt. Daraus ergibt sich für Siedlungen ein mittlerer Exportkoeffizient von 0,75 kg/ha·a Phosphor und 13 kg/ha·a Stickstoff. Campingplätze werden, zusätzlich zu eventuellen Schmutzwassereinträgen, ebenfalls wie Grünland behandelt. Für Gewässer und "sonstige Flächen" wurde ohne weitere Differenzierung kein Stoffaustrag veranschlagt.

Um die Einträge durch **Viehhaltung** abzuschätzen, wurden die Großvieheinheiten im Einzugsgebiet zusätzlich zur Flächennutzung berücksichtigt. Eine Großvieheinheit entspricht beispielsweise einem weiblichen Rind (älter als zwei Jahre) oder zwei Zuchtsauen. Dafür wurden durchschnittliche Nährstoffausscheidungen von 90 kg Stickstoff und 20 kg Phosphor zugrunde gelegt (MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE RÄUME, LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG UND TOURISMUS 1996). Nach HAMM (1976) erreicht etwa 1 % des für Großvieheinheiten veranschlagten Phosphors die Gewässer. Da Stickstoff besser transportiert wird als Phosphor, wird der Stickstoff-Eintrag durch landwirtschaftliche Viehhaltung dabei tendenziell unterschätzt.

In Tabelle 3 sind die an verschiedenen Stellen ermittelten Einträge von Stickstoff und Phosphor durch **Niederschlag** zusammengestellt. Für die Bilanzierung der Einträge in die Seen wurde jeweils die nächstgelegene Messstelle zugrunde gelegt.

Tabelle 2: Exportkoeffizienten für Phosphor und Stickstoff für verschiedene Flächennutzungen (kg/ha·a)

Nutzungsart		Exportkoeffizient (kg/ha·a)		Quelle
		mittel	Bereich	
Acker	P: N:	0,5 20	0,07 bis 2 20 bis 70	SCHWERTMANN 1973, LW* 1991 LW*1991
Grünland	P: N:	0,2 10	0,1 bis 0,8 5 bis 15	ALLEN & KRAMER 1972, LW*1991 BUCKSTEEG & HOLLFELDER 1975, LW*1991
Wald	P: N:	0,05 7	0,01 bis 0,183 5 bis 10	DILLON & KIRCHNER 1975, LW* 1991 LW* 1991
Hochmoorböden (sauer)	P: N:	1,5 7		LAWA 1998 TREPEL Ökologiezentrum CAU Kiel
versiegelte Fläche	P: N:	2 20	2 bis 12 17 bis 35	LW* 1991 LW* 1991
Siedlung	P: N:	0,75 13		Erläuterung siehe Text
Siedlung mit Regen- klärbecken bzw. Re- genrückhaltebecken	P: N:	0,4 10		LW* unveröffentlicht
Gewässer, sonstiges	P: N:	0 0		

LW*: LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN

Tabelle 3: Einträge von Phosphor und Stickstoff durch Niederschlag (kg/ha·a) an verschiedenen Stellen des Landes (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN, unveröffentlicht)

Messstelle	Kreis	Stoff	Jahreseintrag (kg/ha·a) 2001
Dreisdorf	NF	P: N:	0,045 10,19
Eutin	OH	P: N:	0,213 9,9
Wallnau	OH	P: N:	0,085 7,49
Barlohe	RD	P: N:	0,051 12,67

Der Stand der **Abwasserbeseitigung** im Einzugsgebiet der untersuchten Seen wurde nach Angaben der Unteren Wasserbehörden ermittelt. In Abhängigkeit vom Ausbaugrad der Hauskläranlagen bzw. der Reinigungsleistung von zentralen Kläranlagen wurden Faustzahlen am Kläranlagen-

ablauf pro Einwohnerwert veranschlagt (Tabelle 4). Bei konkreten Sanierungsmaßnahmen sind die Werte im Einzelfall aus den Ergebnissen der behördlichen Überwachung und der Selbstüberwachung heranzuziehen.

Tabelle 4: Faustzahlen zur Reinigungsleistung verschiedener Kläranlagen, Ausgangsdaten: 2,5 g P/EW-d, 12 g N/EW-d

Kläranlagentyp	l/E*·d	Stoff	Ablaufkonzentrationen/-frachten		
			mg/l	g/EW**·d	kg/EW·a
Kleinkläranlage als 3 Kammerausfallgrube, nicht nachgerüstet	100	P:	20	2	0,7
		N:	100	10	3,7
Kleinkläranlage, nachgerüstet nach DIN 4261, mit Sandfilter, Tropfkörper, Belebungsbecken oder Nachklärteich	100	P:	8	0,8	0,3
		N:	80	8	3
Abwasserteich unbelüftet, 15 m ² /E, Mischkanalisation	300	P:	3	1	0,4
		N:	15	5	1,8
Abwasserteich, belüftet, Trennkanalisation	150	P:	8	1,2	0,4
		N:	40	6	2,2
Abwasserteich, belüftet, mit P-Fällung, Trennkanalisation	150	P:	1,5	0,2	0,07
		N:	40	6	2,2
Abwasserteich mit zwischengeschaltetem Tropf- oder Tauchkörper und Rückführung, A 257	150	P:	8	1,2	0,4
		N:	20	3	1,1
Gebietskläranlage mit Schlammstabilisierung u. Nitrifikation (kl. Kläranlage, 50 bis 500 EW), A 122, Trennkanalisation	100	P:	8	0,8	0,3
		N:	60	6	2,2
Kl. Kläranlage mit Schlammstabilisierung und Nitrifikation, 500 bis 5000 EW, A 126, Trennkanalisation	150	P:	5,5	0,8	0,3
		N:	35	5	1,8
Kl. Kläranlage mit Schlammstabilisierung, Nitrifikation, Denitrifikation und Simultanfällung, 500 bis 5000 EW, A 126, Trennkanalisation	150	P:	0,7	0,1	0,04
		N:	18	2,7	1
Gr. Kläranlage mit vollbiologischer Reinigung, > 5000 EW, Trennkanalisation	150	P:	8	1,2	0,4
		N:	18	2,7	1
Gr. Kläranlage mit vollbiologischer Reinigung und P-Elimination, > 5000 EW, Sofort-Programm Schleswig-Holstein	150	P:	1,5	0,2	0,08
		N:	18	2,7	1
Gr. Kläranlage mit vollbiologischer Reinigung und N- u. P-Elimination, > 5000 EW	150	P:	1,5	0,2	0,08
		N:	10	1,5	0,5
Gr. Kläranlage mit vollbiol. Reinigung, N- u. P-Elimination u. Flockungsfiltration, > 5000 EW, Dringlichkeitsprogramm S-H	150	P:	0,5	0,075	0,03
		N:	10	1,5	0,5

E*: Einwohner, EW**: Einwohnerwert

Nährstoffbelastungsmodell nach VOLLENWEIDER & KEREKES (1980)

Verschiedene Verfasser haben in Modellen versucht, die Phosphor-Belastung aus dem Einzugsgebiet zur seeinternen Phosphorkonzentration in Beziehung zu setzen. In dem stark vereinfachten Modell von VOLLENWEIDER werden dabei die Gewässergestalt und die hydraulische Belastung (theoretische Wasseraufenthaltszeit) berücksich-

tigt, weil diese Größen einen besonderen Einfluss auf die Stoffumsetzungen in einem See haben.

Im vorliegenden Bericht wird das Modell dazu verwendet, um die vorgenommenen Abschätzungen auf Plausibilität zu überprüfen.

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

P_E : erwartete Phosphorkonzentration im See (mg/l)

L : jährliche Phosphor-Belastung pro Seefläche (g/a·m²)

T_w : theoretische Wasseraufenthaltszeit (a)*

* theoretische Wasseraufenthaltszeit (a) = Seevolumen (m³)/** : Zuflussmenge (m³/a)***

** Seevolumen (m³) = Seefläche (m²) x mittlere Tiefe (m)

*** Zuflussmenge (m³/a) = Einzugsgebiet A_{E_0} (km²) x Abflussspende (m³/a·km²)

z : mittlere Tiefe des Sees (m)

Bewertung der Trophie stehender Gewässer nach LAWA

Zur Klassifizierung und Bewertung der Trophie natürlich entstandener Seen hat die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 1998) eine vorläufige Richtlinie herausgebracht, die anhand von 42 schleswig-holsteinischen Seen erprobt wurde (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 2000a). Zur Ermittlung des potentiell natürlichen Zustandes

(Referenzzustand) werden topographische und morphometrische Kenngrößen wie z.B. Einzugsgebietsgröße und Seetiefe miteinander verrechnet. Zur Klassifizierung des Istzustandes werden die Parameter Chlorophyll a, Sichttiefe und Phosphor genutzt. Aus der Differenz zwischen Istzustand und Referenzzustand ergibt sich die Bewertung. Ein Berechnungs-Schema für die im Rahmen des Seenkurzprogrammes 2001 untersuchten Seen ist im Anhang zu finden. Weiteres siehe unter LAWA (1998).

Die Seen im Überblick

Von den im Rahmen dieses Berichtes behandelten Seen liegt der Bottschlotter See, der Rest eines ehemaligen Priels, in der Marsch, die beiden Strandseen Sehlendorfer Binnensee und Fastensee direkt an der Ostseeküste und der Große und der Kleine Schierensee sowie der Schöhsee liegen im Östlichen Hügelland (Abbildung 1).

Die Größe des Einzugsgebiets und die Beckenform der Seen stellen **Ausgangsbedingungen** für ihre Trophie dar. In Abbildung 2 ist die mittlere Tiefe der Seen gegen das Verhältnis von Einzugsgebiets- zu Seefläche aufgetragen. Je kleiner das Einzugsgebiet im Verhältnis zur Seefläche ist,

desto besser sind die natürlichen Voraussetzungen für eine geringe Nährstoffbelastung des Sees und einen Zustand niedriger Trophie. Diagonal in der Graphik ist die Grenzlinie für ein Verhältnis Einzugsgebietsfläche zu Seevolumen (f_v) = 2 eingetragen, da neben der Fläche auch das Seevolumen die natürlichen Voraussetzungen des Sees für Bioproduktivität beeinflusst. Bei f_v kleiner 2, d.h. bei Seen mit kleinem Einzugsgebiet und großem Volumen, ist ein relativ nährstoffarmer Zustand des Sees zu erwarten. Von den 2001 untersuchten Seen hatten der Schöhsee und der Fastensee ein f_v kleiner 2.

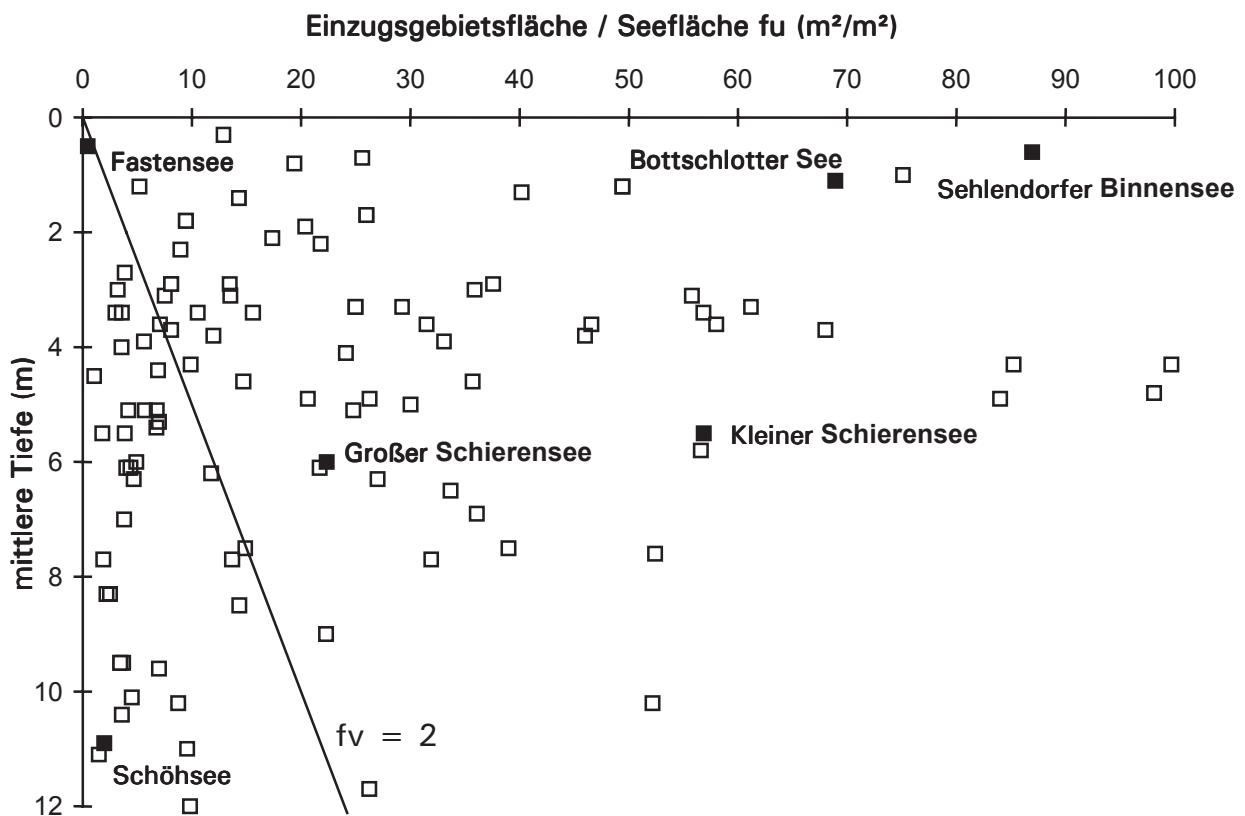


Abbildung 2: Verhältnis von f_u (Einzugsgebietsfläche ohne Seefläche zu Seefläche, m^2/m^2) zur mittleren Seetiefe (m)
 f_v : Verhältnis von Einzugsgebietsfläche ohne Seefläche zu Seevolumen (m^2/m^3)
 \blacksquare : Seen des Seenkurzprogramms 2001
 \square : bisher vom Landesamt untersuchte Seen

Der Schöhsee mit seinem sehr kleinen Einzugsgebiet und seiner großen mittleren Tiefe hatte natürlicherweise die besten Voraussetzungen für einen nährstoffarmen Zustand. Von den drei sehr flachen Seen – Fastensee, Bottschlotter und Sehlendorfer Binnensee - hatten zwei - Bottschlotter und Sehlendorfer Binnensee - aufgrund ihres großes Einzugsgebietes besonders ungünstige Bedingungen. Der Große und der Kleine Schierensee waren von mittlerer Tiefe, wobei sich beim Kleinen Schierensee der als Stoffsenke wirkende vorge-

schaltete Große Schierensee z.T. günstig auswirkt.

In stabil geschichteten Seen können vorübergehend erhöhte Nährstoffbelastungen durch Bindung der Nährstoffe im Sediment besser abgepuffert werden. Von den Seen des Kurzprogramms 2001 wiesen der Schöhsee sowie der Große und der Kleine Schierensee im Sommer eine stabile Schichtung auf.

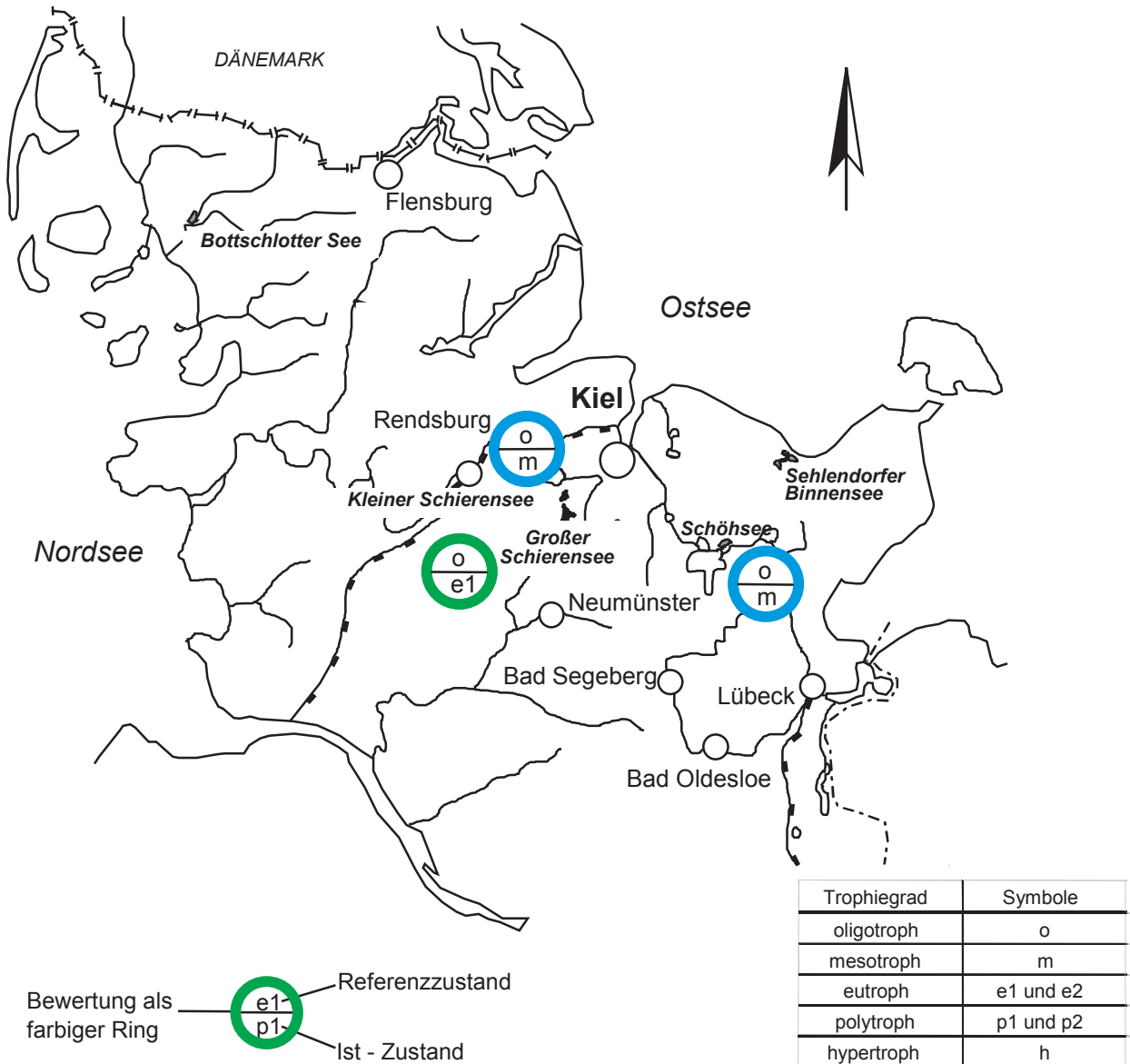
Tabelle 5: Klassifizierung und Bewertung von Referenz- und Istzustand der untersuchten Seen nach LAWA (1998) (Fettdruck: heranzuziehender Referenzzustand) * Erläuterungen im Text

See	Referenzzustand		Istzustand	Bewertung	Entwicklungsziel
	nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag	nach Morphometrie			
Bottschlotter See			polytroph 2 *	*	--
Fastensee			eutroph 2 *	*	--
Großer Schierensee	oligotroph	mesotroph	eutroph 1	3	mesotroph
Kleiner Schierensee	oligotroph	mesotroph	mesotroph	2	Stabilisierung des mesotrophen
Schöhsee	oligotroph	mesotroph	mesotroph	2	Stabilisierung des mesotrophen
Sehlendorfer Binnensee			polytroph 1 *	*	--

Die **Klassifizierung** (Tabelle 5) der tatsächlich vorgefundenen Verhältnisse nach LAWA (1998) ergab für den Bottschlotter Sees "polytroph 2", für den Fastensee „eutroph 2“ und für den Sehlendorfer Binnensee „polytroph 1“. Diese drei flachen ungeschichteten Seen konnten nicht anhand der auf trophische Kriterien aufbauenden Richtlinie bewertet werden, da sie brackig sind und darüber hinaus im Fastensee und Sehlendorfer Binnensee die Primärproduktion überwiegend durch höhere Wasserpflanzen erfolgt, die bei dieser Methode nicht erfasst werden. Im künstlich geschaffenen Bottschlotter See sowie im Sehlendorfer Binnensee beträgt die theoretische Wasseraustauschzeit zudem nur wenige Tage, so dass wegen kompli-

zierter Ein- und Ausstromverhältnisse eine realistische Abschätzung der potentiellen Nährstoffbelastung schwer möglich ist.

Der Referenzzustand aller drei geschichteten Seen - Schöhsee, Großer und Kleiner Schierensee – ist oligotroph. Der aktuelle trophische Zustand des Großen Schierensees mit seinem großen, landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebiet liegt zwei Stufen höher (eutroph 1) und wird daher mit drei bewertet. Der mesotrophe Kleine Schierensee, der wegen des vorgeschalteten Großen Schierensees eine geringere Nährstoffbelastung erfährt und der ebenfalls mesotrophe Schöhsee mit seinem kleinen Einzugsgebiet, werden mit zwei bewertet.



Bewertung	Farbe	Erläuterungen
1		Referenz- und Ist- Zustand übereinstimmend; insbesondere bei oligo- und mesotrophen Seen sind alle Möglichkeiten des präventiven Gewässerschutzes zu nutzen, um den Zustand zu erhalten.
2		Referenz und Ist- Zustand weichen einen Trophiegrad voneinander ab. Sanierungsbedarf besteht vor allem dann, wenn Aussicht besteht, den See wieder in einen oligo- oder mesotrophen Zustand zu versetzen.
3		Über die Dringlichkeit von Sanierungsmaßnahmen ist im Einzelfall zu entscheiden.
4		Dringender Handlungsbedarf. Da bei dieser Bewertungsstufe besonders effektiver Sanierungsbedarf zu erwarten ist, sollten bei diesen Gewässern vordringlich Maßnahmen geprüft und durchgeführt werden.
5		Sanierungsmaßnahmen sind erforderlich, insbesondere bei Gewässern, deren Referenzzustand oligo - oder mesotroph ist.
6		Sanierungsmaßnahmen sind dringend erforderlich. Es sollte die Verbesserung um mindestens einen Trophiegrad angestrebt werden
7		Es ist zu prüfen, ob mit einem vertretbaren Aufwand durchführbare Sanierungsmaßnahmen Aussicht auf Erfolg haben.

Abbildung 3: Referenz- und Istzustand sowie Bewertung der untersuchten Seen nach LAWA (1998)

Insgesamt scheint bei den meisten der hier betrachteten Seen, für die ältere Untersuchungen vorliegen - das sind der Schöhsee und der Große und der Kleine Schierensee - die Trophie nach einer Phase der Eutrophierung wieder abzunehmen.

Der Referenzrahmen für verschiedene **chemische und physikalische Parameter** in schleswig-holsteinischen Seen (Abbildung 4) verdeutlicht die Lage der untersuchten Seen im regionalen Zusammenhang. Der Medianwert, das heißt, der Wert, der in der Mitte der nach ihrer Größe geordneten Rangreihe der Messwerte liegt, ist jeweils als waagerechte bzw. senkrechte Linie dargestellt.

Die chemischen und physikalischen Parameter in den Seen können von Jahr zu Jahr variieren und hängen direkt (z.B. thermische Schichtung, Globalstrahlung) oder indirekt (z.B. durch die hydrologischen Verhältnisse) von den Witterungsbedingungen des jeweiligen Jahres ab.

Das Wasserhaushaltsjahr 2001 war von den Temperaturen her relativ durchschnittlich mit einem eher wärmeren Winter. Die Niederschläge waren im August und besonders im September 2001 gegenüber den langjährigen Monatssummen erhöht.

Abbildung 4 zeigt an Hand wichtiger chemischer und physikalischer Kennparameter die Stellung der 2001 untersuchten Seen im Referenzrahmen der schleswig-holsteinischen Seen. Die vier Seen mit großem Einzugsgebiet - Bottschlotter See, die beiden Schierenseen und der Sehlendorfer Binnensee - wiesen hohe Calciumkonzentrationen mit einem hohen Säurebindungsvermögen auf. Die sehr hohen Calciumkonzentrationen im Fastensee entstammen dem Meerwasser und waren durch die starke Verdunstung in diesem See stark aufkonzentriert, wegen der hohen Sulfatkonzentrationen (vergl. Abbildung 5) blieb das Säurebindungsvermögen aber trotz hoher Calciumkonzentrationen durchschnittlich.

Der Bottschlotter See hatte von den 2001 untersuchten Seen mit über 0,2 mg/l P die höchsten Gesamtposphorkonzentrationen im Frühjahr, wobei die Gesamtstickstoffkonzentrationen in diesem See eher durchschnittlich waren. Das lag zum einen am relativ hohen Anteil des Abwassers an der P-Belastung, zum anderen aber vermutlich auch an den Stickstoffverlusten durch Denitrifikation. Auch der Sehlendorfer Binnensee mit seinem großen landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet hatte hohe Phosphorkonzentrationen. Die geringsten Nährstoffkonzentrationen wies der Schöhsee auf. Großer und Kleiner Schierensee unterschieden sich nur wenig hinsichtlich ihrer Frühjahrsphosphorkonzentrationen. Die externe Phosphorbelastung des Kleinen Schierensees war durch den vorgeschalteten Großen Schierensee zwar deutlich verringert, vermutlich kam es aber durch Phosphorrücklösung zu einer höheren internen Belastung (Näheres s. u.).

Die mittlere Sichttiefe der Vegetationsperiode zeigte bei den 2001 untersuchten Seen eine deutliche Abhängigkeit von der Gesamtposphorkonzentration im Frühjahr: beim phosphorreichen Bottschlotter See war sie am geringsten, beim nährstoffarmen Schöhsee am höchsten. Vergleicht man die mittleren sommerlichen Phosphorkonzentrationen mit den mittleren sommerlichen Chlorophyllkonzentrationen, ergibt sich ein entsprechendes Bild. Nur der Fastensee fällt etwas aus dem Rahmen, er hatte bei relativ hohen Phosphorkonzentrationen vergleichsweise geringe Chlorophyllwerte. Hier könnten sowohl die zeitweilige Stickstofflimitierung als auch die durch das Chlorophyll nicht erfassten makrophytischen Primärproduzenten Gründe sein.

Vergleichsweise intakte Planktonlebensgemeinschaften wiesen mit ausgeprägten Klarwasserstadien der Schöhsee und der Kleine Schierensee auf. Nur in diesen beiden Seen hatten größere Filtrierer zeitweilig einen nennenswerten Anteil am **Zooplankton**, so dass hier vermutlich, wenn auch nur vorübergehend, eine Kontrolle des Phytoplanktons durch das Zooplankton möglich war. Einen größeren Anteil an Blaualgen im **Phytoplankton** wies nur der Bottschlotter See auf.

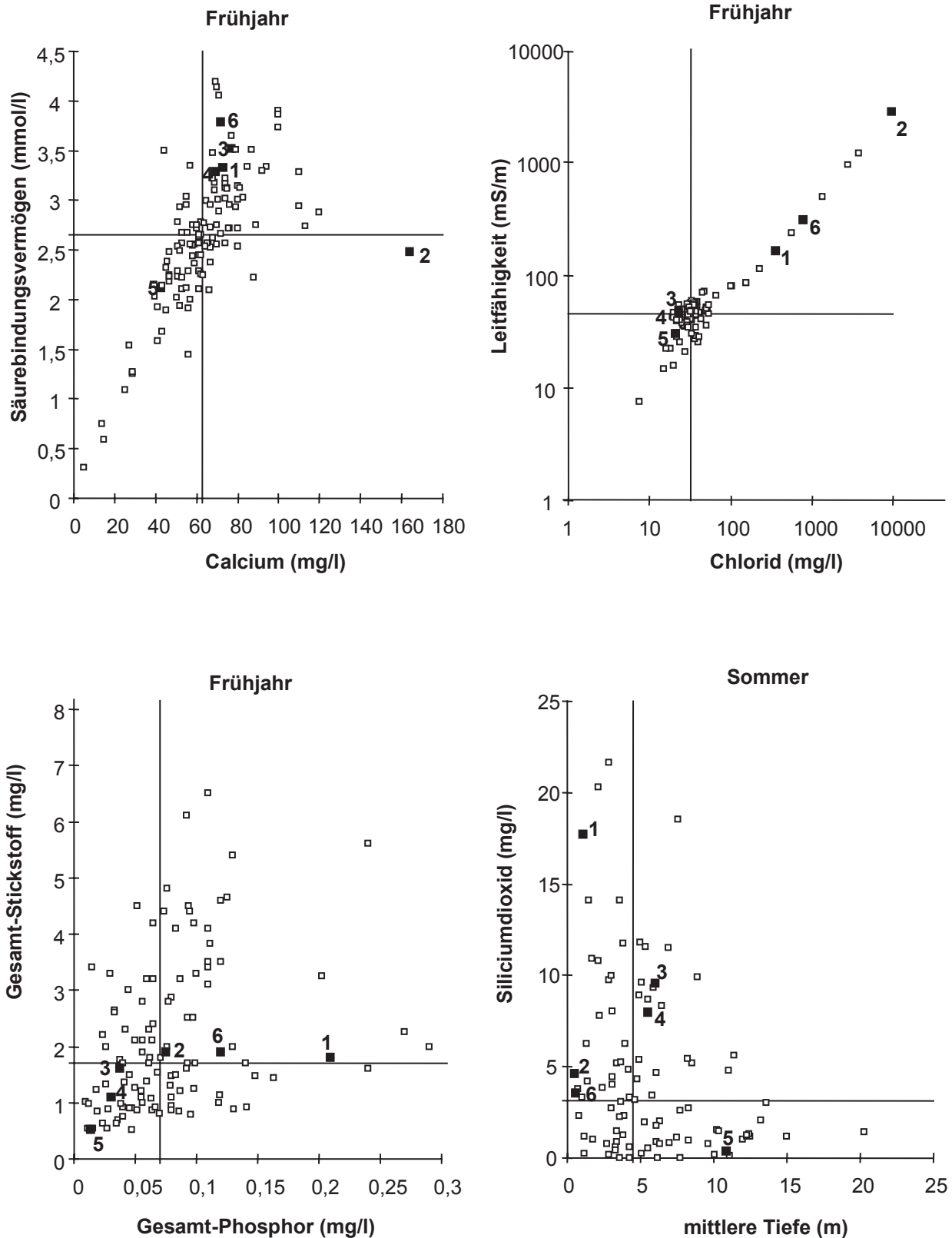


Abbildung 4: Referenzrahmen für chemische und physikalische Parameter in schleswig-holsteinischen Seen. Die durchgezogenen waagerechten bzw. senkrechten Linien kennzeichnen die Lage des Medianwertes

■ : 1: Bottschlotter See, 2: Fastensee, 3: Großer Schierensee, 4: Kleiner Schierensee, 5: Schöhsee, 6: Sehlendorfer Binnensee
 □ : bisher vom Landesamt untersuchte Seen.

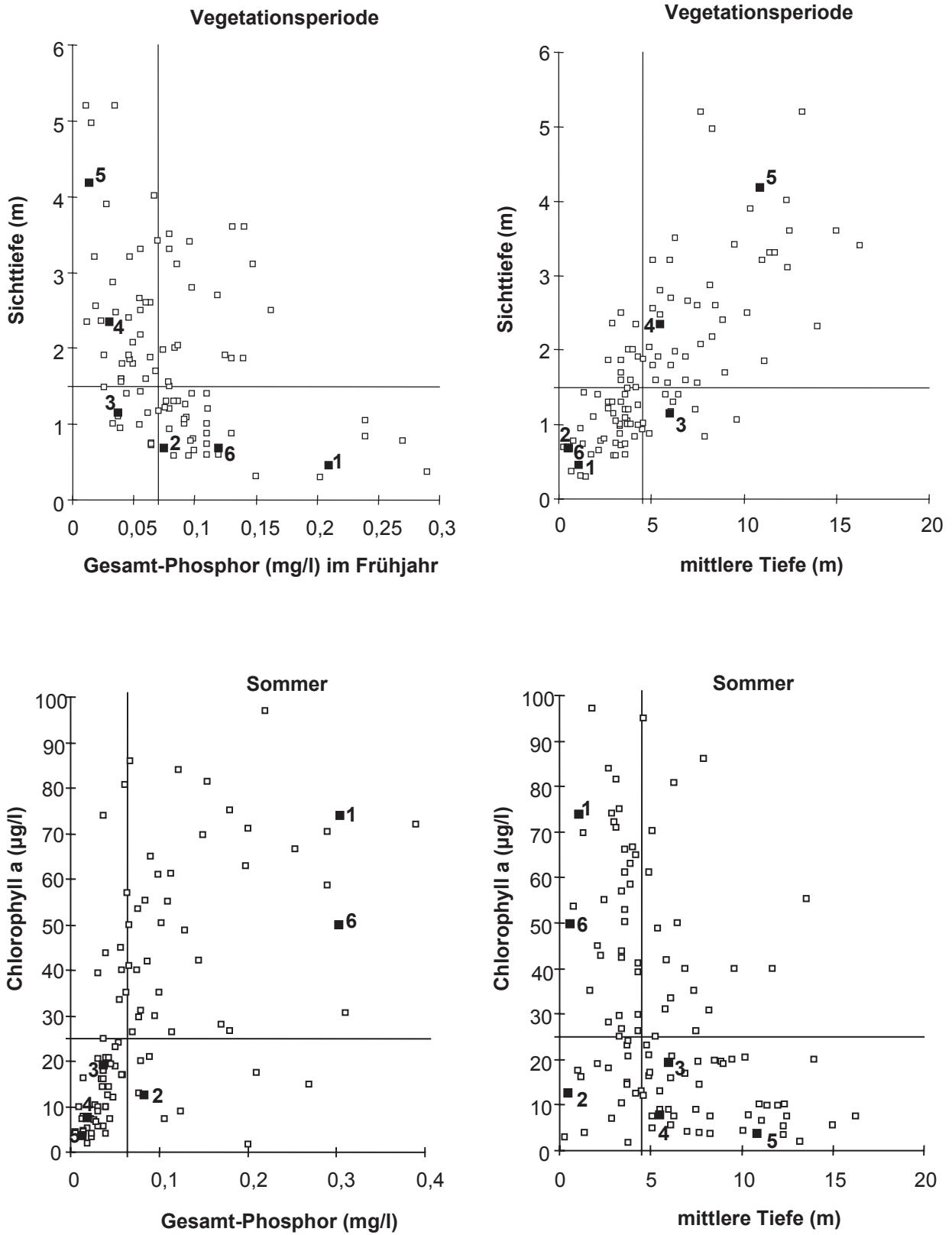


Abbildung 4: Fortsetzung Referenzrahmen

Die starken Zehrungsprozesse im Tiefenwasser der geschichteten Seen waren auffällig. Bei den beiden Schierenseen war ab spätestens Juli das gesamte Hypolimnion sauerstofffrei. Selbst im nährstoffarmen Schönsee war das Tiefenwasser im August ab 19 m Wassertiefe anaerob. Da alle drei geschichteten Seen in der Vergangenheit eine Eutrophierungsphase durchgemacht haben, sind hier vermutlich "Altlasten" zehrender Stoffe im Sediment verantwortlich.

Hohe Chlorid- und Sulfatkonzentrationen im Frühjahr zeichneten die drei Brackwasserseen aus,

wobei der Fastensee die höchsten Salzkonzentrationen aufwies. Im Bereich der höheren Konzentrationen zeigt sich in der doppeltlogarithmischen Darstellung (Abbildung 5) durch den starken Meerwassereinfluss ein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Parametern. Im unteren Konzentrationsbereich, bei den Süßwasserseen, spielen andere Faktoren wie Einfluss häuslichen Abwassers oder Oberflächenabfluss beim Chlorid und Desulfurikationsprozesse beim Sulfat, eine größere Rolle. So wies der Kleine Schierensee deutlich geringere Sulfatkonzentrationen auf als der Große Schierensee.

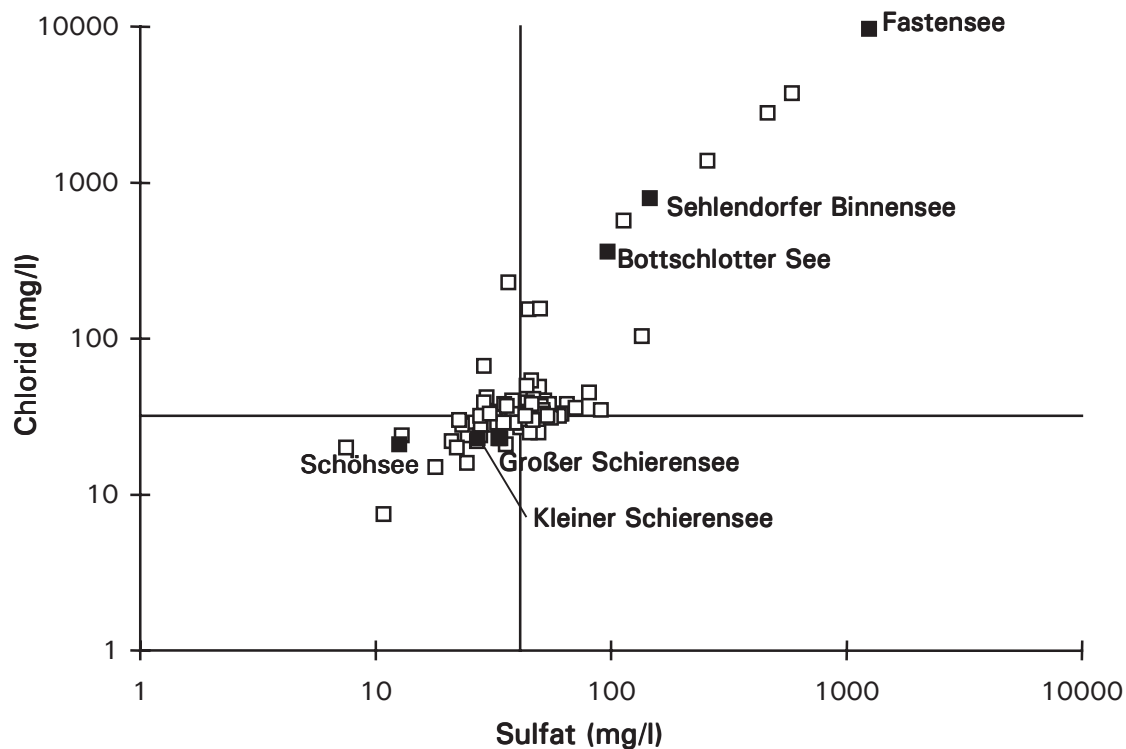


Abbildung 5: Sulfat- und Chloridkonzentrationen (mg/l) im Frühjahr
 ■ : Seen des Seenkurzprogramms 2001
 □ : bisher vom Landesamt untersuchte Seen

Hinsichtlich der **Ufer- und Unterwasservegetation** war der Schönsee von besonderer Bedeutung. In diesem See wurden 29 Arten von Unterwasserpflanzen festgestellt, davon 18 Rote-Liste-Arten. Ausgedehnte Rasen von Armelechteralgen (insgesamt sieben Arten), die bis zu einer Wassertiefe von 7,5 m siedelten, waren für den Schönsee kennzeichnend. Mehrere vom Aussterben bedrohte Armelechteralgen-Arten wurden im Fasten-

see gefunden. Bei diesem See war die Unterwasservegetation auch für die Stoffumsätze von Bedeutung. Die Ufervegetation des Fastensees ist darüber hinaus durch ihre typischen Salzwiesen mit zahlreichen Rote-Liste-Arten sehr wertvoll. Im Sehlendorfer Binnensee waren die extensiv beweideten Salzwiesen durch die verschiedenen an diesem See auftretenden Salzgradienten beson-

ders artenreich und ebenfalls von bundesweiter Bedeutung.

Hinweise auf Absterben von Teilen des Röhrichtgürtels (Stoppelfelder) fanden sich am Schöhsee, am Bottschlotter See war das Röhricht stellenweise durch Beweidung zerstört.

Die **tierische Besiedlung des Seegrundes** war in den drei geschichteten Seen durch Sauerstoffmangel im Tiefenwasser beeinträchtigt. Sogar im Schöhsee wurde an der tiefsten Stelle in größerer Menge nur noch die Sauerstoffmangel tolerierende Büschelmückenlarve gefunden, obwohl in geringerer Wassertiefe auch Arten vorkamen, die eher Nährstoffarmut anzeigen. Im Großen und Kleinen Schierensee dominierten typische Arten nährstoffreicher Gewässer. Insgesamt schienen hier z.T. die früheren, nährstoffreicheren Bedingungen der meisten Seen zum Ausdruck zu kommen, da sich

die Verhältnisse im und am Sediment meist wesentlich langsamer verbessern als im Freiwasser.

Der Bottschlotter See hatte ausgesprochen reichhaltige Bestände an Wenigborstern und Zuckmückenlarven. Die beiden anderen flachen Seen sind wegen ihrer großenteils marinen Benthofauna schwer vergleichbar.

Die Höhe der **Flächenbelastung** durch Phosphoreinträge in die Seen ist Abbildung 6 zu entnehmen. Die geringste Belastung bezogen auf die Seefläche wies der Fastensee mit nur 0,02 g/a·m² Seefläche auf. Die für den Schöhsee berechnete Belastung war mit 0,09 g/a·m² Seefläche ebenfalls sehr gering. Die höchste Phosphor-Belastung hatten der Bottschlotter See (5,7 g/a·m² Seefläche) und der Sehlendorfer Binnensee (5,1 g/a·m² Seefläche). Die Belastung der beiden Schierenseen lag leicht über dem schleswig-holsteinischen Durchschnitt von 0,6 g/a·m².

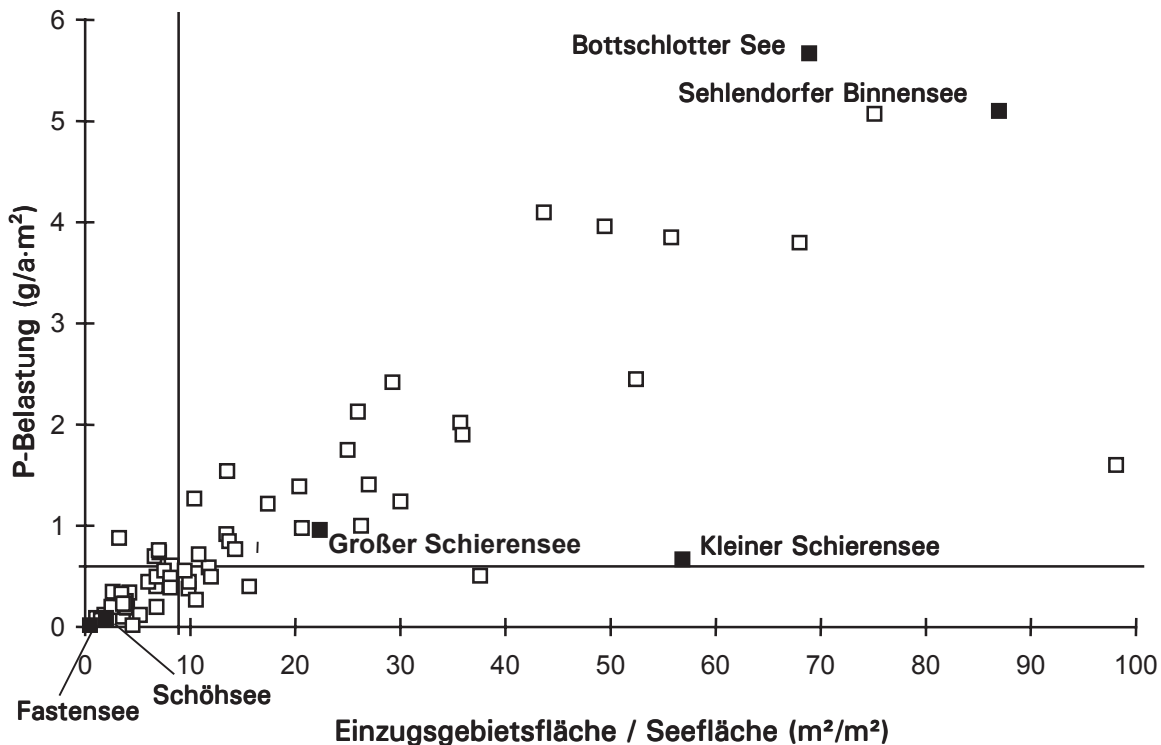


Abbildung 6: Phosphorbelastung, bezogen auf die Seefläche (g/a·m²), in Abhängigkeit von der relativen Einzugsgebietsgröße (Einzugsgebietsfläche/Seefläche (m²/m²)). Die durchgezogenen waagerechten bzw. senkrechten Linien kennzeichnen die Lage des Medianwertes für 71 vom Landesamt untersuchte Seen (vergl. Abbildung 4)

Die relative Bedeutung verschiedener Phosphor- und Stickstoffquellen wurde für die untersuchten Seen grob abgeschätzt. Dabei war die Landwirtschaft bei fast allen Seen mit Ausnahme des Schöhsees die Hauptnährstoffquelle. Häusliches Abwasser hatte lediglich beim Bottschlotter See mit 23 % und beim Sehlendorfer Binnensee mit 13 % noch einen nennenswerten Anteil an der Phosphorbelastung.

Die landwirtschaftliche Nutzung seenaher Flächen verursacht nicht nur Stoffeinträge in die Gewässer, sondern teilweise auch eine Zerstörung des Röhrichts, wenn Nutzvieh freien Zugang zum Ufer hat. Der Vertritt der Uferbereiche durch das Vieh begünstigt die oberflächliche Einschwemmung von Nährstoffen, zudem erfolgt eine direkte Verunreinigung des Wassers durch die Ausscheidungen der Tiere. Andererseits wird in einigen dieser Bereiche ein Lebensraum für gefährdete Pflanzengemeinschaften und zahlreiche Vogelarten geschaffen, wie es bei diesen Seen besonders am Sehlendorfer Binnensee der Fall war. Hier gilt es zwischen den verschiedenen Schutzaspekten abzuwägen.

Das Ausmaß der **internen Düngung** eines Sees aus seinem Sediment lässt sich nur durch eine umfangreichere Untersuchung abschätzen. Anhand der vorliegenden Erhebungen kann aber vermutet werden, dass dieser Prozess im Kleinen Schierensee von Bedeutung war. Obwohl der Große Schierensee eine höhere externe Phosphorfracht erhielt, die Phytoplanktonbiomasse ebenfalls höher war als im Kleinen Schierensee und das Sauerstoffdefizit im Hypolimnion ein ähnliches Ausmaß hatte, setzte die Desulfurikation hier später und schwächer ein, da das aus dem Einzugsgebiet zufließende Nitrat das Einsetzen der Desulfurikation verzögerte. Das Nitrat wurde zum großen Teil bereits im Großen Schierensee verbraucht und stand dem Kleinen Schierensee damit nicht mehr zur Verfügung. Damit waren die Bedingungen für eine Phosphorrücklösung aus dem Sediment gegeben, so dass sich für den Kleinen Schierensee trotz verringerter externer Fracht vermutlich eine ähnliche hohe Gesamtbelastung ergab wie für den Großen.

Alle untersuchten Seen werden durch Berufsfischer, Angelsportvereine oder die Eigentümer bewirtschaftet. Eine auf hohe Erträge bestimmter **Fischarten**, zum Beispiel von beliebten Speisefischen, ausgerichtete Fischbewirtschaftung stellt

fast immer eine Störung des Nahrungsnetzes im See dar. Für die untersuchten Seen liegen keine genaueren Zahlen über die Fischbestände vor, die Zusammensetzung des Phyto- und Zooplanktons ließ aber auf ein Ungleichgewicht in der Zusammensetzung der Fischfauna schließen. Eine Ausnahme bildete hier lediglich der Schöhsee und, in geringerem Ausmaß, der Kleine Schierensee.

Da sich die meisten der Seen durch bereits erfolgte Entlastungsmaßnahmen inzwischen einem Bereich der Phosphorkonzentrationen annähern, in dem internen Prozessen, insbesondere auch der Struktur der Nahrungsketten, eine zunehmende Bedeutung zukommt, sind Maßnahmen in diesem Bereich (Reduzierung der Zooplankton fressenden Fischarten, ausreichender Besatz mit Raubfischen) zu erwägen. Für weitergehende Aussagen sind jedoch genauere Erhebungen an jedem einzelnen See nötig. Die Erarbeitung von Hegeplänen, wie sie das Landesfischereigesetz vorschreibt, wird zukünftig Fischer und Angler fachlich unterstützen.

Besonders durch **Freizeitnutzung**, Badestellen und ufernahe Besiedlung mit Stegen beeinflusst war der Schöhsee.

Die erarbeiteten Entlastungsempfehlungen sind Hinweise, die gegebenenfalls durch genauere Untersuchungen untermauert und ergänzt werden müssen. Sie orientieren sich an den jeweils vorherrschenden Belastungen. In der Regel sollte über eine weitere Verringerung des Phosphoreintrages versucht werden, Phosphor zum begrenzenden Faktor werden zu lassen, da Phosphor leichter im Einzugsgebiet zurückzuhalten ist als der gut lösliche Stickstoff.

Die drei größeren Seen – Bottschlotter See, Schöhsee und Sehlendorfer Binnensee – gehören zu den 65 Seen Schleswig-Holsteins, die im Rahmen der Umsetzung der **EU-Wasserrahmenrichtlinie** bearbeitet werden. Die beiden natürlichen Seen sollen demnach bis 2015 den „guten ökologischen Zustand“, der künstlich entstandene Bottschlotter See die Bedingungen für das „gute ökologische Potenzial“ erreichen. Maßstäbe für die angestrebten Zustände sind die Lebensgemeinschaften, also das Phytoplankton, die Ufervegetation, die Wirbellosenfauna und die Fische. Die Bewertungsrahmen hierfür werden zur Zeit bundesweit entwickelt.

Zustand und Belastung der einzelnen Seen

Bottschlotter See

Topographische Karte (1 : 25.000):	1218/1219
Flusssystem:	Bongsieler Kanal, Nordsee
Kreis:	Nordfriesland
Gemeinde:	Dagebüll
Eigentümer:	Deich- und Hauptsielverband Südwesthörn-Bongsiel
Pächter:	-
Lage des oberirdischen Einzugsgebietes:	
Rechtswerte:	348335 - 349178
Hochwerte:	606280 - 607391
Höchster Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	-0,49
Mittlerer Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	-1,09
Niedrigster Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	-1,36
Größe des oberirdischen Einzugsgebietes (km ²):	39,16
Seefläche (km ²):	0,56
Seevolumen (m ³) bei -1,12 m ü.NN:	614.000
Maximale Tiefe (m):	1,6
Mittlere Tiefe (m):	1,1
Uferlänge (km):	4,1
Theoretische Wasseraufenthaltszeit (a):	0,05
(bei einem geschätzten Abfluss von 10 l/(s·km ²))	
Umgebungsarealfaktor (m ² /m ²):	68,9
Umgebungsvolumenfaktor (m ² /m ³):	63,3
Uferentwicklung:	1,5
Hypolimnion/Epilimnion (m ³ /m ³):	-
Mischungsverhalten:	ungeschichtet

Entstehung

Der Bottschlotter See stellt den Rest eines Priels dar, der mit der Abdeichung des Bottschlotter Koogs im 17. Jahrhundert zum Teil verlandete. Er dient heute zur Entwässerung der umliegenden landwirtschaftlich genutzten Flächen, sein Seespiegel liegt unterhalb des Meeresspiegels.

Einzugsgebiet und Morphologie des Sees

Der Bottschlotter See (Abbildung 1) liegt etwa 6 km südlich von Niebüll. Sein Einzugsgebiet (Abbildung 7) ist mit fast 40 km² fast 70mal so groß wie seine Seefläche (0,56 km², Abbildung 2) und erstreckt sich im Norden bis nach Niebüll. Seine direkte Umgebung ist landwirtschaftlich geprägt, wobei die Grünlandnutzung überwiegt.

Die Böden des Einzugsgebiets sind überwiegend brackige Ablagerungen aus Ton bis Schluff, im Süden kommen auch marine Ablagerungen vor.

Der Bottschlotter See erhält Entwässerungswasser aus seinem Einzugsgebiet (fast ausschließlich Acker), das ihm über fünf Schöpfwerke zugeführt wird. Bis in die 20er Jahre des 20. Jahrhunderts wurde der See von der Lecker Au durchflossen, die dann jedoch eingedeicht und am See vorbei geleitet wurde, so dass das Einzugsgebiet verkleinert wurde. Der Ablauf erfolgt jetzt über ein Ablaufbauwerk in den Bongsieler Kanal. Weder Zu- noch Ablaufmengen sind bekannt. Noch immer dient der See jedoch zur Hochwasserentlastung der Lecker Au bzw. des Bongsieler Kanals, d.h. wenn bei Hochwasser in der Nordsee das Wasser des Bongsieler Kanals nicht abfließen kann, wird Wasser entgegen der sonstigen Entwässerungsrichtung in den Bongsieler Kanal geleitet. Der Hauptzufluss erfolgt im Winter und Frühjahr, während im Sommer kaum Wasser von den Schöpfwerken gefördert wird.

Dem entsprechend schwankte der Wasserspiegel des Bottschlotter Sees, der unter dem Meeresspiegel liegt, im Winter 2001 mit 87 cm recht stark (Abbildung 8), während er von April bis September nur geringe Schwankungen zeigte. Der im Sommer geringe Zufluss an Süßwasser kommt auch in den von Mai bis September relativ konstanten Chloridkonzentrationen zum Ausdruck.

Durch die Pumpaktivität und die Funktion des Sees als Hochwasserentlastungsanlage fehlt ein typisches jahreszeitliches Muster. Die auf Grund der Einzugsgebietsgröße berechnete theoretische Wasseraufenthaltszeit beträgt nur 0,05 Jahre (entspricht etwa 18 Tagen) bei einer zu Grunde gelegten Abflussspende von 10 l/s·km².

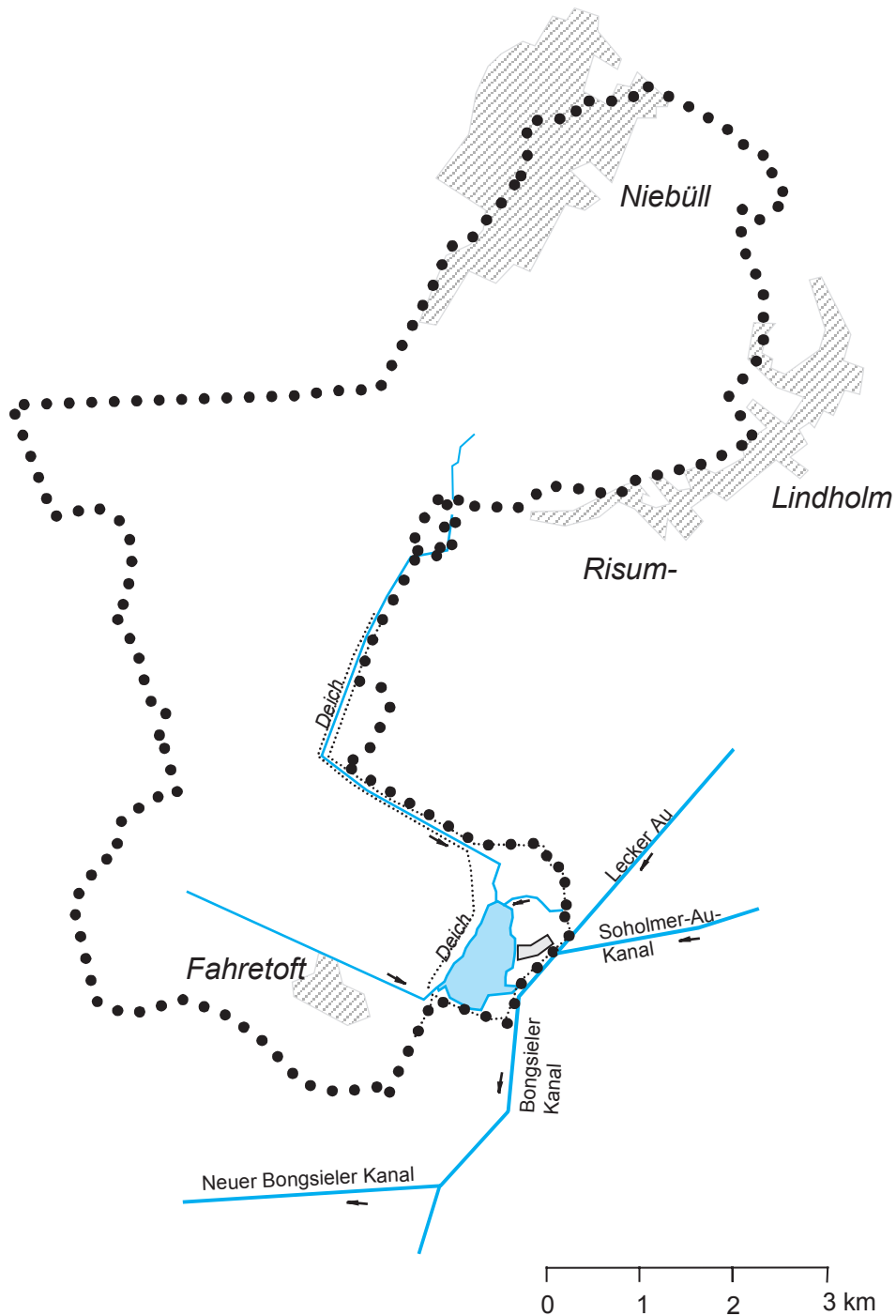


Abbildung 7: Einzugsgebiet des Bottschlotter Sees

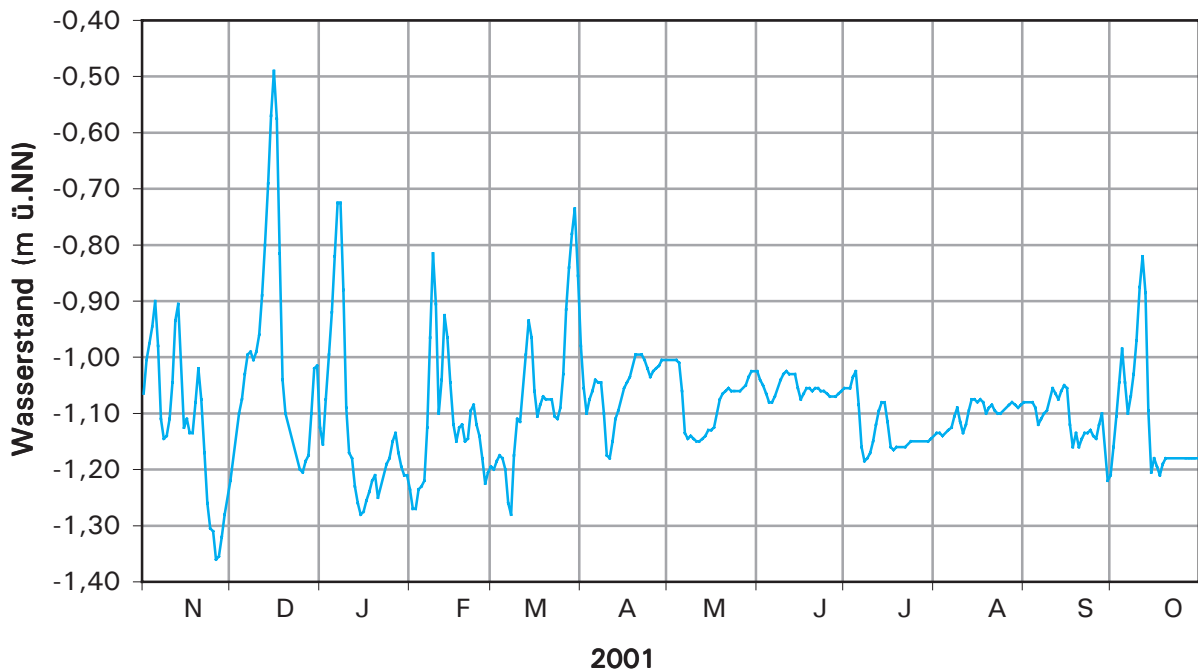


Abbildung 8: Seewasserstände (m ü.NN) im Bottschlotter See im Abflussjahr 2001 (Tagesmittelwerte)

Das Becken des Bottschlotter Sees ist annähernd oval und ungegliedert bis auf die Bucht zum Auslaufbauwerk im Osten. Dieser sehr flache See (mittlere Tiefe 1,1 m) ist annähernd pfannenförmig, mit im Vergleich zur Flachheit in weiten Teilen recht steilen Ufern und einem ebenen Grund (Abbildung 10). Die tiefste Stelle liegt mit nur 1,6 m in der nördlichen Seehälfte. Durch die starken Seespiegelschwankungen kann die Fläche des Sees ebenfalls stark schwanken.

In Abbildung 9 sind die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse an der Messstation Leck dargestellt. Das Wasserhaushaltsjahr 2001 wies im Vergleich zum langjährigen Mittel verhältnismäßig durchschnittliche mittlere Temperaturen auf. Überdurchschnittlich hohe Niederschläge fielen vor allem im September.

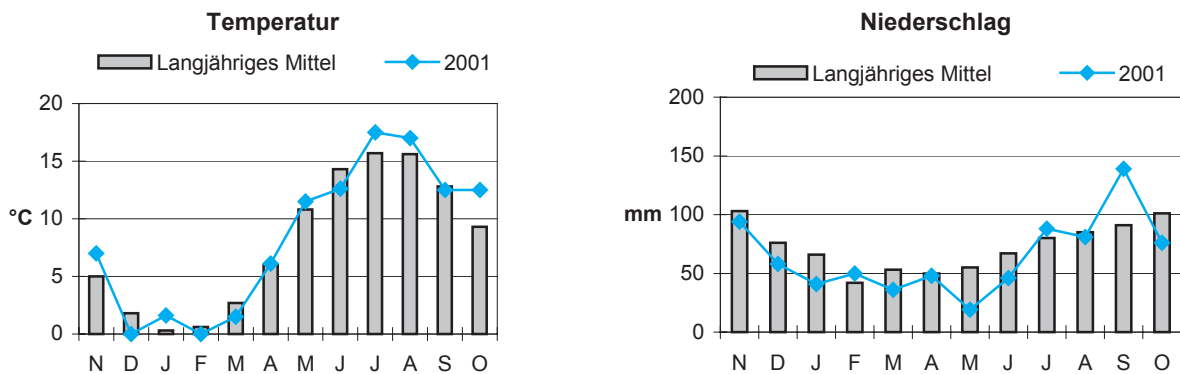


Abbildung 9: Mittlere Monatstemperaturen und monatliche Niederschlagshöhen für das Abflussjahr 2001 an der Messstation Leck im Vergleich zum langjährigen Mittel 1961/90

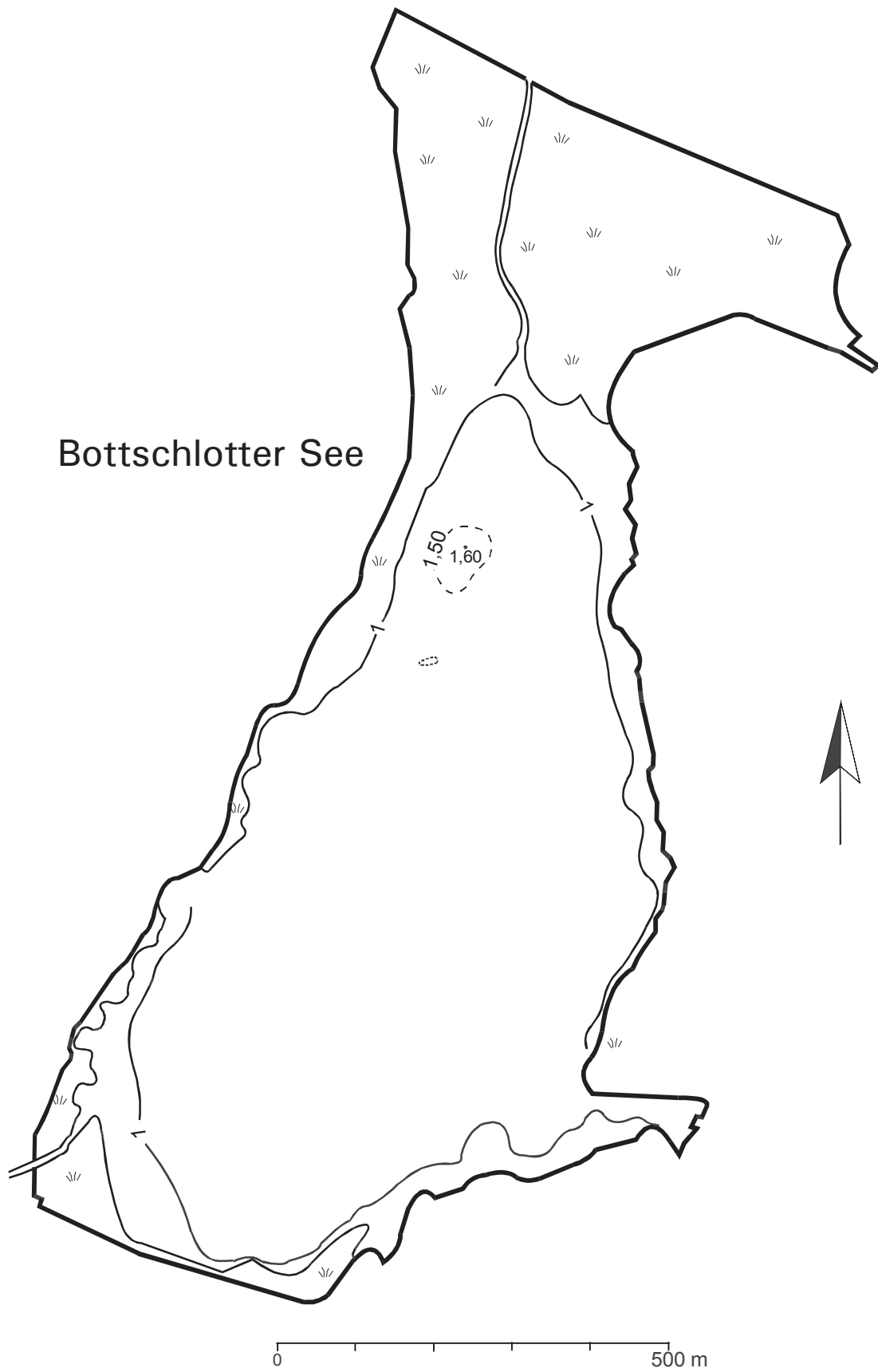


Abbildung 10: Tiefenplan des Bottschlotter Sees

Ufer

Die Vegetation des Bottschlotter Sees wurde im Auftrag des Landesamtes von STUHR (2000) grob erfasst. Die folgenden Ausführungen sind seinem Bericht entnommen.

Ufergehölze sind am Bottschlotter See nicht vorhanden. Die Ufervegetation wird durch den dicht am West- und Südufer verlaufenden Deich eingeschränkt. Am Ostufer verläuft der Deich weiter entfernt.

Am Süd-, West- und Nordufer ist ein geschlossener **Röhrichtgürtel** vorhanden, an weiten Teilen des Ostufers fehlt er dagegen fast völlig. Gründe sind zum einen der starke Wellenschlag an diesen windexponierten Uferbereichen, zum anderen die Beweidung, die sich auch in Bereichen, wo sie bereits aufgegeben wurde (südliches Ostufer), noch bemerkbar macht. Die Breite des Wasserröhrichts liegt meist zwischen 5 und 20 m, in einigen Bereichen (insbesondere im Norden) schließen sich ausgedehnte Landröhrichte an. Dominierend ist das Schilf *Phragmites australis*, das bis zu einer Wassertiefe von 1 m siedelt. Schmalblättriger Rohrkolben *Typha angustifolia* und Seebirse *Schoenoplectus lacustris* bilden streckenweise seeseitig kleine Säume bis 1,2 m Wassertiefe. Wasserschwaden *Glyceria maxima*, Kalmus *Acorus calamus*, Aufrechter Igelkolben *Sparganium erectum*, Salzbinse *Schoenoplectus tabernaemontani*, Strandsimse *Bolboschoenus maritimus* und Gelbe Schwertlilie *Iris pseudacorus* kommen innerhalb oder am landseitigen Rand des Wasserröhrichts vor. Im Landröhricht treten als Begleiter des Schilfs Sumpfreitgras *Calamagrostis canescens*, Zottiges Weidenröschen *Epilobium hirsutum*, Bittersüßer Nachtschatten *Solanum dulcamara* und Breitblättriger Merk *Sium latifolium* auf. Höher gelegene Standorte weisen größere Anteile von Rohrglanzgras *Phalaris arundinacea* und Großer Brennnessel *Urtica dioica* u.a. auf.

Auch am Westufer wird das Röhricht teilweise beweidet, hier sind die Schäden durch die extensive Beweidung mit Schafen jedoch gering (drei kleinere Lücken im Röhricht, Viehtränken). An das Röhricht schließt sich z.T. ein schmaler Saum mit artenreichem Feuchtgrünland an, in dem die nach der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Schleswig-Holsteins (MIERWALD & BELLER 1990) gefährdete Sumpfsternmiere *Stellaria palustris* (RL 3) vorkommt.

Ein **Schwimblattpflanzengürtel** fehlt dem Bottschlotter See fast völlig. Nur an einigen windgeschützten Lagen am West- und Südufer gibt es wenige kleine bis mittelgroße Bestände der Gelben Teichrose *Nuphar lutea* bis in etwa 1 m Was-

sertiefe. Weiterhin kommen vereinzelt der Wasserknöterich *Polygonum amphibium* und die Kleine Wasserlinse *Lemna minor* vor.

Unterwasserpflanzen kommen im gesamten See bis in etwa 1 m Wassertiefe vor. Die Bestände sind jedoch artenarm und meist nur schütter ausgeprägt. Von insgesamt 9 Arten wurden 6 Arten nur in geringer Anzahl oder als Einzelfunde registriert (Krauses Laichkraut *Potamogeton crispus*, Durchwachsenes Laichkraut *P. perfoliatus*, Kanadische Wasserpest *Elodea canadensis* und Gemeines Hornblatt *Ceratophyllum demersum*). Häufig waren vor allem Teichfaden *Zannichellia palustris* und Kammlaichkraut *Potamogeton pectinatus* sowie auch das gefährdete Zwerglaichkraut *Potamogeton pusillus* (RL 3).

Fädige Grünalgen herrschten im gesamten See vor und bedeckten den Boden auch noch an der tiefsten Stelle.

Insgesamt weist die Vegetation des Bottschlotter Sees aus vegetationskundlicher Sicht keine Besonderheiten auf, die starke Dominanz der fädigen Grünalgen deutet auf eine Eutrophierung des Sees hin. Aus ökologischer Sicht ist der streckenweise ausgedehnte Röhrichtbestand positiv zu bewerten, da er einen Beitrag als Lebensraum und zur Stoffrückhaltung leisten kann.

Freiwasser

Der flache windexponierte Bottschlotter See ist vermutlich stets gut durchmischt. Das in einem Koog gelegene Restgewässer eines Priels ist zwar im Vergleich zur Nordsee deutlich weniger salzhaltig, weist aber mit Chloridgehalten um 360 mg/l, Sulfatgehalten knapp unter 100 mg/l und einer elektrischen Leitfähigkeit von 164 mS/m (Frühjahr) einen deutlich brackigen Charakter auf. Die recht hohen Calcium- (73 mg/l) und Magnesiumkonzentrationen (26 mg/l) liegen deutlich über dem schleswig-holsteinischen Durchschnitt und deuten auf das große, künstlich entwässerte Einzugsgebiet hin. Die Pufferung ist mit einer Säurekapazität von 3,3 mmol/l (Frühjahr) entsprechend hoch, die pH-Wert-Schwankungen sind daher bei Werten zwischen 8,0 und 8,5 trotz hoher Produktivität nur gering.

Die Gesamtphosphorkonzentrationen im Bottschlotter See waren sehr hoch. Sie lagen im Mai über 0,2 mg/l Phosphor und stiegen bis August sogar auf 0,4 mg/l Phosphor. Anorganischer Phosphor war zu allen drei Messzeitpunkten vorhanden. Die Gesamtstickstoffkonzentrationen

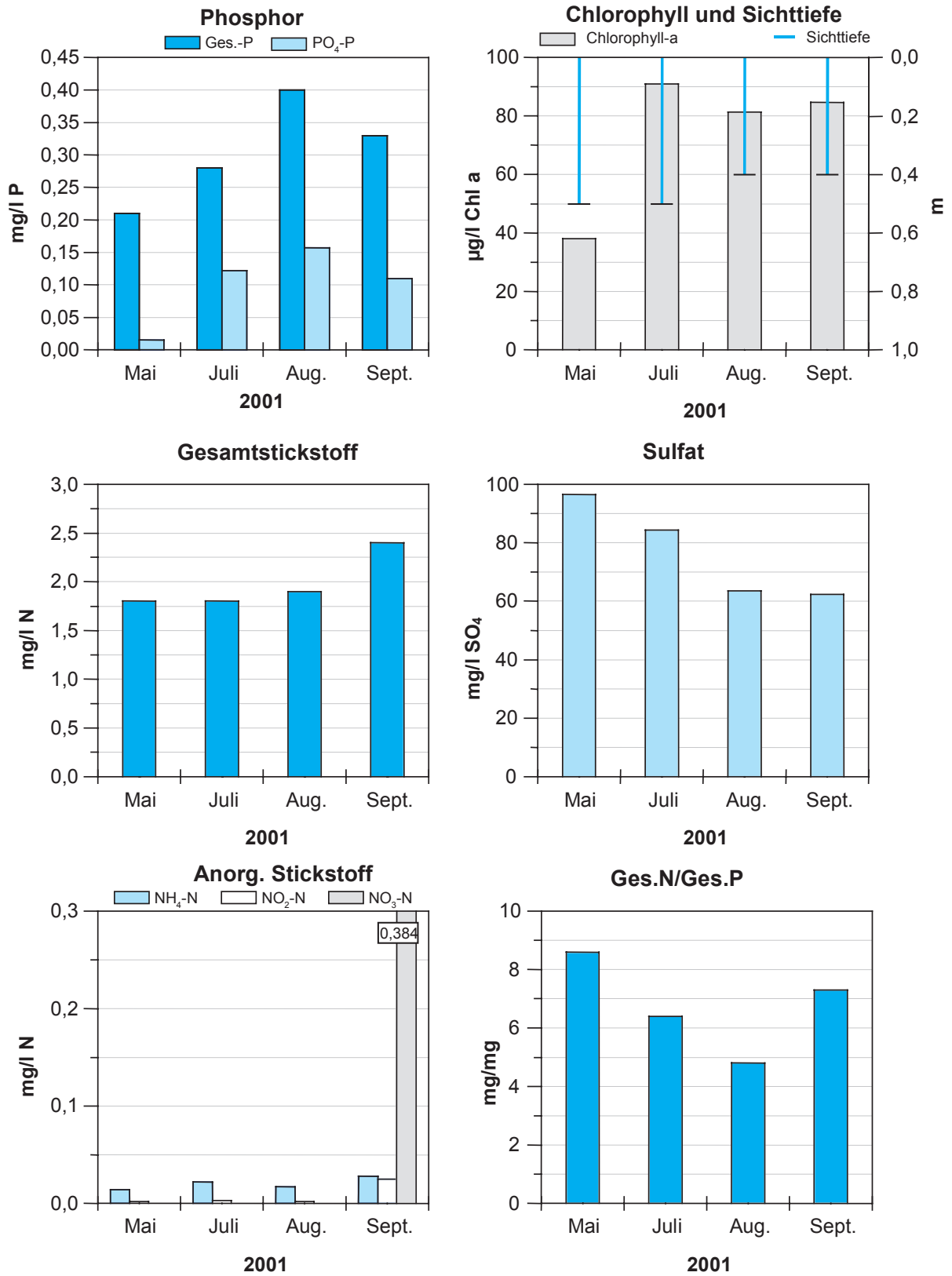


Abbildung 12: Gesamtphosphor und Phosphat (mg/l), Stickstoff mit seinen anorganischen Fraktionen (mg/l), Chlorophyll a (µg/l) und Sichttiefe (m), Sulfat (mg/l) sowie das N/P-Verhältnis (mg/mg) in 1 m Tiefe im Bottschlotter See 2001

waren mit 1,8 mg/l Stickstoff (Frühjahr) durchschnittlich. Das Verhältnis von Gesamtstickstoff zu Gesamtphosphor war entsprechend niedrig, an zwei Messtagen (Juli und August) lag es sogar deutlich unter 7. Da außerdem die Konzentrationen an anorganischem Stickstoff meist gering waren, kann davon ausgegangen werden, dass zumindest zeitweilig Stickstoff der wachstumsbegrenzende Faktor für das Phytoplankton im See war.

Die Sichttiefen in diesem nährstoffreichen See lagen zu den Messzeitpunkten zwischen 0,4 und 0,5 m (Abbildung 12). Die Chlorophyllkonzentrationen sind mit Werten zwischen 38 und 91 µg/l zwar hoch, erscheinen im Vergleich mit den Nährstoffkonzentrationen aber gering. Vermutliche Ursache ist die Tatsache, dass ein Teil der hohen Produktivität durch den gesamten See durchziehende Algenwatten bewirkt wird, die von der Chlorophyllmessung nicht erfasst werden. Die Algenwatten trugen vermutlich auch zu einem

großen Anteil zur intensiven Sauerstoffzehrung in diesem See bei. Die Sauerstoffsättigung lag an drei der vier Messtage unter 100 % und betrug im Extremfall (Juli) sogar nur 23 % (Abbildung 11). Die starke Zehrungsaktivität wird zusätzlich an den meist sehr geringen Nitratkonzentrationen (Denitrifikation) und den über den Sommer abnehmenden Sulfatkonzentrationen (Desulfurikation) deutlich. Die Nitratkonzentrationen erreichten nur im September hohe Werte (0,38 mg/l Stickstoff), da hier gleichzeitig das Nitrit höhere Konzentrationen (um 0,025 mg/l Stickstoff) erreichte, kann davon ausgegangen werden, dass eine intensive Nitrifikation von Ammonium stattfand, das aus der Biomasse freigesetzt wurde. Die intensiven, mit Desulfurikation verbundenen Zehrungsprozesse und die in der austauscharmen Sommerzeit stark ansteigenden Phosphorkonzentrationen lassen vermuten, dass im Sommer eine Phosphorrezirkulierung aus dem Sediment stattfand.

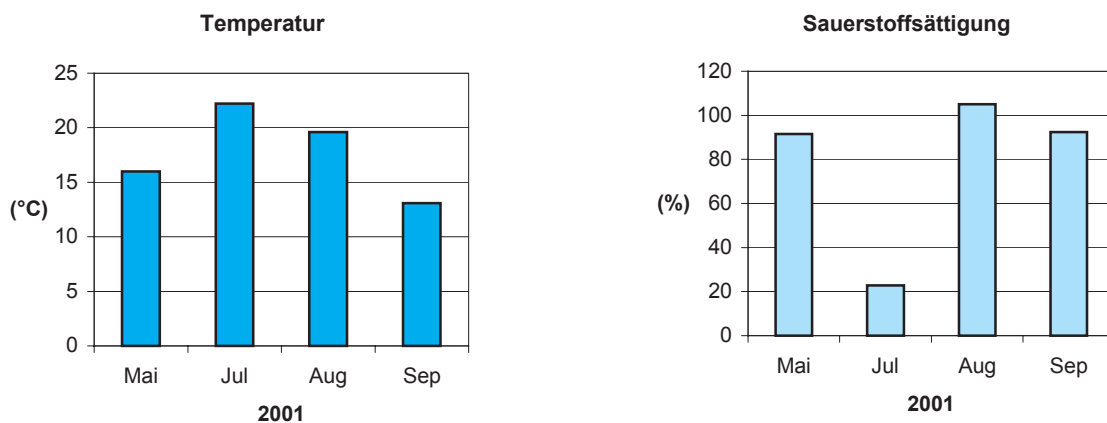


Abbildung 11: Temperatur (°C) und Sauerstoff-Sättigung (%) in 1 m Tiefe im Bottschlotter See 2001

Das **Plankton** im Bottschlotter See wurde im Auftrag des Landesamtes von SPETH (2001) untersucht. Die folgenden Ausführungen basieren auf ihrem Bericht.

Die **Phytoplanktonzönose** wurde im **Mai** von Kieselalgen beherrscht, die sich überwiegend aus kleinen, zentrischen Formen zusammensetzten. Ihre maximale Entwicklung hatte diese für das Frühjahr typische Gemeinschaft vermutlich bereits überschritten, da die Kieselsäure zu diesem Zeitpunkt schon auf 1,4 mg/l abgesunken war. Die im Mai nur begleitende Blaualge *Aphanizomenon flos-aquae* war im **Juli** dann die vorherrschende Art und wurde von verschiedenen kokkalen Grünalgen- sowie *Cryptomonas*-Arten begleitet. Im

August und **September** setzte sich das Phytoplankton aus verschiedenen einzelligen Arten zusammen (verschiedene kokkale Grünalgen, zentrische Kieselalgen, *Rhodomonas minuta*, u.a.). Insgesamt war für das Phytoplankton des Bottschlotter Sees das artenreiche kokkale Grünalgenplankton sowie die relativ hohe Häufigkeit von Euglenophyceen (Augenflagellaten) typisch. Viele Augenflagellaten sind fakultativ heterotroph, d.h. sie können sich von organischer Substanz ernähren, die von anderen Organismen stammt, ein Hinweis auf den hohen Gehalt an organischer Substanz aus Phytoplankton und Algenwatten.

Die **Zooplankton**gemeinschaft wurde im **Mai** und **Juli** von Rädertieren bestimmt (Mai: überwiegend *Polyarthra dolichoptera/vulgaris*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, Juli: überwiegend *K. cochlearis* forma *tecta*, *Brachionus angularis*). Im **August** und **September** dagegen dominierte der calanoide Ruderfußkrebs *Eurytemora affinis* mit seinen Jugendstadien (Nauplien und Copepodite). Das Auftreten dieser sich schwebend fortbewegenden Gruppe von Kleinkrebsen, die sich filtrierend ernährt, deutet auf die zunehmende Bedeutung des Planktons (gegenüber den Makrophyten) in der zweiten Jahreshälfte hin.

Über die Fischfauna liegen keine Angaben vor.

Seegrund

Die tierische Besiedlung des Sedimentes im Bottschlotter See wurde im Auftrag des Landesamtes von OTTO (2001) untersucht. Die folgenden Ausführungen sind seinem Bericht entnommen.

Im Bottschlotter See wurden bei 1, 1,4 und 1,6 m Wassertiefe Benthosproben entnommen. Das Sediment war in allen drei Probetiefen weich, dunkelgrau und ohne Schwefelwasserstoff-Geruch.

Die untersuchten Tiefen unterschieden sich hinsichtlich ihrer Besiedlung nur unwesentlich (Abbildung 13). Wenigborster und Chironomiden dominierten in allen drei Tiefen. Die Wenigborster erreichten sehr hohe Dichten von maximal fast 20.000 Ind./m², die Zuckmückenlarve *Procladius* sp. erreichte maximale Dichten von 3000 Ind./m². *Cladotanytarsus* sp. erreichte mit 1000 Ind./m² in 1 m Tiefe ebenfalls höhere Dichten. Typische Arten der Tiefenzone waren im Bottschlotter See nicht vertreten, wohingegen typische Uferformen in allen drei Tiefen vorkamen.

Auf den Brackwassereinfluss wies der Fund eines salinen Vielborsters (Polychaet) hin.

Die Trophiebeurteilung nach THIENEMANN (1922) ist wegen der geringen Tiefe nicht möglich, die Artenzusammensetzung war jedoch typisch für einen eutrophen Flachsee.

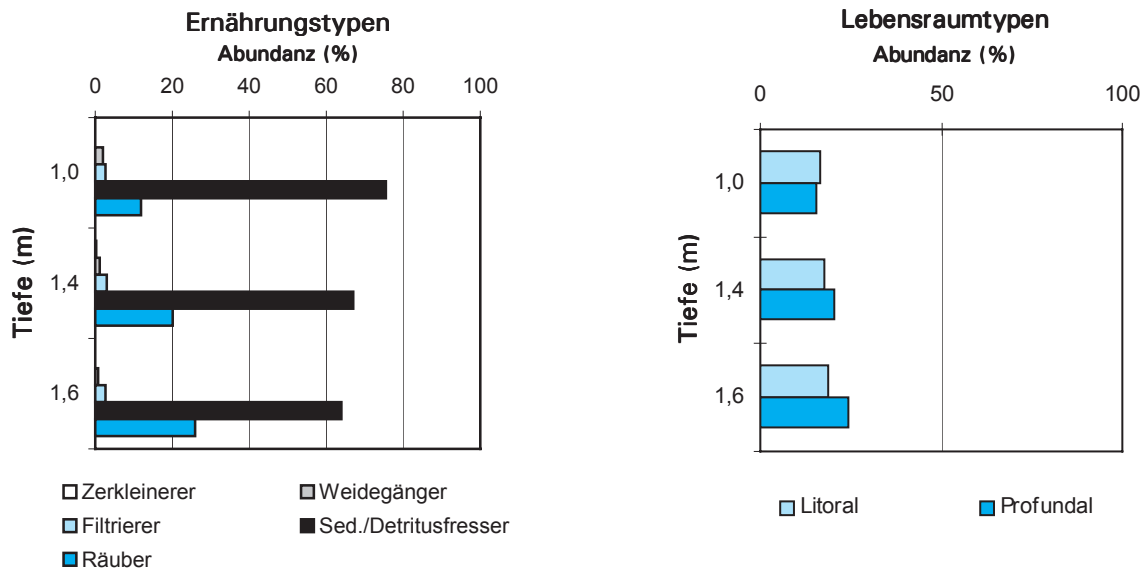


Abbildung 13: Benthos des Bottschlotter Sees; Abundanz der Ernährungs- und Lebensraumtypen in den verschiedenen Wassertiefen

Nutzung des Sees und seines Einzugsgebietes

Der Bottschlotter **See** ist in Besitz des Deich- und Hauptsielverbands Südwesthörn-Bongsiel (DHSV). Er wird als Auffangbecken für die Drainwässer der umliegenden landwirtschaftlichen Nutzflächen verwendet (s.o.). Darüber hinaus dient er als Hochwasserentlastungsbecken, indem ihm zeitweise, vor allem im Winter, Wasser aus dem Bongsieler

Kanal zugeführt wird. Er wird von Surfern, Anglern und anderen Erholungssuchenden genutzt.

Die an den See grenzenden Flächen sind ebenfalls in Besitz des Deich- und Hauptsielverbandes und werden extensiv bewirtschaftet. Das gesamte **Ostufer** von der Nordspitze des Sees bis zum Auslaufbauwerk wird durch Schafe beweidet und ist streckenweise durch Holzfaschinen befestigt.

Das Westufer nördlich des zum Boots- liegeplatz führenden Grabens wird ebenfalls von Schafen beweidet, teilweise auch als Mähwiese genutzt. Die Bewirtschaftung erscheint hier extensiver, denn die Verbiss- und Vertrittschäden sind nur gering. Am östlichen Südufer wird eine etwa 15 m breite Stelle von Windsurfern genutzt, 200 m westlich davon befindet sich ein Boots- liegeplatz im Röhricht.

Das **Einzugsgebiet** des Bottschlotter Sees wird zu etwa 88 % landwirtschaftlich, davon 72 % als Acker, genutzt. Der Waldanteil liegt bei weniger als 1 %, Siedlungen bedecken ca. 7,4 % des Einzugsgebietes. Die Zahl der Großvieheinheiten lag bei durchschnittlich 1,0 GVE/ha landwirtschaftlich genutzter Fläche.

Der Bottschlotter See erhielt **Abwasser** insbesondere aus überwiegend nicht nachgerüsteten Haus- kläranlagen der Gemeinde Dagebüll (Ortsteil Fahretoft) und aus größtenteils nachgerüsteten Anlagen der Gemeinde Niebüll sowie der Gemeinden Galmsbüll und Risum-Lindholm. Des Weiteren wird etwa 50 % der Fläche des Ortes Niebüll in den See entwässert.

Belastungssituation des Sees

Aufgrund der Flächennutzung und der Abwasser- beseitigung im Einzugsgebiet sowie der Nieder- schlagbeschaffenheit werden im Folgenden die Einträge von Phosphor und Stickstoff in den Bott- schlotter See grob abgeschätzt (Abbildung 14 und Tabelle 6).

Tabelle 6: Einträge von Phosphor und Stickstoff in den Bottschlotter See aus verschiedenen Quellen (Abschätzung gemäß Kapitel Auswertungsmethoden)

Flächennutzung	(ha) bzw.	(kg/ha·a) P	Phosphoreintrag	(kg/ha·a) N	Stickstoffeintrag
	Stück	bzw. (kg/GVE·a) P		(kg/a)	
Acker	2801	0,5	1401	20	56020
Grünland	642	0,2	128	10	6420
Großvieheinheiten	3450	0,2	690	0,9	3105
Wald	31	0,05	2	7	217
Siedlung	290	0,75	218	13	3770
Gewässer	58		0		0
Sonstiges	94		0		0
Summe (ha)	3916		2438		69532
Niederschlag	56	0,05	3	10,2	571
auf die Seefläche					
Punktquellen	EW	(kg/EW·a) P	Phosphoreintrag	(kg/EW·a) N	Stickstoffeintrag
Abwasser	350	0,3	105	3,0	1050
Abwasser	900	0,7	630	3,7	3330
Summe			735		4380
Gesamteintrag in den See			Phosphor	Stickstoff	
Summe (kg/a)			3175	74483	
bezogen auf die Seefläche (g/a·m ²)			5,67	133	
Gesamtaustrag aus dem Landeinzugsgebiet					
(kg/a·ha Landfläche) (ohne Niederschlag auf die Seefläche)			0,82	19	

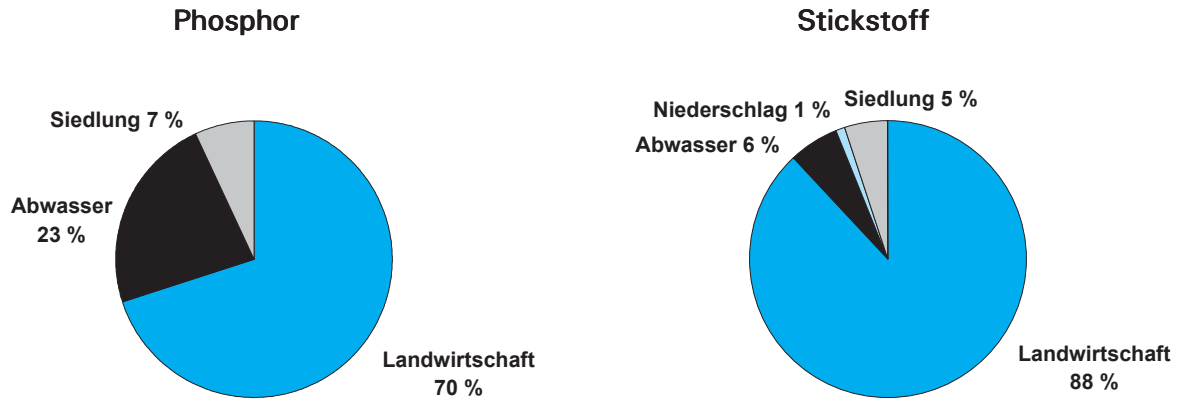


Abbildung 14: Quellen für Phosphor- und Stickstoffeinträge in den Bottschlotter See

Die Einträge aus dem Einzugsgebiet und durch Niederschlag lagen insgesamt bei 3175 kg/a Phosphor und bei fast 74,5 t/a Stickstoff. Hauptquelle für beide Stoffe ist die landwirtschaftliche Flächennutzung. Die Abwasserbeseitigung hat mit knapp 23 % einen hohen Anteil an der Phosphor-Belastung. Mit jährlich 5,67 g/a·m² Seefläche Phosphor ist die Flächenbelastung des Bottschlotter Sees sehr hoch.

Von VOLLENWEIDER & KEREKES (1980) wurde ein Modell entwickelt, bei dem unter Einbeziehung der Seebeckengestalt und des Wasseraustausches die zu erwartende Phosphorkonzentration im See abschätzt wird. Das Modell wurde für geschichtete, weniger stark durchströmte größere Seen entwickelt und ist daher für den Bottschlotter See nur bedingt einsetzbar. Zur groben Orientierung soll es trotzdem herangezogen werden.

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

P_E	:		= erwartete Phosphor-Konzentration im See (mg/l)
L	:	5,67	= jährliche Phosphor-Belastung pro Seefläche (g/a·m ²)
T_w	:	0,05	= theoretische Wasseraufenthaltszeit (a)
z	:	1,1	= mittlere Tiefe des Sees (m)

$$P_E = \frac{5,67 * 0,05}{1,1 (1 + 0,22)} = 0,21 \text{ mg/lP}$$

Die nach VOLLENWEIDER zu erwartende Phosphor-Konzentration im Bottschlotter See (0,21 mg/l Phosphor) stimmt mit dem im Mai 2001 gemessenen Wert überein, die Phosphorkonzentrationen nahmen zum Sommer hin jedoch noch stark zu. Da der Bottschlotter See jedoch wegen seines starken Makrophytenbewuchses vermutlich einen sehr heterogenen Wasserkörper

besitzt, ist über den tatsächlichen Phosphorgehalt des Sees kaum eine Aussage zu treffen. Ob dieser zeitweise stark durchströmte See über das Jahr hinweg als Nährstofffalle oder als Nährstoffquelle (durch Freisetzung aus dem Sediment) wirkt, könnte nur an Hand von Phosphormessungen im Abfluss abgeschätzt werden.

Bewertung

Der Bottschlotter See ist ein künstliches Gewässer, das vor fast vier Jahrhunderten durch Eindeichung eines Kooges aus einem Priel entstand. Die Funktion als Dränwassersammelbecken für die umliegenden landwirtschaftlichen Flächen in Kombination mit der Nutzung als Hochwasserentlastungsbecken führt zu hohen, dem natürlichen jahreszeitlichen Rhythmus nicht angepassten Seespiegelschwankungen. Das große, landwirtschaftlich genutzte Einzugsgebiet und der starke Wasserdurchsatz bedingen einen Phosphoreintrag, der mit $5,7 \text{ g/m}^2$ Seefläche und Jahr sehr hoch ist. Durch die geringe Tiefe des Gewässers und die gute Winddurchmischung können die Nährstoffe sehr effektiv umgesetzt werden.

Hohe Chlorophyllwerte, geringe Sichttiefen und die Ausbildung von Algenwatten, die anscheinend den gesamten Seeboden bedecken, zeigen die intensive Primärproduktion in diesem See. Nach Absterben der produzierten Biomasse führen intensive Zehrungsprozesse zu Sauerstoffschwund, Denitrifikation und Desulfurikation am Sediment und vermutlich auch in den Algenwatten, die anaerobe Reaktionskörper bilden können. Da bei diesen Prozessen zum einen Phosphor aus dem Sediment freigesetzt wird, es zum anderen zu Stickstoffverlusten kommt, gerät Stickstoff im Sommer ins Minimum und wird zum wachstums-limitierenden Faktor. Durch die starke Durchströmung, die vor allem in der vegetationsfreien Zeit stattfindet, wird vermutlich ein großer Teil des aus dem Einzugsgebiet eingetragenen Phosphors wieder ausgespült.

Das Benthos war zwar nicht sehr artenreich, die Individuendichte jedoch hoch und bietet damit eine gute Nahrungsgrundlage für Fische.

Die Ufervegetation ist aus floristischer Sicht unbedeutend, sie kann in den Bereichen mit gut entwickeltem Röhricht aber zu einer Stabilisierung der Nährstoffsituation beitragen, wenn es gelingt, die Nährstoffeinträge soweit zu verringern, dass dieser Beitrag ins Gewicht fällt.

Nach den Kriterien der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 1998) ist der gegenwärtige Zustand des Bottschlotter Sees polytroph 2. Für eine Definition des potentiellen Referenzzustandes nach LAWA ist jedoch eine theoretische Austauschzeit von mindestens drei Monaten erforderlich, so dass das Bewertungsschema auf diesen, zudem brackigen See, der alle 18 Tage ausgetauscht wird, nicht angewendet werden kann.

Empfehlungen

Der Bottschlotter See ist im wesentlichen ein künstliches Gewässer mit extrem hohen Nährstoffeinträgen und einem unnatürlichen hydrologischen Regime. Gegenwärtig liegt seine Hauptfunktion in der Aufnahme und Speicherung von Dränwasser bzw. der Hochwasserentlastung. Seine durch hohe Primärproduktion sehr rasche Verschlammung gab in der Vergangenheit wiederholt Anlass zu Beschwerden von Anwohnern.

Will man dieses Gewässer in einen Zustand versetzen, der auch aus Sicht der Erholungssuchenden und des Naturschutzes attraktiv ist, so muss angestrebt werden, den Nährstoffeintrag deutlich zu verringern und die Besiedlung mit höheren Makrophyten zu erhalten und zu fördern, die Phytoplanktonproduktion und die der fädigen Algen dagegen zu verringern oder zu verhindern. Höhere Wasserpflanzen haben einen längeren Lebenszyklus mit langsamerem Stoffumsatz und können daher dämpfend auf den Stoffumsatz im gesamten See wirken.

Wichtigste Maßnahme wäre die Verringerung der Nährstoffeinträge aus den landwirtschaftlichen Nutzflächen des Einzugsgebiets. Auch wenn der See erst im Zuge der Landgewinnung für eine landwirtschaftliche Nutzung entstanden ist, so sind doch laut EU-Wasserrahmenrichtlinie Maßnahmen zur Begrenzung des ökologischen Schadens zu ergreifen (s.u.). Eine Optimierung der Landwirtschaft im Einzugsgebiet zwecks Erhöhung des Stoffrückhaltes an Land würde auch dem Meeresschutz dienen.

Auch die Abwasserbelastung trägt noch immer zur Nährstoffbelastung des Bottschlotter Sees bei. Es sollte geprüft werden, ob die Behandlung des Abwassers der einleitenden Ortschaften, insbesondere von Fahretoft, wo im Untersuchungszeitraum noch überwiegend nicht nachgerüstete Hauskläranlagen vorhanden waren und seitdem eine Nachrüstung erfolgt, optimiert werden kann. Die Gemeinden Galmsbüll, Niebüll und Risum-Lindholm sind ebenfalls noch nicht an die zentrale Abwasserentsorgung angeschlossen. Das Niederschlagswasser aus Niebüll sollte durch ein Regenwasserabsetzbecken behandelt werden.

Die unmittelbare Beweidung der Ufer trägt durch Eintrag tierischer Fäkalien, Förderung der Erosion durch Vertritt und Schädigung der Ufervegetation zur Eutrophierung bei. Angesichts der hohen Einträge aus dem Einzugsgebiet ist dieser Faktor am Bottschlotter See vermutlich gegenwärtig von untergeordneter Bedeutung, da die angrenzenden Flächen überwiegend extensiv beweidet werden.

Bei einer Sanierung des Sees sollte jedoch der freie Zugang der Tiere zum Wasser, wie er in den Bereichen des mittleren und nördlichen Ostufers noch gegeben ist, unterbunden werden.

Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie

Da der Bottschlotter See ein künstlicher See ist, ist für ihn gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie ein gutes ökologisches Potenzial anzustreben. Dieses gute ökologische Potenzial berücksichtigt die bei der Schaffung des Sees angestrebten spezifischen Nutzungen des Sees und seines Einzugsgebietes, also in diesem Fall Landbewirtschaftung und Be-

siedlung. Es sind aber Maßnahmen zur Begrenzung des ökologischen Schadens durch die künstliche Steuerung seiner Zu- und Abläufe, seine Nutzung als Hochwasserrückhaltebecken und die landwirtschaftliche Nutzung des Einzugsgebietes zu prüfen, die keine signifikanten negativen Auswirkungen auf die spezifischen Nutzungen haben.

Die hydromorphologischen, physikalisch-chemischen und biologischen Bedingungen für das gute ökologische Potenzial sind in Anlehnung an die Ökologie eines vergleichbaren natürlichen Sees für jeden größeren künstlichen See bis 2008 festzulegen.

Fastensee

Topographische Karte (1 : 25.000):	1432
Flusssystem:	Ostsee
Kreis:	Ostholstein
Gemeinde:	Fehmarn
Eigentümer:	privat
Pächter:	-
Lage des oberirdischen Einzugsgebietes:	
Rechtswerte:	443717 - 443796
Hochwerte:	604229 - 604371
Höchster Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	0,41
Mittlerer Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	0,27
Niedrigster Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	0,14
Größe des oberirdischen Einzugsgebietes (km ²):	0,51
Seefläche (km ²):	0,35
Seevolumen (m ³) bei 0,23 m ü.NN:	170.000
Maximale Tiefe (m):	0,9
Mittlere Tiefe (m):	0,5
Uferlänge (km):	3,9
Theoretische Wasseraufenthaltszeit (a):	1,1
(bei einem geschätzten Abfluss von 10 l/(s·km ²))	
Umgebungsarealfaktor (m ² /m ²):	0,5
Umgebungsvolumenfaktor (m ² /m ³):	0,9
Uferentwicklung:	1,8
Hypolimnion/Epilimnion (m ³ /m ³):	-
Mischungsverhalten:	ungeschichtet

Entstehung

Als Strandsee verdankt der Fastensee seine Entstehung der Abtrennung einer Meeresbucht durch eine Nehrung. Von Steilküsten abgetragenes Material wurde in Verlängerung der Küstenlinie in Form einer Nehrung abgelagert, die schließlich bis zum gegenüberliegenden Ufer der Bucht weiterwuchs und so den See vom Meer abtrennte.

Einzugsgebiet und Morphologie des Sees

Der Fastensee (Abbildung 1) liegt außendeichs am nördlichen Westufer der Insel Fehmarn im Norden des Kreises Ostholstein. Sein Einzugsgebiet (Abbildung 15) wird landseitig durch den schmalen, dem Deich vorgelagerten Grünlandstreifen gebildet, der von Schafen beweidet wird, seeseitig durch den Strandwall. Es ist mit 0,51 km² nur wenig größer als die Seefläche (0,35 km², Abbildung 2).

Die Böden des sehr kleinen Einzugsgebiets bestehen landseitig aus Geschiebemergel der Grundmoräne, am Strandwall sind sie sandig-kiesig.

Der Fastensee besitzt weder regelmäßige oberirdischen Zuflüsse noch Abläufe. Sein Seespiegel (Abbildung 16) schwankte im Beobachtungszeitraum 2001 zwischen 0,41 im April und 0,14 m über NN im August. Bei Sturmfluten erhält der See Wasser aus der Ostsee, das den Seedamm überflutet.

Der Fastensee ist mit einer maximalen Tiefe von 0,9 m und einer mittleren Tiefe von 0,5 m sehr flach. Das Becken erstreckt sich länglich annähernd in Nord-Südrichtung. Die tiefste Stelle befindet sich ungefähr in der Seemitte (Abbildung 17). Das Westufer wird durch einen etwa 50 m breiten flachen Strandwall gebildet, der den See von der Ostsee trennt, das Ostufer grenzt an den Deich an.

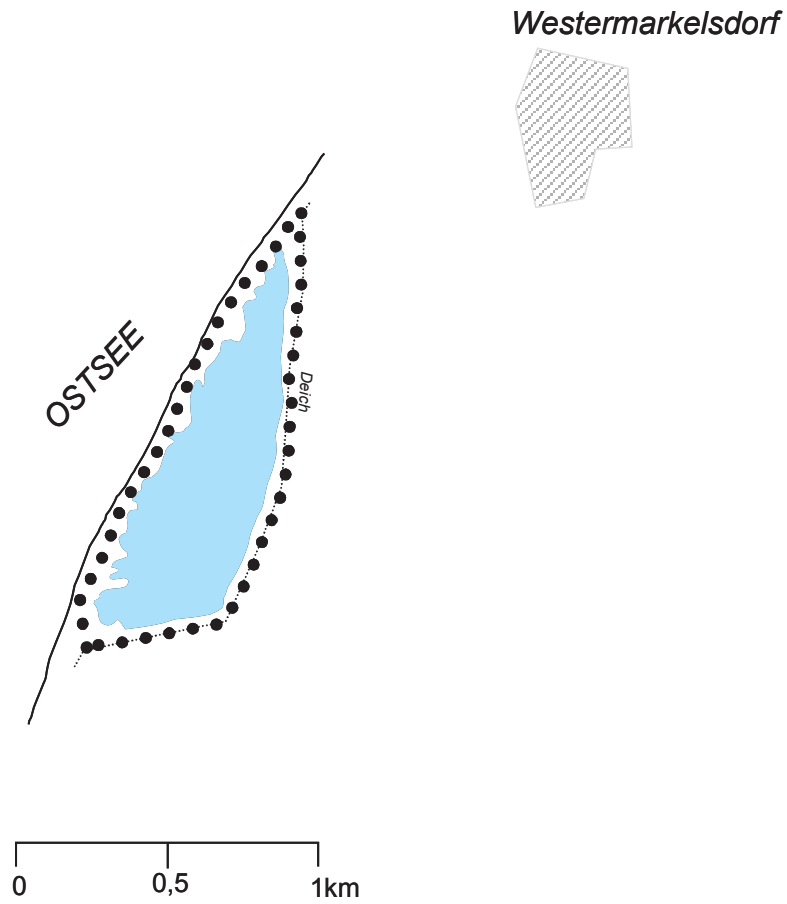


Abbildung 15: Einzugsgebiet des Fastensees

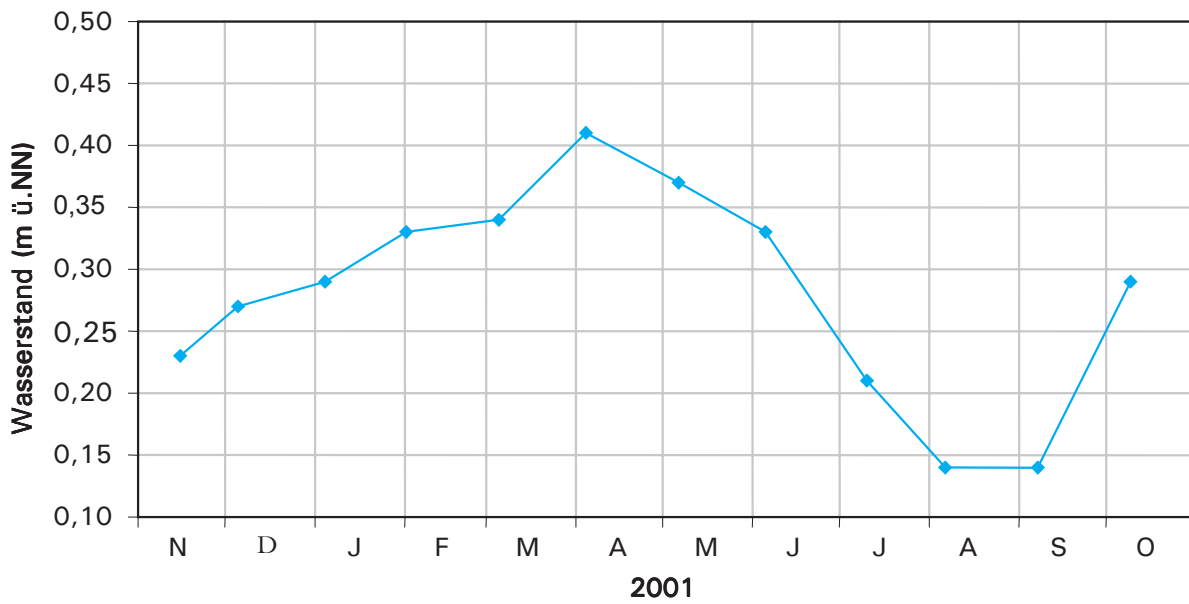


Abbildung 16: Seewasserstände (m ü. NN) im Fastensee im Abflussjahr 2001 (Einzelmessungen)

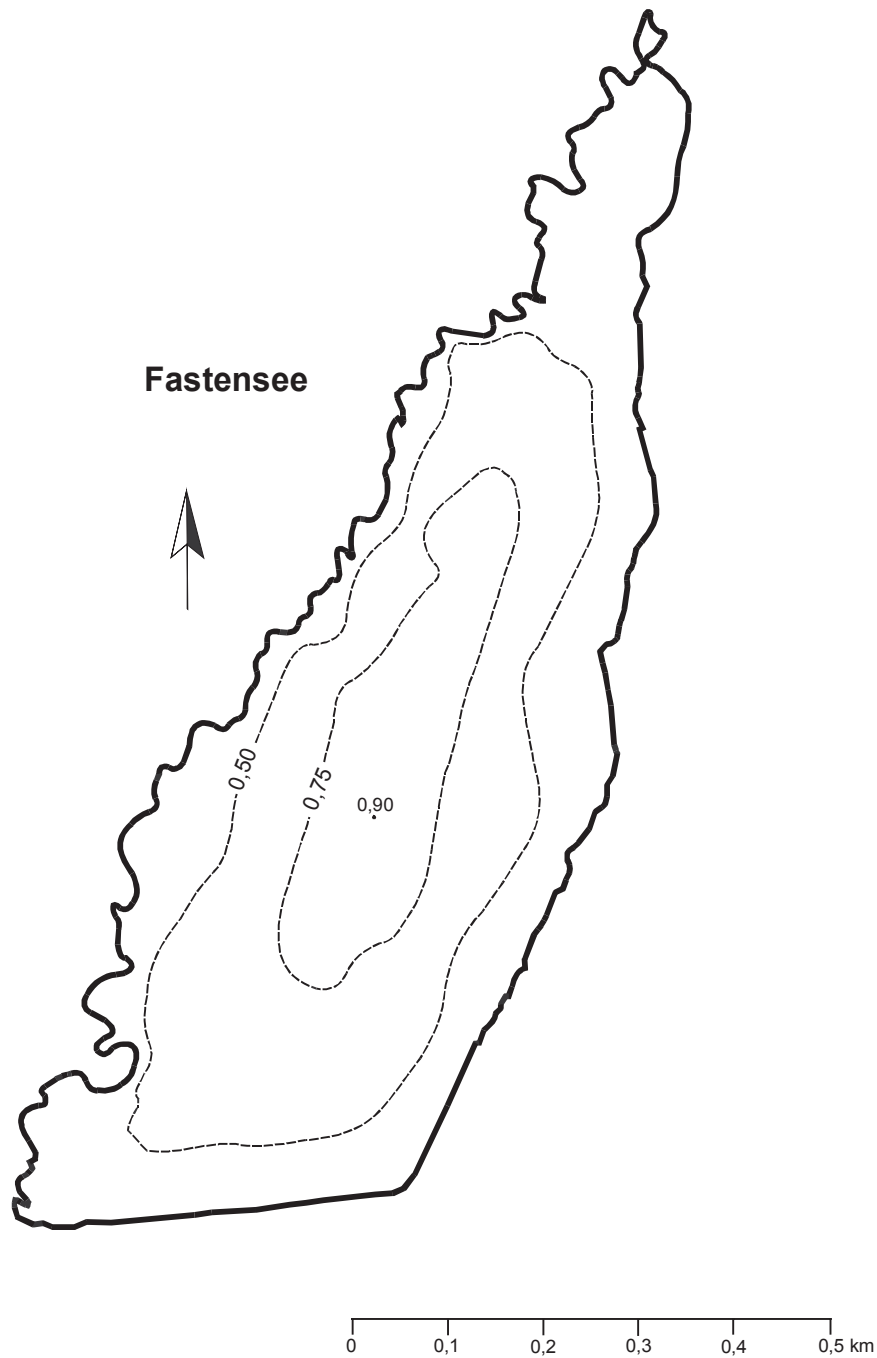


Abbildung 17: Tiefenplan des Fastensees

In Abbildung 18 sind die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse an der Messstation Westermakelsdorf dargestellt. Das Wasserhaushaltsjahr 2001 wies im Vergleich zum langjährigen Mittel

verhältnismäßig hohe Wintertemperaturen auf. Überdurchschnittlich hohe Niederschläge fielen vor allem im September.

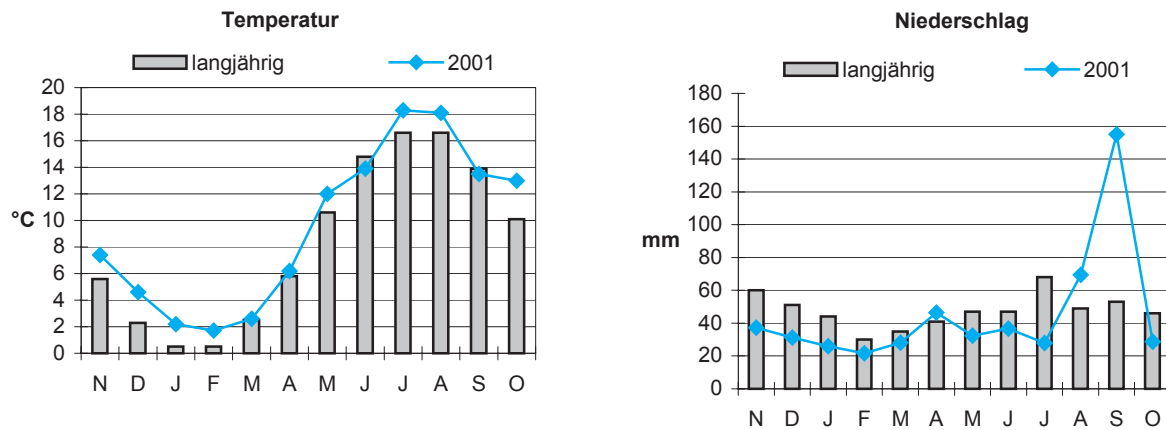


Abbildung 18: Mittlere Monatstemperaturen und monatliche Niederschlagshöhen für das Abflussjahr 2001 an der Messstation Westermarkelsdorf im Vergleich zum langjährigen Mittel 1961/90

Ufer

Die Ufervegetation des Fastensees wurde im Auftrag des Landesamtes von STUHR (2000) grob erfasst. Die folgenden Ausführungen sind seinem Bericht entnommen.

Ufergehölze und **Schwimblattpflanzen** fehlen am Fastensee wegen des hohen Salzgehaltes völlig.

Unbeweidete **Salzwiesen** bilden am Westufer einen 10 – 30 m breiten Streifen zwischen Röhricht und Strandwall, stellenweise grenzen sie direkt an den See. Sie weisen neben den bestandsbildenden Arten Rotschwengel *Festuca rubra*, Strandwegerich *Plantago maritima*, Strandmilchkraut *Glaux maritima* sowie der Salzsuppenmiere *Spergularia salina* und der Flügel-samigen Schuppenmiere *S. media* viele gefährdete Arten auf. So wurde darunter die nach der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Schleswig-Holsteins (MIERWALD & BELLER 1990) vom Aussterben bedrohte, hier jedoch sehr häufige Rauhaarige Dornmelde *Bassia hirsuta* (RL 1), der stark gefährdete Wiesenalant *Inula britannica* (RL 2) und die potenziell gefährdete Strandbinse *Juncus maritimus* (RL 4) gefunden. Im Übergangsbereich zum Strandwall treten die vom Aussterben bedrohten Arten Bergheilwurz *Seseli libanotis* (RL 1), das stark gefährdete Kleine Mädesüß *Filipendula vulgaris* (RL 2) und die gefährdeten Arten Meer-kohl *Crambe maritima* (RL 3), Strandplatterbse *Lathyrus maritimus* (RL 3) und Wilde Rübe *Beta vulgaris* (RL 4) auf. Nur vereinzelt findet sich in den beweideten Salzwiesen am nördlichen Ostufer das Salz-Hasenohr *Bupleurum tenuissimum* (RL 1) und das gefährdete Zierliche Tausendgüldenkraut *Centaurium pulchellum* (RL 3).

Röhrichte nehmen am Westufer die meiste Fläche ein, während sie an den übrigen Uferbereichen durch Beweidung und Befestigung weitestgehend fehlen. Am Westufer gibt es eine naturnahe Zonierung mit Brackwasserröhricht, unbeweideten Salzwiesen und Strandwall. Vorherrschende Art ist das schütter ausgeprägte Schilf *Phragmites australis*, das oberhalb der Wasserlinie Bestände wechselnder Breite (10 und 100 m) bildet. Daneben dominiert die Strandsimse *Bolboschoenus maritimus* kleinere Teilflächen oder Übergänge zu den Salzwiesen. Die dem Deich vorgelagerten Süd- und Ostufer sind mit Schafen beweidet, überwiegend naturfern befestigt und weisen keine typische Verlandungszonierung auf.

Unterwasserpflanzen sind vermutlich flächendeckend im gesamten See vorhanden, konnten wegen der Behinderung durch Aufwuchsalgen mit der angewandten Methode jedoch nur punktuell erfasst werden. Bis zur tiefsten Stelle traten schütter, aber flächige Bestände der gefährdeten Spiraligen Salde *Ruppia cirrhosa* (RL 3) auf. Am Ostufer fand sich vereinzelt Teichfaden *Zannichellia palustris* sowie die vom Aussterben bedrohte Armleuchteralge *Lamprothamnium papulosum* (RL 1). Ein Vergleich mit früheren Vegetationskartierungen von GLOWINSKI (1984) und HAMANN (1999) lässt vermuten, dass mit *Lamprothamnium hansenii*, *Tolypella nidifica* und (als Einzelfund) *Chara baltica* (alle RL 1) weitere vom Aussterben bedrohte Armleuchteralgen im Fastensee vorkommen. Insgesamt waren jedoch dichte Bestände anderer Algenarten, insbesondere fädiger Grünalgen, die die anderen Makrophyten überwucherten, aspektbildend.

Der Fastensee ist mit Ausnahme der befestigten Süd- und Ostufer ein kaum beeinträchtigter, naturnaher Strandsee. Durch mehrere vom Aussterben bedrohte Armleuchteralgen sowie das naturnahe Westufer, das in seinen Salzwiesen, Brackwasser-röhrichten und auf dem Strandwall neun Arten der Roten Liste Schleswig-Holstein in zum Teil großen Beständen aufweist, ist er aus vegetationskundlicher Sicht als von landesweiter, vermutlich sogar bundesweiter Bedeutung einzuschätzen.

Freiwasser

Da der Verlauf der Stoffkonzentrationen im Fastensee stark von Niederschlag (Verdünnung) und Verdunstung (Aufkonzentration) abhängig ist,

soll hier kurz auf das Muster der Wasserbilanz eingegangen werden. Hinweise auf die Wasserbilanz geben der Verlauf der Chloridkonzentrationen, da diese biologisch nicht umgesetzt werden, die Wasserstände sowie die Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes von der Station Westermarkeisdorf (Abbildung 18). Die annähernd gegenläufig zur Seespiegelhöhe verlaufenden Chloridkonzentrationen (Abbildung 19) zeigen den im Sommer geringen Einfluss von zuströmendem Süßwasser. Von Mai bis Juli waren die Verdunstungsmengen höher als die gefallenen Niederschläge, während im August und September 2001 die Niederschläge die Verdunstung übertrafen. Äußere Einflussgrößen wie Wind, Temperatur und Licht haben für derart flache Seen eine besonders große Bedeutung.

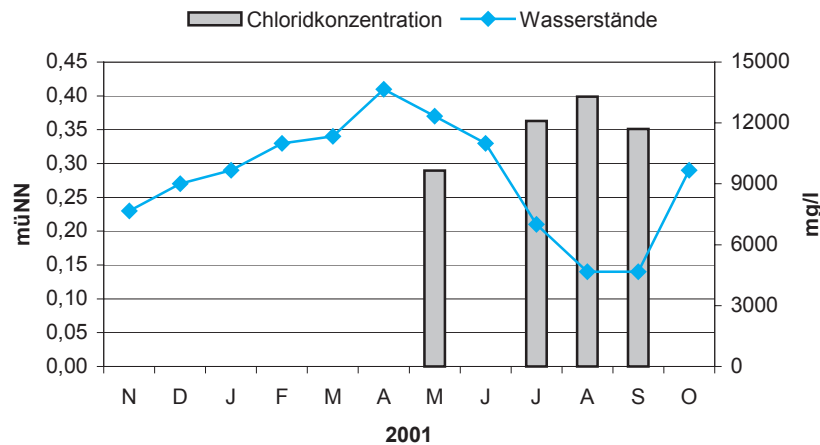


Abbildung 19: Wasserstände und Chloridkonzentrationen des Fastensees im Abflussjahr 2001

Der Fastensee war durch seine sehr geringe Tiefe und seine hohe Windexposition vermutlich meist gut durchmischt. Das Brackwasser dieses Strandsees zeigt mit sehr hohen Chloridkonzentrationen (bis 13.000 mg/l) und ebenfalls hohen Sulfatkonzentrationen (bis 1.700 mg/l) den starken Einfluss der Ostsee. Im Untersuchungszeitraum waren die Salzgehalte im Fastensee (17 bis 21 g/kg) stets höher als die der Ostsee vor Fehmarn (11 bis 16 g/kg). Ob über die Jahre hinweg eine Salzanreicherung im Fastensee stattfindet oder diese sommerliche Aufkonzentration durch vermehrte winterliche Niederschläge wieder ausgeglichen wird, könnte nur durch Vergleichsmessungen abgeschätzt werden.

Die Calciumkonzentration lag mit 164 mg/l (Frühjahr) sehr hoch. Bei einer Säurekapazität von etwa 2,5 mmol/l im Frühjahr war der See durchschnitt-

lich gut gepuffert. Die pH-Werte lagen mit Werten zwischen 7,7 und 7,9 im nur schwach basischem Bereich. Die elektrische Leitfähigkeit war, entsprechend dem hohen Salzgehalt, mit Werten von meist über 3000 mS/m sehr hoch.

Mit Gesamtposphorkonzentrationen zwischen 0,075 und 0,1 mg/l Phosphor und Gesamtstickstoffkonzentrationen zwischen 2 und 3 mg/l Stickstoff (Abbildung 21) wies der Fastensee für schleswig-holsteinische Verhältnisse mittlere Phosphor- und leicht erhöhte Stickstoffkonzentrationen auf (Abbildung 4). Anorganischer Phosphor war im Oberflächenwasser an allen Messtagen vorhanden. Es kann also davon ausgegangen werden, dass der Phosphor kein limitierender Faktor für die Primärproduktion war, während der Stickstoff möglicherweise zeitweise einen wachstums-limitierenden Faktor darstellte.

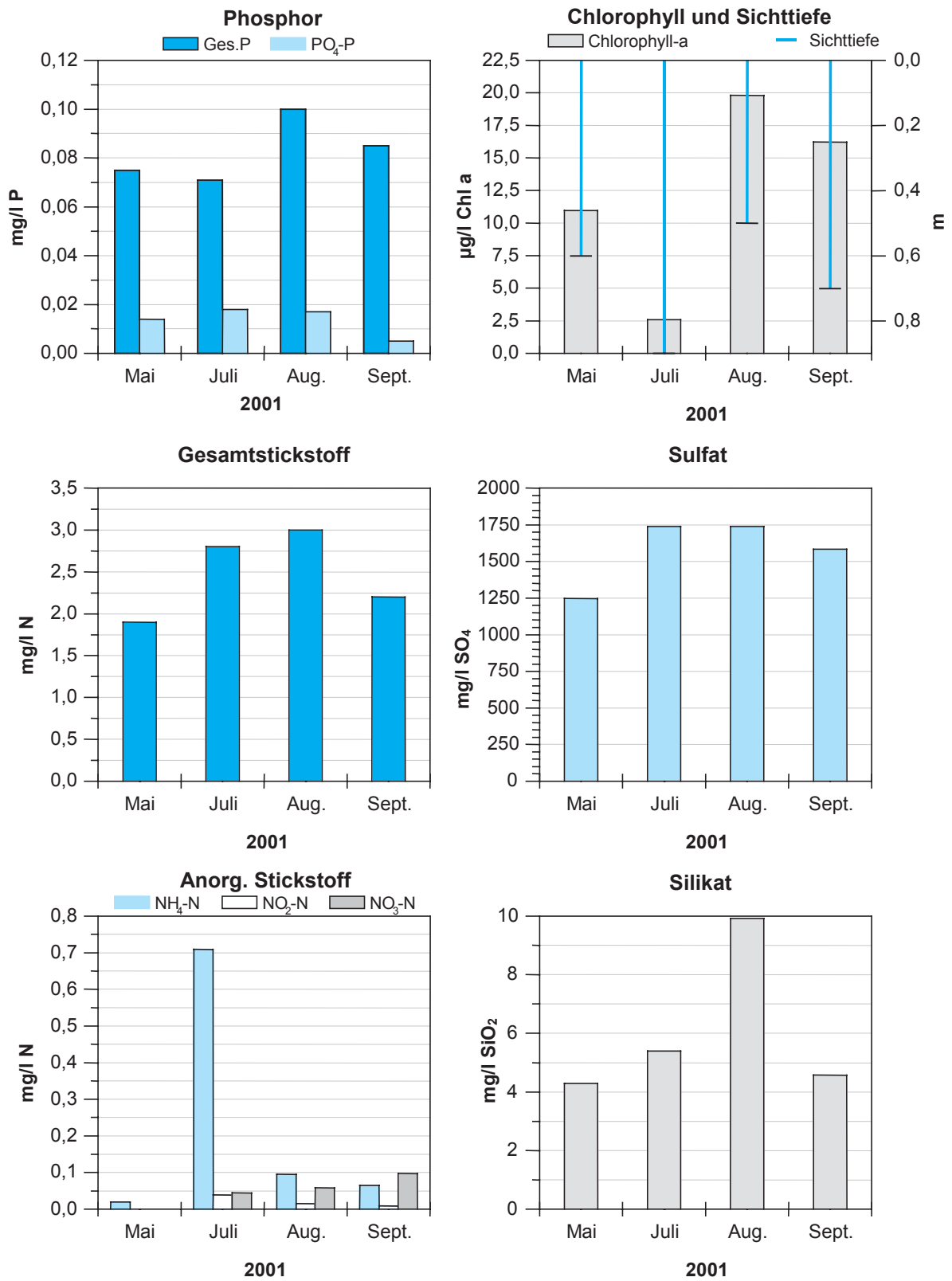


Abbildung 21: Phosphor und Phosphat (mg/l), Stickstoff mit seinen anorganischen Fraktionen (mg/l), Chlorophyll a (µg/l) und Sichttiefe (m), Sulfat (mg/l) sowie Silikat (mg/l) im Fastensee 2001; (im Juli herrschte Grundsicht)

Die Chlorophyllkonzentrationen waren insgesamt im Verhältnis zum Phosphor aufgrund des brackigen Wassers recht niedrig, die Sichttiefen entsprechend hoch. Im **Juli** wurde bei Chlorophyllkonzentrationen von nur 2,6 µg/l Grundsicht beobachtet. Die absterbende Biomasse ließ zu diesem Zeitpunkt die Ammoniumkonzentration stark ansteigen auf über 0,7 mg/l Stickstoff. Die ebenfalls gestiegenen Nitritkonzentrationen zeigen die Nitrifikation des Ammoniums an.

Trotz der geringen Chlorophyllkonzentrationen war die Zehrungsaktivität zu den Messzeitpunkten, wie an den stets untersättigten Sauerstoffkonzentrationen deutlich wird, sehr hoch (Abbildung 20).

Während der intensiven Abbauprozesse im Juli lag die Sauerstoffsättigung nur bei 81 %. Hierfür war vermutlich der Zusammenbruch einer vorangehenden Algenblüte verantwortlich, während durch geringes Windaufkommen der nötige Sauerstoffeintrag aus der Luft verzögert wurde. Die von Juli zu August trotz ansteigender Chloridkonzentrationen (Aufkonzentration der gelösten Stoffe) gleichbleibenden Sulfatkonzentrationen deuten auf eine biologische Desulfurikation. Schwefelwasserstoffgeruch war jedoch nicht feststellbar. Im September führten hohe Niederschläge zur Verdünnung der im See gelösten Stoffe.

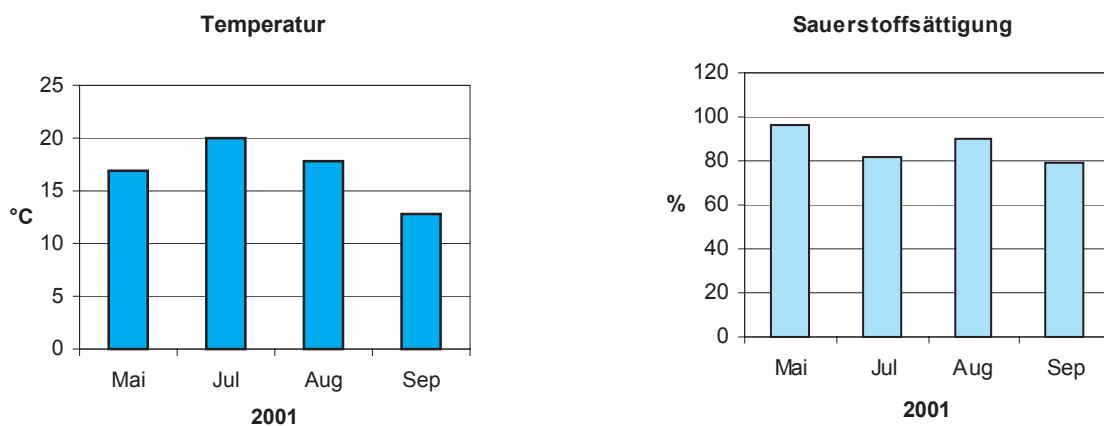


Abbildung 20: Temperatur (°C) und Sauerstoff-Sättigung (%) in 1 m Tiefe im Fastensee 2001

Das **Plankton** im Fastensee wurde im Auftrag des Landesamtes von SPETH (2001) untersucht. Die folgenden Ausführungen sind ihrem Bericht entnommen.

Das Phytoplankton war mit 15 Taxa artenarm, die Artenzahl im Zooplankton (ohne Protozoa) war mit sechs ebenfalls gering.

Im **Mai** wurde die **Phytoplanktongemeinschaft** durch massenhaft auftretende kleine, begeißelte Arten der Gattung *Rhodomonas* beherrscht, die von nicht näher bestimmten, ebenfalls recht kleinen Flagellaten begleitet wurden. Im **Juli** war die Phytoplanktondichte insgesamt sehr gering, der großzellige marine Dinoflagellat *Scrippsiella* sp. war aspektbestimmend und wurde von unbestimmten Flagellaten begleitet. Im **August** und **September** traten wieder vermehrt *Rhodomonas*-Arten auf.

Ciliaten waren im **Zooplankton** stets häufig. Unter den drei Arten von Rädertieren erreichte lediglich *Synchaeta* sp. im Juli höhere Dichten. Zu den

anderen Zeitpunkten wurde das Zooplankton vor allem von calanoiden Ruderfußkrebsen und ihren Jugendstadien sowie von Larven der Vielborster (Polychaeten) beherrscht.

Über die Fischfauna liegen keine Angaben vor.

Seegrund

Am Fastensee wurden bei 0,6, 0,7 und 0,9 m Wassertiefe Benthosproben entnommen. Das Sediment war in 0,6 m mittelsandig und grau, in 0,7 und 0,9 m Tiefe weich und dunkelgrau bis schwarz. Es wies im Frühjahr in allen drei Tiefen keinen Geruch auf.

Die tierische Besiedlung des Sedimentes im Fastensee wurde im Auftrag des Landesamtes von OTTO (2001) untersucht. Die folgenden Ausführungen sind seinem Bericht entnommen.

Die Bodenfauna des Fastensees ist durch die hohe Salinität des Wassers geprägt. Süßwasserarten fehlten völlig.

Die artenreichste Gruppe und mit größter Häufigkeit vorhanden waren die Polychaeten (Vielborster). Unter ihnen erreichte *Heteromastus filiformis* die größte Dichte, die zur Tiefe hin zunahm von 622 auf 4063 Ind./m². Unter den Oligochaeten (Wenigborstern) trat *Tubificoides benedeni* an der flachsten Stelle mit 1154 Ind./m² auf. In dieser Tiefe waren ebenfalls Gastropoden (Schnecken) der Familie Hydrobiidae häufig (2642 Ind./m²). Muscheln, überwiegend *Cerastoderma edule*, wurden fast ausschließlich als Schalenfund registriert. An Krebsen wurden vor allem der Schlickkrebis *Corophium volutator* und *Microdeutopus gryllotalpa* gefunden.

Wegen der geringen Tiefe des Fastensees und aufgrund des marinen Charakters der vorgefundenen Arten, konnte eine Bewertung der Bodenfauna nach THIENEMANN nicht erfolgen.

Nutzung des Sees und seines Einzugsgebietes

Der Fastensee liegt in dem benannten FFH-Gebiet und EG-Vogelschutzgebiet „1432-401 Nördlicher Binnensee Fehmarn, Salzensee und Fastensee“. Zur Zeit wird die Ausweisung des geplanten Naturschutzgebietes „Nördliche Seenniederung“, das auch den Fastensee einschließt, vorbereitet.

Der **See** unterliegt keiner direkten Nutzung, er wird ausschließlich durch den Eigentümer befischt und befahren. Es gibt zwei Bootsstege.

Das gesamte **Ostufer** und das Südufer, die größtenteils durch den Deich gebildet werden und mit Lahnungen befestigt sind, werden von Schafen beweidet. Das naturnahe Westufer wird nicht genutzt, in zwei Bereichen ist es während der Brutzeit und wegen des Vorkommens der Zwergseeschwalbe abgezaunt. An der Meeresseite des Strandwalls ist der Strand zum Teil für Badegäste gesperrt.

Das **Einzugsgebiet** des Sees, das im wesentlichen durch den Deich begrenzt wird, wird ausschließlich als Schafweide genutzt. Die Besatzdichte entspricht durchschnittlich 0,2 Großvieheinheiten pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche.

Der Fastensee erhält weder **Abwasser** aus kommunalen noch aus Hauskläranlagen.

Belastungssituation des Sees

Aufgrund der Flächennutzung (der Punkt Abwasserbeseitigung entfällt) im Einzugsgebiet sowie der Niederschlagbeschaffenheit werden im Folgenden die Einträge von Phosphor und Stickstoff in den Fastensee grob abgeschätzt (Abbildung 22 und Tabelle 7).

Die Einträge aus dem Einzugsgebiet und durch Niederschlag lagen insgesamt bei 6,5 kg/a Phosphor und bei 403 kg/a Stickstoff. Beim Phosphor tragen Landwirtschaft und Niederschlag je etwa zur Hälfte bei, beim Stickstoff stellt der Niederschlag die Hauptbelastungsquelle dar (etwa zwei Drittel). Mit jährlich 0,02 g/a·m² Seefläche Phosphor ist die Flächenbelastung des Fastensees sehr gering.

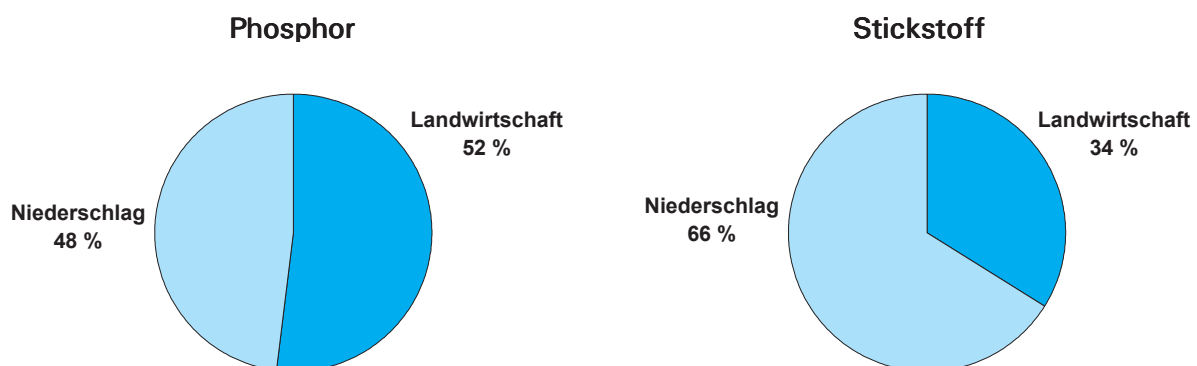


Abbildung 22: Quellen für Phosphor- und Stickstoffeinträge in den Fastensee

Tabelle 7: Einträge von Phosphor und Stickstoff in den Fastensee aus verschiedenen Quellen (Abschätzung gemäß Kapitel Auswertungsmethoden)

Flächennutzung	(ha) bzw.	(kg/ha-a) P	Phosphoreintrag (kg/a)	(kg/ha-a) N	Stickstoffeintrag (kg/a)
	Stück	bzw. (kg/GVE-a) P		bzw. (kg/GVE-a) N	
Acker		0,5	0	20	0
Grünland	13,5	0,2	2,7	10	135
Großvieheinheiten	3	0,2	0,6	0,9	2,7
Wald		0,05	0	7	0
Siedlung		0,75	0	13	0
Gewässer	35		0		0
Sonstiges	2		0		0
Summe (ha)	51		3,3		138

Niederschlag auf die Seefläche	35,4	0,09	3,2	7,5	265
--	------	------	------------	-----	------------

Gesamteintrag in den See	Phosphor	Stickstoff
Summe (kg/a)	6,5	403
bezogen auf die Seefläche (g/a·m ²)	0,02	1,1
Gesamtaustrag aus dem Landeinzugsgebiet (kg/a·ha Landfläche) (ohne Niederschlag auf die Seefläche)	0,21	9,1

Von VOLLENWEIDER & KERKES (1980) wurde ein Modell entwickelt, bei dem unter Einbeziehung der Seebeckengestalt und des Wasseraustausches die zu erwartende Phosphorkonzentration im See abgeschätzt werden kann. Das Modell wurde für

geschichtete, größere Seen entwickelt und ist daher für den Fastensee nur bedingt einsetzbar. Zur groben Orientierung soll es trotzdem herangezogen werden.

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

P_E	:		= erwartete Phosphor-Konzentration im See (mg/l)
L	:	0,02	= jährliche Phosphor-Belastung pro Seefläche (g/a·m ²)
T_w	:	1,1	= theoretische Wasseraufenthaltszeit (a)
z	:	0,5	= mittlere Tiefe des Sees (m)

$$P_E = \frac{0,02 * 1,1}{0,5 (1 + \sqrt{1,1})} = \mathbf{0,02 \text{ mg/l P}}$$

Die nach VOLLENWEIDER zu erwartende Phosphor-Konzentration im See liegt mit 0,02 mg/l weit unter dem tatsächlichen Wert, der sich zwischen 0,07 und 0,1 mg/l P bewegte. Eine Rezirkulierung von Phosphor ist daher in dem sehr fla-

chen windexponierten Fastensee sehr wahrscheinlich. Außerdem scheinen die für die Gemeinde ermittelten durchschnittlichen Großvieheinheiten für die Beweidungsintensität der seenahen Flächen zu niedrig angesetzt zu sein.

Bewertung

Die für den Fastensee berechneten Nährstoffe sind mit 0,02 g/a-m² Seefläche Phosphor und 1 g/a-m² Seefläche Stickstoff sehr gering.

Mit nur 0,9 m maximaler Tiefe ist der Fastensee sehr flach, sein Wasserkörper ist daher externen Faktoren wie Wind, Lufttemperatur und Niederschlag stark ausgesetzt. Das regelmäßige überschwappen von Ostseewasser hat ebenfalls einen großen Einfluss.

Die Biomasseproduktion scheint im Fastensee überwiegend durch die Makrophyten (einschließlich der Algenwatten) zu erfolgen, während das Phytoplankton vermutlich eine untergeordnete Rolle spielt. In Verbindung mit der geringen Tiefe des Gewässers kann es durch die starke Überwucherung der höheren Wasserpflanzen mit Fadenalgen, die einen rascheren Stoffumsatz (schnelleres Wachstum, schnellerer Abbau) als die höheren Wasserpflanzen aufweisen, zeitweilig zu starken Schwankungen (Sauerstoffuntersättigung, Desulfurikation) der Bedingungen im Fastensee kommen. Möglicherweise ist das Pflanzenwachstum zeitweilig stickstofflimitiert.

Das Benthos des Fastensees war durch marine und Brackwasserarten geprägt.

Die Ufervegetation des Fastensees ist durch die streckenweise kaum beeinträchtigte, naturnahe und für einen Strandsee typische Zonierung sowie dem Vorkommen mehrerer vom Aussterben bedrohter Armelechteralgen aus vegetationskundlicher Sicht von bundesweiter Bedeutung.

Darüber hinaus gehört der Bereich der nördlichen Seeniederung mit dem Fastensee zu den großflächigsten Strandsee- und Strandwall- Landschaften des Landes (FFH-Gebiet).

Empfehlungen

Durch seine ganz besonderen Bedingungen (Makrophytendominanz, wechselnder Einfluss von Meerwasser, möglicherweise zeitweilig Stickstofflimitierung) kann der Fastensee nicht mit dem LAWA-Schema zur Klassifikation der Trophie bewertet werden.

Der Fastensee stellt ein Seeökosystem dar, das bereits durch seine natürlichen Gegebenheiten – geringe Tiefe, Windexposition, Ostseeinfluss – starken Schwankungen der Lebensbedingungen ausgesetzt ist. Zwar sind die Nährstoffeinträge pro Seefläche gering, da diese jedoch besonders effektiv umgesetzt werden, sollte eine Reduzierung der Einträge, die eine übermäßige Entwicklung der Fadenalgen verhindern könnte, angestrebt werden.

Als einzige Maßnahme bietet sich hier die Verringerung der Beweidungsintensität auf den seeseitigen Deichflächen an.

Daneben gelten als generelle FFH-Ziele die Erhaltung und langfristige Sicherung der vorkommenden Lebensräume gemeinschaftlichen Interesses, ihrer charakteristischen Arten und der für ihr Überleben notwendigen Strukturen und Funktionen.

Großer Schierensee

Topographische Karte (1 : 25.000):	1725
Flusssystem:	Nord-Ostsee-Kanal
Kreis:	Rendsburg-Eckernförde
Gemeinde:	Schierensee
Eigentümer:	privat
Pächter:	Angelsportverein
Lage des oberirdischen Einzugsgebietes:	
Rechtswerte:	356220 - 356686
Hochwerte:	601161 - 601607
Höchster Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	7,63
Mittlerer Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	7,52
Niedrigster Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	7,46
Größe des oberirdischen Einzugsgebietes (km ²):	11,4
Seefläche (km ²):	0,49
Seevolumen (m ³) bei 7,51 m ü.NN:	2.940.000
Maximale Tiefe (m):	11,7
Mittlere Tiefe (m):	6,0
Uferlänge (km):	3,96
Theoretische Wasseraufenthaltszeit (a):	0,8
(bei einem geschätzten Abfluss von 10 l/(s·km ²))	
Umgebungsarealfaktor (m ² /m ²):	22,3
Umgebungsvolumenfaktor (m ² /m ³):	3,7
Uferentwicklung:	1,6
Hypolimnion/Epilimnion (m ³ /m ³):	0,45
Mischungsverhalten:	im Sommer stabil geschichtet

Entstehung

Der Große Schierensee liegt im Östlichen Hügelland. Zusammen mit Westensee, Kleinem Schierensee, Ahrensee und Flemhuder See bildet er eine Seengruppe, die im Norden, Osten und Westen durch hohe Moränenwälle, im Süden durch eine Stauchendmoräne begrenzt wird und in die Eider entwässert. Die steilufrige Trichterform des Großen Schierensees weist darauf hin, dass die ausgeschürfte Hohlform durch überdecktes Toteis konserviert wurde (GRIPP 1954 nach SCHÜTZ et al. 1993).

Einzugsgebiet und Morphologie des Sees

Der Große Schierensee (Abbildung 1) liegt etwa 15 km westlich von Kiel, südlich des Westensees. Sein Einzugsgebiet (Abbildung 23) ist mit 11,7 km² etwa 22mal so groß wie seine Seefläche und damit verhältnismäßig groß (Abbildung 2). Seine direkte Umgebung ist vor allem durch Wald, aber auch landwirtschaftliche Nutzung geprägt.

Die Böden des Einzugsgebiets bestehen überwiegend aus Geschiebemergel und -lehm der Moräne, nur der am Nordwestufer gelegene Bereich Richtung Westensee wird durch einen Sander gebildet.

Der Große Schierensee besitzt im Süden, Westen und Osten mehrere Zuflüsse (Abbildung 23), von denen der im Südosten einmündende Knüppeldammsgraben die größten Wassermengen bringt. Die 2001 am Ablauf des Sees, dem Oberen Schierenseebach, gemessenen Wassermengen (30 – 260 l/s) waren sehr viel höher (meist doppelt so hoch) als die Summe der an den Zuflüssen (Graben, Grubenbeksau, und Knüppeldammsgraben) gemessenen Wassermengen (Abbildung 24). Ursache ist neben dem Beitrag zusätzlicher nicht erfasster kleiner Zuflüsse der Zustrom von Grundwasser, das dem Großen Schierensee unterseisch zufließt, dessen Menge jedoch nicht bekannt ist. Der Ablauf mündet nach etwa 330 m in den nördlich gelegenen Kleinen Schierensee.

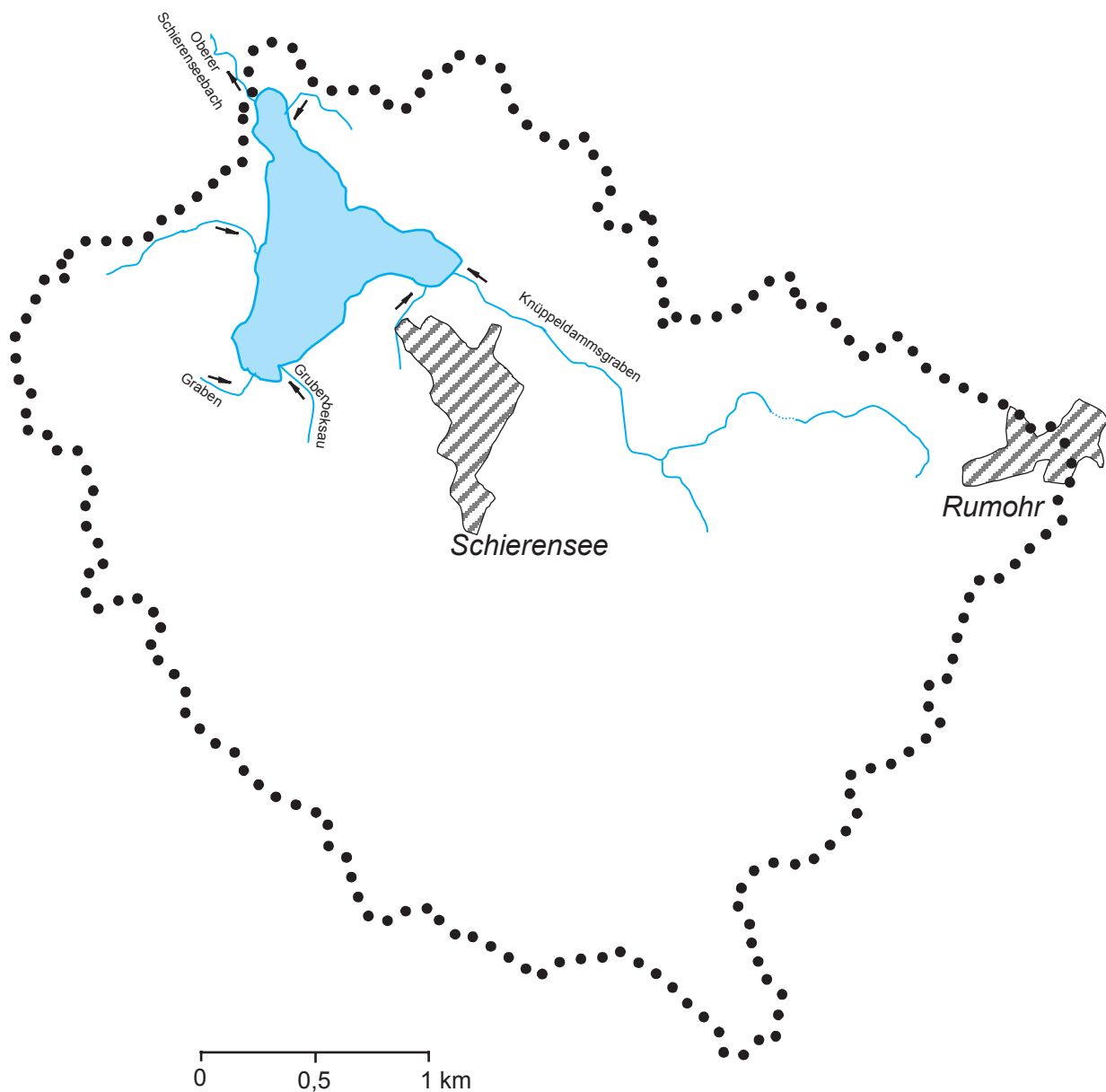


Abbildung 23: Einzugsgebiet des Großen Schierensees

Der Seewasserstand schwankte im Jahresverlauf nur um ca. 20 cm (Abbildung 25). Die auf Grund der Einzugsgebietsgröße berechnete theoretische Wasseraufenthaltszeit beträgt 0,8 Jahre bei einer zu Grunde gelegten Abflussspende von

10 l/s·km². Legt man die tatsächlich ermittelte mittlere Abflussspende von 12,5 l/s·km² zu Grunde, so erhält man eine Austauschzeit von 0,6 Jahren, wobei zu berücksichtigen ist, dass diese Abschätzung auf Einzelmessungen beruht.

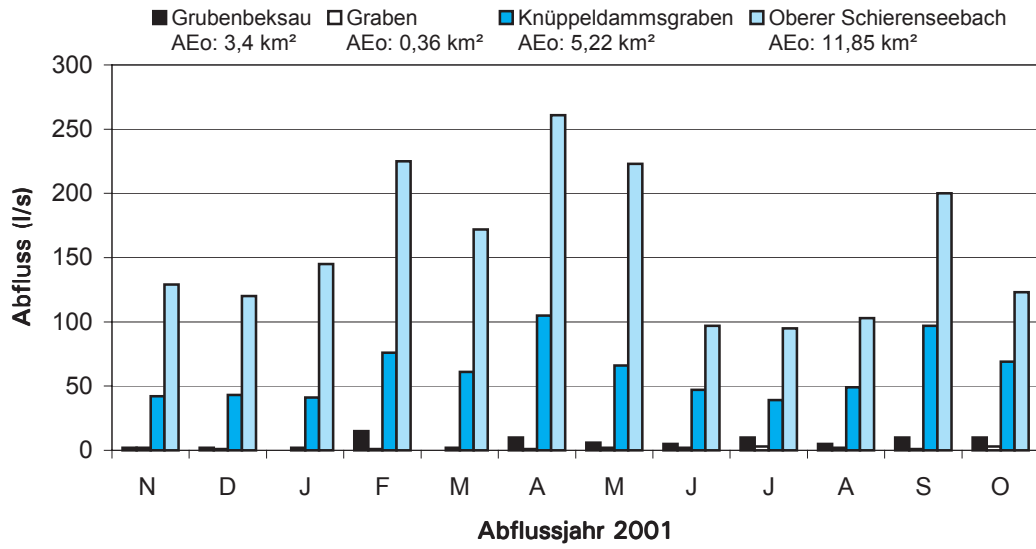


Abbildung 24: Zuflussmengen (l/s) der wichtigsten Zuläufe und Abflussmengen (l/s) des Großen Schierensees im Abflussjahr 2001 (Einzelmessungen)

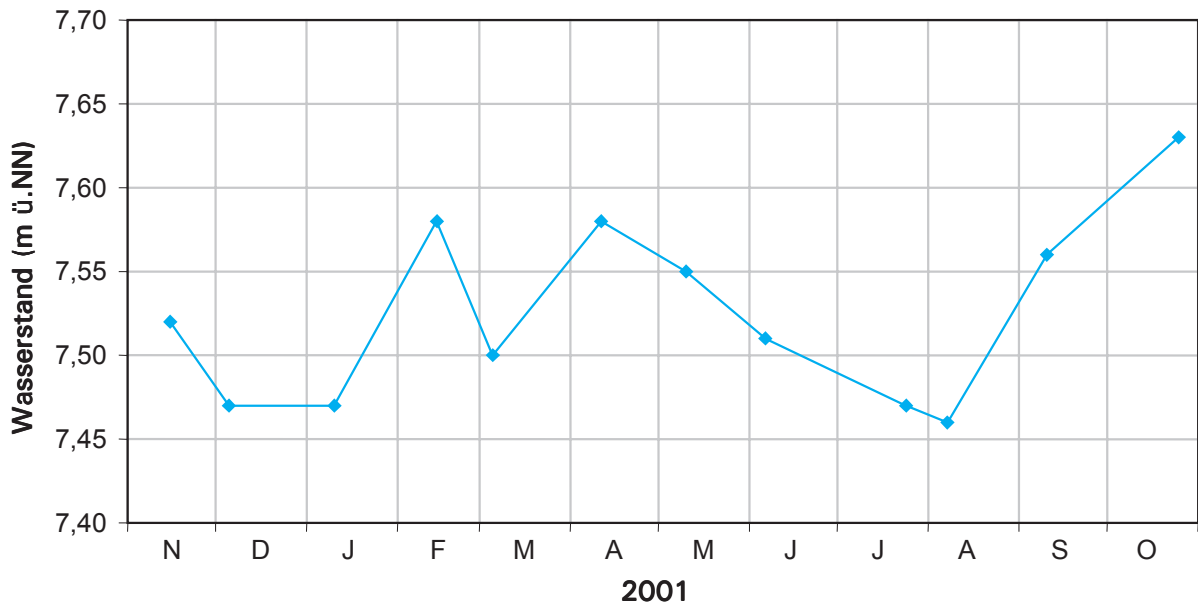


Abbildung 25: Seewasserstände (m ü. NN) im Großen Schierensee im Abflussjahr 2001 (Einzelmessungen)

In Abbildung 26 sind die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse an der Messstation Kiel-Holtenau dargestellt. Das Wasserhaushaltsjahr 2001 wies im Vergleich zum langjährigen Mittel verhält-

nismäßig durchschnittliche mittlere Temperaturen auf. Überdurchschnittlich hohe Niederschläge fielen vor allem im September.

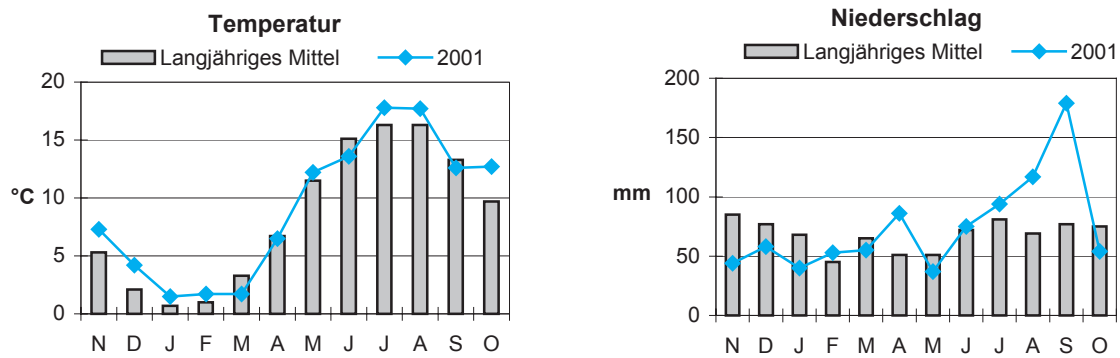


Abbildung 26: Mittlere Monatstemperaturen und monatliche Niederschlagshöhen für das Abflussjahr 2001 an der Messstation Kiel-Holtenau im Vergleich zum langjährigen Mittel 1961/90

Das Becken des Großen Schierensees ist annähernd dreieckig, die tiefste Stelle (11,7 m) liegt ungefähr in der Mitte des Sees. Die Ufer fallen relativ steil ab, nur die Ufer der Nordspitze sind flacher (Abbildung 27).

Das Wasservolumen des Hypolimnions ist während der Schichtungsphase ungefähr halb so groß wie das Volumen des Epilimnions.

Ufer

Die Ufervegetation (Röhricht, Schwimmblatt und submerse Vegetation) des Großen Schierensees wurde von SCHÜTZ et al. (1993) erfasst. Die folgenden Ausführungen sind im Wesentlichen seinem Bericht entnommen. Die Beschreibung des Gehölzsaums erfolgt nach der Biotopkartierung des LANU aus dem Jahre 1980 und einer Ortsbesichtigung im Jahre 2003.

Die Ufer des Großen Schierensees sind ringsum von einem Saum von **Ufergehölzen**, überwiegend Erlen *Alnus* spp., Eschen *Fraxinus excelsior* und Grauweiden *Salix cinerea*, bestanden. Die Erlen waren z.T. ehemals auf den Stock gesetzt worden. Die Uferländer sind größtenteils wurzelbefestigt, die Uferbereiche oft nass und sumpfig. Am südlichen Uferbereich befinden sich kleine, relativ trockene Bruchwaldreste (Grauerle *Alnus incana*), am Nordufer gibt es einen etwas ausgehnteren Bestand an Schwarzerlen *Alnus glutinosa*.

Der **Röhrichtgürtel** umschließt die Ufer des Großen Schierensees als schmales, aber fast geschlossenes Band, das überwiegend aus Schilf *Phragmites australis* besteht und im flacheren Wasser vor allem von Wasserminze *Mentha aquatica*, Aufrechtem Igelkolben *Sparganium erectum* sowie Sumpfsegge *Carex acutiformis* und Steifsegge *C. elata* begleitet wird. An wenigen Stellen bildet auf

torfigem Untergrund der Fieberklee *Menyanthes trifoliata* kleine Herde. Die teilweise überhängenden Schaarkanten der Ufer werden überwiegend durch das dichte Wurzelgeflecht des Schmalblättrigen Rohrkolben *Typha angustifolia* zusammengehalten. Wasserseitig vor dem Schilf findet sich an vielen Stellen die Teichbinse *Schoenoplectus lacustris*. In der windgeschützten südwestlichen Bucht bildet der Aufrechte Igelkolben *Sparganium erectum* eigene Bestände. Die Schwanenblume *Butomus umbellatus* wächst auf schlammigem Substrat in lockeren, dem Schilf vorgelagerten submersen Beständen in 1 bis 2 m Wassertiefe, die nur selten die Wasseroberfläche erreichen.

Schwimmblattpflanzen stellen im windgeschützten Großen Schierensee den Hauptbestandteil der Wasserpflanzen dar. Die Weiße Seerose *Nymphaea alba* und vor allem die Gelbe Teichrose *Nuphar lutea* bilden einen zwar schmalen, aber kaum unterbrochenen Gürtel.

Häufigste Art der **Unterwasserpflanzen** ist das nach der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Schleswig-Holsteins (MIERWALD & BELLER 1990) gefährdete Spiegelnde Laichkraut *Potamogeton lucens* (RL 3). Es bildet oft in ruhigen Buchten kleine, dem Schwimmblattgürtel vorgelagerte Bestände und kommt überwiegend in Mischbeständen mit Durchwachsenem Laichkraut *P. perfoliatus* vor, dringt aber im östlichen Seeteil auch als Reinbestand bis an die Wuchsgrenze (ca. 3 m Wassertiefe) vor. Außerdem wurde ein kleiner Bestand von *Potamogeton x decipiens* NOLTE gefunden, das einen Bastard zwischen *P. perfoliatus* und *P. lucens* darstellt. Im flacheren Bereich der östlichen Bucht wächst das Kammlaichkraut *P. pectinatus* in einem größeren Bestand. Das Krause Laichkraut *P. crispus* kam nur in kleinen Beständen vor. In der Nähe der Badestelle wurde die Kanadische Wasserpest *Elodea canadensis* gefunden. Weiterhin wurden das Palermo-Laichkraut *P. panormitanus* sowie das stark gefährdete

Stachelspitzige Laichkraut *P. friesii* (RL 2) und der Spreizende Hahnenfuß *Ranunculus circinatus* gefunden. Armleuchteralgen kamen im Großen Schierensee nicht vor. Die makrophytische Wasservegetation des Großen Schierensees ist aus floristischer Sicht relativ unbedeutend. Insgesamt ist die Vegetation des Großen Schierensees durch Schwimmblattvegetation geprägt.

Zum einen verhindert die starke Beschattung der steil abfallenden Ufer eine größere Ausdehnung des Röhrichts, zum anderen begrenzen die im ruhigen Wasser des windgeschützten Sees konkurrenzstärkeren Schwimmblattpflanzen und die geringe sommerliche Sichttiefe die Ausbreitung der Tauchblattpflanzen.

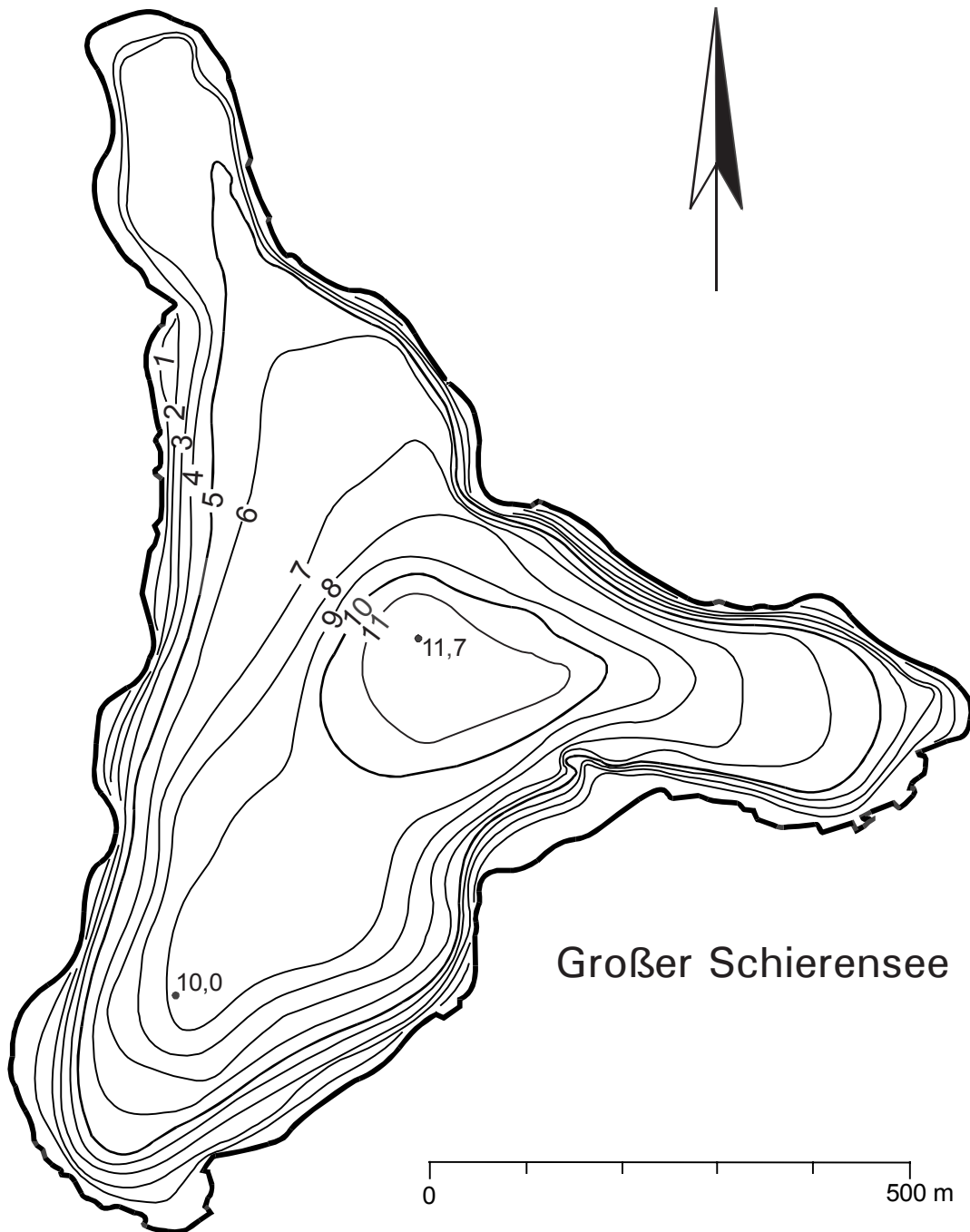


Abbildung 27: Tiefenplan des Großen Schierensees

Freiwasser

Der Große Schierensee war durch seine relativ große Tiefe im Sommer thermisch stabil geschichtet (Abbildung 28). Die hohe Calciumkonzentration (77 mg/l im Frühjahr) spiegelt die Größe des Einzugsgebietes wider, da aus großen Einzugsgebieten höhere Salzkonzentrationen eingetragen werden. Dementsprechend war der See mit einer Säurekapazität um 3,5 mmol/l (Frühjahr) sehr gut gepuffert, und die pH-Werte schwankten nur wenig. Sie lagen an den Messtagen im Oberflächenwasser zwischen 8,1 und 8,4. Die elektrische Leitfähigkeit war mit Werten um 48 mS/m durchschnittlich.

Die Gesamtphosphorkonzentrationen im **April** waren mit 0,038 mg/l Phosphor eher gering, die Gesamtstickstoffkonzentrationen lagen mit 1,6 mg/l Stickstoff im schleswig-holsteinischen Durchschnitt (Abbildung 4). Orthophosphat war im Oberflächenwasser an allen Messtagen nur in geringen Konzentrationen vorhanden und stellte, zumindest von April bis Juni, da in diesem Zeitraum noch Nitrat vorhanden war, vermutlich den Minimumfaktor für das Phytoplanktonwachstum dar.

Die Chlorophyllkonzentrationen (meist um 20 µg/l) waren im Vergleich zu den relativ niedrigen Phosphorkonzentrationen recht hoch, es fand also eine effektive Ausnutzung des Gesamtphosphors statt. Ein deutliches Klarwasserstadium wurde nicht beobachtet (Abbildung 30). Starke Sauerstoffübersättigung von über 140 % (Abbildung 28) und die starke Abnahme der Hydrogenkarbonatkonzentrationen (von April bis Juli etwa 50 mg/l, nicht dargestellt) zeigen die Intensität der Primärproduktion an. Dabei weist die stete Abnahme des Silikats (nicht dargestellt), das im Frühjahr aus dem großen Einzugsgebiet in hohen Konzentrationen eingeschwemmt wird, auf die Beteiligung der Kieselalgen, aber auch der Goldalgen an der Primärproduktion hin (s.u.).

Im Juni hatten sich die Ges.-P-Konzentrationen (0,025 mg/l P) und die Gesamt-N-Konzentrationen (1,2 mg/l N) durch Sedimentation von Biomasse deutlich verringert, sowohl anorganischer Phosphor als auch anorganischer Stickstoff waren jedoch noch vorhanden (Abbildung 29). Das Tiefenwasser war bereits ab 7 m sauerstofffrei. Nitrat war jedoch noch vorhanden, so dass sedimentierte Biomasse durch Denitrifikation abgebaut werden konnte. Ammonium und Phosphor reichernten sich im Tiefenwasser an, beide Stoffe waren zu diesem Zeitpunkt jedoch noch allein auf den Abbau sedimentierender Biomasse zurückzuführen.

Im **Juli** stieg der Gesamtphosphor im Epilimnion wieder leicht an (0,033 mg/l P), während die Gesamtstickstoffkonzentrationen von 1,6 auf 0,58 mg/l Stickstoff abgenommen hatten. Sowohl anorganischer Stickstoff als auch Phosphatphosphor im Oberflächenwasser waren jetzt verbraucht. Im Tiefenwasser hatte sich die anaerobe Zone bis auf 5 m Wassertiefe nach oben verlagert, und das Nitrat war aufgezehrt. Das Einsetzen der Desulfurikation wurde am Schwefelwasserstoffgeruch im Tiefenwasser deutlich. Die Phosphorkonzentration im Tiefenwasser war jetzt stark angestiegen auf 0,17 mg/l.

Bis **September** sank das Epilimnion von 4 auf 6 m ab, trotzdem war hierdurch keine Einmischung von nährstoffreichem Tiefenwasser zu beobachten. Die Zunahme der Silikat- und Hydrogenkarbonatkonzentrationen war vermutlich durch vermehrte Niederschläge und damit höhere Zuflussmengen bedingt. Der starke Abfall der Sulfatkonzentrationen und die Zunahme der Ammoniumkonzentrationen im Tiefenwasser zeigen die Intensität der Biomasse-Abbauprozesse an. Die sprunghaft angestiegenen Phosphorkonzentrationen (0,52 mg/l P) im Tiefenwasser deuten auf eine Rücklösung von Phosphor aus dem Sediment hin.

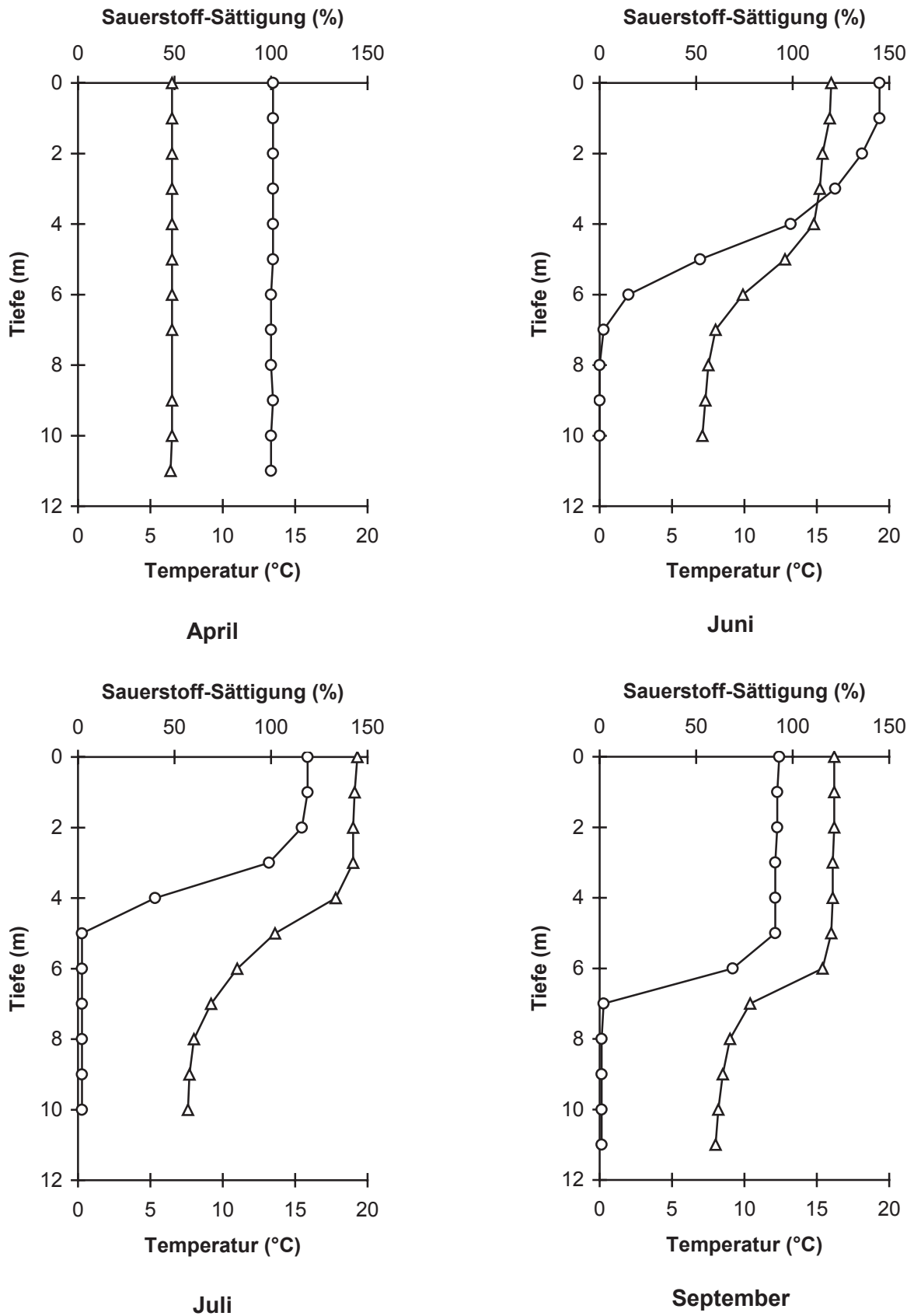


Abbildung 28: Tiefenprofile von Temperatur (°C) und Sauerstoff-Sättigung (%) im Großen Schierensee im Frühjahr und Sommer 2001; Temperatur Δ Sauerstoff \circ

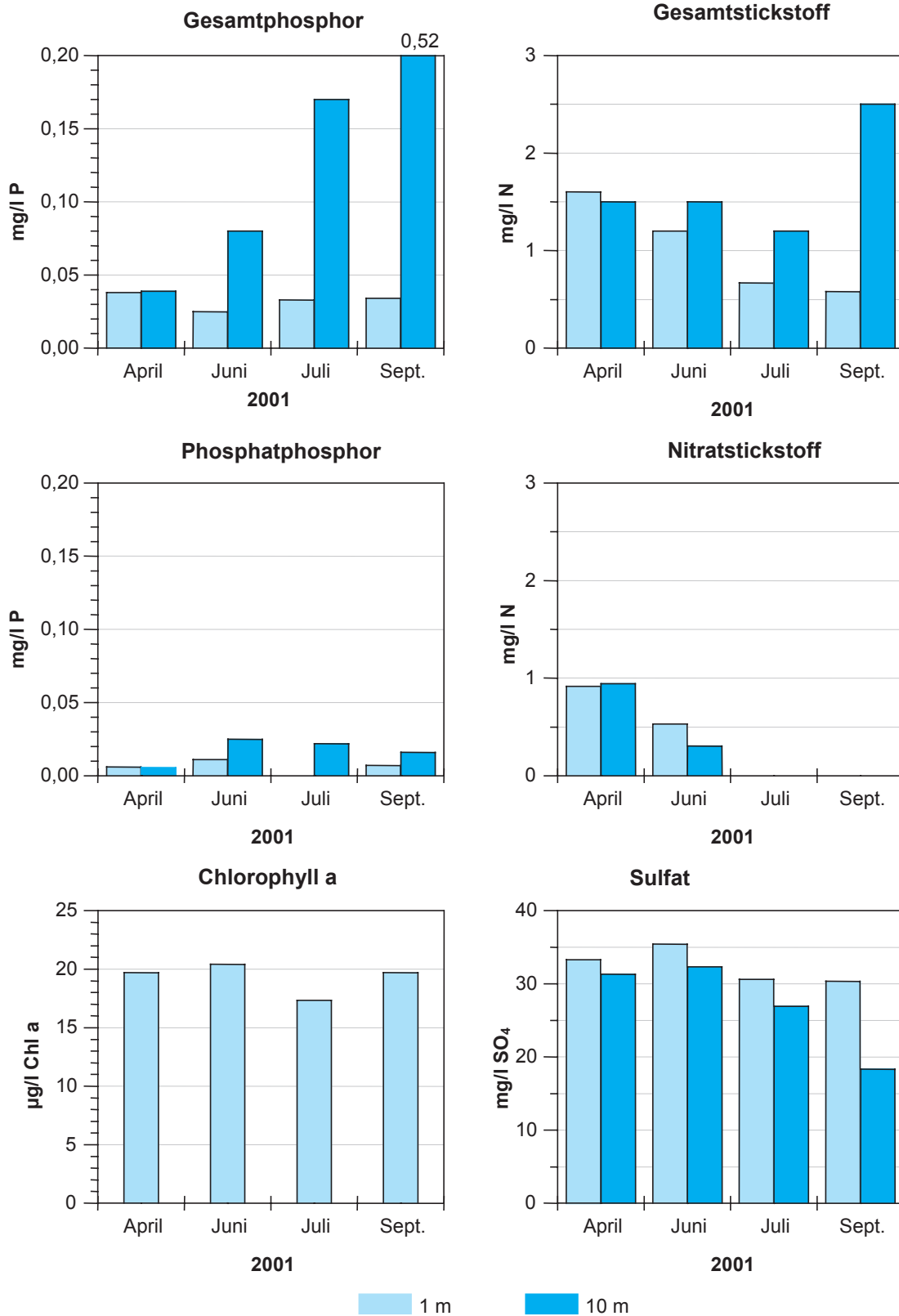


Abbildung 29: Phosphor (mg/l), Phosphat (mg/l), Stickstoff (mg/l), Nitrat (mg/l), Chlorophyll a (µg/l) sowie Sulfat (mg/l) in den verschiedenen Probetiefen im Großen Schierensee 2001

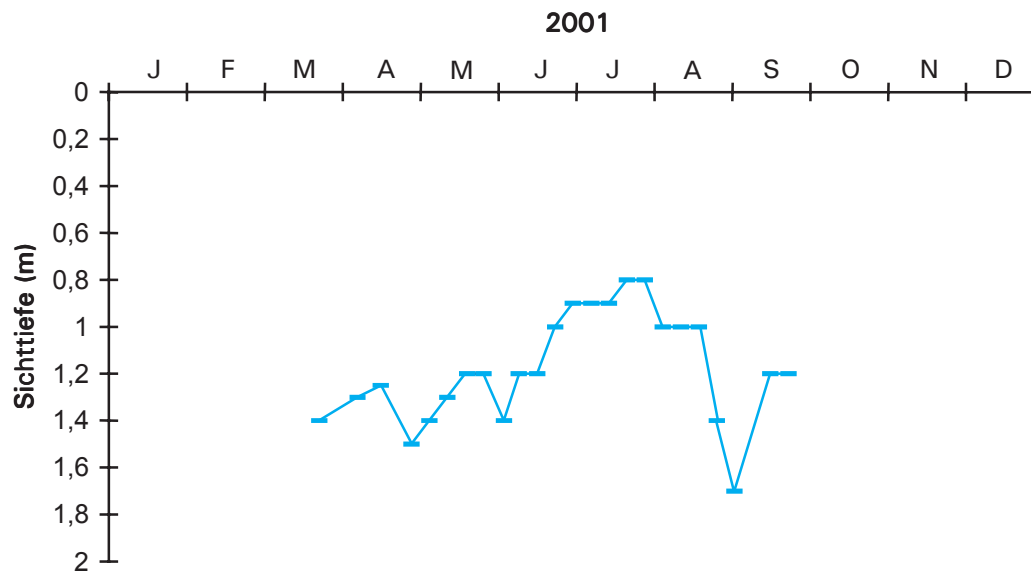


Abbildung 30: Sichttiefen (m) im Großen Schierensee 2001

Das **Plankton** im See wurde im Auftrag des Landesamtes von SPETH (2001) untersucht. Die folgenden Ausführungen sind ihrem Bericht entnommen.

Im Phytoplankton waren an allen vier Beprobungstagen kleine Flagellaten (*Rhodomonas minuta*, *Chrysochromulina parva*) häufig.

Im **April** wurde das Phytoplankton von Kieselalgen dominiert, dabei überwogen pennate Formen (*Fragilaria*-Arten, *Asterionella formosa*) gegenüber den zentrischen Formen (*Aulacosira* sp.). Die Kieselsäurekonzentrationen waren zu diesem Zeitpunkt noch vergleichsweise hoch. Im Zooplankton dominierten Jugendstadien der Ruderfußkrebse, Wimpertiere traten ebenfalls in mittlerer Häufigkeit auf.

Im **Juni** hatte sich die Phytoplanktondichte bei Chlorophyllkonzentrationen von über 20 µg/l noch erhöht, neben zentrischen Kieselalgen der Gattung *Cyclotella* dominierten die Goldalgen *Dinobryon* spp. und *Uroglana* sp. Weiterhin traten kleine begeißelte Formen verschiedener Gruppen (*Rhodomonas minuta*, *Chrysochromulina parva*) in mittlerer Dichte auf. Zooplankton war nur spärlich vorhanden, lediglich Wimperntiere traten in mittlerer Häufigkeit auf.

Im **Juli** prägten weiterhin *Cyclotella* (jetzt überwiegend die Art *C. ocellata*) und *Dinobryon* spp. das Planktonbild. Sehr häufig war jetzt auch eine

sehr kleinzellige Blaualge der Familie der Aphantheceidae. Relativ selten, aber wegen ihrer Zellgröße bedeutend, waren *Ceratium hirundinella* und andere Dinoflagellaten. Die Zooplanktondichte war im Juli noch immer gering, nur das Rädertier *Kellicottia longispina* wurde in mittlerer Häufigkeit gefunden.

Die großen Ceratien bestimmten im **September** das Phytoplanktonbild. Auch im September war die Zooplanktondichte gering.

Insgesamt war das Phytoplankton im Wesentlichen von Kieselalgen, Goldalgen und Panzerflagellaten bestimmt. Zooplankton war nur spärlich vorhanden, es dominierten kleine Formen, die vermutlich nicht in der Lage waren, das Phytoplanktonwachstum durch Fraß zu beeinflussen.

In ihrer Untersuchung der Makrophytenvegetation erwähnen SCHÜTZ et al. (1993) Algenblüten im Großen Schierensee, BÖTTGER (1980) beschreibt für die Zeit vor der Abwasserfernhaltung im Jahr 1986 Blaualgenblüten (*Aphanizomenon flos-aquae*). Die Phytoplanktonzönose zeigt also heute eine Erholung des Sees an.

Der Große Schierensee wurde im Rahmen der Erstellung eines Fischartenkatasters des Amtes für ländliche Räume Kiel, Abteilung Fischerei, mit Elektrogeräten und Stellnetzen befishet. Die häufigsten Fische waren Plötze, Flussbarsch und Aal.

Weiterhin kamen Steinbeißer, Quappe, Moderslieschen, Hecht, Gründling, Güster, Kaulbarsch und Schleie vor. Insgesamt wurden elf Arten gefunden.

Seegrund

Im Großen Schierensee wurden im Frühjahr bei 2 - 3, 5 und 11,7 m Wassertiefe Benthosproben entnommen. Das Sediment war bei 2 - 3 m Wassertiefe grob und grau-braun, bei 5 und 11,5 m weich und beige-dunkelgrau. Es war an allen drei Stellen ohne Schwefelwasserstoffgeruch.

Die tierische Besiedlung des Sedimentes im Großen Schierensee wurde im Auftrag des Landesamtes von OTTO (2001) untersucht. Die folgenden Ausführungen sind seinem Bericht entnommen.

In den flacheren Bereichen (2 bis 3 m) war die Besiedlung zwar artenreich (etwa ein Drittel davon typische Litoralvertreter), von der Dichte her jedoch nur spärlich. Es kamen Vertreter unterschiedlicher Taxa vor, von denen keiner dominant war. An der tiefsten Stelle dominierte die Büschelmückenlarve *Chaoborus flavicans* (2600 Ind./m²), daneben wurden Zuckmückenlarven der *Chironomus-plumosus*-Gruppe (244 Ind./m²) sowie ein Einzelexemplar von *Cryptochironomus* sp. gefunden. In der mittleren Tiefe bei 5 m Wassertiefe dominierten die Oligochaeten mit über 5000 Ind./m², daneben kamen überwiegend verschiedene Vertreter der Zuckmückenlarven vor (Abbildung 31).

Da *Chironomus plumosus* an der tiefsten Stelle in geringen Dichten neben der Büschelmückenlarve vorkommt, kann der Große Schierensee im Sinne von THIENEMANN (1922) als eutropher *Chironomus plumosus*-See eingestuft werden.

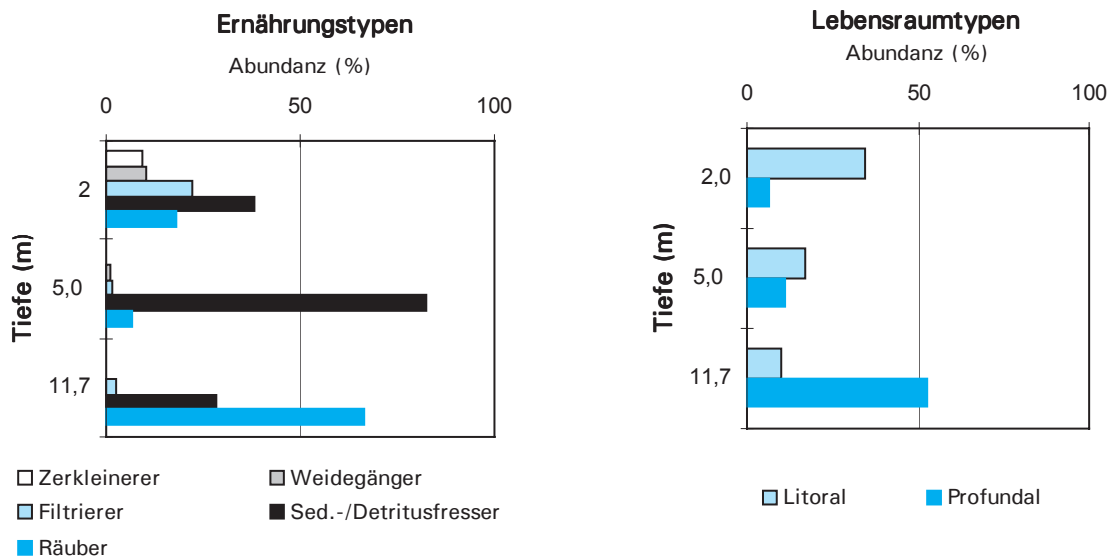


Abbildung 31: Benthos des Großen Schierensees; Abundanz der Ernährungs- und Lebensraumtypen in den verschiedenen Wassertiefen

Nutzung des Sees und seines Einzugsgebietes

Der Große Schierensee ist Teil des Naturparks Westensee. Im Südwesten grenzt das zu benennende FFH-Gebiet „P1725-352“ Quellen am Großen Schierensee“ an.

Die fischereiliche Nutzung des Sees erfolgt durch einen Angelverein.

Die Ufer des Großen Schierensees sind überwiegend bewaldet, am Südufer werden Flächen als Grünland genutzt. Am Südostufer befindet sich eine öffentliche Badestelle, rund um den See gibt es weitere "wilde" Badestellen. Nördlich der offiziellen Badestelle gibt es einen Steg. Auf einer kurzen Strecke am Nordwestufer wird das Ufer durch Pferde beweidet.

Das **Einzugsgebiet** des Großen Schierensees wird zu zwei Dritteln landwirtschaftlich, davon zu zwei Dritteln als Acker, genutzt. Der Waldanteil liegt mit 24 % vergleichsweise hoch, bebaut sind nur 4 % des Einzugsgebietes. Die Zahl der Großvieheinheiten lag mit durchschnittlich 0,69 GVE/ha landwirtschaftlich genutzter Fläche vergleichsweise niedrig.

An **Abwasser** erhält der Große Schierensee 16 Einwohnergleichwerte aus Dreikammer-Klärgruben mit Nachklärbecken. Aus der Ortschaft Schierensee wurde bis 1986 das häusliche Abwasser von 367 EW in den See geleitet (SCHÜTZ et al. 1993). Dies wird inzwischen über die Kläranlage Rumohr entsorgt und belastet den See somit nicht mehr. Hierdurch wurde der Phos-

phoreintrag um etwa 260 kg jährlich reduziert. An drei Stellen im Einzugsgebiet wird den Zuflüssen Regenwasser zugeleitet. Eine zusätzliche Belastung stellten nach SCHÜTZ et al. (1993) die bis Anfang der 90er Jahre noch intensiv bewirtschafteten Fischteiche in den südöstlichen Niederrungswiesen der Knüppeldammsau dar.

Belastungssituation des Sees

Aufgrund der Flächennutzung und der Abwasserbeseitigung im Einzugsgebiet sowie der Niederschlagbeschaffenheit werden im Folgenden die Einträge der wichtigsten Pflanzennährstoffe Phosphor und Stickstoff in den Großen Schierensee grob abgeschätzt (Abbildung 32 und Tabelle 8).

Tabelle 8: Einträge von Phosphor und Stickstoff in den Großen Schierensee aus verschiedenen Quellen (Abschätzung gemäß Kapitel Auswertungsmethoden)

Flächennutzung	(ha) bzw.	(kg/ha·a) P	Phosphoreintrag (kg/a)	(kg/ha·a) N	Stickstoffeintrag (kg/a)
	Stück	bzw. (kg/GVE·a) P		bzw. (kg/GVE·a) N	
Acker	510	0,5	255	20	10200
Grünland	253	0,2	51	10	2526
Großvieheinheiten	522	0,2	104	0,9	470
Wald	277	0,05	14	7	1941
Siedlung	51	0,75	38	13	658
Gewässer	52		0		0
Sonstiges	1		0		0
Summe (ha)	1144		462		15795

Niederschlag auf die Seefläche	49	0,05	2	12,7	621
--	----	------	----------	------	------------

Punktquellen	EW	(kg/EW·a) P	Phosphoreintrag (kg/a)	(kg/EW·a) N	Stickstoffeintrag (kg/a)
Summe			5		48

Gesamteintrag in den See	Phosphor	Stickstoff
Summe (kg/a)	469	16464
bezogen auf die Seefläche (g/a·m ²)	0,96	34
Gesamtaustrag aus dem Landeinzugsgebiet (kg/a·ha Landfläche) (ohne Niederschlag auf die Seefläche)	0,43	14

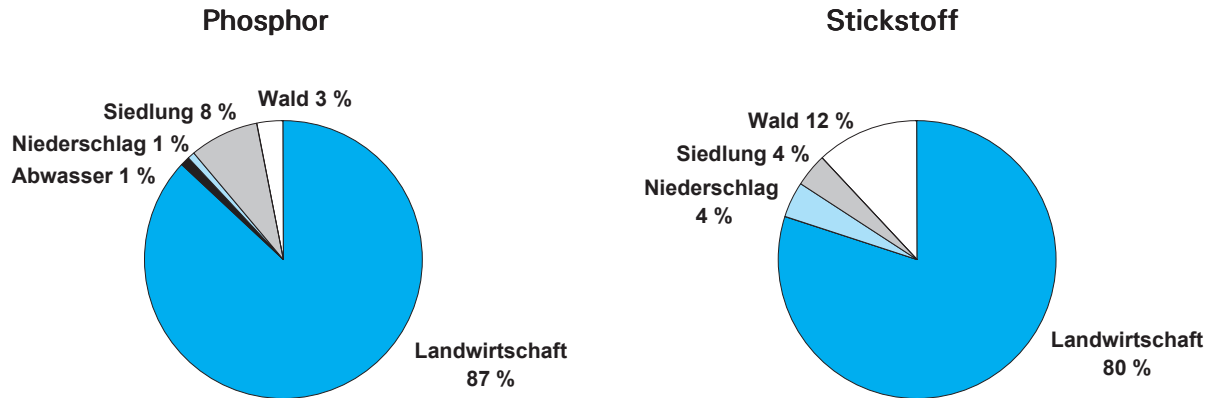


Abbildung 32: Quellen für Phosphor- und Stickstoffeinträge in den Großen Schierensee

Die Einträge aus dem Einzugsgebiet und durch Niederschlag lagen insgesamt bei 469 kg/a Phosphor und bei fast 16,5 t/a Stickstoff. Als Hauptquelle für beide Stoffe (ca. 87 % beim Phosphor, 80 % beim Stickstoff) ist die landwirtschaftliche Flächennutzung anzusehen. Die Abwasserbeseitigung macht nur 1 % der Phosphor-Belastung aus und fällt bei der Stickstoffbelastung nicht ins Gewicht. Mit jährlich 0,96 g/a·m² Seefläche Phosphor

ist die Flächenbelastung des Großen Schierensees im Vergleich zu anderen schleswig-holsteinischen Seen erhöht (Abbildung 6).

Anhand der ermittelten Phosphoreinträge lässt sich nach VOLLENWEIDER & KERKES (1980) unter Einbeziehung der Seebeckengestalt und des Wasseraustausches die zu erwartende Phosphor-Konzentration im See abschätzen:

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

- P_E : = erwartete Phosphor-Konzentration im See (mg/l)
- L : 0,96 = jährliche Phosphor-Belastung pro Seefläche (g/a·m²)
- T_w : 0,8 = theoretische Wasseraufenthaltszeit (a)
- z : 6,0 = mittlere Tiefe des Sees (m)

$$P_E = \frac{0,96 * 0,8}{6,0 (1 + \sqrt{0,8})} = 0,07 \text{ mg/l P}$$

Die nach VOLLENWEIDER zu erwartende Phosphor-Konzentration im See liegt mit 0,07 mg/l Phosphor deutlich über der im April 2001 gemessenen von 0,038. Selbst wenn man die aus dem Ablauf berechnete Austauschzeit von 0,6 Jahren (s.o.) zu Grunde legt, läge die zu erwartende P-Konzentration mit 0,054 mg/l P noch deutlich über der gemessenen. Gründe sind zum einen die

Verdünnung durch das zutretende Grundwasser, zum anderen die Phosphorrückhaltung im Sediment des Großen Schierensees. Es wurde abgeschätzt, dass von der für den See berechneten jährlichen Phosphorfracht von 469 kg nur etwa 137 kg Phosphor den See wieder verlassen, das entspricht einer P-Retention von 70 %.

Bewertung

Der Große Schierensee hat ein relativ großes, überwiegend landwirtschaftlich genutztes Einzugsgebiete. Die derzeitige Phosphor-Belastung des Sees liegt mit $0,96 \text{ g/a-m}^2$ Seefläche über dem schleswig-holsteinischen Durchschnitt von $0,6 \text{ g/a-m}^2$. In der Vergangenheit erhielt der See darüber hinaus Abwasser der Ortschaft Schierensee und von intensiv genutzten Fischteichen.

Die Stoffumsätze im Großen Schierensee sind gekennzeichnet durch eine effektive Umsetzung der vorhandenen Nährstoffe in Phytoplanktonbiomasse, wobei vermutlich Phosphor und Stickstoff jeweils zeitweise wachstumslimitierend sind. Sowohl Phosphor als besonders auch Stickstoff werden während der Schichtungsphase aus dem Oberflächenbereich eliminiert. Durch die hohen Silikatgehalte des zufließenden Wassers dominieren über lange Zeit gut sedimentierbare Kieselalgen. Da kein Klarwasserstadium beobachtet werden konnte und das Zooplankton nur aus kleinen Formen bestand, gab es vermutlich kaum einen Einfluss des Zooplanktons auf das Phytoplanktonwachstum. Die (nicht quantitativen) Bestandserhebungen der Fische deuten darauf hin, dass der Fischbestand in seiner Zusammensetzung nicht ausgewogen ist. In Zusammenwirken mit der im Tiefenwasser vergleichsweise spärlich ausgebildeten Benthosfauna ergibt sich damit vermutlich ein ungünstiger Fraßdruck der Fische auf das Zooplankton.

Die Zehrungsprozesse im Tiefenwasser des Großen Schierensees sind intensiv. Nachdem der Sauerstoff schon im Frühsommer aufgezehrt war, wurde das Nitrat reduziert und bereits im Juli setzte Desulfurikation ein, die wahrscheinlich mit einer Freisetzung von Phosphor aus dem Sediment verbunden war. Trotzdem wirkt der Große Schierensee insgesamt noch immer als Nährstofffalle wie zum einen aus den Berechnungen nach Vollenweider und Kerekes, zum anderen aus den Phosphorkonzentrationen im Kleinen Schierensee, der aus dem Großen Schierensee seinen Zulauf erhält, deutlich wird.

Ein Vergleich mit dem von BÖTTGER (1980) beschriebenen Zustand des Großen Schierensees vor der 1986 erfolgten Abwassersanierung zeigt, dass die Fernhaltung des Abwassers der Ortschaft Schierensee inzwischen eine positive Auswirkung auf den Zustand des Sees hatte. Das Epilimnion zeigt mit deutlich verringerten Phosphorkonzentrationen, verringerter Phytoplanktonbiomasse und dem Fehlen von Blaualgenblüten eine Verbesserung, während die Tiefenwasserzone noch immer durch starke Zehrungsprozesse, Phosphorfreiset-

zung und lebensfeindliche Bedingungen in weiten Bereichen der Bodenzone beeinträchtigt ist.

Die makrophytische Wasservegetation des Großen Schierensees ist aus floristischer Sicht relativ unbedeutend.

Der quellgeprägte Biotopkomplex im Quellgebiet des Schierenseebaches mit zahllosen Quelltöpfen und -hügeln ist landesweit einzigartig (FFH-Gebiet).

Empfehlungen

Trotz seines großen Einzugsgebietes wäre der potenzielle trophische Zustand des Großen Schierensees nach den Kriterien der LAWA oligotroph, sein gegenwärtiger Zustand wurde als schwach eutroph (eutroph 1) klassifiziert (Bewertungsstufe 3). Daher ist Handlungsbedarf gegeben. Zwar sind die P-Konzentrationen im See schon vergleichsweise niedrig, zur Erreichung des mesotrophen Zustands müsste die gegenwärtige Phosphorkonzentration im See jedoch auf etwa $0,03 \text{ mg/l P}$ gesenkt und dazu die Phosphorbelastung um etwa 25 bis 35 % reduziert werden. Zum einen kann eine P-Konzentration im See von $0,03 \text{ mg/l P}$ als Schwellenwert auf dem Weg zum mesotrophen Zustand gesehen werden (CHORUS 1996), zum anderen hat sich gezeigt, dass unterhalb eines Belastungswertes von $0,6 \text{ g/m}^2\text{-a P}$ durch die Förderung einer ausgewogenen Fischzönose eine weitere Verringerung der Phytoplanktonbiomasse erwartet werden kann (BENNDORF & MIERSCH 1991).

Da die Nährstoffeinträge aus Abwasser in der Vergangenheit bereits weitgehend reduziert worden sind, bleibt als Verursacher der Nährstoffbelastung im wesentlichen die Landwirtschaft, so dass Maßnahmen vorrangig in diesem Bereich ansetzen müssen:

Die landwirtschaftlich genutzten seenahen Flächen im Südosten des Sees sollten stillgelegt oder extensiviert werden, wobei auf dem früheren Niedermoorgebiet im Süden bereits eine Extensivierung erfolgt ist. Ob das Vieh auf den beweideten Flächen gegenwärtig freien Zugang zum Wasser hat, konnte nicht geprüft werden. Sollte dies der Fall sein, so wäre eine Abzäunung der Ufer zu empfehlen.

Von den weiter vom See entfernten Flächen böten sich für eine Extensivierung vorrangig folgende Flächen an:

der Bereich des Zulaufs Grubenbeksau östlich des Gutes Schierensee ist ehemalige Niedermoorfläche, die als Acker genutzt wird.

Im Bereich des Zuflusses Moorgraben befinden sich als Grünland genutzte ehemalige Niedermoorflächen, für die eine Wiedervernässung oder zumindest Extensivierung geprüft werden könnte.

Ob diese Maßnahmen für die oben angegebene Reduzierung der Phosphoreinträge ausreichen, müsste in einem separaten Sanierungsplan mit eingehenderen Untersuchungen erarbeitet werden.

Als seeinterne Maßnahme sollte eine Verbesserung der Struktur der Nahrungskette durch Verminderung des Fraßdrucks der Fische auf das Zooplankton geprüft werden. Zur Förderung des großen Zooplanktons, das durch Fraß das Phytoplankton verringern kann, müsste eine Reduzierung der Fischdichte bzw. ein stärkerer Raubfischbesatz erfolgen. Eine quantitative Bestimmung des gegenwärtigen Fischbestands wäre hierzu hilfreich.

Für das FFH-Gebiet „Quellen am Großen Schierensee“ gilt als Ziel der Erhalt eines vielgestaltigen quellgeprägten Biotopkomplexes mit natürlichen Wäldern, Bächen und extensiv genutzten Feuchtwäldern.

Kleiner Schierensee

Topographische Karte (1 : 25.000):	1725
Flusssystem:	Nord-Ostsee-Kanal
Kreis:	Rendsburg-Eckernförde
Gemeinde:	Schierensee
Eigentümer:	privat
Pächter:	Angelsportverein
Lage des oberirdischen Einzugsgebietes:	
Rechtswerte:	356220 - 356686
Hochwerte:	601161 - 601695
Höchster Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	7,41
Mittlerer Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	7,28
Niedrigster Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	7,21
Größe des oberirdischen Einzugsgebietes (km ²):	12,7
Größe des oberirdischen Teil-Einzugsgebietes (km ²):	1,3
Seefläche (km ²):	0,22
Seevolumen (m ³) bei 7,38 m ü.NN:	1.220.000
Maximale Tiefe (m):	10,3
Mittlere Tiefe (m):	5,5
Uferlänge (km):	2,55
Theoretische Wasseraufenthaltszeit (a):	0,3
(bei einem geschätzten Abfluss von 10 l/(s·km ²))	
Umgebungsarealfaktor (m ² /m ²):	56,9
Umgebungsvolumenfaktor (m ² /m ³):	10,3
Uferentwicklung:	1,5
Hypolimnion/Epilimnion (m ³ /m ³):	0,64
Mischungsverhalten:	stabil geschichtet

Entstehung

Der Kleine Schierensee liegt im Östlichen Hügelland. Zusammen mit Westensee, Großem Schierensee, Ahrensee und Flemhuder See bildet er eine Seengruppe, die im Norden, Osten und Westen durch hohe Moränenwälle, im Süden durch eine Stauchendmoräne begrenzt wird und in die Eider entwässert. Die steilufrige Trichterform des Kleinen Schierensees weist darauf hin, dass die ausgeschürfte Hohlform wie beim Großen Schierensee durch überdecktes Toteis konserviert wurde (GRIPP 1954 nach SCHÜTZ et al. 1993).

Einzugsgebiet und Morphologie des Sees

Der Kleine Schierensee (Abbildung 1) liegt etwa 15 km westlich von Kiel, südlich des Westensees. Den wichtigsten Zufluss bildet der Ablauf des südlich gelegenen Großen Schierensees, der

Obere Schierenseebach. Sein gesamtes Einzugsgebiet (Abbildung 33) ist mit 12,7 km² etwa 57mal so groß wie seine Seefläche, den größten Teil davon (11,4 km²) stellt das Einzugsgebiet des Großen Schierensees (Abbildung 2).

Die Böden des Einzugsgebietes bestehen überwiegend aus Geschiebemergel.

Der den Großen Schierensee entwässernde Obere Schierenseebach mündet im Süden in den Kleinen Schierensee. Daneben besitzt der See im Osten zwei kleinere Zuflüsse von untergeordneter Bedeutung. Der Ablauf, der Untere Schierenseebach, im Norden fließt in den Westensee. Die 2001 am Ablauf des Großen Schierensees gemessenen Abflussmengen stimmten gut mit den Abflussmengen des Ablaufs aus dem Kleinen Schierensee überein (Abbildung 34), so dass davon ausgegangen werden kann, dass bei diesem See der Grundwassereinstrom gering ist.

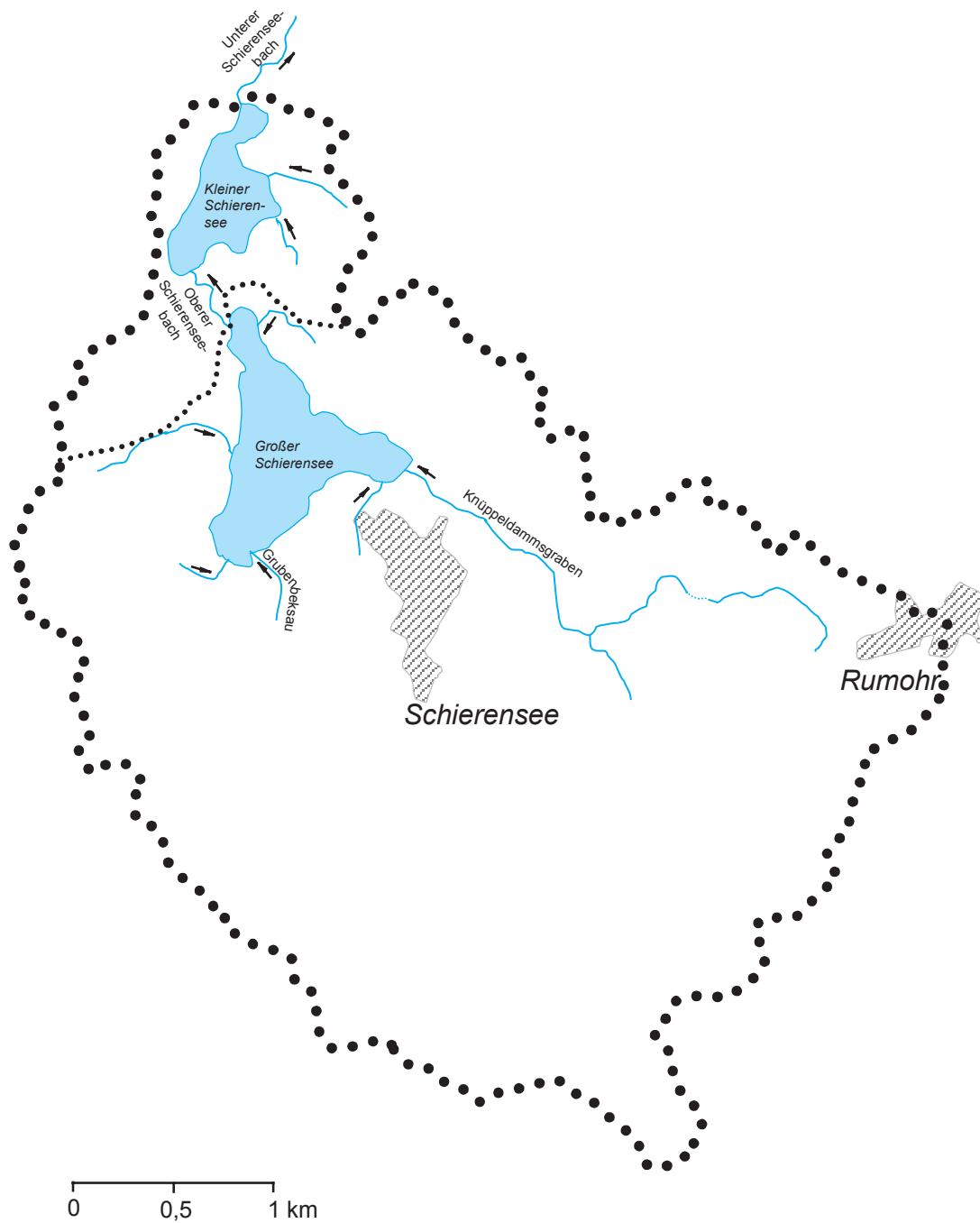


Abbildung 33: Einzugsgebiet des Kleinen Schierensees

Die auf Grund der Einzugsgebietsgröße berechnete theoretische Wasseraufenthaltszeit beträgt 0,3 Jahre bei einer zugrunde gelegten Abflusspende von $10 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ (Austauschrate 3,3mal pro Jahr). Berechnet man die Austauschzeit auf Grund der einmal monatlich gemessenen Abflusswerte des Ablaufs, so erhält man eine theoretische Aus-

tauschzeit von 0,23 (Austauschrate 4,3mal pro Jahr). Grund dafür ist - neben der Ungenauigkeit der Berechnungsgrundlage (Einzelmessungen) und der von Jahr zu Jahr variierenden Niederschlagsmenge - vermutlich der Grundwasserzustrom in den Großen Schierensee, der in die Berechnung

des Gebietsabflusses nicht eingeht und den Zufluss zum Kleinen Schierensee erhöht.

Der Seewasserstand des Kleinen Schierensees schwankte im Jahresverlauf nur um ca. 20 cm (Abbildung 35).

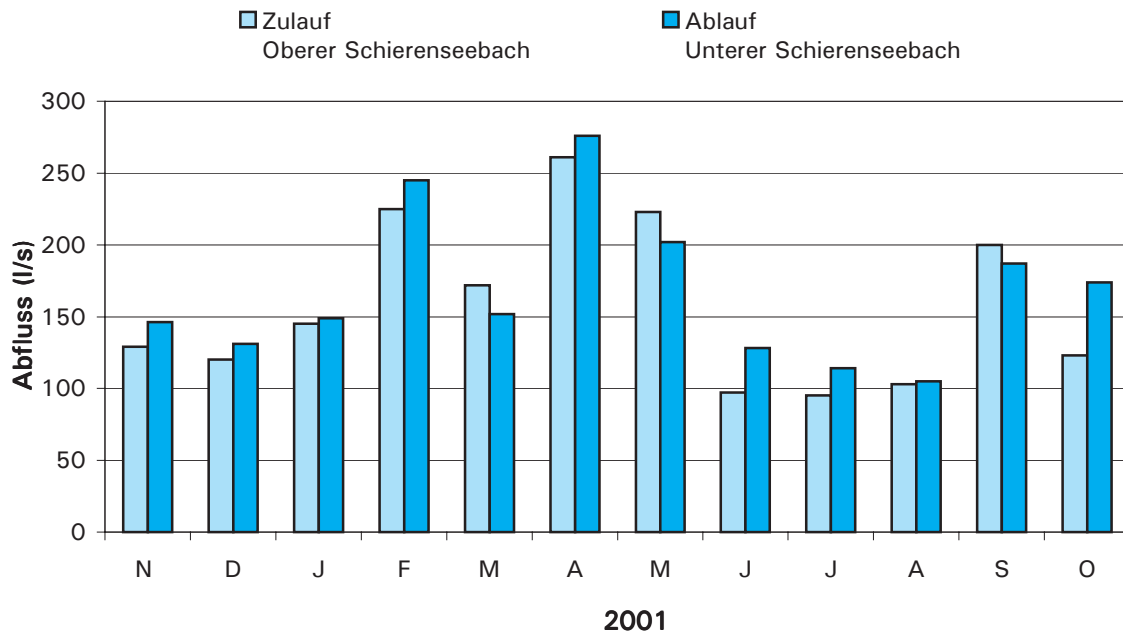


Abbildung 34: Zu- und Abflussmengen (l/s) des Kleinen Schierensees im Abflussjahr 2001 (Einzelmessungen)

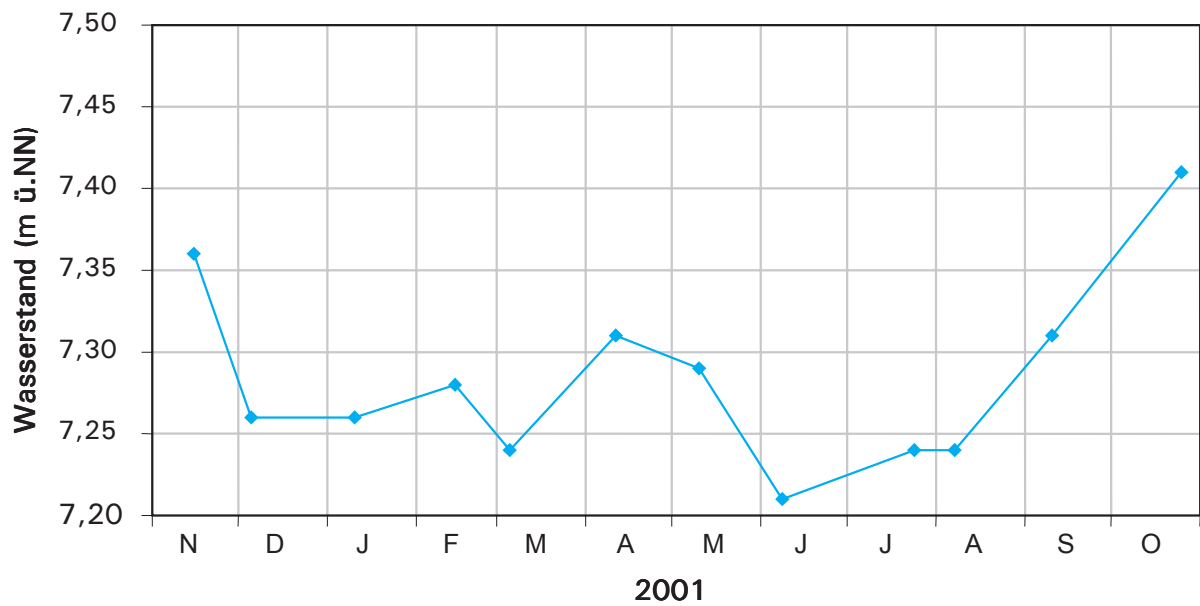


Abbildung 35: Seewasserstände (m ü.NN) im Kleinen Schierensee (Einzelmessungen)

In Abbildung 36 sind die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse an der Messstation Kiel-Holtenau dargestellt. Das Wasserhaushaltsjahr 2001 wies im Vergleich zum langjährigen Mittel verhält-

nismäßig durchschnittliche mittlere Temperaturen auf. Überdurchschnittlich hohe Niederschläge fielen vor allem im September.

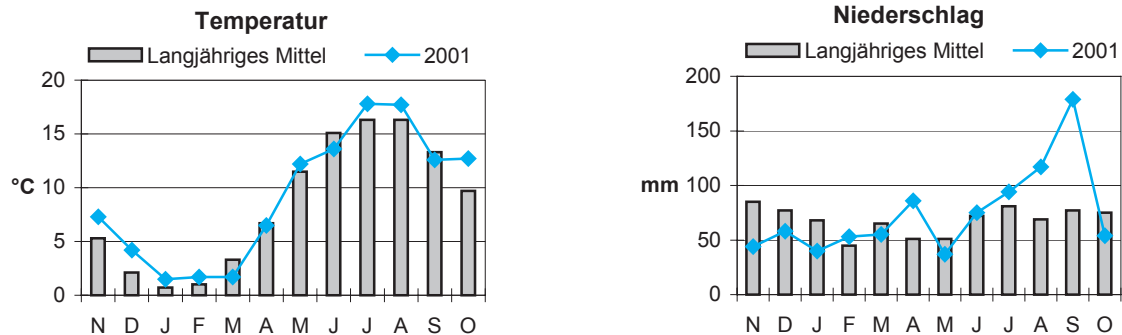


Abbildung 36: Mittlere Monatstemperatur und monatliche Niederschlagshöhen für das Abflussjahr 2001 an der Messstation Kiel-Holtenau im Vergleich zum langjährigen Mittel 1961/90

Das Becken des Kleinen Schierensees erstreckt sich von Südwesten nach Nordosten. Die tiefste Stelle befindet sich im Südosten (10,3 m). Im Norden, am Ablauf zum Westensee, befindet sich eine große, flachere Bucht (Abbildung 37).

Das Wasservolumen des Hypolimnions beträgt während der Schichtungsphase etwa 64 % des Epilimnion-Volumens.

Ufer

Die Ufervegetation (Röhricht, Schwimmblatt- und submerse Vegetation) des Kleinen Schierensees wurde von SCHÜTZ et al. (1993) erfasst. Die folgenden Ausführungen sind im Wesentlichen seinem Bericht entnommen. Die Beschreibung des Gehölzsaums erfolgt nach einer stichpunktartigen Ortsbesichtigung im Jahre 2003.

Der See ist fast vollständig von Wald umgeben, der wegen der steilen Ufer nur in den flacheren Uferbereichen aus typischen **Ufergehölzen** besteht. An der Einmündung des Oberen Schierenseebachs im Süden gibt es einen kleinen Erlbruch.

Wasserseitig sind die steilen Ufer von einem schmalen **Röhrichtsaum** umgeben, der an einigen windgeschützten Uferbereichen von der Ufersegge *Carex riparia* im unmittelbaren Uferbereich

begleitet wird. Die Schnabelsegge *C. rostrata* kommt in kleinflächigen Beständen an flach überfluteten Standorten vor. An der Mündung des oberen Schierenseebachs befindet sich ein Bestand von Kalmus *Acorus calamus*. Die Schwannenblume *Butomus umbellatus* bildet auf schlammigem Substrat dem Schilfröhricht vorgelagerte lockere Bestände. An überhängenden Schaarkanten wächst Schmalblättriger Rohrkolben *Typha angustifolia*.

Schwimmblattpflanzen sind am windgeschützten Kleinen Schierensee als schmaler Gürtel am gesamten Ufer vorhanden und bilden in den meisten Bereichen den einzigen Tiefenbewuchs. Die Weiße Seerose *Nymphaea alba* dominiert und wird nur an einigen Stellen von der Gelben Teichrose *Nuphar lutea* begleitet. Beide siedeln bis 2,5 m Wassertiefe.

Im Kleinen Schierensee wurden nur zwei Arten von **Tauchblattpflanzen** gefunden, von denen das Spiegelnde Laichkraut *Potamogeton lucens* am häufigsten war. Es kam überwiegend in Mischbeständen mit dem Durchwachsenen Laichkraut *P. perfoliatus* vor und siedelte nur in Ausnahmefällen vor dem Schwimmblattgürtel bis 4 m Wassertiefe. Möglicherweise handelte es sich hier um die Restbestände einer früher dem Schwimmblattgürtel vorgelagerten Laichkrautzone. Armleuchtergen wurden im Kleinen Schierensee nicht gefunden.

Die Ausdehnung der Ufervegetation des Kleinen Schierensees ist durch die beschatteten, steil abfallenden Ufer eingeschränkt, die in Zusam-

menwirken mit der im Sommer geringeren Sichttiefe (2,5 m) die Ausbreitung der Tauchblattpflanzen begrenzen.

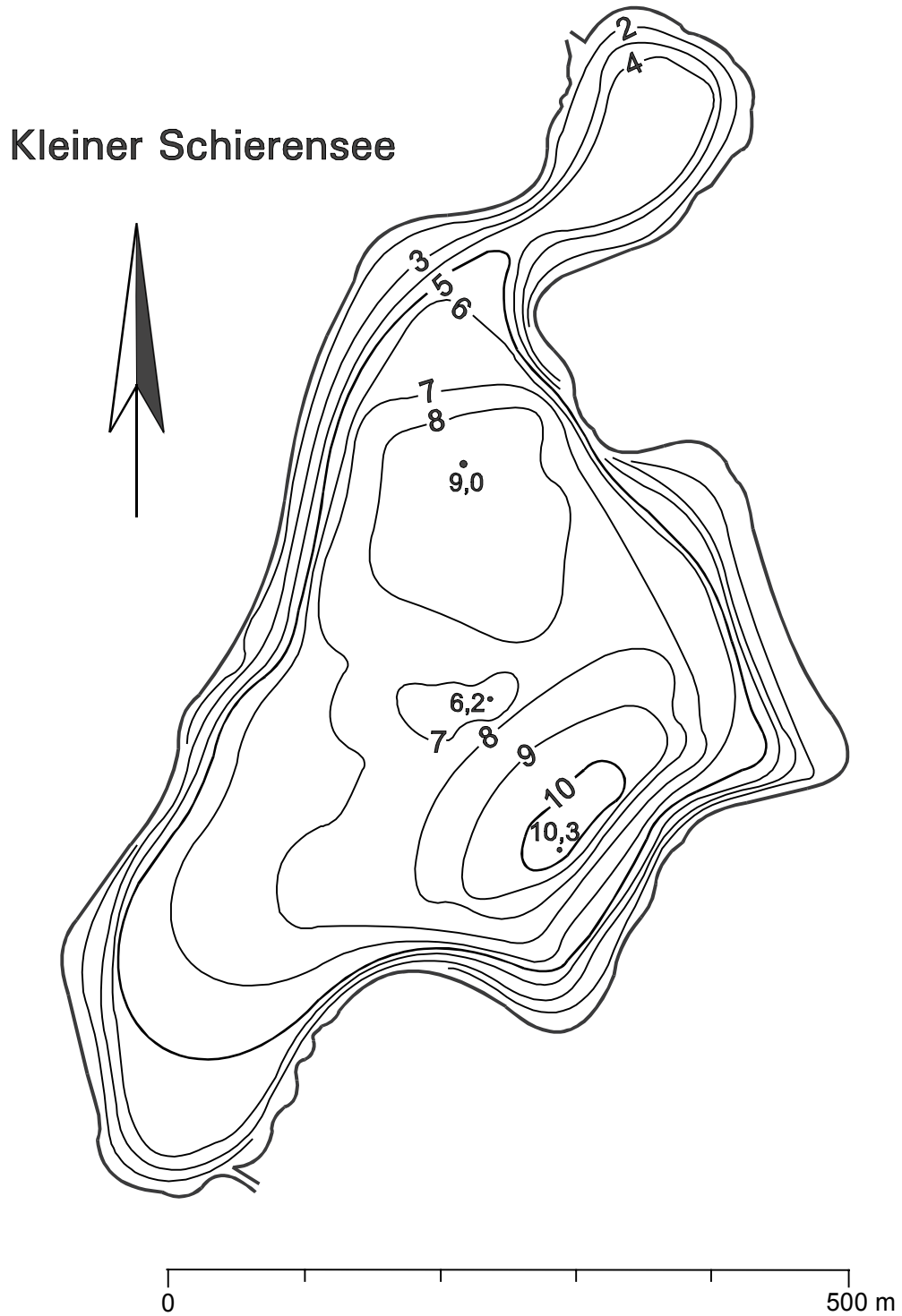


Abbildung 37: Tiefenplan des Kleinen Schierensees

Freiwasser

Der Kleine Schierensee war durch seine relativ große Tiefe im Sommer thermisch stabil geschichtet (Abbildung 39). Bei Calciumkonzentrationen von fast 70 mg/l und einer Säurekapazität um 3,3 mmol/l (Frühjahr) war der See sehr gut gepuffert. Die pH-Werte lagen im Oberflächenwasser zwischen 8,2 und 8,5. Die elektrische Leitfähigkeit war mit Werten um 45 mS/m durchschnittlich.

Mit Gesamtphosphorkonzentrationen im Frühjahr von 0,031 mg/l Phosphor und Gesamtstickstoffkonzentrationen von 1,1 mg/l Stickstoff wies der Kleine Schierensee mäßige Nährstoffkonzentrationen auf (Abbildung 4). Der Phosphor war im Oberflächenwasser an allen Messtagen vollständig organisch gebunden, anorganischer Stickstoff war ab Juli nicht mehr im Oberflächenwasser zu finden. Im April und Juni war das Phytoplanktonwachstum daher vermutlich phosphorlimitiert, im Juli gab es möglicherweise einen Übergang zur Stickstofflimitierung.

Der Kleine Schierensee wies bereits im **April** 1 m über dem Grund ein Sauerstoffdefizit (64 %) auf. Möglicherweise reichte die Frühjahrszirkulation in diesem windgeschützt liegenden See nicht bis zum Grund. Die Phytoplankton-Frühjahrsblüte kam in Chlorophyllkonzentrationen von über 14 µg/l Chlorophyll zum Ausdruck, die Sichttiefe betrug 1,5 m. Die Nitrat war mit Konzentrationen um 0,5 mg/l N nur etwa halb so viel wie im Großen Schierensee vorhanden.

Im **Juni** war zwar die Gesamtphosphorkonzentration im Oberflächenwasser unter 0,02 mg/l P gesunken (Abbildung 40), und die Phytoplanktonbiomasse hatte sich ebenfalls stark verringert (Chlorophyll a-Konzentration: 4,4 µg/l, Sichttiefe 3 m), das Tiefenwasser war jetzt jedoch bereits ab 7 m nahezu sauerstofffrei. Im Tiefenwasser hatte Desulfurikation eingesetzt (H₂S-Geruch), nachdem das Nitrat durch Denitrifikation in dieser Tiefe bereits aufgezehrt war. Aus der sedimentierten Biomasse freigesetztes Ammonium reicherte sich im Tiefenwasser an.

Ab **Juli** war die Biomasse wieder angestiegen auf 8 µg Chl a, die Sauerstoffsättigung von über 140 % im Oberflächenwasser zeigte die intensive Primärproduktion an. Der Gesamtphosphor zeigte keine weitere Abnahme, während der Gesamtstickstoff im Oberflächenwasser – vermutlich überwiegend durch Biomasse-Sedimentation – jetzt deutlich absank (von 1 auf 0,5 mg/l N). Der anorganische Stickstoff im Oberflächenwasser war jetzt völlig aufgezehrt, während Phosphat noch in geringen Konzentrationen vorhanden war. Möglicherweise setzte zu diesem Zeitpunkt eine Stickstofflimitierung des Phytoplanktonwachstums ein. Die anaerobe Zone hatte sich bis ins obere Metalimnion nach oben verlagert, die intensive Desulfurikation wurde jetzt an starkem Schwefelwasserstoffgeruch und einer deutlichen Abnahme der Sulfatkonzentrationen im Tiefenwasser deutlich.

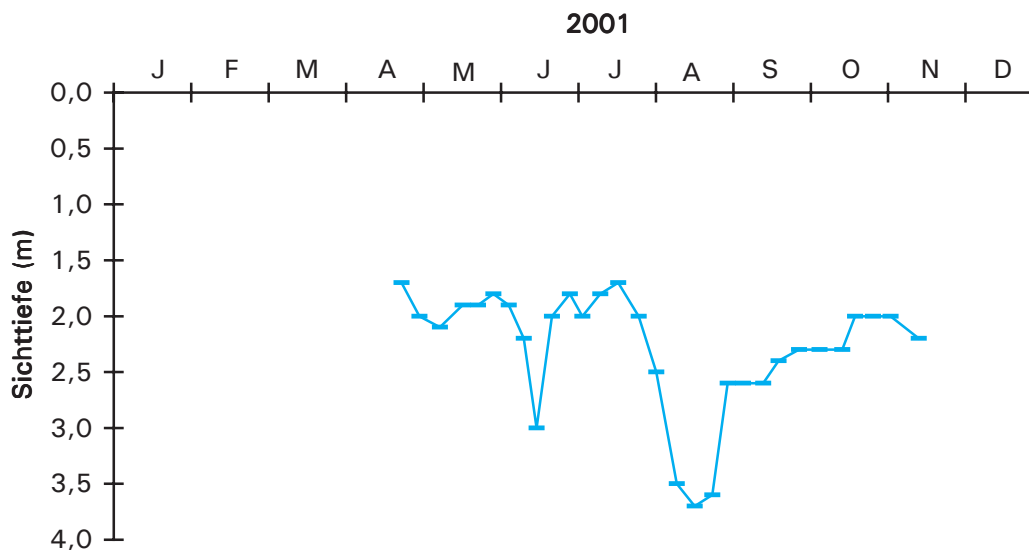


Abbildung 38: Sichttiefen (m) im Kleinen Schierensee 2001

Im **September** nahm der Gesamtphosphor im Epilimnion wieder ab auf 0,016 mg/l, während der Gesamtstickstoff konstant blieb. Das Metalimnion war jetzt bereits abgesunken, das gesamte Epilimnion zeigte eine leichte Sauerstoffuntersättigung. Im Tiefenwasser erreichte das Ammonium Konzentrationen von über 3,5 mg/l N, die Sulfatkonzentrationen waren von 30 auf 11 mg/l gesunken. Es ist anzunehmen, dass spätestens zu diesem Zeitpunkt eine Phosphorfreisetzung aus dem Sediment stattfand.

Die Sichttiefen zeigten im Kleinen Schierensee eine sehr kurze, schwach ausgeprägte Klarwasserphase in der ersten Junihälfte und ein weiteres vierwöchiges Klarwasserstadium mit Sichttiefen über 3,5 m im August (Abbildung 38).

Das **Plankton** im Kleinen Schierensee wurde im Auftrag des Landesamtes von SPETH (2001) untersucht. Die folgenden Ausführungen sind ihrem Bericht entnommen.

Im **April** wurde, wie für diese Jahreszeit typisch, das Phytoplankton von Kieselalgen (mit *Asterionella formosa* und *Fragilaria*-Arten überwiegend pennate Formen) dominiert, die von kleinzelligen Flagellaten (*Chrysochromulina parva* und *Rhodomonas minuta*) begleitet wurden. Diese beiden letztgenannten Arten waren zu allen vier Probenahmeterminen verhältnismäßig häufig. Das Zooplankton wurde von Rädertieren dominiert (*Keratella cochlearis*, *Kellicottia longispina*). In geringer Dichte traten Jugendstadien (Nauplien, Copepodite) von calanoiden und cyclopoiden Ruderfußkrebsen auf.

Während des Klarwasserstadiums im **Juni** waren außer den oben genannten kleinzelligen Flagellaten vor allem zentrale Kieselalgen (*Cyclotella* spp., *Aulacosira* sp.) sowie Arten der begeißelten

Gattung *Cryptomonas* vorhanden. Im Zooplankton war die Häufigkeit von größeren Wasserflöhen des *Daphnia longispina*-Komplexes angestiegen.

Im **Juli** hatten die im Juni vorhandenen Phytoplankton-Arten (bis auf *Aulacosira* sp.) an Häufigkeit zugenommen, zusätzlich trat eine sehr kleinzellige Blaualgenart (Aphanothecoideae) auf. Die Dichte der Daphnien hatte wieder abgenommen.

Im **September** traten weitere kleinzellige Blaualgen auf (cf. *Radiocystis geminata*, *Snowella* sp.), darüber hinaus erreichte die Goldalge *Uroglena* sp. mittlere Häufigkeit, und große Dinoflagellaten (*Ceratium* spp., *Peridinium* spp.) trugen ebenfalls zur Biomasse bei. Das Zooplanktonbild wurde im Juli und September wieder von Rädertieren bestimmt (*Collotheca* spp., *Keratella cochlearis*, *Pompholyx sulcata*).

Insgesamt wurde das Phytoplankton im Frühjahr und Sommer von Kieselalgen und Flagellaten bestimmt, nur im September traten vermehrt kleinzellige Blaualgen auf. Das Zooplankton scheint zeitweilig das Phytoplanktonwachstum kontrollieren zu können, denn zumindest das schwach ausgeprägte Klarwasserstadium im Juli wurde vermutlich durch Daphnien verursacht. Für das stärker ausgeprägte Klarwasserstadium im August liegen keine Planktondaten vor.

Der Kleine Schierensee wurde im Jahre 2000 im Rahmen der Erstellung eines Fischartenkatasters des Amtes für ländliche Räume Kiel, Abteilung Fischerei, mit Elektrogeräten und Stellnetzen befischt. Elf Fischarten wurden bestimmt. Häufigster Fisch war der Flussbarsch, gefolgt von Plötze und Aal. Hechte wurden ebenfalls gefangen.

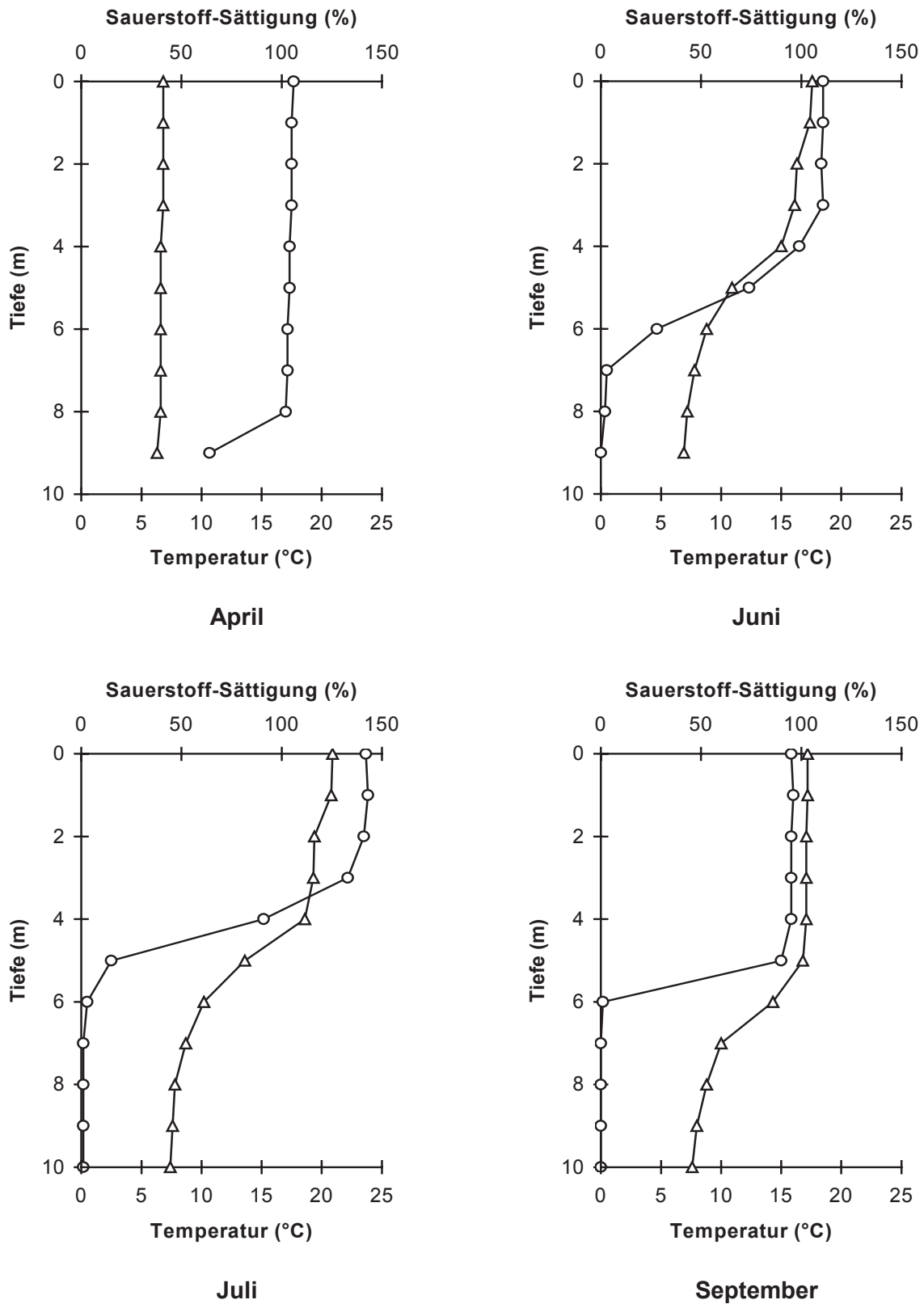


Abbildung 39: Tiefenprofile von Temperatur (°C) und Sauerstoff-Sättigung (%) im Kleinen Schierensee im Frühjahr und Sommer 2001; Temperatur Δ Sauerstoff \circ

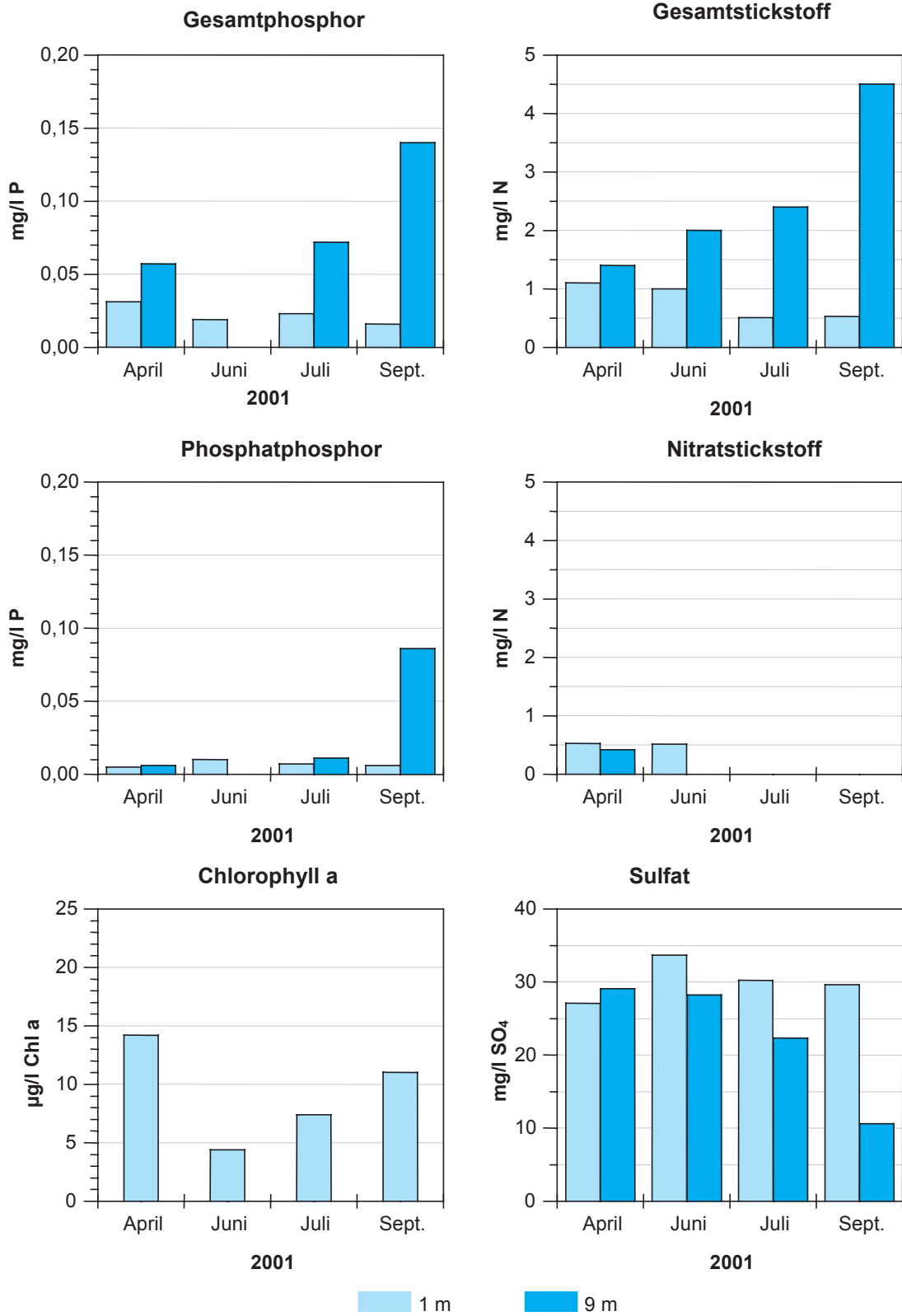


Abbildung 40: Phosphor (mg/l), Phosphat (mg/l), Stickstoff (mg/l), Nitrat (mg/l), Chlorophyll a (µg/l) sowie Sulfat (mg/l) in den verschiedenen Probetiefen im Kleinen Schierensee 2001

Seegrund

Im Kleinen Schierensee wurden bei 2 - 3, 5 und 10,3 m Wassertiefe Benthosproben entnommen. Das Sediment war in 2 – 3 m Wassertiefe mittel-sandig mit Grobdetritus von grauer Farbe und geruchlos, bei 5 m weich, graubraun und geruchlos sowie in 10 m Wassertiefe weich, hellbraun und mit schwachem Schwefelwasserstoffgeruch.

Die tierische Besiedlung des Sedimentes im Kleinen Schierensee wurde im Auftrag des Landesamtes von OTTO (2001) untersucht. Die folgenden Ausführungen sind seinem Bericht entnommen.

Im Kleinen Schierensee wurden 39 Taxa bestimmt, wobei die Weichtiere die artenreichste Gruppe war (14 Arten). Die obere Tiefe war durch eine artenreiche, aber verhältnismäßig individuenarme Litoralfauna geprägt, bei der die Zuckmückenlarven *Microtendipes* cf. *nubeculosum* und *Tribelos intextus* die häufigsten Vertreter waren. Bei 5 m Wassertiefe herrschten mit über 1400 Ind./m² Wenigborster vor, außerdem waren Zuckmückenlarven der Gattung *Procladius* häufig,

Vertreter der *Chironomus plumosus*-Gruppe wurden nur in geringer Dichte gefunden. An der tiefsten Stelle dominierten die Sauerstoffmangel tolerierenden Büschelmückenlarven *Chaoborus flavicans* mit einer Dichte von ca. 7200 Ind./m², Wenigborster wurden noch in einer Dichte von 600 Ind./m² gefunden (Abbildung 41).

Insgesamt ist das Benthos des Kleinen Schierensees zwar artenreich, aber nur relativ spärlich besiedelt. Litorale Lebensformtypen fanden sich nur in der oberen Probenahmetiefe. Wegen der nur geringen Dichte der Vertreter der *Chironomus plumosus*-Gruppe in 5 m Tiefe und der Häufigkeit der Büschelmückenlarve an der tiefsten Stelle kann der Kleine Schierensee im Sinne von THIENEMANN (1922) als eutropher *Chironomus plumosus*-See mit Tendenz zu einem hypertrophen *Chironomus*-losen *Chaoborus*-See bezeichnet werden. Die geringe Ausdehnung des Litorals unterstützt diese Aussage. Damit erhält der Kleine Schierensee hinsichtlich der Besiedlung der Tiefenzone eine ungünstigere Bewertung als der Große Schierensee.

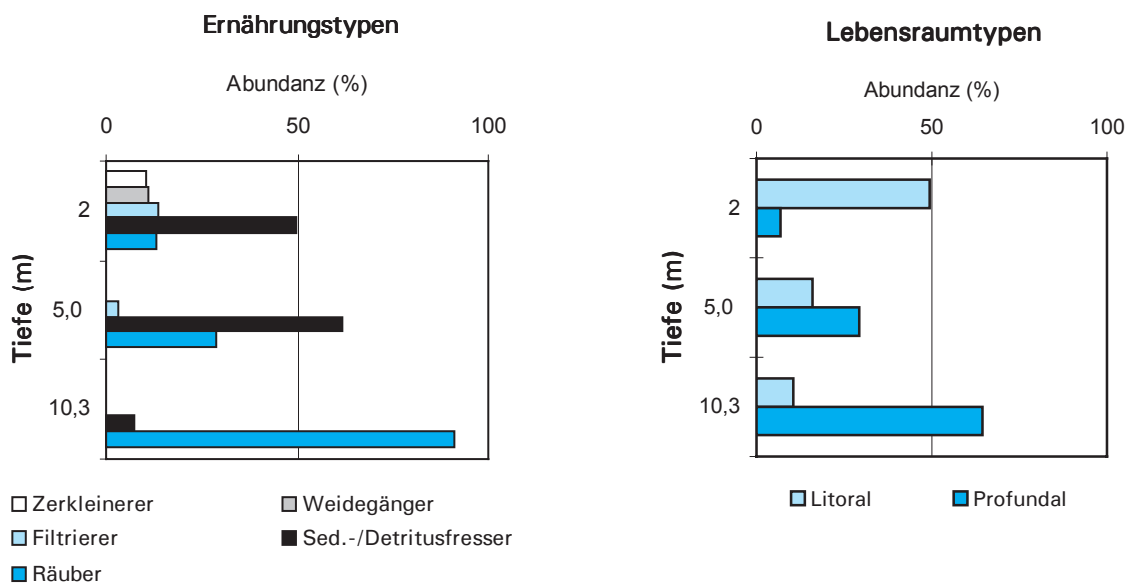


Abbildung 41: Benthos des Kleinen Schierensees; Ernährungs- und Lebensraumtypen in den verschiedenen Wassertiefen

Nutzung des Sees und seines Einzugsgebietes

Der Kleine Schierensee ist Teil des Naturparks Westensee.

Die fischereiliche Nutzung des **Sees** erfolgt durch einen Angelverein.

Die **Ufer** sind größtenteils bewaldet, nur am nordwestlichen Ufer befindet sich eine extensiv

genutzte Feuchtwiese. Badestellen gibt es nicht, am Nordufer befindet sich ein Bootshaus.

Das **Teileinzugsgebiet** des Kleinen Schierensees ist zu 72 % bewaldet, 17 % wird vom See selbst eingenommen, 11 % werden landwirtschaftlich (davon 50 % als Acker) genutzt. Die Zahl der Großvieheinheiten lag bei durchschnittlich 0,57 GVE/ha landwirtschaftlich genutzter Fläche.

Abwassereinfluss ist im Teileinzugsgebiet nicht vorhanden.

Belastungssituation des Sees

Die Belastungssituation des Kleinen Schierensees ergibt sich aus der Belastung im direkten Einzugsgebiet (Tabelle 10) sowie aus der Fracht des aus dem Großen Schierensee zufließenden Oberen

Schierenseebaches (Tabelle 9). Dabei wirkte der Große Schierensee als "Vorklärbecken", da ein Teil der in Biomasse gebundenen Nährstoffe hier sedimentieren konnte, bevor sie den Kleinen Schierensee erreichten. Im Folgenden wird daher der Austrag aus dem großen Schierensee mit Hilfe seiner Frühjahrskonzentrationen von Phosphor und Stickstoff und einer geschätzten Abflusspende von 10 l/s·km² berechnet.

Tabelle 9: Stoffausträge aus dem Großen Schierensee in den Kleinen Schierensee (Abschätzung)

	Phosphor	Stickstoff
Frühjahrskonzentration (mg/l) 2001	0,038	1,6
Fracht (mg/s·km ²) für 10 l/s·km ²	0,38	16
Einzugsgebiet Großer Schierensee (km ²)	11,44	
Stoffaustrag (mg/s)	4,35	183
Stoffaustrag (kg/a)	137	5772

Über den Ablauf des Großen Schierensees gelangen demnach 137 kg Phosphor und 5,8 t Stickstoff im Jahr in den Kleinen Schierensee. Die im Kapitel „Großer Schierensee“ abgeschätzten Einträge in den Großen Schierensee lagen bei insgesamt 469 kg/a Phosphor und bei knapp 16,5 t/a Stickstoff. Demnach entlastet der Große Schierensee den Kleinen Schierensee um rund

300 kg Phosphor und 10 t Stickstoff jährlich.

Aufgrund der **Flächennutzung** im direkten Einzugsgebiet sowie der **Niederschlagsbeschaffenheit** werden im Folgenden die zusätzlichen Einträge von Phosphor und Stickstoff in den Kleinen Schierensee grob abgeschätzt (Tabelle 10).

Tabelle 10: Einträge von Phosphor und Stickstoff in den Kleinen Schierensee aus verschiedenen Quellen im Teileinzugsgebiet (ohne Einzugsgebiet Großer Schierensee) (Abschätzung gemäß Kapitel Auswertungsmethoden)

Flächennutzung	(ha) bzw.	(kg/ha·a) P	Phosphoreintrag	(kg/ha·a) N	Stickstoffeintrag
	Stück	bzw. (kg/GVE·a) P	(kg/a)	bzw. (kg/GVE·a) N	(kg/a)
Acker	7	0,5	4	20	140
Grünland	7	0,2	1	10	70
Großvieheinheiten	8	0,2	2	0,9	7
Wald	93	0,05	5	7	651
Siedlung		0,75	0	13	0
Gewässer	22		0		0
sonstiges			0		0
Summe (ha)	129		11		868
Niederschlag auf die Seefläche	22	0,05	1	13,7	301
Eintrag aus dem Teileinzugsgebiet in den See			Phosphor	Stickstoff	
Summe (kg/a)			12	1169	

Die zusätzlich aus seinem Teileinzugsgebiet eingebrachten Nährstoffe betragen etwa 12 kg Phosphor und knapp 1,2 t Stickstoff jährlich.

Der gesamte Eintrag in den Kleinen Schierensee aus dem Großen Schierensee und seinem eigenen Teileinzugsgebiet beträgt demnach 149 kg Phosphor und 6,9 t Stickstoff jährlich (Tabelle 11). Die Belastung bezogen auf die Seefläche liegt mit 0,67 g/a·m² Phosphor zwar deutlich unter der des Großen Schierensees (0,96 g/a·m² P), jedoch noch immer über dem schleswig-holsteinischen Durchschnitt von 0,6 g/a·m² P.

phor und 6,9 t Stickstoff jährlich (Tabelle 11). Die Belastung bezogen auf die Seefläche liegt mit 0,67 g/a·m² Phosphor zwar deutlich unter der des Großen Schierensees (0,96 g/a·m² P), jedoch noch immer über dem schleswig-holsteinischen Durchschnitt von 0,6 g/a·m² P.

Tabelle 11: Gesamteinträge von Phosphor und Stickstoff in den Kleinen Schierensee (Abschätzung)

Einträge in den Kleinen Schierensee	Phosphor	Stickstoff
aus dem Großen Schierensee (kg/a)	137	5772
aus dem Teileinzugsgebiet Kleiner Schierensee (kg/a)	12	1169
Summe (kg/a)	149	6941
bezogen auf die Seefläche (g/a·m ²)	0,67	32

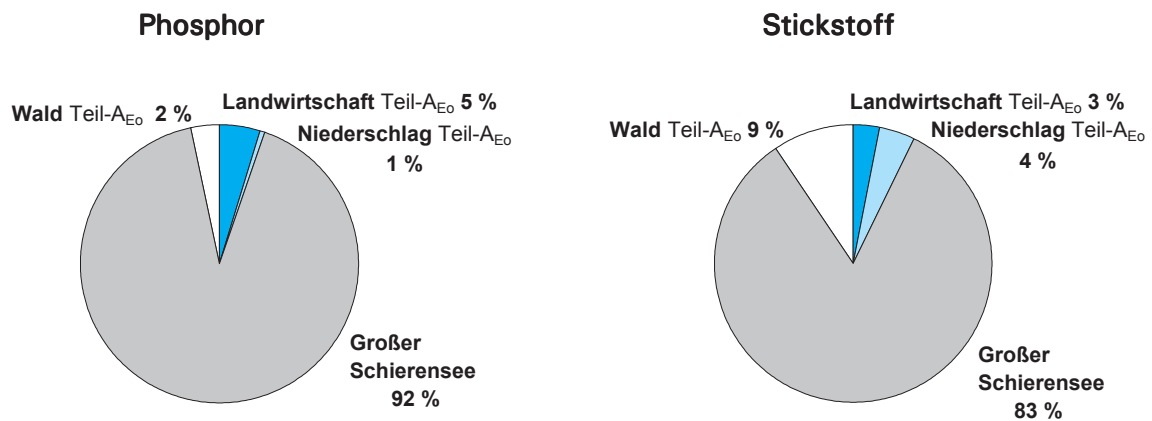


Abbildung 42: Quellen für Phosphor- und Stickstoffeinträge in den Kleinen Schierensee (Teil-A_{Eo} = Teileinzugsgebiet)

Anhand der ermittelten Phosphoreinträge lässt sich nach VOLLENWEIDER & KERKES (1980) unter Einbeziehung der Seebeckengestalt und des

Wasseraustausches die zu erwartende Phosphorkonzentration im See abschätzen:

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

- P_E : = erwartete Phosphor-Konzentration im See (mg/l)
- L : 0,67 = jährliche Phosphor-Belastung pro Seefläche (g/a·m²)
- T_w : 0,3 = theoretische Wasseraufenthaltszeit (a)
- z : 5,5 = mittlere Tiefe des Sees (m)

$$P_E = \frac{0,67 * 0,3}{5,5 (1 + \sqrt{0,3})} = 0,024 \text{ mg/l P}$$

Die nach VOLLENWEIDER zu erwartende Phosphor-Konzentration im See liegt mit 0,024 mg/l Phosphor etwas unter der tatsächlich gemessenen von 0,031 mg/l Phosphor. Wie bereits oben ausgeführt, findet vermutlich eine interne Düngung aus den Sedimenten statt, mit Sicherheit könnte dies jedoch nur durch eine ausführlichere Untersuchung festgestellt werden.

Bewertung

Der Kleine Schierensee besitzt zwar ein großes Einzugsgebiet, da aber der Große Schierensee als Absetzbecken wirkt, wird damit die Gesamtphosphorfracht um etwa 70 % verringert. Nach den Kriterien der LAWA wurde sein gegenwärtiger Zustand als mesotroph klassifiziert (Bewertungsstufe 2). Durch die kleinere Seefläche des Kleinen Schierensee beträgt die Flächenbelastung jedoch noch immer 0,67 g/m²·a P und ist damit auch in diesem See vergleichsweise erhöht.

Insgesamt ist der Kleine Schierensee ein See mit mäßigen Nährstoffkonzentrationen, dessen Epilimnion im Laufe der Sommerstagnation eine deutliche Nährstoffverarmung zeigt. Die Chlorophyllkonzentrationen liegen in diesem See deutlich geringer, und das Phytoplankton zeigte im Jahresgang zwei Klarwasserstadien (im Juni nur schwach ausgeprägt), von denen zumindest das im Juni beobachtete durch Zooplanktonfraß verursacht schien. Vermutlich weist die Fischfauna in diesem See eine günstigere Zusammensetzung auf, so dass ein geringerer Fraßdruck auf das große Zooplankton besteht und damit zumindest eine zeitweilige Kontrolle des Phytoplanktonwachstums möglich ist.

Da die im vorgelagerten Großen Schierensee stattfindende Nährstofffestlegung und -elimination (Denitrifikation) den Stickstoff stärker betrifft als den Phosphor, und der Stickstoff besser sedimentieren kann, findet im Sommer vermutlich ein Wechsel von Phosphor- zu Stickstofflimitierung statt. Intensive Zehrungsprozesse im Hypolimnion, die über das hinaus gehen, was der gegenwärtigen Primärproduktion zuzuschreiben wäre, lassen vermuten, dass der Kleine Schierensee in seinen Sedimenten sauerstoffzehrende "Altlasten" aus

der Eutrophierungsphase aufweist. Durch die geringere Menge an Nitrat, die für Denitrifikation zur Verfügung steht, setzt die Desulfurikation früher ein als im Großen Schierensee, und es kommt trotz geringerer Primärproduktion vermutlich zu einer Rücklösung von Nährstoffen aus dem Sediment. Die möglicherweise unvollständige Frühjahrszirkulation kann sich zusätzlich negativ auf den Sauerstoffhaushalt auswirken. Die starke Durchströmung des Sees, die überwiegend außerhalb der Vegetationsperiode stattfinden dürfte, wirkt dabei vermutlich jedoch einer Anreicherung von Nährstoffen im Wasserkörper entgegen.

Benthosfauna war außer mit Büschelmückenlarven relativ spärlich vertreten.

Die Ufer des Kleinen Schierensees sind vergleichsweise intakt, die Ausdehnung der Unterwasservegetation ist durch die steilen Ufer eingeschränkt.

Empfehlungen

Der potenzielle trophische Zustand des Kleinen Schierensees ist trotz seines großen Einzugsgebietes nach den Kriterien der LAWA oligotroph, der gegenwärtige Zustand wurde als mesotroph klassifiziert. Wegen der Seltenheit dieses nährstoffarmen Seetyps in Schleswig-Holstein sollte der mesotrophe Zustand des Kleinen Schierensees in jedem Fall erhalten und möglichst eine Verbesserung zum ursprünglichen Zustand hin angestrebt werden. Da der Sauerstoffhaushalt noch in einem kritischen Stadium ist, sollte der See auf seinem Weg zur Reoligotrophierung unterstützt werden. Zur weiteren Förderung des großen Zooplanktons, das durch Fraß das Phytoplankton verringern kann, müsste möglicherweise ein stärkerer Raubfischbesatz erfolgen. Eine Erhebung des gegenwärtigen Fischbestands für eine genauere Einschätzung der Rolle der Fische in der Nahrungskette wäre hierfür Voraussetzung.

Darüber hinaus würde sich durch Maßnahmen im Einzugsgebiet des Großen Schierensees auch für den Kleinen Schierensee eine Nährstoffentlastung ergeben.

Schöhsee

Topographische Karte (1 : 25.000):	1828
Flusssystem:	Schwentine, Ostsee
Kreis:	Plön
Gemeinde:	Plön
Eigentümer:	Stadt Plön
Pächter:	Sportfischergemeinschaft, Angelclub
Lage des oberirdischen Einzugsgebietes:	
Rechtswerte:	359324 - 359528
Hochwerte:	600392 - 600597
Höchster Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	22,45
Mittlerer Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	22,35
Niedrigster Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	22,26
Größe des oberirdischen Einzugsgebietes (km ²):	2,33
Seefläche (km ²):	0,78
Seevolumen (m ³) bei 7,51 m ü.NN:	8.500.000
Maximale Tiefe (m):	29,4
Mittlere Tiefe (m):	10,9
Uferlänge (km):	4,8
Theoretische Wasseraufenthaltszeit (a): (bei einem geschätzten Abfluss von 10 l/(s·km ²))	11,6
Umgebungsarealfaktor (m ² /m ²):	2,0
Umgebungsvolumenfaktor (m ² /m ³):	0,2
Uferentwicklung:	1,5
Hypolimnion/Epilimnion (m ³ /m ³):	0,70
Mischungsverhalten:	im Sommer stabil geschichtet

Entstehung

Das Gebiet um Plön, die Seenplatte der Holsteini-schen Schweiz, wurde durch zwei größere Glet-scherzungen vorgeformt, von denen eine aus nördlicher Richtung, die andere aus östlicher Rich-tung vorstieß. Neben Trammer See, Behler See und Großem Plöner See entstand dadurch das relativ komplexe Seebecken des Schöhsees.

Einzugsgebiet und Morphologie des Sees

Der Schöhsee liegt zwischen Trammer See, Behler See und Großem Plöner See und grenzt mit sei-nem nordwestlichen, westlichen und südwestli-chen Ufer an die Stadt Plön (Abbildung 43). Mit nur 2,3 km² ist sein oberirdisches Einzugsgebiet klein im Verhältnis zur Seefläche (0,78 km², Ab-bildung 2). Seine direkte Umgebung ist vor allem durch Grundstücke der Stadt Plön sowie durch Grünlandnutzung mit wenig Wald geprägt.

Die unversiegelten Böden des Einzugsgebiets be- stehen überwiegend aus Geschiebelehm (sandiger Lehm, teilweise lehmiger Sand).

Der Schöhsee besitzt keinen regelmäßigen Zu- oder Ablauf, er steht im Osten mit dem Behler See durch einen Graben in Verbindung, der jedoch an den Messtagen des Untersuchungsjahres keinen Abfluss zeigte. Der Seewasserstand schwankte im Jahresverlauf nur wenig um knapp 20 cm (Abbil-dung 45). Die auf Grund der Einzugsgebietsgröße bei einer zu Grunde gelegten Abflussspende von 10 l/s·km² berechnete theoretische Wasseraufent-haltszeit im Schöhsee ist mit 11,6 Jahren sehr lang.

Das Becken des Schöhsees ist annähernd oval in nordöstlich-südwestlicher Richtung. Mit drei Inseln und mehreren tiefen Stellen ist das Becken relativ stark gegliedert. Die Ufer sind teils steil abfallend, teils flacher (Abbildung 46), das südliche Westufer ist künstlich aufgeschüttet und begradigt. Die tiefste Stelle liegt mit 29,5 m in der südwestli-chen Seehälfte.

Das Wasservolumen des Hypolimnions beträgt während der sommerlichen Schichtungsphase etwa 70 % des Epilimnion-Volumens.

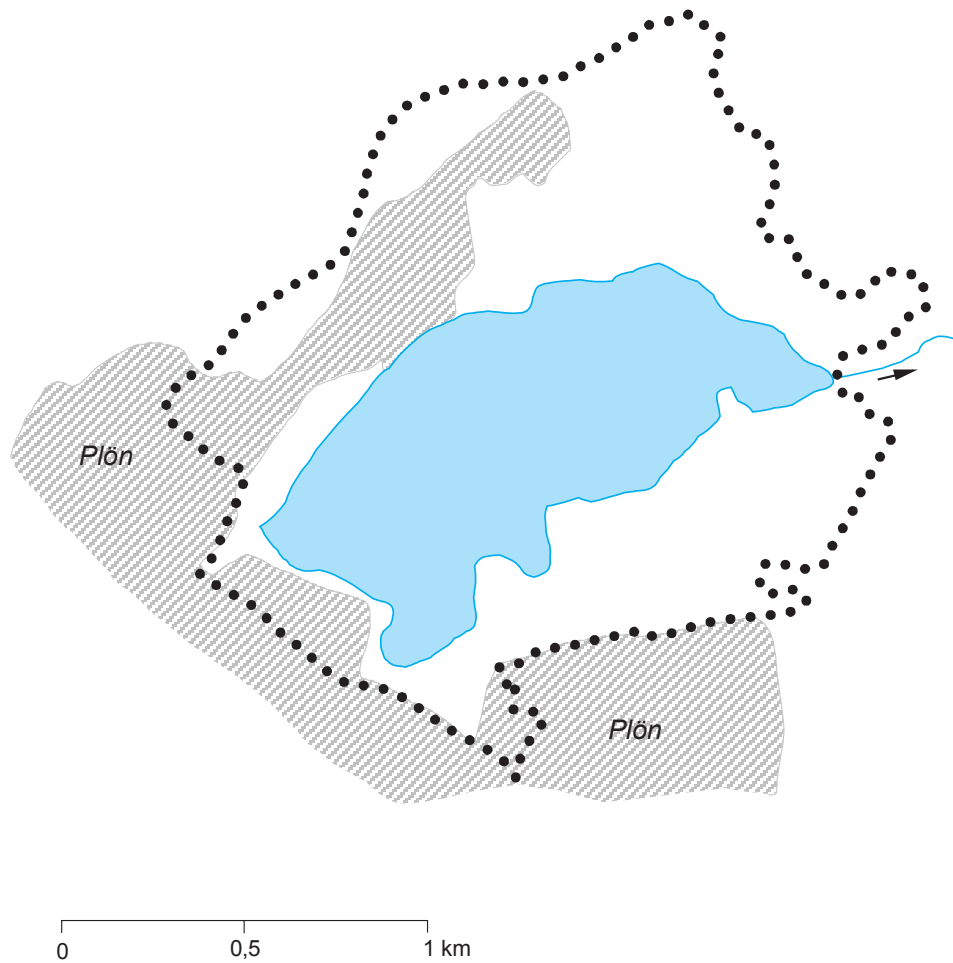


Abbildung 43: Einzugsgebiet des Schöhsees

In Abbildung 44 sind die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse an der Messstation Eutin dargestellt. Das Abflussjahr 2001 wies einen im Ver-

gleich zum langjährigen Mittel recht warmen und trockenen Winter auf. Überdurchschnittlich hohe Niederschläge fielen vor allem im September.

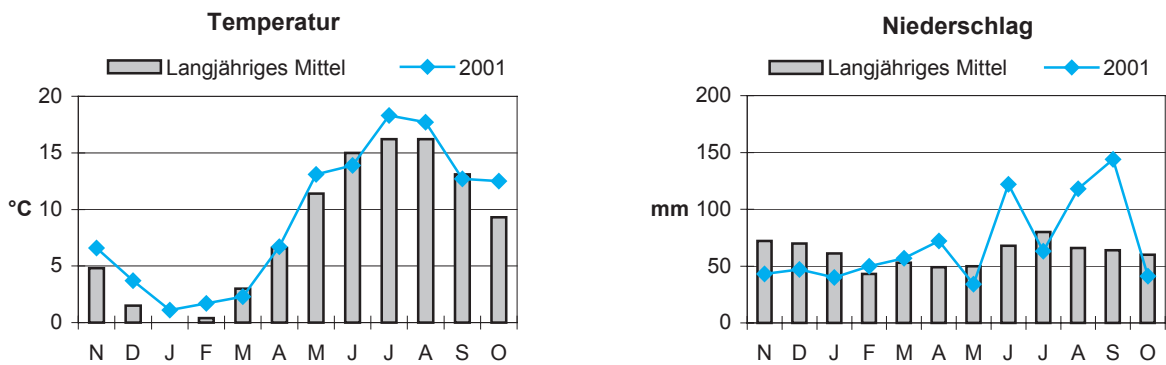


Abbildung 44: Mittlere Monatstemperaturen und monatliche Niederschlagshöhen für das Abflussjahr 2001 an der Messstation Eutin im Vergleich zum langjährigen Mittel 1961/90

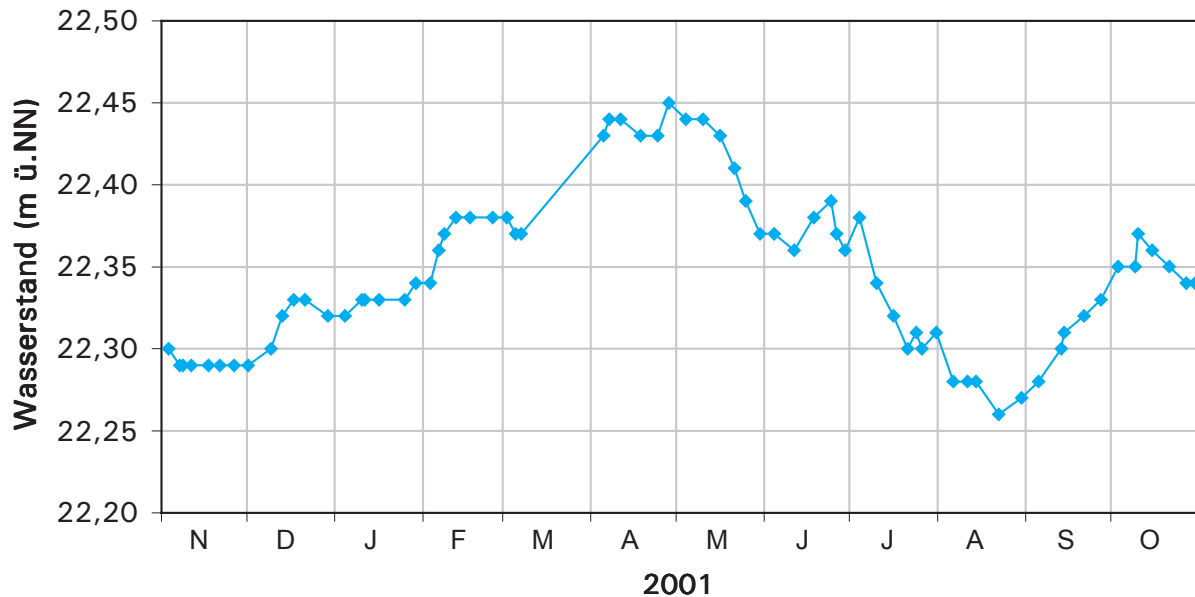


Abbildung 45: Seewasserstände (m ü.NN) im Schöhsee im Abflussjahr 2001 (Einzelmessungen)

Ufer

Die Ufervegetation des Schöhsees wurde im Auftrag des Landesamtes von STUHR (2001) grob erfasst. Die folgenden Ausführungen sind seinem Bericht entnommen.

Der Schöhsee ist von einem mehr oder weniger geschlossenen Saum von standorttypischen Ufergehölzen umgeben, im Bereich des Grünlandes im Norden und im Siedlungsbereich im Süden gibt es jedoch Lücken. Im Allgemeinen herrscht die Schwarzerle *Alnus glutinosa* vor, im Westen kommen auch hohe Anteile verschiedener teilweise angepflanzter Weidenarten vor. Feuchtezeiger finden sich im Unterwuchs meist nur nahe der Wasserlinie. Im Süden ist das Ufer auf etwa 150 m Länge von einem kleinen Erlenbruchwald gesäumt, dessen Krautschicht neben Feuchtezeigern in weiten Bereichen von stickstoffliebenden Arten bestimmt wird.

Im Norden und Nordosten grenzen ufernah einige Flächen mit Feuchtgrünland an. Kennzeichnende Arten sind Kriechender Hahnenfuß *Ranunculus repens* und Scharfer Hahnenfuß *R. acris* sowie Flatterbinse *Juncus effusus*, Gliederbinse *J. articularis* u.a. In einer besonders artenreichen Fläche mit höherem Anteil an Sauergräsern treten die nach der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen

Schleswig-Holsteins (MIERWALD & BELLER 1990) gefährdeten Arten Sumpffarn *Thelypteris palustris* und Sumpfsternmiere *Stellaria palustris* (beide RL 3) auf.

Röhrichtbestände sind nur auf etwa 15 % der Uferlinie vorhanden. Das Westufer und die Inseln sind völlig röhrichtfrei, an den anderen Uferbereichen finden sich nur kleine inselhaftige Restbestände. Nur in wenigen Fällen erreichen die Bestände eine Ausdehnung von 100 m Länge, die Bestandsbreite liegt in der Regel nicht über 5 m und die Siedlungstiefe selten über 1 m Wassertiefe. Hauptröhrichtbildner ist das Schilf *Phragmites australis*, daneben treten Seebirse *Schoenoplectus lacustris* und Schmalblättriger Rohrkolben *Typha angustifolia* sowie vereinzelt Salzteichsimse *Schoenoplectus tabernaemontani*, Breitblättriger Rohrkolben *Typha latifolia* und Kalmus *Acorus calamus* auf. Im flacheren Wasser bilden stellenweise weitere Arten kleinere Dominanzbestände aus (Ästiger Igelkolben *Sparganium erectum*, Gewöhnliche Sumpfbirse *Eleocharis palustris*, u.a.). Gefährdete Arten waren Straußgillweiderich *Lysimachia thyrsoiflora*, Fieberklee *Menyanthes trifoliata* und Tannenwedel *Hippuris vulgaris* (alle RL 3). Schilfstoppelfelder, besonders im flacheren Wasser östlich des Mittelsten Warder, zeigen, dass die Schilfröhrichte früher eine größere Fläche besiedelten (siehe unten).



Abbildung 46: Tiefenplan des Schöhsees

Schwimblattvegetation kommt nur punktuell an etwa 5 % der Uferlinie, meist in geschützten Buchten am Südostufer, vor. Der größte Bestand – überwiegend Weiße Seerose *Nymphaea alba* mit etwas Gelber Teichrose *Nuphar lutea* - von etwa 100 m Länge und 30 m Breite befindet sich in der südöstlichen Bucht und dringt bis etwa 2 m Wassertiefe vor. Ein weiterer, kleinerer Bestand befindet sich in der Bucht nördlich des Friedhofs am mittleren Südufer. Weitere Vorkommen erreichen höchstens eine Bestandsbreite bis 5 m. Als einziges weiteres größeres Vorkommen von Schwimblattpflanzen gibt es vor dem mittleren Südufer einen etwa 15 x 15 m großen Wasserknöterichbestand (*Polygonum amphibium*).

Unterwasserpflanzen kommen am gesamten Schöhseeufer in außerordentlicher Artenvielfalt vor. Sie sind wesentlich von Armleuchteralgenrasen geprägt, die alle Bereiche vom Flachwasser bis zu Wassertiefen von stellenweise 7,5 m besiedeln. Insgesamt wurden 29 Arten an Unterwasserpflanzen gefunden, davon sieben Armleuchteralgen-Arten. Drei der gefundenen Arten waren als vom Aussterben bedroht eingestuft, vier (davon eine Armleuchteralgenart) wurden als stark gefährdet und elf (davon vier Armleuchteralgen) als gefährdet bewertet.

Unter den Armleuchteralgen besonders häufig war die gefährdete Gegensätzliche Armleuchteralge *Chara contraria* (RL 3). Stärker wind- und wellenexponierte Bereiche wurden meist von der gefährdeten Rauhen Armleuchteralge *Chara aspera* (RL 3) in dichten Beständen besiedelt. Weitere häufig bis zerstreut auftretende Arten sind die Feine Armleuchteralge *Chara delicatula* und die Zerbrechliche Armleuchteralge *Ch. globularis* sowie die gefährdete Biegsame Glanzleuchteralge *Nitella flexilis* (RL 3). An verschiedenen Stellen im flachen Wasser wurde die stark gefährdete Knäuelarmleuchteralge *Tolypella glomerata* (RL 2) gefunden. Ab 4 m Wassertiefe bildete die gefährdete Sternarmleuchteralge *Nitellopsis obtusa* (RL 3) dichte Bestände, sie kam bis in 7,5 m Tiefe vor.

Häufigste Arten unter den höheren Wasserpflanzen waren das Kammlaichkraut *Potamogeton pectinatus*, der Spreizende Hahnenfuß *Ranunculus circinatus*, die Kanadische Wasserpest *Elodea canadensis*, das Rauhe Hornblatt *Ceratophyllum demersum* und die gefährdeten Arten Zwerglaichkraut *Potamogeton pusillus* und Tausendblatt *Myriophyllum spicatum* (beide RL 3). Von den drei stark gefährdeten Arten höherer Unterwasser-

pflanzen war das Stachelspitzige Laichkraut *Potamogeton friesii* bis in Wassertiefen von über 4 m im ganzen See verbreitet, der Herbstwasserstern *Callitriche hermaphroditica* trat verstreut vor allem im Südwesten und im Norden auf, und der Strandling *Littorella uniflora*, trat mit dem vermutlich einzigen Vorkommen im Kreis Plön, im Flachwasser um den Großen Warder auf. Von den vom Aussterben bedrohten Arten (RL 1) war das Fadenlaichkraut *Potamogeton filiformis* in allen Seebereichen bis ca. 1 m Wassertiefe häufig, der Grasblättrige Froschlöffel *Alisma gramineum* und das Graslaihkraut *Potamogeton gramineus* traten in fast allen Uferbereichen vereinzelt oder in kleinen Beständen bis 3 m Wassertiefe auf.

In einigen Buchten, so im Nordosten und im Süden des Sees, wurden größere Bestände fädiger Grünalgen festgestellt.

In einer älteren Arbeit, die sich mit dem Stoffhaushalt der Makrophyten des Schöhsees beschäftigt (ASSIS ESTEVES 1978 nach STUHR 2001) wurden zwölf submerse Arten angeführt, die 2001 ebenfalls gefunden wurden. Eine starke Veränderung ist jedoch bei den Röhrlichtbeständen zu verzeichnen. 1978 besaß der Schöhsee noch z.T. ausgedehnte Röhrlichtbestände von Schilf *Phragmites australis*, Seebirse *Schoenoplectus lacustris* und Schmalblättrigem Rohrkolben *Typha angustifolia* an den drei Inseln sowie in der Bucht östlich des Mittelsten Warders, also in Bereichen, die heute nahezu röhrlichtfrei sind. Dies deckt sich mit den von STUHR in einigen Uferbereichen gefundenen Unterwasser-Schilfstoppelfeldern. Auch die Tiefenausdehnung des Röhrlichts scheint sich deutlich reduziert zu haben, da von ASSIS ESTEVES noch maximal besiedelte Wassertiefen von 2,5 m für den Rohrkolben und 2 m für das Schilf angegeben werden (heute nur noch 1,6 bzw. 1,5 m). Die Bestände der Schwimblattpflanzen scheinen, insbesondere im Nordosten des Sees, ebenfalls dramatisch zurückgegangen zu sein.

Insgesamt ist die Unterwasservegetation des Schöhsees mit zahlreichen auch bundesweit gefährdeten Arten in gut ausgebildeten Beständen und der Ausbildung mehrzoniger Armleuchteralgenrasen von bundesweiter Bedeutung. Die Bestände scheinen stabil. Im Gegensatz dazu ist beim Röhrlicht und bei den Schwimblattpflanzen ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen. Die Ufer des Schöhsees sind in weiten Bereichen durch Aufschüttungen und Erholungsnutzung beeinträchtigt.

Freiwasser

Der Schöhsee war im Sommer thermisch stabil geschichtet (Abbildung 47). Die Calciumkonzentrationen (43 mg/l) und die Säurekapazität (2,1 mmol/l) waren unterdurchschnittlich. Die pH-Werte lagen im mäßig alkalischen Bereich zwischen 8,3 und 8,5. Die elektrische Leitfähigkeit war mit Werten um 30 mS/m eher gering.

Mit Nährstoffkonzentrationen von nur 0,014 mg/l Phosphor und 0,52 mg/l Stickstoff im Frühjahr ist der Schöhsee einer der nährstoffärmsten Seen Schleswig-Holsteins. Sowohl anorganischer Phosphor als auch anorganischer Stickstoff waren im Oberflächenwasser meist in nur sehr geringen Konzentrationen vorhanden.

Das schwach ausgeprägte Phytoplankton-Frühjahrsmaximum im **April** (4,7 µg/l Chlorophyll a) wird bereits von sehr geringen Silikatkonzentrationen begleitet, so dass davon ausgegangen werden kann, dass schon eine Kieselalgenblüte vorangegangen war.

Im **Juni** lagen die Sauerstoffkonzentrationen im Oberflächenwasser mit fast 130 % Sättigung recht hoch, und es bildete sich ein metalimnisches Sauerstoffmaximum, wie es für mesotrophe und schwach eutrophe Seen typisch ist. Durch absinkende Biomasse hatte sich im Tiefenwasser bereits ein leichtes Sauerstoffdefizit (50 % Sättigung über Grund, Abbildung 47) gebildet. Aus der abgestorbenen Biomasse wurde Ammonium freigesetzt, das jedoch teilweise noch nitrifiziert wurde, wie an den zunehmenden Nitratkonzentrationen im Tiefenwasser deutlich wird. Die Akkumulation von Phosphor war gering.

Ab Mitte Juni stellte sich für etwa vier bis sechs Wochen ein Klarwasserstadium ein, so dass im **Juli** bei Sichttiefen von über 6 m die Chlorophyllkonzentrationen mit 1 µg/l ein Minimum erreichten (Abbildung 48 und Abbildung 49). Im Tiefenwasser wurde jedoch der Sauerstoff knapp. Es fand zwar anscheinend, wie an den weiterhin zunehmenden Nitratkonzentrationen sichtbar, noch eine Nitrifikation von freigesetztem Ammonium statt, die an diesem Tag vergleichsweise hohen Nitritwerte (nicht dargestellt) zeigen jedoch, dass die Reaktion durch Sauerstoffmangel begrenzt war. Die Akkumulation von Phosphor hatte sich verstärkt.

Im **August** waren die Chlorophyllkonzentrationen wieder leicht angestiegen, das Hypolimnion war jetzt ab etwa 19 m nahezu sauerstofffrei. Nitrifikation des Ammoniums konnte im Tiefenwasser

nicht mehr stattfinden, darüber hinaus war das angesammelte Nitrat bereits beim weiteren Abbau der Biomasse durch Denitrifikation verbraucht. Der leichte Schwefelwasserstoffgeruch der Tiefenprobe zeigt die beginnende Desulfurikation an. Der Gesamtphosphor im Tiefenwasser war weiter angestiegen.

Die Sichttiefen zeigten für 2001 ein etwa achtwöchiges Klarwasserstadium mit maximalen Sichttiefen von über 6 m (Abbildung 49). Im Vorjahr schien das Klarwasserstadium früher einzusetzen, war aber auch früher beendet. Sichttiefen von über 7 m wurden 2000 gemessen (KREIS PLÖN 2002). Die über den Sommer geringe Akkumulation von Hydrogenkarbonat im Tiefenwasser (von 130 mmol/l im April auf 146 mmol/l Ende August) weist auf die insgesamt geringe Primärproduktion im Schöhsee hin.

Das **Plankton** im See wurde im Auftrag des Landesamtes von SPETH (2001) untersucht. Die folgenden Ausführungen sind ihrem Bericht entnommen.

Im **April** wurde, wie für diese Jahreszeit typisch, das **Phytoplankton** von Kieselalgen, hier mit *Asterionella formosa* und *Fragilaria crotonensis* überwiegend pennate Formen, dominiert, sie wurden von kleinen Flagellaten (*Chrysochromulina parva* und *Rhodomonas minuta*) begleitet. Im **Juni** dominierten *Dinobryon*-Arten, außerdem war die sehr kleinzellige Blaualge *Cyanodictyon* sp. sehr häufig, wenn auch der Biomasse nach von untergeordneter Bedeutung. Im **Juli** und **August** waren koloniale kleinzellige Blaualgen häufig (*Aphanocapsa* sp., *Snowella* cf. *litoralis*, *Cyanodictyon* sp.).

Zooplankton war im Schöhsee nur spärlich vorhanden. Unter den Rädertieren erlangte *Keratella cochlearis* im **Juni** eine etwas höhere Dichte, von den Krebstieren konnten lediglich im **Juli** während des Klarwasserstadiums das Rüsselkrebsehen *Bosmina longirostris* und Nauplien (Jugendstadien) der Ruderfußkrebse mit der Häufigkeitsstufe "wenig" eine etwas höhere Dichte erreichen.

Nach Angaben der Angelvereine sind die häufigsten Fische der Barsch und der Kaulbarsch. Cypriniden (Karpfen, Brasseln, Karauschen, Rotaugen, Rotfedern, Schleien) sind ebenfalls sehr häufig. Durch ständigen Besatz ist auch die Zahl der Aale und Hechte hoch. Daneben kommt die Kleine Maräne vor, die Große Maräne wird seit 1992 im Rahmen des Artenschutzprogramms eingesetzt. Vereinzelt gibt es noch Zander, Bachforellen und Steinbeißer sowie den Amerikanischen Flusskreb.

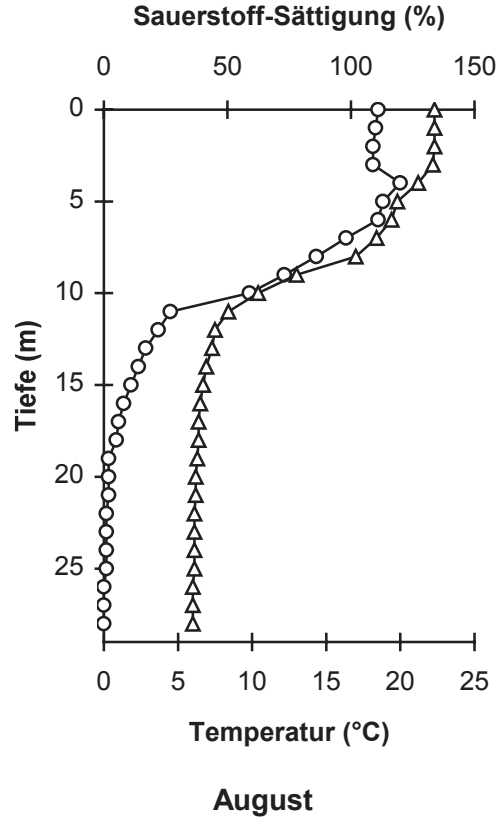
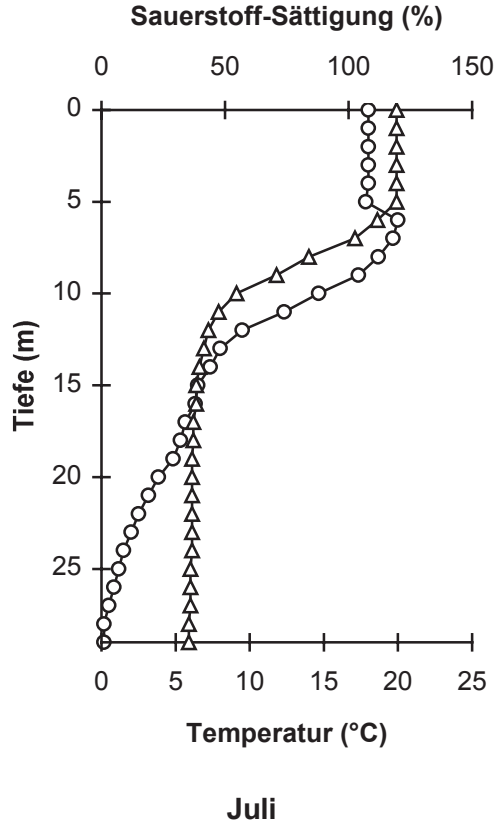
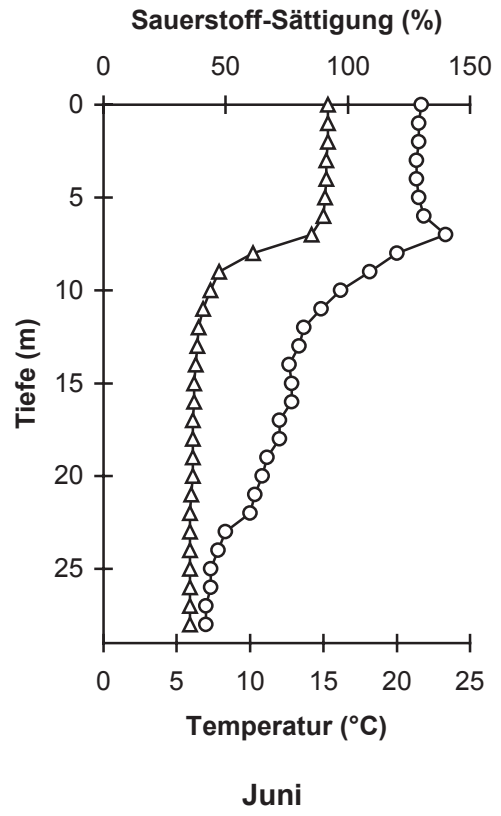
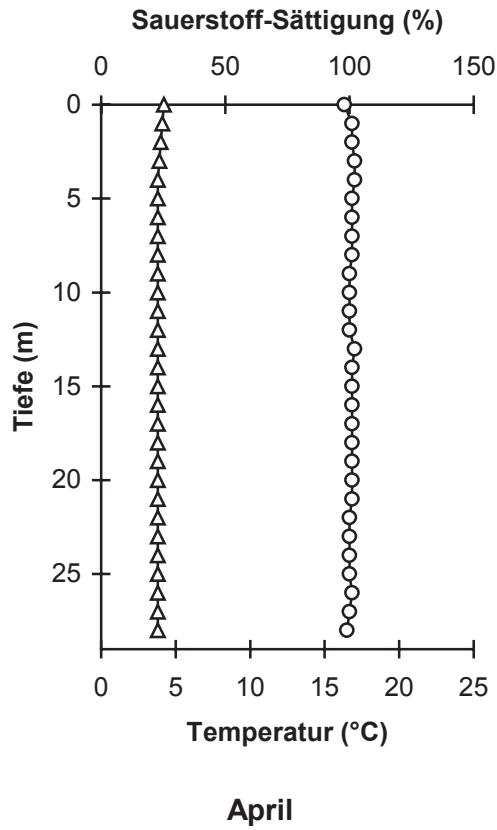


Abbildung 47: Tiefenprofile von Temperatur (°C) und Sauerstoff-Sättigung (%) im Schöhsee im Frühjahr und Sommer 2001; Temperatur Δ Sauerstoff \circ

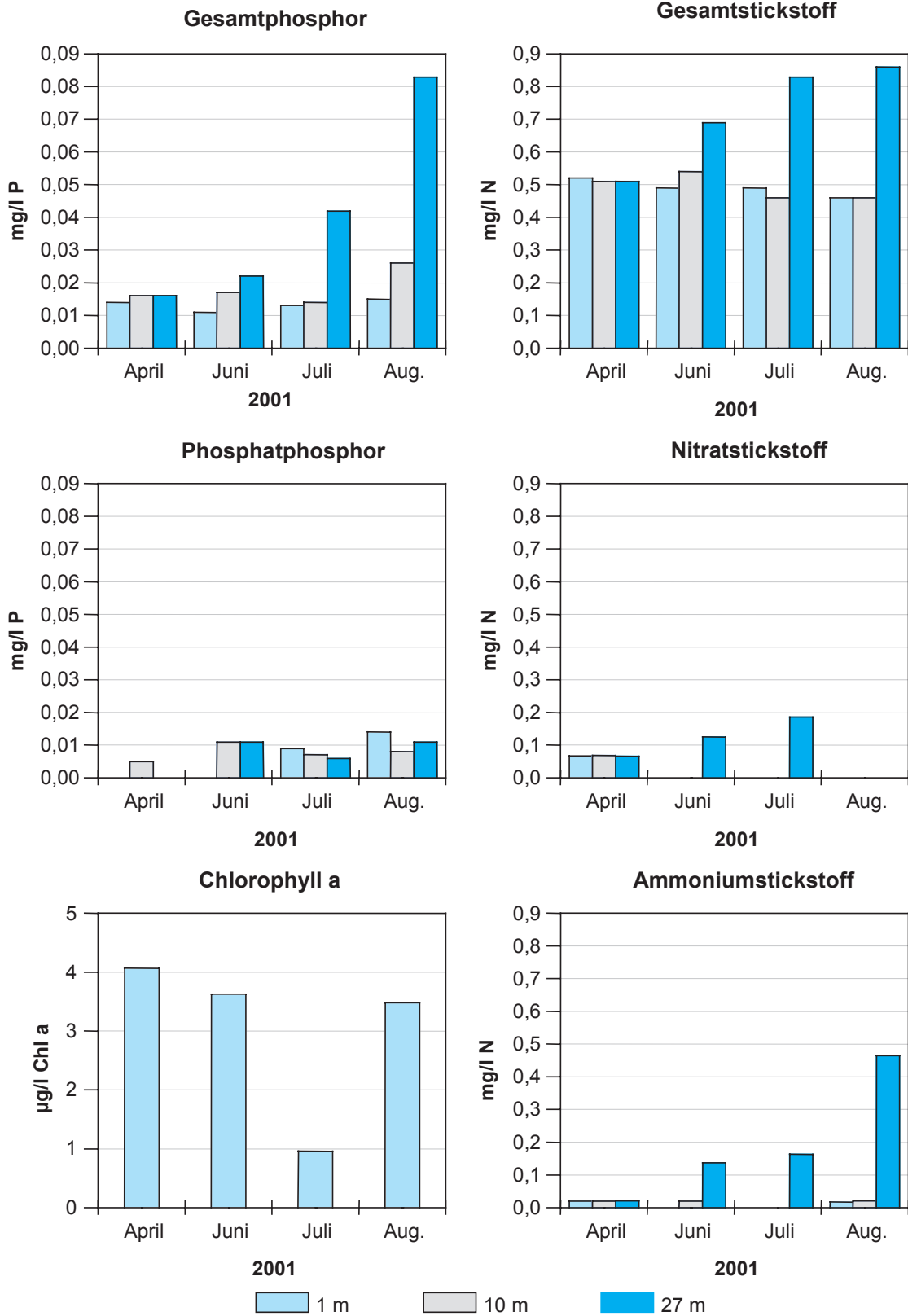


Abbildung 48: Phosphor (mg/l), Phosphat (mg/l), Stickstoff (mg/l), Nitrat (mg/l), Chlorophyll a (µg/l) sowie Ammonium (mg/l) in den verschiedenen Probetiefen im Schöhsee 2001

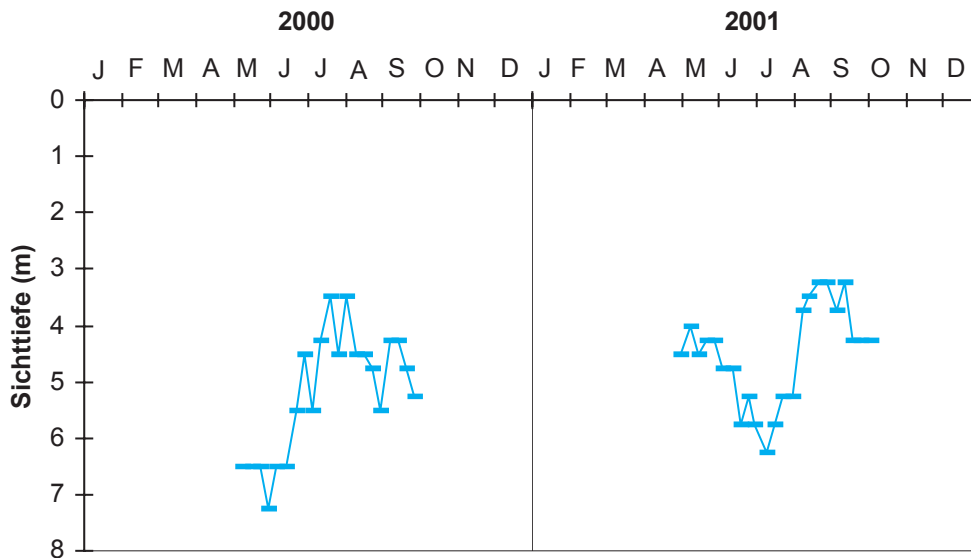


Abbildung 49: Sichttiefen (m) im Schöhsee 2000 und 2001 (erhoben im Rahmen des Seenbeobachtungsprogramms Kreis Plön)

Seegrund

Im Schöhsee wurden in 2 – 3 m, 5, 7, 10, 15 und 29 m Wassertiefe Benthosproben entnommen. Das Sediment war bei 2 – 3 m Wassertiefe weich, feinsandig-faserig, graubraun, bei 5 und 7,5 m von ähnlicher Struktur, jedoch dunkelgrau. Bei 10 m Wassertiefe war es grobsteinig und dunkelgrau, bei 15 und 29 m war die Konsistenz weich, die Farbe wechselte zu dunkelgrau bis schwarz. Schwefelwasserstoffgeruch war im Frühjahr an keiner Stelle feststellbar.

Die tierische Besiedlung des Sedimentes im Schöhsee wurde im Auftrag des Landesamtes von OTTO (2001) untersucht. Die folgenden Ausführungen sind seinem Bericht entnommen.

Insgesamt wurden 70 Taxa gefunden. Die artenreichsten Gruppen waren die Zuckmückenlarven (29 Arten) und die Weichtiere (14 Taxa, davon 4 nur als Schalenfunde).

In den Tiefen 2 bis 7 m dominierten Zuckmückenlarven der Gattung *Tanytarsus* (maximal 1000 Ind./m²), Wasserasseln (*Asellus aquaticus*, maximal 1700 Ind./m²) und Wenigborster (Oligochaeten, ca. 1000 Ind./m²). Ab 10 m traten neben Wenigborstern vor allem die Zuckmückenlarve *Chironomus anthracinus*, die hier ihre größte Dichte erreichte, und die Büschelmückenlarve *Chaoborus flavicans* auf, die mit zunehmender Wassertiefe an Dichte zunahm und an der tiefsten

Stelle mit über 12.000 Ind./m² massenhaft vertreten war. Daneben kamen an der tiefsten Stelle nur noch Wenigborster vor. Betrachtet man die Auswertung nach Ernährungstypen (Abbildung 50), zeigt sich, dass die litoraltypischen Zerkleinerer und Weidegänger bis in 7 m Tiefe vorkommen.

Der Anteil der Profundalfauna übersteigt den der Litoralfauna erst in 10 m, so daß davon auszugehen ist, dass sich der Übergang zum Profundal zwischen 7 und 10 m befindet.

Nach dem Bewertungssystem von THIENEMANN (1922) ist der Schöhsee auf Grund der stabilen Population der *C. anthracinus*-Gruppe im Profundal als mäßig eutropher *Chironomus anthracinus*-See zu bewerten. LUNDBECK (1926) wies darüber hinaus noch *C. plumosus* nach, so dass er den Schöhsee als *C. anthracinus*-*C. plumosus*-See bezeichnete, in dem *C. anthracinus* überwiegt. Letztere Art fand er vor allem in größerer Tiefe (auch unter 24 m) in höherer Dichte, wohingegen die Büschelmückenlarve nur in geringerer Dichte vorkam. Die höheren Dichten der Büschelmücke im Profundal und das Fehlen von *C. anthracinus* in Tiefen unter 24 m zeigen in vorliegender Untersuchung gegenüber LUNDBECK in diesem Tiefenbereich eine ungünstigere Situation, das Fehlen von *C. plumosus* weisen das Profundal gegenüber LUNDBECK jedoch als günstiger aus. Dies deutet an, dass sich der Zustand des Sees im Vergleich zu LUNDBECK nicht oder nur unerheblich verschlechtert hat. Nach THIENEMANN (1922) wäre

der Schöhsee in beiden Fällen als mäßig eutropher *C. antracinus*-See zu bezeichnen.

Die verhältnismäßig große Ausdehnung des Litorals und das Vorkommen von Charakterarten mesotropher Gewässer (*Gyraulus crista*, *Centroptilum luteolum*, *Microtendipes pedellus* und *Tribelos*

intextus) sowie der Fund einer Charakterart oligotropher Gewässer (*Zalutschia zalutschicola*) deuten ebenfalls auf einen besseren Zustand des Litorals gegenüber dem Profundal hin und ergeben in der Gesamtbetrachtung einen mäßig eutrophen Zustand des Schöhsees mit Tendenz zu mesotroph.

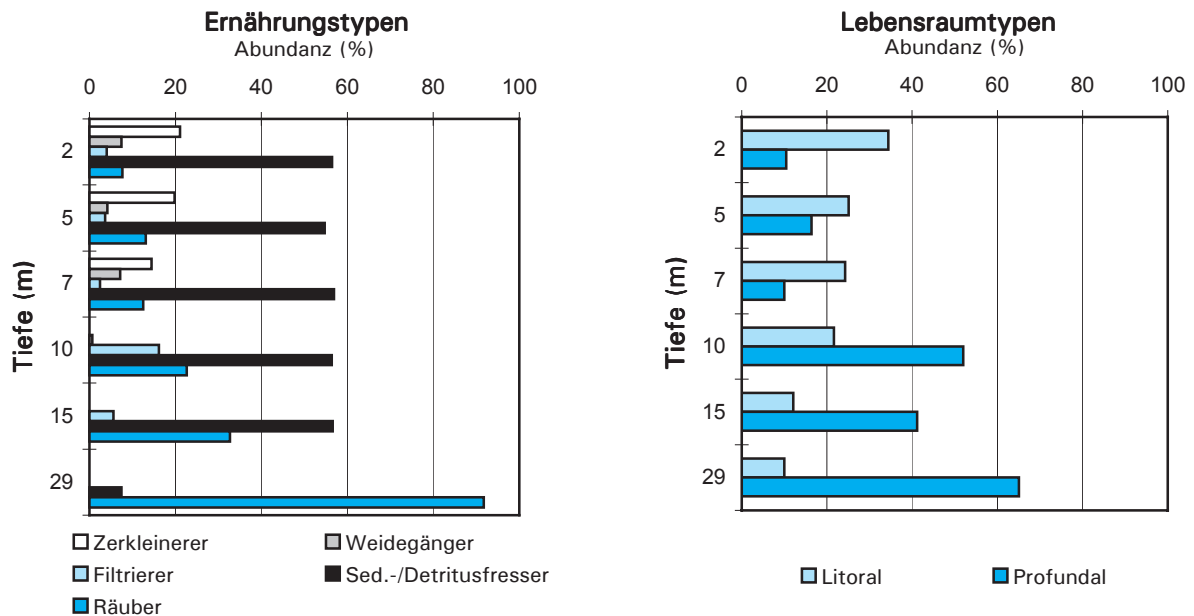


Abbildung 50: Benthos des Schöhsees; Abundanz der Ernährungs- und Lebensraumtypen in den verschiedenen Wassertiefen

Nutzung des Sees und seines Einzugsgebietes

Der Schöhsee liegt teilweise (nordöstlicher Seeteil) im Landschaftsschutzgebiet „Trammer See, Schlunensee, Wald- und Knicklandschaft zwischen Schöhsee und Behler See und Umgebung“ (Kreisverordnung vom 30. März 1999). Darüber hinaus befindet er sich in einem benannten FFH-Gebiet (1828-301 Suhrer See, Schöhsee, Dieksee und Umgebung). An das Südufer grenzt das Wasserschutzgebiet „Plön Stadtwald“ (GVOBl. Sch.-H. 2000, S. 145).

Die fischereiliche Nutzung des Schöhsees erfolgt durch zwei Angelvereine. Ein Befahren des Sees mit Booten ist nur den Pächtern (Angelvereine) sowie den Anwohnern erlaubt.

Die Inseln dürfen gegenwärtig nicht betreten werden, sie sind als Vogelschutzgebiet ausgewiesen. Auf dem mittleren Warder wurden nach dem Krieg Hütten gebaut, die jedoch 1970 abgerissen werden mussten (Quelle: 1. Kieler Anglerclub).

Das Südufer ist stark vom Siedlungsbereich der Stadt Plön mit Wohnbebauung, Badestellen, Friedhof sowie dem Gelände des Max-Planck-Instituts geprägt. Am Südwestufer befinden sich etwa 20 Stege bzw. Steganlagen sowie weitere freie Boots- und Liegeplätze des Angelvereins, weiterhin ein Pfadfindergelände. An den Privatgrundstücken beiderseits des Max-Planck-Instituts für Limnologie sind die Ufer meist befestigt (Holz, Steine, Blech, Feldsteinmauer etc.) und die Ufergehölze teilweise gestutzt. Zahlreiche kleine Badestellen sind durch Vertritt vegetationsfrei. Das Westufer wurde vor etwa 50 Jahren mit Trümmerschutt aufgeschüttet und begradigt. Am nördlichen Westufer befindet sich zwischen Ufer und Kleingartenkolonien ein Wanderweg, der von zahlreichen Vertrittstellen am Ufer begleitet wird. Stellenweise gibt es ältere Uferbefestigungen. Das Nordufer und die östliche Bucht werden als Grünland genutzt, wobei die Beweidung an der östlichen

Bucht bis direkt an die Ufer heranreicht. Am östlichen Südufer sind im Bereich der Kleingartenkolonien 13 Stege sowie Uferbefestigungen vorhanden.

Das **Einzugsgebiet** des Sees wird zu etwa einem Drittel der Fläche landwirtschaftlich, davon über 95 % als Grünland, genutzt. Ein Drittel der Fläche macht die Seefläche aus, etwa 18 % sind Siedlung. Der Waldanteil liegt bei knapp 14 % des Einzugsgebietes. Die Zahl der Großvieheinheiten lag mit durchschnittlich 0,35 GVE/ha landwirtschaftlich genutzter Fläche sehr niedrig.

Abwasser erhält der Schöhsee aus zwei nachgerüsteten Hauskläranlagen (7 EW) mit Untergrundverrieselung.

Belastungssituation des Sees

Aufgrund der Flächennutzung und der Abwasserbeseitigung im Einzugsgebiet sowie der Niederschlagbeschaffenheit werden im Folgenden die Einträge der Nährstoffe Phosphor und Stickstoff in den Schöhsee grob abgeschätzt (Abbildung 51 und Tabelle 12).

Tabelle 12: Einträge von Phosphor und Stickstoff in den Schöhsee aus verschiedenen Quellen (Abschätzung gemäß Kapitel Auswertungsmethoden)

Flächennutzung	(ha) bzw.	(kg/ha·a) P	Phosphoreintrag (kg/a)	(kg/ha·a) N	Stickstoffeintrag (kg/a)
	Stück	bzw. (kg/GVE·a) P		bzw. (kg/GVE·a) N	
Acker	2,5	0,5	1,3	20	50
Grünland	71	0,2	14	10	710
Großvieheinheiten	26	0,2	5,2	0,9	23
Wald	32	0,05	1,6	7	224
Siedlung	42	0,75	31	13	542
Gewässer	78		0		0
Sonstiges	7		0		0
Summe (ha)	233		54		1550

Niederschlag auf die Seefläche	78	0,2	17	9,9	772
--	----	-----	-----------	-----	------------

Punktquellen	EW	(kg/EW·a) P	Phosphoreintrag (kg/a)	(kg/EW·a) N	Stickstoffeintrag (kg/a)
Summe			2,1		21

Gesamteintrag in den See	Phosphor	Stickstoff
Summe (kg/a)	72	2343
bezogen auf die Seefläche (g/a·m ²)	0,09	3,0
Gesamtaustrag aus dem Landeinzugsgebiet (kg/a·ha Landfläche) (ohne Niederschlag auf die Seefläche)	0,36	10

Die Einträge aus dem Einzugsgebiet und durch Niederschlag lagen insgesamt bei 72 kg/a Phosphor und bei 2,3 t/a Stickstoff. Die Hauptquelle beim Phosphor (ca. 43 %) stellt die Siedlungsentwässerung dar, beim Stickstoff haben Landwirtschaft und Niederschlag einen ähnlich hohen Anteil (33 %). Die Abwasserbeseitigung hat mit

nur 3 % der Phosphor-Belastung und 1 % der Stickstoffbelastung einen sehr geringen Anteil an der Nährstoffbelastung. Mit jährlich 0,09 g/a·m² Seefläche Phosphor ist die Flächenbelastung des Schöhsees sehr gering.

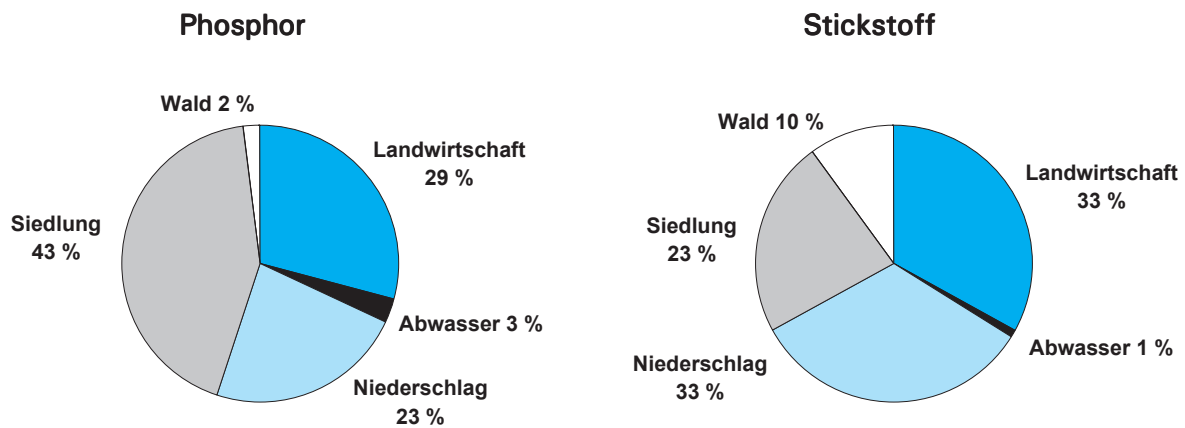


Abbildung 51: Quellen für Phosphor- und Stickstoffeinträge in den Schöhsee

Anhand der ermittelten Phosphoreinträge lässt sich nach VOLLENWEIDER & KERÉKES (1980) unter Einbeziehung der Seebeckengestalt und des

Wasseraustausches die zu erwartende Phosphor-Konzentration im See abschätzen:

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

P_E	:		= erwartete Phosphor-Konzentration im See (mg/l)
L	:	0,09	= jährliche Phosphor-Belastung pro Seefläche (g/a·m ²)
T_w	:	11,6	= theoretische Wasseraufenthaltszeit (a)
z	:	10,9	= mittlere Tiefe des Sees (m)

$$P_E = \frac{0,09 * 11,6}{10,9 (1 + 11,6)} = 0,02 \text{ mg/l P}$$

Die nach VOLLENWEIDER zu erwartende Phosphor-Konzentration im Schöhsee liegt mit 0,02 mg/l Phosphor über dem tatsächlichen Wert von 0,014 mg/l P, d.h. nach diesem Modell findet eine Phosphorfestlegung in den Sedimenten des Schöhsees statt.

Bewertung

Der Schöhsee hat mit seinem kleinen Einzugsgebiet gute Voraussetzungen für einen nährstoffarmen Zustand. Die derzeitige jährliche Phosphorbelastung ist mit 0,09 g/m² sehr gering.

Das Algenwachstum im Schöhsee wird durch die Verfügbarkeit von Phosphor begrenzt. Die vergleichsweise geringe Produktivität kommt in den

geringen Chlorophyllkonzentrationen, einer relativ geringen hypolimnischen Anreicherung von Hydrogencarbonat und hohen Sichttiefen zum Ausdruck. Im Phytoplankton spielen Blaualgen kaum eine Rolle. Im Sommer gibt es ein mehrere Wochen andauerndes Klarwasserstadium. Nach Untersuchungen, die am Max-Planck-Institut für Limnologie durchgeführt wurden, scheint dieses Klarwasserstadium am Schöhsee regelmäßig – wenn auch zu unterschiedlichen Zeitpunkten – aufzutreten und wird vermutlich durch Blattfußkrebse verursacht (FUSSMANN 1996).

Dies wirkt sich auch auf die Ausdehnung der Unterwasservegetation positiv aus, die im Schöhsee bis zu einer Tiefe von 7,5 m siedelt und durch ihren Artenreichtum und die zahlreichen geschützten Arten aus floristischer Sicht und für den Stoff-

haushalt des Sees von großer Bedeutung ist. Das Röhricht hingegen, das ebenfalls eine positive Auswirkung auf den Stoffhaushalt haben kann, ist am Schöhsee in weiten Bereichen geschädigt oder ganz zurückgegangen.

Aus älteren Untersuchungen wird deutlich, dass der Schöhsee wahrscheinlich noch in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts eine deutlich geringere Produktivität aufwies: 1920 wies das Hypolimnion in 29 m Tiefe Ende August noch eine Sauerstoffkonzentration von ca. 1 mg/l auf (THIENEMANN 1922), und auch 1930 war das Hypolimnion des Sees Mitte September erst ab ca. 25 m sauerstofffrei (NABER 1932). Insgesamt scheinen die Sauerstoffverhältnisse im Hypolimnion des Schöhsees von Jahr zu Jahr recht unterschiedlich zu sein, vermutlich bedingt durch unterschiedliche winterliche Eisbedeckung und sommerliche Schichtungsdauer.

Nach OHLE (1965) wurde eine Eutrophierung durch Abwässer der Stadt Plön seit 1960 deutlich: die Primärproduktion hatte sich verdoppelt, Stickstoff und Phosphor hatten stark zugenommen. Im Frühsommer kam es zu einer kurzzeitigen Massenentwicklung von *Dinobryon sociale*, im Frühjahr und Frühsommer tauchte *Planktothrix rubescens* massenhaft im Metalimnion auf. Dabei wirkte laut OHLE der lehmig-tonige Boden der Aufschüttung am Westufer, die sich im See verteilt haben soll, als "Sedimentbehandlung", indem der Phosphor an diese Partikel absorbiert wurde und dadurch eine Rücklösung verhindert wurde. Auch MÜLLER (1977) stellte fest, dass der Schöhsee 1974 eine deutlich höhere Produktivität aufwies als 1958. Das Phytoplankton-Muster schien sich jetzt aber wieder stabilisiert zu haben. Blaualgen traten nur noch in geringer Menge auf, und Kieselalgen und Cryptophyceen bestimmten das Bild. Die Sauerstoffverhältnisse scheinen ähnlich wie 2001.

Nach den Untersuchungen im Rahmen des Seenbeobachtungsprogrammes des Kreises Plön (KREIS PLÖN 1998 und 2002) haben sich die Gesamtposphor- und Gesamtstickstoffkonzentrationen sowie die Sauerstoffverhältnisse seit 1991 kaum verändert. Auch das Muster der Sichttiefen ist mit einem mehrwöchigen, meist Anfang Mai einsetzenden Klarwasserstadium mit maximalen Sichttiefen zwischen 7,3 und 10 m und einer zweiten, geringer ausgeprägten Klarwasserphase im August (mit geringen Ausnahmen) sehr konstant.

Der Referenzzustand des Schöhsees nach LAWA ist oligotroph, sein gegenwärtiger Zustand wurde als mesotroph klassifiziert, so dass er mit 2 bewertet werden kann.

Empfehlungen

Der Schöhsee ist in einem guten ökologischen Zustand und bedarf aufgrund seiner für Schleswig-Holstein seltenen Nährstoffarmut und Klarheit des Schutzes. Sein derzeitiger Zustand nach LAWA ist mesotroph. Die Erhaltung dieses Zustandes sowie der hochwertigen und empfindlichen Unterwasservegetation läßt Nutzungsintensivierungen nicht zu. Wegen seiner relativ langen Austauschzeit wäre nach einer Eutrophierung des Sees nur eine sehr langsame Regeneration möglich. Daher sollten einige Maßnahmen in Betracht gezogen werden, die mit vergleichsweise geringem Aufwand zur Stabilisierung des Seezustandes beitragen können:

Wichtigste Maßnahmen zur Verringerung der Nährstoffeinträge betreffen in erster Linie die Grünlandflächen am Nord- und Ostufer. Für alle direkt an das Seeufer grenzenden Flächen sollte eine extensive Nutzung ohne Düngung angestrebt werden. Wenn auf den ufernahen Flächen keine Reduzierung der Beweidungsintensität möglich ist, sollte zumindest eine durchgehende Abzäunung der unmittelbaren Ufer erfolgen, damit direkte Nährstoffeinträge durch das Vieh unterbleiben.

Die nördlich gelegene seenahe Ackerfläche zwischen Seedamm und Feldweg sollte einer extensiven Nutzung (z.B. extensive Grünlandnutzung) zugeführt werden.

Der Eintrag aus den privaten Kleingartenflächen sowie den Flächen von Angelverein und Friedhof sollte durch Vermeidung von Düngereinsatz und der ufernahen Lagerung von Kompost (Aufklärung der Nutzer) ebenfalls auf ein Minimum reduziert werden.

Die am Südostufer im Wald gelegene Kleingartenanlage weist naturferne Ufer mit zahlreichen Stegen, mehreren kleinen Badestellen und Befestigungen der Ufer auf. Eine der Waldlage dieses Abschnitts entsprechende Umgestaltung (z.B. Rückbau der Befestigung, Zusammenfassen der Stege zu einem Sammelsteg) wäre hier wünschenswert. Falls ein Teil der Parzellen aufgegeben werden sollte, wäre eine Stilllegung der seenahen Parzellen sinnvoll.

Es sollte versucht werden, die Ursachen und das Ausmaß des Schilfsterbens zu klären und Gegenmaßnahmen zu ergreifen.

Weitere Maßnahmen sind dem Landschaftsplan Plön (STADT PLÖN 1998) zu entnehmen.

Wegen der großen Bedeutung des Schöhsees aus vegetationskundlicher Sicht und der Seltenheit dieses Seetyp in Schleswig-Holstein, sollte dar-

über hinaus geprüft werden, ob es sinnvoll ist, den See unter Naturschutz zu stellen.

Als generelles FFH-Ziel gilt für den Schöhsee die Erhaltung und langfristige Sicherung der vorkommenden Lebensräume gemeinschaftlichen Interesses, ihrer charakteristischen Arten und der für ihr Überleben notwendigen Strukturen und Funktionen.

Sehlendorfer Binnensee

Topographische Karte (1 : 25.000):	1629/1630
Flusssystem:	Ostsee
Kreis:	Plön
Gemeinde:	Blekendorf
Eigentümer:	privat
Pächter:	Angelsportverein
Lage des oberirdischen Einzugsgebietes:	
Rechtswerte:	440823 - 441980
Hochwerte:	600943 - 602245
Höchster Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	0,17
Mittlerer Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	0,06
Niedrigster Wasserstand (Abflussjahr 2001, m ü.NN):	-0,07
Größe des oberirdischen Einzugsgebietes (km ²):	68,59
Seefläche (km ²):	0,78
Seevolumen (m ³) bei -0,04 m ü.NN:	440.000
Maximale Tiefe (m):	1,0
Mittlere Tiefe (m):	0,6
Uferlänge (km):	8,9
Theoretische Wasseraufenthaltszeit (a):	0,02
(bei einem geschätzten Abfluss von 10 l/(s·km ²))	
Umgebungsarealfaktor (m ² /m ²):	86,9
Umgebungsvolumenfaktor (m ² /m ³):	154,1
Uferentwicklung:	2,8
Hypolimnion/Epilimnion (m ³ /m ³):	-
Mischungsverhalten:	ungeschichtet

Entstehung

Der Sehlendorfer Binnensee ist ein Strandsee. Seine Entstehung verdankt er der Abtrennung einer Meeresbucht, die im späten Weichselglazial ausgeschoben wurde. Durch Abtrag von nordwestlich und südöstlich gelegenen Steilküsten bildeten Nehrungshaken eine Ausgleichsküste, die den Sehlendorfer Binnensee vom Meer trennte. Dabei blieb diese Abtrennung jedoch unvollständig, so dass der See noch über die Broeck, ein kleines Fließgewässer, mit der Ostsee verbunden ist.

Einzugsgebiet und Morphologie des Sees

Der Sehlendorfer Binnensee hat Lagunencharakter, er ist in Schleswig-Holstein der einzige große naturbelassene Strandsee mit weitgehend intaktem Übergang zur Ostseeküste und einer offenen Verbindung zur Ostsee. Der See (Abbildung 52) liegt zwischen den Badeorten Sehlendorf und

Hohwacht, nordöstlich von Lütjenburg. Sein Einzugsgebiet ist mit fast 69 km² 87mal so groß wie seine Seefläche (0,78 km², Abbildung 2). Seine direkte Umgebung ist landwirtschaftlich geprägt, wobei die Grünlandnutzung überwiegt.

Die Böden des Einzugsgebiets bestehen überwiegend aus Geschiebelehm der Grundmoräne.

Dem Sehlendorfer Binnensee fließt im Südwesten die Mühlenau zu, im Osten erhält er einen kleineren Zulauf, zwei unbedeutende Zuläufe befinden sich im Süden. Die Abflussmessungen deuten ebenso wie die im Sehlendorfer Binnensee gemessenen Salzkonzentrationen darauf hin, dass der Zustrom von Süßwasser im Sommer 2001 bestenfalls äußerst gering war. Zusätzlich zu dem natürlichen Einzugsgebiet des Sehlendorfer Binnensees wird über ein am Südwestufer gelegenes Schöpfwerk eine 2,5 km² große tiefer gelegene Fläche in den See entwässert.

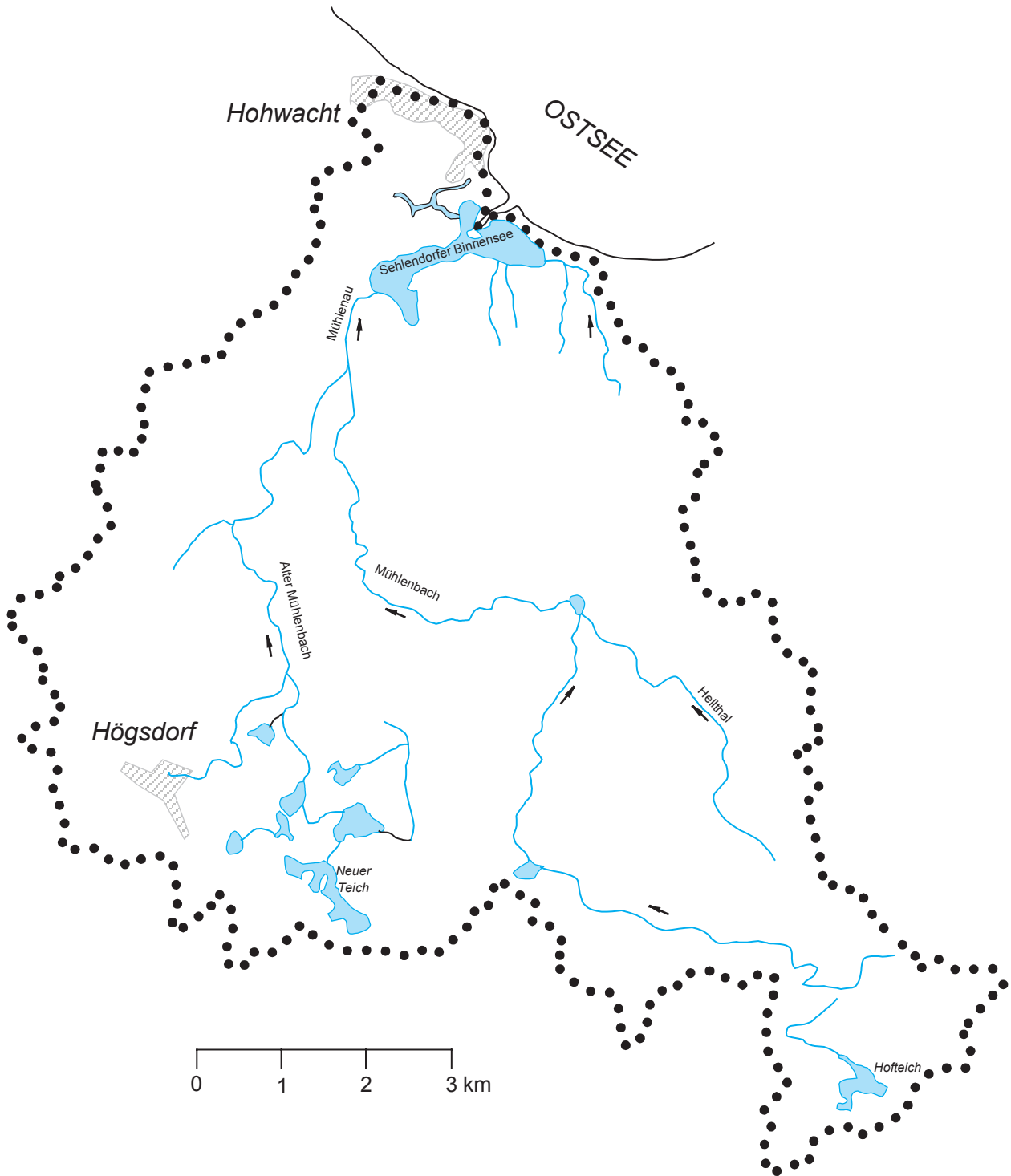


Abbildung 52: Einzugsgebiet des Sehlendorfer Binnensees

Über die Broeck steht der See im Nordosten in freier Verbindung mit der Ostsee. In abflussreichen Zeiten fließt das Seewasser über die Broeck in Richtung Ostsee, bei hohem Wasserstand der Ostsee und in abflussarmen Zeiten strömt jedoch

salziges Meerwasser in den See. Der Wasserspiegel des Sehlendorfer Binnensees schwankte im Jahresverlauf 2001 nur um 22 cm (Abbildung 53).

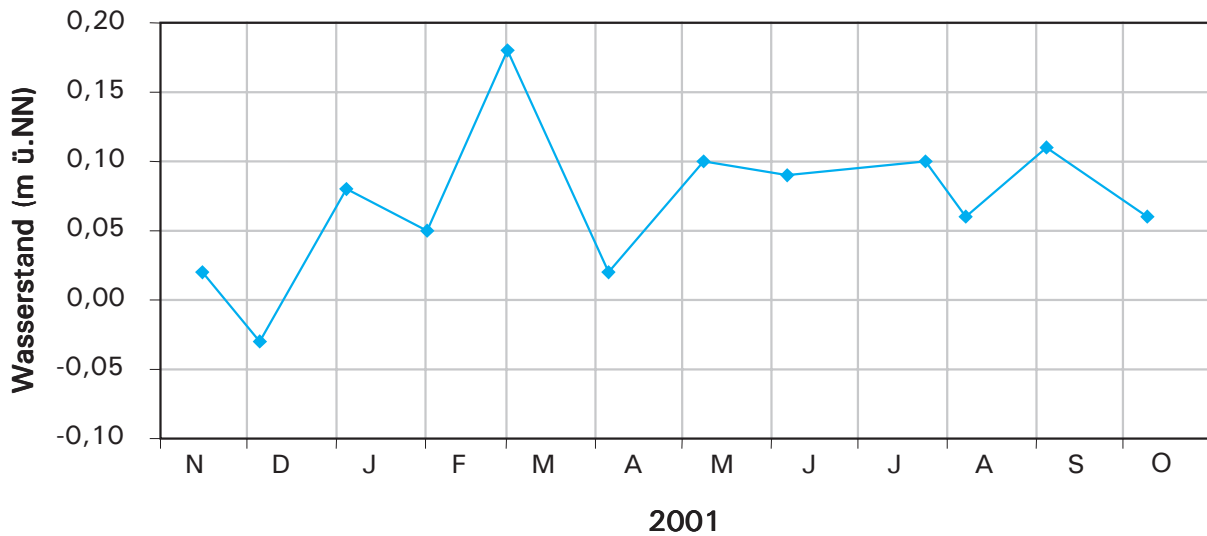


Abbildung 53: Seewasserstände (m ü.NN) im Sehendorfer Binnensee im Abflussjahr 2001 (Einzelablesungen)

In Abbildung 54 sind die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse an der Messstation Hohwacht dargestellt. Das Abflussjahr 2001 wies einen im Vergleich zum langjährigen Mittel recht warmen

Winter auf. Überdurchschnittlich hohe Niederschläge fielen im März und vor allem im September.

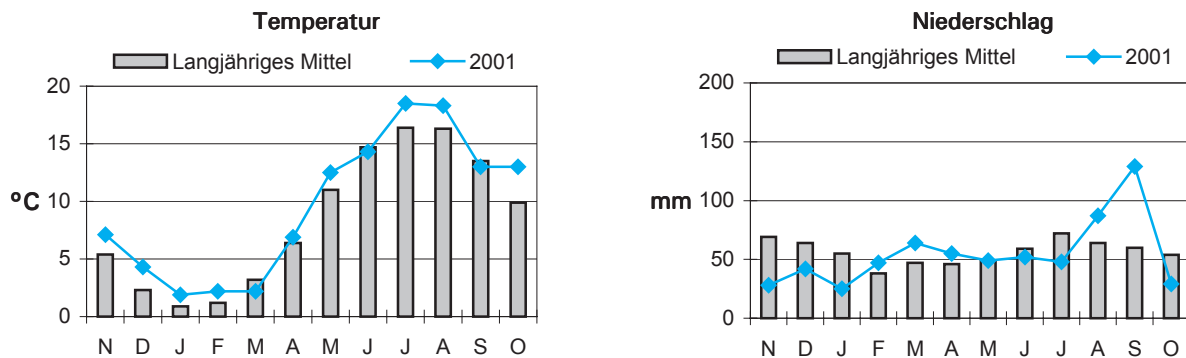


Abbildung 54: Mittlere Monatstemperaturen und monatliche Niederschlagshöhen für das Abflussjahr 2001 an der Messstation Hohwacht im Vergleich zum langjährigen Mittel 1961/90

Der Sehendorfer Binnensee ist durch einen Strandwall von der Ostsee getrennt. Sein Becken ist stark zerlappt und durch die große Sandinsel vor der Broeck-Mündung, die durch Eintrag von Ostseematerial entstanden ist, in drei Teilbecken gegliedert: die Tivolibucht mit ihrer schlauchförmigen Ausbuchtung nach Norden, die östliche Platenbucht und das westliche Futterkamper Becken

mit der Einmündung der Mühlenau. Mit einer maximalen Tiefe von nur 1 m ist der See sehr flach (Abbildung 55). An windexponierten Stellen haben sich Mikrokliffs von bis zu 50 cm Höhe gebildet, am Süden des Futterkamper Seeteils gibt es ein Kliff von 1,5 m Höhe über dem Seespiegel (CHRISTENSEN et al. 2000).

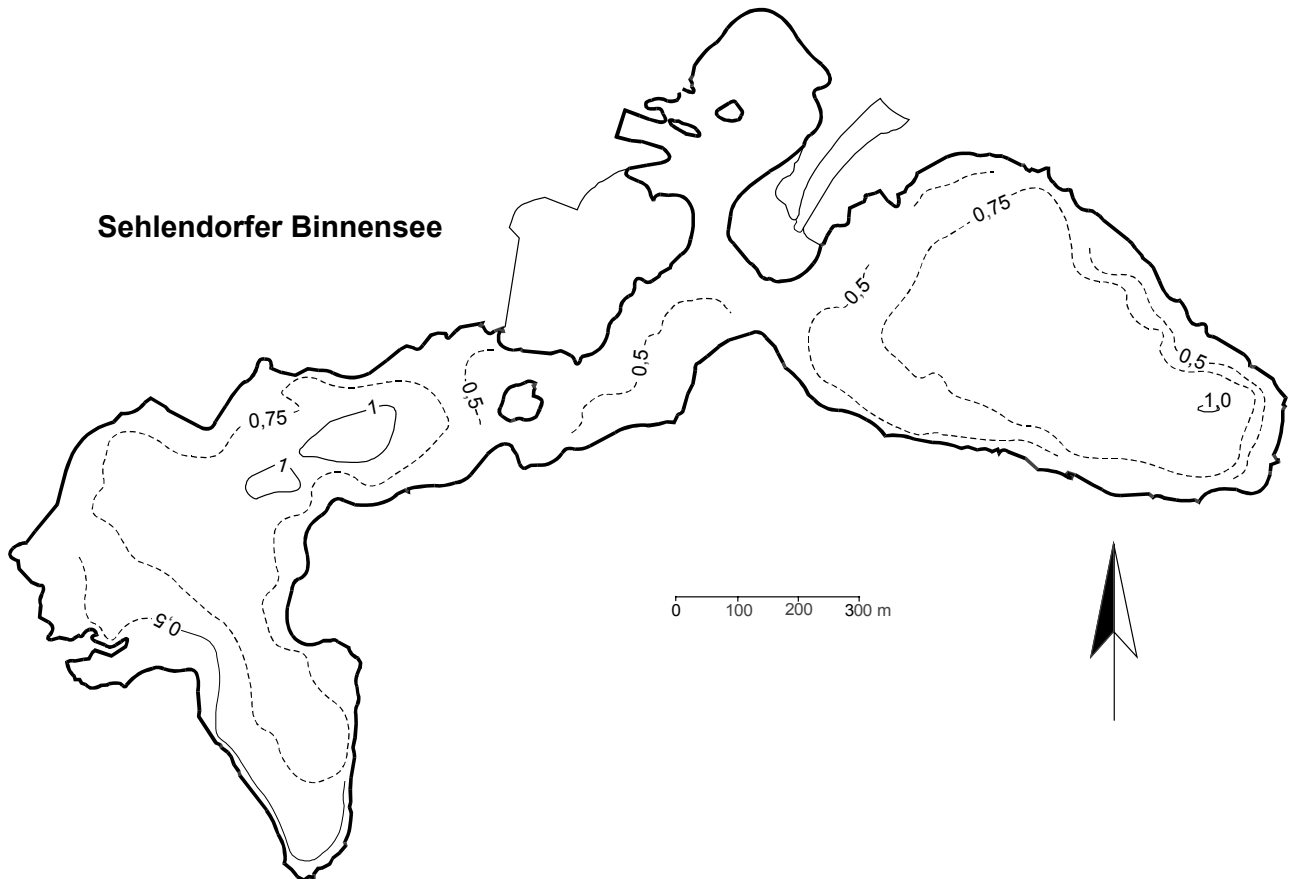


Abbildung 55: Tiefenplan des Sehlendorfer Binnensees

Ufer

Die Vegetation des Sehlendorfer Binnensees wurde im Auftrag des Landesamtes von STUHR (2001) grob erfasst. Die folgenden Ausführungen sind seinem Bericht entnommen.

Ufergehölze fehlen am Sehlendorfer Binnensee auf Grund des Salzeinflusses weitgehend. Erste Gehölze finden sich am See am landseitigen Rand der ufernahen Grünflächen. Im Süden ist an einem derartigen Standort ein kleiner Bruch mit Grauweide *Salix cinerea* ausgebildet.

Die **Röhricht**bestände sind am Sehlendorfer Binnensee überwiegend als Landröhrichte ausgebildet und besiedeln nur Flachwasserbereiche bis 0,5 m Wassertiefe. Sie sind in den verschiedenen Uferbereichen sehr unterschiedlich ausgeprägt. Im Bereich der Einmündung der Mühlenau im Süden, der Broeck im Norden sowie am mittleren Nordufer und auf der vorgelagerten Insel treten großflächige Schilfröhrichte *Phragmites australis* auf. Im Nordosten findet sich ein nahezu geschlossener Schilfgürtel, der aber auf Grund der Ufermorpho-

logie nur in Breiten zwischen 10 und 20 m ausgebildet ist. Die übrigen Uferbereiche werden mehr oder weniger extensiv beweidet, das Röhricht ist daher hier nur schmal, lückig oder fehlt vollständig. Eine weitere Röhrichtart, die am gesamten Ufer, besonders aber in den nur schwach beweideten Bereichen, vorkommt, ist die Strandsimse *Bolboschoenus maritimus*. Weitere bezeichnende Arten des Brackwasserröhrichts sind die Sumpfgänsedistel *Sonchus palustris* und die Erzengelwurz *Angelica archangelica*. An landseitigen z.T. noch schwach beweideten Randbereichen im Übergang zu Salzwiesen treten häufig gefährdete Arten auf, darunter der nach der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Schleswig-Holsteins (MIERWALD & BELLER 1990) vom Aussterben bedrohte Sellerie *Apium graveolens* (RL 1), die stark gefährdete Wiesenpferdesaat *Oenanthe lachenalii* (RL 2) und die Salzbunge *Samolus valerandi* (RL2). Im gesamten Gebiet ist der vom Aussterben bedrohte Eibisch *Althea officinalis* (RL 1) sehr häufig.

Beweidete **Salzwiesen** säumen über die Hälfte der gesamten Uferlinie. Sie sind außerordentlich vielgestaltig ausgeprägt, da der Salzeinfluss der Ostsee im Gebiet Gradienten mit von Norden nach Süden, von ufernahen zu uferfernen und von niedrig gelegenen zu höher gelegenen Flächen abnehmenden Salzkonzentrationen bildet. Bezeichnende Arten sind Rotschwingel *Festuca rubra*, Weißes Straußgras *Agrostis stolonifera*, Salzbinse *Juncus gerardii*, Strandaster *Aster trifolium*, Stranddreizack *Triglochin maritimum* u.a. Gefährdete Arten sind der Sumpfdreizack *Triglochin palustre* (RL 3) und die Entferntährige Segge *Carex distans* (RL 3). Auf sehr nassen Flächen treten häufig größere Bestände der stark gefährdeten Laugenblume *Cotula coronopifolia* (RL 2), im Norden auch Queller *Salicornia europaea* auf.

Am Südufer finden sich auf quelligem, nicht mehr salzbeeinflusstem Grünland die beiden stark gefährdeten Arten Zusammengedrücktes Quellried *Blasmus compressus* (RL 2) und Quellgras *Catabrosa aquatica* (RL 2). In zunehmender Entfernung vom Ufer nehmen die Salzarten mehr und mehr ab und gehen in von Flutrasen geprägtes Feuchtgrünland über.

Schwimtblattpflanzen fehlen mit Ausnahme einzelner Vorkommen der Kleinen Wasserlinse *Lemna minor*.

Unterwasserpflanzen kommen im gesamten See vor. Fast überall im See wächst in schütterten Beständen die gefährdete Spiralige Salde *Ruppia cirrhosa* (RL 3). Das Kammlaichkraut *Potamogeton pectinatus* ist im Süden des Sees sehr häufig. Als weitere gefährdete Art tritt vereinzelt das Zwerglaichkraut *Potamogeton pusillus* (RL 3) auf.

Ein Vergleich mit einer älteren vegetationskundlichen Untersuchung (CHRISTENSEN et al. 2000), die den Zustand 1997/98 beschreibt, ergab keine wesentlichen Veränderungen der Vegetation.

Wegen seiner artenreichen Salzwiesen und Brackwasserröhrichte, die durch die unterschiedlichen Salzgradienten eine Vielzahl seltener Arten enthalten, ist die Vegetation des Sehendorfer Binnensees von bundesweiter Bedeutung. Die gut ausgeprägte Unterwasservegetation kann zu einer Stabilisierung des Seeökosystems beitragen.

Der Sehendorfer Binnensee ist von besonderer Bedeutung für den **Vogelschutz**. Insbesondere die Sandinsel vor der Broeck-Mündung, die flache Tivolibucht und die Ostseeseite des Strandwalls wird als Brut- oder Rastgebiet genutzt. Rotschenkel, Austernfischer, Sandregenpfeifer, Mittel- und

Gänsesäger, Brandgans, Löffel- und Schnatterente und hin und wieder die Zwergseeschwalbe brüten hier. Pfeif- und Spießente, Gold- und Kiebitzregenpfeifer, Großer Brachvogel, Pfuhlschnepfe und Säbelschnäbler sind häufige Wintergäste (Quelle: Naturschutzbund Schleswig-Holstein).

Freiwasser

Der Sehendorfer Binnensee ist aufgrund seiner geringen Tiefe vermutlich stets gut durchmischt. Dieser Strandsee weist zeitweise mit Chloridgehalten von über 4000 mg/l, Sulfatgehalten von über 500 mg/l (Abbildung 57) und einer elektrischen Leitfähigkeit von über 1400 mS/m einen hohen Salzgehalt auf. Der stark schwankende Salzgehalt zeigt dabei den wechselnden Einfluss von aus den entwässerten Nutzflächen zuströmendem Süßwasser und dem Ostseewasser an. Vermutlich ist der Süßwassereinfluss außerhalb der Vegetationszeit größer, während der Salzwassereinfluss im Sommer überwiegt.

Die ebenfalls recht hohen Calcium- (72 mg/l) und Magnesiumkonzentrationen (51 mg/l) liegen deutlich über dem schleswig-holsteinischen Durchschnitt. Die Pufferung ist mit einer Säurekapazität von 3,8 mmol/l (Frühjahr) entsprechend hoch, die pH-Wert-Schwankungen sind daher bei Werten zwischen 7,9 und 8,5 trotz hoher Produktivität nur gering.

Im **Mai** stand der Wasserkörper des Sehendorfer Binnensees bei Chloridkonzentrationen von knapp 800 mg/l und Sulfatkonzentrationen von 146 mg/l noch überwiegend unter Süßwassereinfluss (Abbildung 57). Bei Phosphorkonzentrationen von 0,12 mg/l P erreichte das Phytoplankton hohe Dichten (86 µg/l Chlorophyll a) und eine hohe Primärproduktion (150 % Sauerstoffsättigung). Anorganischer Stickstoff in Form von Nitrat war noch vorhanden. Leicht erhöhte Nitritwerte (0,021 mg/l N) deuten gleichzeitig auf stattfindende Zehrungsprozesse, vermutlich überwiegend nachts bzw. in den Makrophytenbeständen.

Im **Juli** war der Wasserkörper bei 4300 mg/l Chlorid vom Ostseewasser dominiert. Die Phosphorkonzentration war auf 0,34 mg/l P gestiegen, der Gesamtstickstoff hatte gleichzeitig auf 1,2 mg/l N abgenommen (Abbildung 56). Da jetzt kein Nitrat mehr im Wasserkörper vorhanden war, konnten bei Sauerstoffmangel, wie er nachts und lokal zwischen den Pflanzen wahrscheinlich ist, Bedingungen eintreten, die eine Freisetzung von Phosphor aus dem Sediment begünstigen.

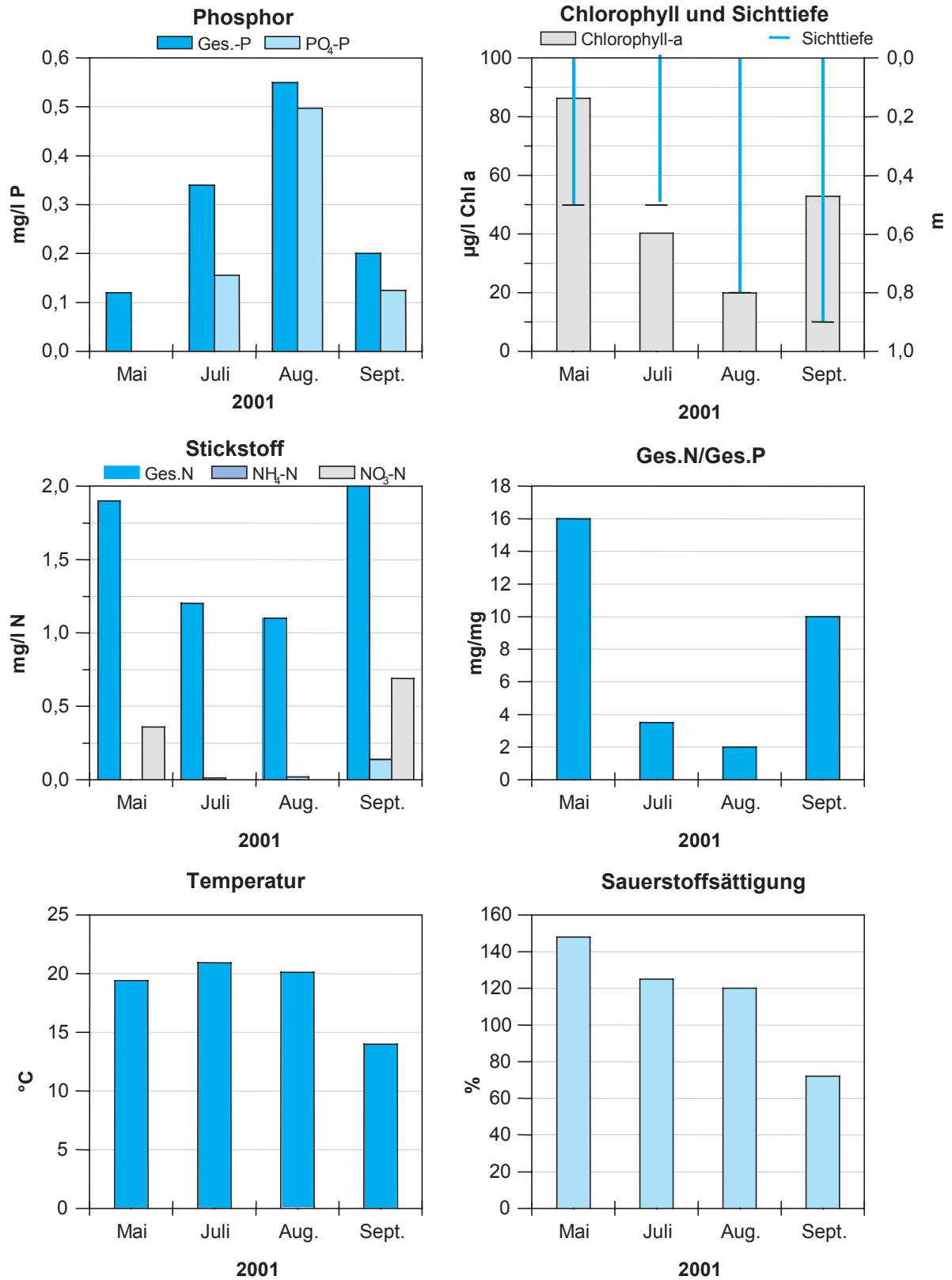


Abbildung 56: Phosphor und Phosphat (mg/l), Stickstoff mit seinen anorganischen Fraktionen (mg/l), Chlorophyll a (µg/l), das N/P-Verhältnis (mg/mg) sowie Temperatur (°C) und Sauerstoffsättigung (%) im Sehendorfer Binnensee 2001

Das Absinken des Gesamt-N/Gesamt-P-Verhältnis auf unter 4 deutet auf eine Stickstofflimitation des Phytoplanktonwachstums hin. Die Sauerstoffsättigung von über 120 % zeigt (Abbildung 56), dass die Primärproduktion noch immer intensiv war. Allerdings lag die Chlorophyll-Konzentration mit 40 µg/l unter der des Frühjahrs.

Im **August** hatten die Chloridkonzentrationen zwar leicht abgenommen, es herrschte aber weiterhin der saline Einfluss vor. Die im Vergleich mit den Chloridkonzentrationen stärkere Abnahme der Sulfatkonzentrationen (Abbildung 57) deutet auf Desulfurikation, die vermutlich mit einer Phosphorfreisetzung aus dem Sediment verbunden war, da die Gesamtphosphorwerte auf 0,55 mg/l P angestiegen waren (Abbildung 56). Die Dichte des Phytoplanktons hatte sich weiter verringert (20 µg/l), sein Wachstum war weiterhin stickstofflimitiert.

Im **September** zeigte der Wasserkörper zum Zeitpunkt der Probenahme eine starke Sauerstoff-Untersättigung (72 %). Bei immer noch überwiegend marinem Einfluss traten jetzt wieder Ammonium und vor allem Nitrat (0,031 mg/l N), vermutlich aus dem Abbau der Biomasse, auf. Leicht erhöhte Nitritwerte deuten ebenfalls auf Abbauprozesse hin. Die Phosphorkonzentration hatte wieder deutlich abgenommen (0,2 mg/l P). Die Chlorophyll-Konzentration war wieder angestiegen auf 53 µg/l.

Insgesamt ist der nährstoffreiche Sehendorfer Binnensee durch seinen flachen Wasserkörper und dem wechselnden Salzeinfluss ein Gewässer, das starken Schwankungen der physikalisch-chemischen Parameter und dementsprechend stark wechselnden Prozessen unterworfen ist.

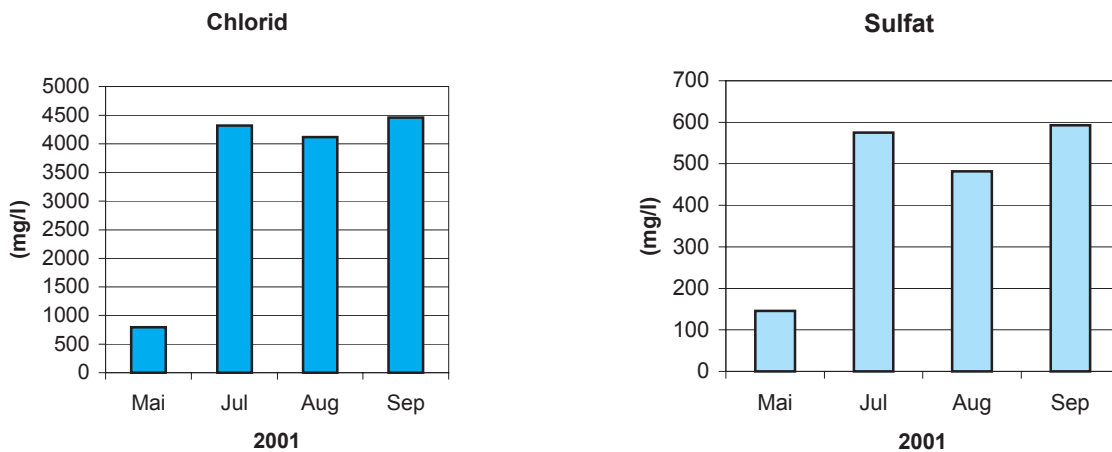


Abbildung 57: Chlorid- (mg/l) und Sulfatkonzentrationen (mg/l) im Sehendorfer Binnensee 2001

Das **Plankton** im Sehendorfer Binnensee wurde im Auftrag des Landesamtes von SPETH (2001) untersucht. Die folgenden Ausführungen basieren im Wesentlichen auf diesem Bericht.

Die **Phytoplankton**biozönose war relativ artenarm. Sie wurde an allen vier Probenahmetagen von unbestimmten kleinen, zentrischen Kieselalgen (< 15 µm) und verschiedenen Arten der Grünalgen-Gattung *Monoraphidium* beherrscht. Im Juli bildete der Dinoflagellat *Heterocapsa triquetra* eine Brack- und Salzwasserliebende Art, die auch häufig in der Ostsee zu finden ist, zusätzlich einen wichtigen Bestandteil der Phytoplanktongemeinschaft. Auch Pico- und Nanoplankton (Zellgrößen < 5 µm) trat von Mai bis August häufig oder massenhaft auf. An Hand der vorliegenden Untersuchungen ist kein deutlicher Unterschied in der

Phytoplanktonzusammensetzung zwischen dem durch Süßwasserverhältnisse geprägten Probenahmetag im Mai und den durch Brackwasserverhältnisse charakterisierten Probenahmen in der zweiten Jahreshälfte erkennbar. Die Stickstofflimitation in den Sommermonaten hatte ebenso keine wesentlichen Verschiebungen in der Phytoplanktonzusammensetzung zur Folge. Mögliche Gründe hierfür könnten sein, dass bestimmte Algengruppen, vor allem stickstofffixierende Cyanobakterien, die von dieser Mangelsituation normalerweise profitieren würden, durch den hohen Salzgehalt eher ungünstige Lebensbedingungen vorfanden und daher nur in sehr geringen Häufigkeiten auftraten. Statt dessen dominierten Taxa (hauptsächlich *Monoraphidium*), die brackige Verhältnisse bis zu ca. 5 - 8 PSU tolerieren können.

Beim **Zooplankton** waren im Mai, August und September calanoide Ruderfußkrebse sehr zahlreich (Mai: *Eurytemora affinis*, August und September: *Acartia* sp.). Im Juli gab es eine Massentwicklung des Rädertieres *Keratella cochlearis* f. *tecta*.

Durch die große Häufigkeit der calanoiden Ruderfußkrebse, die sich filtrierend von Planktonalgen ernähren, kann davon ausgegangen werden, dass das Zooplankton einen spürbaren Einfluss auf das Phytoplanktonwachstum hatte.

Über die Fischfauna liegen keine Angaben vor.

Seegrund

Im Sehendorfer Binnensee wurden bei 0,8, 0,9 und 1,0 m Wassertiefe Benthosproben entnommen. Das Sediment war in allen drei Wassertiefen weich mit Grobdetritus und braun-schwarz ohne Geruch.

Die Besiedlung des Sedimentes mit tierischen Organismen im Sehendorfer Binnensee wurde im Auftrag des Landesamtes von OTTO (2001) untersucht. Die folgenden Ausführungen sind seinem Bericht entnommen.

Die Bodenfauna des Sehendorfer Binnensees war von Salzwassereinfluss geprägt, Süßwasserarten wurden nicht gefunden. Die untersuchten Tiefen unterschieden sich hinsichtlich ihrer Besiedlung kaum. Bei den Vielborstern (Polychaeten) war *Nereis diversicolor* mit maximal 1900 Ind./m² in 1 m Tiefe am häufigsten. Höhere Dichten erreichten in 0,8 m Tiefe unter den Wenigborstern (Oligochaeta) die Schlammröhrenwürmer (Tubificidae) mit maximal 2500 Ind./m² sowie Zuckmückenlarven (Chironomidae) mit 1700 Ind./m². Der Schlickkrebis *Corophium volutator* kam mit maximal 2400 Ind./m² in 0,9 m Tiefe vor. Daneben traten Schnecken (Gastropoda) mit 1500 Ind./m² auf.

Die Trophiebeurteilung nach THIENEMANN (1922) ist wegen der geringen Tiefe und des salinen Einflusses nicht möglich.

Nutzung des Sees und seines Einzugsgebietes

Der Sehendorfer Binnensee ist erklärtes EU-Vogelschutzgebiet und Naturschutzgebiet "Sehendorfer Binnensee und Umgebung" (GVOBL: SCH. H. vom 22.12.1989), das zukünftig eine Fläche von 283 ha haben wird, sowie benanntes FFH-Gebiet „P1629-306 Hohwachter Bucht“. Durch seinen stark wech-

selnden Salzgehalt besitzt der See und seine Umgebung eine sehr artenreiche Flora (über 400 Arten, davon 40 Rote-Liste-Arten) und ist darüber hinaus nach CHRISTENSEN et al. (2000) von besonderer Bedeutung für den Vogelschutz (60 Arten Brutvögel, davon 14 der Roten Liste). Das gesamte NSG Sehendorfer Binnensee darf außer auf einem Wanderweg über den Strandwall und einer Aussichtsplattform nicht betreten werden.

Die an die **Ufer** angrenzenden Flächen sind zum Teil im Besitz der Stiftung Naturschutz und werden extensiv beweidet, um die artenreichen Salzwiesen zu erhalten. Im Bereich des südöstlichen Ufers (Platenbucht) gibt es eine Zufahrtsstraße zum Ostseestrand, der hier eine bewachte Badestelle und weiter östlich einige Lokale aufweist. Direkt an das südöstliche Seeufer grenzt ein Parkplatz.

Das **Einzugsgebiet** des Sehendorfer Binnensees wird zu etwa 80 % landwirtschaftlich, davon 84 % als Acker, genutzt. Der Waldanteil liegt bei 14 %, Siedlungen bedecken ca. 4 % des Einzugsgebietes. Die Zahl der Großvieheinheiten lag bei durchschnittlich 0,73 GVE/ha landwirtschaftlich genutzter Fläche.

Das **Abwasser** im Einzugsgebiet des Sehendorfer Binnensees wird überwiegend über Hauskläranlagen gereinigt. In den Gemeinden Högsdorf und Klethkamp gibt es 75 nachgerüstete Hauskläranlagen (496 EW), in der Gemeinde Blekendorf nicht nachgerüstete Hauskläranlagen (mindestens 460 EW), wobei derzeit ein Teil der Haushalte (Ortsteil Nessendorf) nach und nach an die zentrale Abwasserentsorgung angeschlossen wird.

Belastungssituation des Sees

Aufgrund der **Flächennutzung** und der **Abwasserbeseitigung** im Einzugsgebiet sowie der **Niederschlagsbeschaffenheit** werden im Folgenden die Einträge von Phosphor und Stickstoff in den Sehendorfer Binnensee grob abgeschätzt (Abbildung 58 und Tabelle 13).

Die Einträge aus dem Einzugsgebiet und durch Niederschlag in den Sehendorfer Binnensee lagen insgesamt bei 3987 kg/a Phosphor und bei 118 t/a Stickstoff. Als Hauptquelle für beide Stoffe ist die landwirtschaftliche Flächennutzung anzusehen. Die Abwasserbeseitigung macht 12 % der Phosphor-Belastung und 3 % der Stickstoffbelastung aus. Mit jährlich 5,1 g/a·m² Seefläche Phosphor ist die Flächenbelastung des Sehendorfer Binnensees entsprechend seinem großen Einzugsgebiet sehr hoch.

Tabelle 13: Einträge von Phosphor und Stickstoff in den Sehendorfer Binnensee aus verschiedenen Quellen (Abschätzung gemäß Kapitel Auswertungsmethoden)

Flächennutzung	(ha) bzw. Stück	(kg/ha-a) P	Phosphoreintrag	(kg/ha-a) N	Stickstoffeintrag
		bzw. (kg/GVE-a) P	(kg/a)	bzw. (kg/GVE-a) N	(kg/a)
Acker	4590	0,5	2295	20	91800
Grünland	868	0,2	174	10	8680
Großvieheinheiten	3970	0,2	794	0,9	3573
Wald	930	0,05	47	7	6510
Siedlung	254	0,75	191	13	3302
Gewässer	180		0		0
Sonstiges	37		0		0
Summe (ha)	6859		3500		113865

Niederschlag auf die Seefläche	78	0,2	17	9,9	772
--	----	-----	----	-----	-----

Punktquellen	EW	(kg/EW-a) P	Phosphoreintrag	(kg/EW-a) N	Stickstoffeintrag
		(kg/a)	(kg/a)	(kg/a)	
HKA Högsdorf/Klethkamp	496	0,3	149	3,0	1488
HKA Blekendorf	460	0,7	322	3,7	1702
Summe			471		3190

Gesamteintrag in den See	Phosphor	Stickstoff
Summe (kg/a)	3987	117827
bezogen auf die Seefläche (g/a·m ²)	5,11	151
Gesamtaustrag aus dem Landeinzugsgebiet (kg/a·ha Landfläche) (ohne Niederschlag auf die Seefläche)	0,59	17

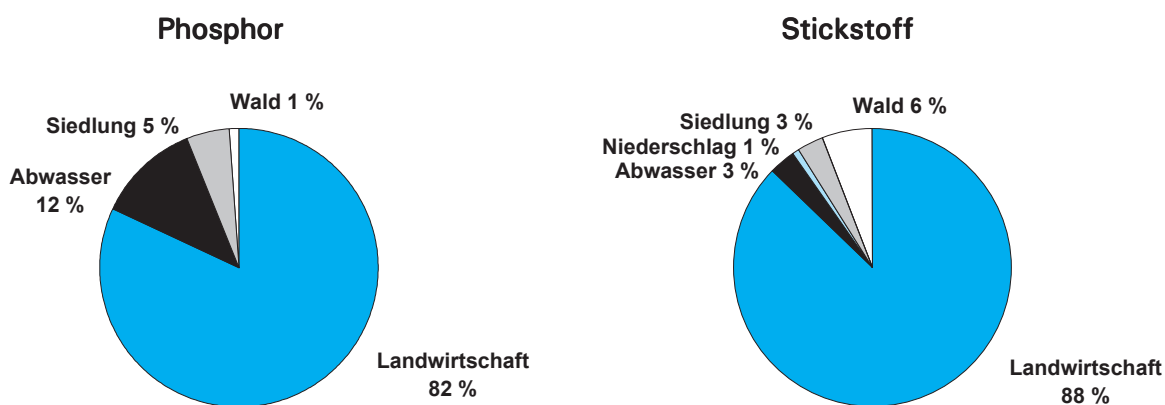


Abbildung 58: Quellen für Phosphor- und Stickstoffeinträge in den Sehendorfer Binnensee

Anhand der ermittelten Phosphoreinträge lässt sich nach VOLLENWEIDER & KERKES (1980) unter Einbeziehung der Seebeckengestalt und des

Wasseraustausches die zu erwartende Phosphorkonzentration im See abschätzen:

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

P_E	:		= erwartete Phosphor-Konzentration im See (mg/l)
L	:	5,11	= jährliche Phosphor-Belastung pro Seefläche (g/a·m ²)
T_w	:	0,02	= theoretische Wasseraufenthaltszeit (a)
z	:	0,5	= mittlere Tiefe des Sees (m)

$$P_E = \frac{5,11 * 0,02}{0,5 (1 + \sqrt{0,02})} = 0,18 \text{ mg/l P}$$

Die nach VOLLENWEIDER zu erwartende Phosphorkonzentration im See liegt mit 0,18 mg/l P über dem im Mai gemessenen Wert von 0,12 mg/l P und unter den im Sommer festgestellten Konzentrationen von 0,2 bis 0,55 mg/l. Wegen der komplizierten nicht quantifizierbaren Ein- und Ausstromverhältnisse (Einstrom von Süßwasser außerhalb der Vegetationsperiode, Einstrom von Meerwasser im Sommer) ist jedoch eine Aussage über die Funktion des Sees als Nährstoffquelle oder -senke nicht möglich. Die im Sommer im Freiwasser gemessenen Phosphorwerte deuten jedoch darauf hin, dass zumindest phasenweise eine Phosphorfreisetzung aus den Sedimenten des Sehendorfer Binnensees stattfindet.

Bewertung

Der Sehendorfer Binnensee hat durch sein verhältnismäßig großes, überwiegend landwirtschaftlich genutztes Einzugsgebiet und seinen flachen Wasserkörper Voraussetzungen für einen nährstoffreichen Zustand mit effektiver Umsetzung der eingetragenen Nährstoffe. Die derzeitige Phosphorbelastung von 5,1 g/m²·a Phosphor ist sehr hoch.

Im Jahresgang wird das Stoffwechselgeschehen im Sehendorfer Binnensee durch die hydrologischen Verhältnisse - Durchströmung mit nitrathaltigem Süßwasser aus der Mühlenau in abflussreichen Zeiten oder Einstrom von nitratarmem

Meerwasser in abflussarmen Zeiten - bestimmt, denen der See durch sein flaches Becken (hohe Verdunstung, hohe Austauschrate) besonders stark ausgesetzt ist. Während im Mai anscheinend noch vergleichsweise stickstoffreiches Süßwasser zuströmte, schien ab spätestens Juli der gesamte Wasserkörper durch stickstoffarmes Meerwasser ausgetauscht. Intensive Zehrungsprozesse führten zur Phosphorfreisetzung aus dem Sediment und es kam vermutlich zu Stickstofflimitierung.

Obwohl der gesamte Seeboden von Makrophyten besiedelt war, fand eine erhebliche Planktonproduktion statt, die vermutlich zu einem recht großen Anteil vom Zooplankton genutzt wurde.

Das Benthos war durch Brackwasserarten geprägt.

Das EU-Vogelschutzgebiet „Sehendorfer Binnensee und Umgebung“ hat internationale Bedeutung als Rast- und Überwinterungsgebiet.

Eine Bewertung des Sehendorfer Binnensees nach den trophischen Kriterien der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 1998) ist aus mehreren Gründen nicht möglich: der Sehendorfer Binnensee ist ein Brackwassersee, er ist makrophytendominiert, die theoretische Austauschzeit beträgt nur 7 Tage und die Primärproduktion ist zeitweilig stickstofflimitiert. Darüber hinaus lassen die komplizierten Ein- und Ausstromverhältnisse eine realistische Abschätzung der "potenziellen Nährstoffbelastung" kaum zu.

Empfehlungen

Einige deutliche Anzeichen, insbesondere der zeitweilige starke Sauerstoffmangel im gesamten Wasserkörper, verbunden mit Denitrifikations- und Desulfurikationsprozessen, sprechen dafür, dass der Sehendorfer Binnensee an einer Nährstoffüberlastung leidet. Mögliche Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge wären:

Die intensive landwirtschaftliche Nutzung im Einzugsgebiet des Sehendorfer Sees trägt zu 80 % der P-Belastung und 88 % der N-Belastung bei. Umfangreiche Maßnahmen im Einzugsgebiet wären zur Nährstoffreduzierung notwendig. Ein erster Ansatzpunkt könnte die Renaturierung der Niedermoorfläche an der Mühlenau zwischen dem Zusammenfluss von Mühlenbach und Altem Mühlenbach und der Einmündung der Mühlenau in den Sehendorfer Binnensee sein. Weitere Ansatzpunkte wären die Anlage von Gewässerrandstreifen ausreichender Breite an den Mühlenbächen und dem Hellthalbach.

Die Behandlung des Abwassers insbesondere der noch nicht nachgerüsteten Hauskläranlagen der Gemeinde Blekendorf, sollte optimiert werden. Da diese teilweise zur Zeit bereits an die zentrale Abwasserentsorgung angeschlossen werden, wird sich in Zukunft eine Verbesserung der Situation ergeben.

Wegen der gegenwärtig sehr hohen Nährstofffrachten in den Sehendorfer Binnensee müsste die Frachtverringerung erheblich sein, um eine Auswirkung zu zeigen. Gelänge dies, wäre jedoch mit einer raschen positiven Wirkung zu rechnen, da die theoretische Wasseraufenthaltszeit des

Sees sehr gering ist. Insgesamt würde jedoch auch eine geringere Reduzierung der Nährstofffrachten zu einem Schutz der Ostsee beitragen.

Maßnahmen, die aus Sicht des Artenschutzes, insbesondere zum Erhalt der artenreichen Salzwiesen, notwendig sind, werden bei CHRISTENSEN et al. (2000) aufgeführt. Sie basieren im wesentlichen auf einer extensiven Beweidung der Ufer. Weiterhin wird eine Abzäunung der Quellbereiche am Südufer und der südlichen Bucht empfohlen. Die extensive Beweidung der Ufer, die aus Sicht des Gewässerschutzes nicht immer zu befürworten ist, sollte in diesem Fall beibehalten werden, um die artenreiche Salzwiesenflora zu erhalten. Da das brackige Seewasser vom Vieh vermutlich nicht als Tränke genutzt wird, ist das Risiko des Nährstoffeintrags durch Fäkalien und Vertritt gering.

Als FFH-Ziele gelten für den Sehendorfer Binnensee:

die Erhaltung und langfristige Sicherung der vorkommenden Lebensräume gemeinschaftlichen Interesses, ihrer charakteristischen Arten und der für ihr Überleben notwendigen Strukturen und Funktionen.

der Erhalt und Sicherung der Salzwiesen und ihrer naturnahen Kontaktbiotope im Überschwemmungsbereich der Ostsee.

die Sicherstellung einer den ökologischen Anforderungen entsprechenden, extensiven Nutzung unter den vorgegebenen Grundwasserverhältnissen.

Literatur

ALLEN, H.E. & KRAMER, J.R. (1972): Nutrients in natural waters.- J. Wiley Sons, New York.

BENNDORF, J. & U. MIERSCH (1991): Phosphorus loading and efficiency of biomanipulation. -Verh. Internat. Verein. Limnol. 24:2482-2488.

BÖTTGER, K. (1980): Die ökologische Situation des Großen Schierensees (Kreis Rendsburg-Eckernförde, Schleswig-Holstein), eines durch Überdüngung weitgehend zerstörten Gewässers. Darstellung der Abwasserbelastung und Vorschläge zu deren Beseitigung. – Schr. Naturw. Ver. Schlesw.-Holst. 50: 107-130.

BUCKSTEEG, K. & HOLLFELDER, F. (1975): Phosphor und Gewässerschutz, Bau-intern.- Wasser u. Abwasser 6, 115 - 120.

CHRISTENSEN, E., GRIMM, R. & SACKWITZ, P.(2000): Flora und Avifauna des NSG „Sehendorfer Binnensee und Umgebung“.- Rundbr. z. bot. Erfassung d. Kr. Plön (Nord-Teil) 9 (1/2), Kiel.

CHORUS, I. (1996): Seensanierung in Berlin - Beispiele. - Erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie 1995 (Berlin), S. 177-181.

DILLON, P.J. & KIRCHNER, W.B. (1975): The effects of geology and land use on the export of phosphorus from watersheds.- Water Res. 9, 135 - 148.

FUSSMANN, G. (1996): Die Kontrolle der Rotatorien im Pelagial eines mesotrophen Sees durch Bottom-up- und Top-down-Prozesse: Freilandbeobachtungen und Enclosure-Experimente. - Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrecht-Universität zu Kiel, Plön, 1996.

GARNIEL, A. & HAMANN, U. (2002): Rote Liste der Armleuchteralgen Schleswig-Holstein.- Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.), Flintbek.

GLOWINSKI, (1984): Bodenkundliche und hydrochemische Untersuchungen in Ruppia- und Characeen-Beständen auf Fehmarn. Diplomarbeit Bot. Inst. Universität Kiel, Kiel.

HAMANN, U. (1999): Situationsbericht über die Armleuchteralgen (Charophyceae) Schleswig-Holsteins. Bericht im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Schinkel.

HAMM, A. (1976): Zur Nährstoffbelastung von Gewässern aus diffusen Quellen: Flächenbezogene P-Abgaben - eine Ergebnis- und Literaturzusammenstellung.- Z. Wasser, Abw.- Forsch. 9 (1), 4 - 10.

KREIS PLÖN (1998): Seen-Beobachtung - 50 Gewässer aus dem Kreis Plön im Vergleich.- Bericht des Kreises Plön, Plön.

KREIS PLÖN (2002): 10 Jahre Seen-Beobachtung im Kreis Plön 1991 - 2000.- Bericht des Kreises Plön, Plön.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1996a): Seenkurzprogramm 1993.- Bericht des Landesamtes, Reihe B, Flintbek.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1996b): Lankauer See.- Bericht des Landesamtes, Reihe B, Flintbek.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1997a): Seenkurzprogramm 1994.- Bericht des Landesamtes, Reihe B, Flintbek.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1997b): Grammsee.- Bericht des Landesamtes, Reihe B, Flintbek.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1998): Nährstoffvorrat und Pufferkapazität von Seen in Schleswig Holstein - eine Übersicht bis 1997.- Bericht des Landesamtes, Flintbek.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1999a): Seenkurzprogramm 1995.- Bericht des Landesamtes, Reihe B, Flintbek.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1999b): War-dersee.- Bericht des Landesamtes, Reihe B, Flintbek.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1999c): Gewässerbeobachtung – Zahlentabelle 1997/1998 – Bericht des Landesamtes, Reihe C Flintbek.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2000a): Erprobung der „Vorläufigen Richtlinie für die Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien“ (LAWA) an 42 schleswig-holsteinischen Seen.- Bericht des Landesamtes, Reihe B, Flintbek.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2000b): Seenkurzprogramm 1997.- Bericht des Landesamtes, Reihe B, Flintbek.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2000c): Gewässerbeobachtung – Zahlentafel 1999 – Bericht des Landesamtes, Reihe C Flintbek.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2001a): Großer Plöner See.- Bericht des Landesamtes, Reihe B, Flintbek.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2001b): Seenkurzprogramm 1998.- Bericht des Landesamtes, Reihe B, Flintbek.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2001c): Gewässerbeobachtung – Zahlentafel 2000 – Bericht des Landesamtes, Reihe C Flintbek.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2002a): Seenkurzprogramm 1999/2000.- Bericht des Landesamtes, Reihe B, Flintbek.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2002b): Ratzeburger Seen.- Bericht des Landesamtes, Reihe B, Flintbek.

LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2002c): Gewässerbeobachtung – Zahlentafel 2001 – Bericht des Landesamtes, Reihe C Flintbek.

LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1975 - 1995): Seenberichte.- Berichte des Landesamtes, Reihe B, Kiel.

LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1985 - 1995): Seenkontrollmessprogramm.- Berichte des Landesamtes, Reihe M, Kiel.

LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1991): Grundsätze zum Schutz und zur Regeneration von Gewässern.- Der Minister für Natur, Umwelt und Landesentwicklung des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.), Kiel.

LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1995): Seenkurzprogramm 1991 - 1992.- Berichte des Landesamtes, Reihe B, Kiel.

LAWA-Arbeitskreis „Gewässerbewertung - stehende Gewässer“ (1998): Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien.- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.).

LUNDBECK, J. (1926): Die Bodentierwelt norddeutscher Seen.- Arch. Hydrobiol. 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.

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE RÄUME, LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG UND TOURISMUS (1996): Verwaltungsvorschrift für den Vollzug der Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung).- Amtsblatt für Schleswig-Holstein 52.

MÜLLER, U. (1977): Stoffhaushalt, Phytoplankton und Primärproduktion in drei ostholsteinischen Seen unterschiedlichen Trophiegrades, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs Mathematik-Naturwissenschaften der Christian-Albrecht-Universität zu Kiel.

NABER, H. (1932): Die Schichtung des Zooplanktons in holsteinischen Seen und der Einfluss des Zooplanktons auf den Sauerstoffgehalt der bewohnten Schichten. – Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Hohen Philosophischen Fakultät der Christian-Albrecht-Universität zu Kiel, Kiel 1932.

OHLE, W. (1965): Primärproduktion des Phytoplanktons und Bioaktivität holsteinischer Seen, Methoden und Ergebnisse. – Limnologie symposium 1964:24-43, Suomen Limnologinen Yhdistys, Limnologiska Föreningen i Finland.

OTTO, C.-J. (2001): Makrozoobenthon des Bothkamper Sees, Bottschlotter Sees, Fastensees, Kleinen Schierensees, Großen Schierensees, Schöhsees, Sehlendorfer Binnensees, Südsensees, Suhrer Sees.- Bericht im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, unveröffentlicht.

RIPL, W. (1995): Entwicklung eines Land-Gewässer-Bewirtschaftungskonzeptes zur Senkung von Stoffverlusten an Gewässern am Beispiel der Stör.- Abschlussbericht des BMBF-Projektes Stör, unveröffentlicht.

SCHÜTZ, W., C. FRIELING, M. NORDHUS UND H. ROWECK (1993): Vegetationskundliche und limnologische Untersuchungen im Westensee, Ahrensee, Großem und Kleinem Schierensee. – Schr. Naturwiss. Ver. Schlesw.-Holst. 63: 1-42.

STADT PLÖN, Hrsg. (1998): Landschaftsplan Plön. – Bearbeitung durch M. Schumann, H. Muhs.

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

STUHR, J. (2001): Die Ufer- und Unterwasservegetation des Bistensees, des Großen Pohlsees, des Mözener Sees, des Schöhsees, des Südsensees, des Bothkamper Sees, des Langsees, des Sankelmarker Sees und des Schwansener Sees. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, unveröffentlicht.

SPETH, B. (2001): Untersuchung des Phyto- und Zooplanktons aus 21 Seen Schleswig-Holsteins. Bericht im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, unveröffentlicht.

THIENEMANN, A. (1922): Die beiden Chironomus-Arten der Tiefenfauna der norddeutschen Seen.- Arch. Hydrobiol. 13, 609 - 646.

VOLLENWEIDER, R.A. & KERÉKES, J. (1980): The loading concept as a basis for controlling eutrophication.- Progress in Water Technol. 12, 5 - 39.

Anhang

Allgemeine Erläuterungen	100
--------------------------------	-----

Biologische, physikalische und chemische Ergebnisse

Bottschlotter See	103
Fastensee.....	110
Großer Schierensee	115
Kleiner Schierensee	121
Schöhsee	127
Sehlendorfer Binnensee	138

Allgemeine Erläuterungen

Ufer- und Unterwasservegetation

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 Angaben für Armelechteralgen stammen aus der Roten Liste der Armelechteralgen Schleswig-Holstein (GARNIEL & HAMANN 2002).

Die Häufigkeit der vorkommenden Arten wird nach folgender Abstufung geschätzt:

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

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

Phytoplankton

Häufigkeitsklassen:	Zellen/ml
selten (s)	0 - 50
wenig (w)	50 - 500
mittel (mi)	500 - 5000
häufig (h)	5000 - 50000
massenhaft (ma)	50000 - 500000

Zooplankton

Häufigkeitsklassen	Individuen/l
selten (s)	0 - 5
wenig (w)	5 - 25
mittel (mi)	25 - 125
häufig (h)	125 - 625
massenhaft (ma)	625 - 3125

Physikalisch-chemische Befunde

Die Kennziffern für das **Wetter** bedeuten:

- 1: kein
- 2: leichter
- 3: mittlerer
- 4: starker Niederschlag
- 5: Schneeschmelze

Die Kennziffern für die **Färbung** der filtrierten Probe werden als zweistellige Zahlen angegeben; die erste Ziffer entspricht der Farbstärke, die zweite dem Farbton:

Stärke:	1: farblos	Farbton:	1: weiß	6: blau
	3: sehr schwach		2: gelb	7: grün
	5: schwach		3: orange	8: braun
	7: mittel		4: rot	9: schwarz
	0: sonstige		5: violett	0: sonstige

Die Kennziffer für die **Trübung** gibt an:

- Stärke:**
- 1: ohne
 - 3: sehr schwach (fast klar)
 - 5: schwach
 - 7: mittel
 - 9: stark (undurchsichtig)
 - 0: sonstige

Die Kennziffern für den **Geruch** der Probe bedeuten:

Stärke:	1: ohne	Art:	1: Gewürze
	3: sehr schwach		2: Erde, Torf, Moder
	5: schwach		3: Jauche, Silage
	7: mittel		4: Fisch, Tran
	9: stark		5: Urin, Fäkalien
	0: sonstige		6: organische Säuren
			7: Mineralöl-Produkte
			8: Chlor
			9: Schwefelwasserstoff, Mercaptan

Die angegebenen Parameter wurden nach folgenden **Methoden** bestimmt:

Parameter	Formel	Einheit	Methode
Wassertemperatur	T	°C	DIN 38 404- C4 - 2, Dezember 1976
elektrische Leitfähigkeit	LF	mS/m	DIN EN 27888, November 1993 (DEV C8)
pH-Wert	pH		DIN 38 404- C5, Januar 1984
Sauerstoff (iodometrisch)	O ₂	mg/l	DIN EN 25813, Januar 1993 (DEV G21)
Sauerstoffsättigungsindex		%	DIN 38 408 - G23, November 1987
TOC, DOC, TIC		mg/l	DIN EN 1484, August 1997 (DEV H3)
SAK bei 254 nm		m ⁻¹	DIN 38404 – C3, Dezember 1976
SAK bei 436 nm		m ⁻¹	DIN EN ISO 7887, Dezember 1994 (DEV C1)
Säurekapazität pH 4,3	K _s	mmol/l	DIN 38 409 - H7, Mai 1979
Basekapazität pH 8,2	K _B	mmol/l	DIN 38 409 - H7, Mai 1979
Hydrogencarbonat	HCO ₃	mg/l	berechnet aus der Säurekapazität
Chlorid	Cl	mg/l	DIN 38 405 - D 1 - 2, Dezember 1985
Ammoniumstickstoff	NH ₄ -N	mg/l	CFA ¹⁾ , DIN EN ISO 11732, Sept. 1997 (DEV E 23)
Nitritstickstoff	NO ₂ -N	mg/l	CFA ¹⁾ , DIN EN ISO 13395, Dez. 1996 (DEV D 28)
Nitratstickstoff	NO ₃ -N	mg/l	CFA ¹⁾ , DIN EN ISO 13395, Dez. 1996 (DEV D 28)
Gesamtstickstoff	N	mg/l	Peroxodisulfat, DIN EN ISO 11905-1 (DEV H 36)
Orthophosphat	PO ₄ -P	mg/l	DIN EN 1189, Dez. 1996 (DEV D 11)
Gesamtphosphor	P	mg/l	DIN EN 1189, Dez. 1996 (DEV D 11) mit Peroxodisulfat
Sulfat	SO ₄	mg/l	FIA ²⁾ , Trübungsmessung
Kieselsäure	SiO ₂	mg/l	FIA ²⁾ , mit Ammoniummolybdat
Natrium	Na	mg/l	DIN EN ISO 11885, April 1998 (DEV E 22)
Kalium	K	mg/l	DIN EN ISO 11885, April 1998 (DEV E 22)
Calcium	Ca	mg/l	DIN EN ISO 11885, April 1998 (DEV E 22)
Magnesium	Mg	mg/l	DIN EN ISO 11885, April 1998 (DEV E 22)
Eisen	Fe	mg/l	DIN EN ISO 11885, April 1998 (DEV E 22), DIN 38406-32, Mai 2000 (DEV E 32)
Mangan	Mn	mg/l	DIN EN ISO 11885, April 1998 (DEV E 22), DIN 38406-33, Juni 2000 (DEV E 33)
Aluminium	Al	mg/l	DIN EN ISO 11885, April 1998, DIN EN ISO 12020, Mai 2000 (DEV E 25)
Chlorophyll a		µg/l	nach NUSCH (1980): Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination.- Arch. Hydrobiol. Beih. 14, 14-36
Phaeophytin		µg/l	nach NUSCH (1980): Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination.- Arch. Hydrobiol. Beih. 14, 14-36

¹⁾ CFA: Continuous Flow Analyzer

²⁾ FIA : Flow Injektion Analyzer

Bottschlotter See - Ufer- und Unterwasservegetation

Tauchblattzone

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Froschlöffel		W
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Rauhes Hornblatt		W
<i>Chlorophyceae</i>	fädige Grünlagen		D
<i>Elodea canadensis</i>	Kanadische Wasserpest		W
<i>Lemna trisulca</i>	Dreifurchige Wasserlinse		W
<i>Potamogeton crispus</i>	Krauses Laichkraut		W
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Kamm-Laichkraut		Z
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Durchwachsendes Laichkraut		W
<i>Potamogeton pusillus</i> agg.	Zwerg-Laichkraut	3	Z
<i>Zannichellia palustris</i>	Teichfaden		Z

Schwimmblattzone und Wasserlinsendecken

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Lemna minor</i>	Kleine Wasserlinse		W
<i>Nuphar lutea</i>	Gelbe Teichrose		Z
<i>Polygonum amphibium</i>	Wasser-Knöterich		W

Röhrichte, Feuchtgrünland und angrenzende Flächen

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Acorus calamus</i>	Kalmus		W
<i>Agrostis stolonifera</i>	Weißes Straußgras		Z
<i>Alopecurus geniculatus</i>	Knick-Fuchsschwanz		D
<i>Bidens tripartita</i>	Dreiteiliger Zweizahn		W
<i>Calamagrostis canescens</i>	Sumpf-Reitgras		Z
<i>Caltha palustris</i>	Sumpf-Dotterblume		W
<i>Cardamine pratensis</i>	Wiesen-Schaumkraut		W
<i>Carex gracilis</i>	Schlank-Segge		Z
<i>Carex hirta</i>	Haar-Segge		W
<i>Chara contraria</i>	Gegensätzliche Armleuchteralge	3	W
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Rasen-Schmiele		Z
<i>Eleocharis palustris</i>	Gemeine Sumpfbirse		W
<i>Epilobium hirsutum</i>	Zottiges Weidenröschen		Z
<i>Filipendula ulmaria</i>	Mädesüß		W
<i>Galium aparine</i>	Kletten-Labkraut		W
<i>Galium palustre</i>	Sumpf-Labkraut		W
<i>Glyceria fluitans</i>	Flutender Schwaden		W
<i>Glyceria maxima</i>	Wasser-Schwaden		Z
<i>Iris pseudacorus</i>	Gelbe Schwertlilie		W

Röhrichte, Feuchtgrünland und angrenzende Flächen (Forts.)

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Juncus articulatus</i>	Glieder-Binse		Z
<i>Juncus compressus</i>	Zusammengedrückte Binse		W
<i>Juncus effusus</i>	Flatter-Binse		Z
<i>Lycopus europaeus</i>	Wolfstrapp		Z
<i>Lysimachia nummularia</i>	Pfennigkraut		W
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Gemeiner Gilbweiderich		W
<i>Lythrum salicaria</i>	Blut-Weiderich		Z
<i>Mentha aquatica</i>	Wasser-Minze		Z
<i>Myosotis cespitosa</i>	Rasen-Vergißmeinnicht		W
<i>Oenanthe aquatica</i>	Wasserfenchel		W
<i>Poa trivialis</i>	Gemeines Rispengras		Z
<i>Phalaris arundinacea</i>	Rohr-Glanzgras		D
<i>Phragmites australis</i>	Schilf		D
<i>Polygonum amphibium</i>	Wasser-Knöterich		Z
<i>Polygonum hydropiper</i>	Wasserpfeffer-Knöterich		W
<i>Potentilla anserina</i>	Gänse-Fingerkraut		Z
<i>Ranunculus aquatilis agg.</i>	Wasser-Hahnenfuß		W
<i>Ranunculus flammula</i>	Brennender Hahnenfuß		W
<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnenfuß		W
<i>Rumex hydrolapathum</i>	Hoher Ampfer		Z
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Seebinse		Z
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	Salz-Teichsimse		W
<i>Sium latifolium</i>	Breitblättriger Merk		Z
<i>Solanum dulcamara</i>	Bittersüßer Nachtschatten		Z
<i>Sparganium erectum</i>	Aufrechter Igelkolben		W
<i>Stachys palustris</i>	Sumpf-Ziest		Z
<i>Stellaria palustris</i>	Sumpf-Sternmiere	3	W
<i>Symphytum officinale</i>	Echter Beinwell		W
<i>Typha angustifolia</i>	Schmalblättriger Rohrkolben		D
<i>Urtica dioica</i>	Große Brennessel		Z

Bottschlotter See - Physikalische und chemische Befunde

EDV - Nr.: 129157

Probenahmedatum		16.5.2001	5.7.2001	2.8.2001	20.9.2001
Uhrzeit [ME(S)Z]		12:30	11:30	11:00	11:00
Wetter (Niederschlag)		2	1	1	2
Windrichtung		SW	NO	O	NO
Windstärke	Bft.	4-5	2-3	2-3	4-5
Lufttemperatur	°C	15,1	24,4	19,3	13,5
Luftdruck	hPa	1002	1018	1021	1010
Sichttiefe	m	0,50	0,50	0,40	0,40
Entnahmetiefe	m	1	1	1	1
Wassertemperatur	°C	16,0	22,2	19,6	13,1
elektr. Leitfähigkeit 25 °C	mS/m	165	158	155	164
pH - Wert		8,72	8,75	8,48	8,14
Farbe		52	57	77	77
Trübung		7	5	7	7
Geruch		1	1	1	1
Sauerstoff	mg/l	8,9	2,0	9,7	9,7
O ₂ -Sättigungsindex	%	91	23	105	92
TOC	mg/l	21	19	24	12
DOC	mg/l	18	17	18	10
SAK bei 254 nm	1/m	48,4	54,0	24,9	56,1
SAK bei 436 nm	1/m	2,6	2,2	1,1	2,3
Säurekapazität (pH 4,3)	mmol/l	3,32	3,15	3,25	3,28
Säurekapazität (pH 8,2)	mmol/l	k.W.	0,10	0,03	
Basenkapazität (pH 8,2)	mmol/l				0,14
Hydrogencarbonat	mg/l	203	192	198	200
Chlorid	mg/l	360	363	354	379
Ammonium-N	mg/l	0,014	0,022	0,017	0,028
Nitrit-N	mg/l	0,0018	0,0032	0,0017	0,025
Nitrat-N	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	0,384
Gesamtstickstoff	mg/l	1,8	1,8	1,9	2,4
o-Phospat-P	mg/l	0,015	0,122	0,157	0,11
Gesamtsphospor	mg/l	0,21	0,28	0,40	0,33
Sulfat	mg/l	96,5	84,4	63,6	62,3
SiO ₂	mg/l	1,43	8,15	12,0	17,7
Natrium	mg/l	159			
Kalium	mg/l	12,1			
Calcium	mg/l	72,8			
Magnesium	mg/l	26,2			
Eisen	mg/l	0,62			
Mangan	mg/l	0,75			
Aluminium	mg/l	0,190			
Chlorophyll a	µg/l	38,1	91,0	81,4	84,6
Phaeophytin	µg/l	12,9	19,7	6,7	21,9

Bottschlotter See - Phytoplankton

	16.5.2001	5.7.2001	2.8.2001	20.9.2001
Kl. Cyanophyceae				
<i>Anabaena</i> sp.	w		mi	
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	mi	h	w	
Gomphospaerioideae indet.			mi	
<i>Limnothrix</i> sp.		h		
<i>Merismopedia</i> sp.			h	mi
Kl. Cryptophyceae				
<i>Rhodomonas</i> spp.		mi		
<i>Rhodomonas minuta</i>			mi	mi
<i>Cryptomonas</i> spp.	s	mi	w	s
Kl. Bacillariophyceae				
Ord.: Centrales				
<i>Actinocyclus/Thalassiosira</i>	s			
<i>Stephanodiscus/Cyclotella</i> spp.	s	w	s	s
Kleine zentrische (< 15 µm)	ma	mi	mi	mi
Ord.: Pennales				
<i>Cymatopleura</i> sp.	s			
<i>Cymatopleura</i> cf. <i>solea</i>	s			
<i>Diatoma</i> sp.	mi	s		
<i>Nitzschia</i> spp.	s		mi	
<i>Nitzschia</i> sp. (cf. <i>obtusata</i>)	s			
<i>Nitzschia</i> cf. <i>acicularis</i>	s	s	*	s
<i>Nitzschia</i> cf. <i>sigmoidea</i>	s			
<i>Surirella</i> cf. <i>capronii</i>	s		s	
<i>Synedra</i> sp.		w		
Kl. Euglenophyceae				
<i>Euglena</i> sp.	s	s	mi	
<i>Euglena</i> cf. <i>acus</i>	s			s
<i>Euglena</i> cf. <i>tripteris</i>	s	s	s	w
<i>Phacus</i> sp.	s	s		
<i>Phacus</i> cf. <i>pyrum</i>		s	s	
<i>Strombomonas</i> sp.	s	s	w	
<i>Trachelomonas</i> spp.	s	s		
Kl. Chlorophyceae				
Ord.: Volvocales				
<i>Chlamydomonas</i> spp.	s	mi		
<i>Chlorogonium</i> sp.	s	w	w	
<i>Pandorina morum</i>		s		
<i>Pteromonas</i> sp.			w	

	16.5.2001	5.7.2001	2.8.2001	20.9.2001
Ord.: Chlorococcales				
<i>Actinastrum hantzschii</i>		mi		
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>		s		
<i>Crucigenia fenestrata</i>				w
<i>Crucigenia tetrapedia</i>				w
<i>Dictyosphaerium</i> sp.		w	mi	
<i>Lagerheimia wratislaviensis</i>		w		
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	w		w	
<i>Monoraphidium contortum</i>	mi	w	mi	h
<i>Monoraphidium minutum</i>		w	h	mi
<i>Monoraphidium</i> cf. <i>tortile</i>				h
<i>Oocystis</i> spp.	w	s		w
<i>Pediastrum boryanum</i>	s	mi	mi	s
<i>Pediastrum duplex</i>		w	w	s
<i>Pediastrum tetras</i>		s		
<i>Scenedesmus</i> spp.	w	mi	mi	mi
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	s	mi	mi	mi
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	w	*	mi	mi
<i>Scenedesmus obtusus</i>		*		
<i>Schroederia</i> cf. <i>nitzschoides</i>	mi			
<i>Tetraedron caudatum</i>		s		
<i>Tetraedron minimum</i>	s	w	mi	mi
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>	w	w	mi	mi
<i>Treubaria setigera</i>		s		
Ord.: Ulotrichales				
<i>Koliella longiseta</i> f. <i>variabilis</i>	mi			
Kl. Conjugatophyceae				
<i>Closterium</i> sp.	s	s		
Kl. Dinophyceae				
<i>Heterocapsa triquetra</i>		s		
<i>Peridiniopsis</i> cf. <i>berolinense</i>		s		
<i>Peridiniopsis</i> cf. <i>penardiforme</i>		s		
Kl. Xanthophyceae				
<i>Pseudostaurastrum limneticum</i>			s	s
Flagellaten indet.		mi		

Bottschlotter See - Zooplankton

	16.5.2001	5.7.2001	2.8.2001	20.9.2001
Ciliata				
Ciliata indet.		w	mi	
Rotatoria				
<i>Asplanchna</i> sp.	s			
<i>Brachionus</i> sp.		s		
<i>Brachionus angularis</i>	w	ma		
<i>Brachionus calyciflorus</i>		h		
<i>Brachionus urceolaris</i>		w		
<i>Filinia longiseta</i>	s	s		
<i>Filinia terminalis</i>	s			
<i>Hexarthra mira</i>			s	
<i>Keratella cochlearis</i>	mi	w	s	
<i>K. c. f. tecta</i>		ma	s	
<i>Keratella quadrata</i>	mi			
<i>Notholca</i> spp.	s			
<i>Polyarthra dolichoptera/vulgaris</i>	mi	h	s	
<i>Pompholyx sulcata</i>				s
<i>Synchaeta</i> sp.		h	s	s
<i>Trichocerca</i> sp.		s	s	s
<i>Trichocerca pusilla</i>			s	
Cladocera				
<i>Bosmina (Eubosmina) coregoni</i>		s		
<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i>				s
<i>Daphnia</i> sp.	s			
<i>Simocephalus</i> sp.	s			
Copepoda				
Nauplien	s	s	w	mi
Calanoida				
Copepodide	s	s	w	w
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	s			
<i>Eurytemora affinis</i>			s	w
Cyclopoida				
Copepodide	mi	s	s	s
<i>Acanthocyclops cf. robustus</i>	s	s	s	
<i>Cyclops vicinus</i>	s			s
<i>Megacyclops viridis</i>	s			

Bottschlotter See – Zoobenthos

16.5.2001	1m			1,4 m			1,8 m		
	Tiere/Greifer		Tiere/m ²	Tiere/Greifer		Tiere/m ²	Tiere/Greifer		Tiere/m ²
	I	II	Mittel	I	II	Mittel	I	II	Mittel
Annelida (Polychaeta)	1		22						
Oligochaeta	270	612	19580	180	178	7948	131	145	6127
Gastropoda									
<i>Galba trunculata</i>							1t		
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>		2t	0	2	14	355	1	121t	22
<i>Valvata piscinalis</i>	3	5	178	10	2	266	1	2	67
Bivalvia									
<i>Anodonta anatina</i>				1		22			
<i>Pisidium sp.</i>	1	5	133	4	6	222	5	2	155
<i>Sphaerium corneum</i>				1t					
<i>Unio pictorum</i>				1		22	1		22
Hirudinea									
<i>Helobdella stagnalis</i>	1		22	7		155			
Trichoptera									
<i>Oecetis ochracea</i>							4	2	133
Diptera									
Chironomidae									
Tanyptodinae									
<i>Procladius sp.</i>	78	63	3130	37	88	2775	82	52	2975
<i>Tanyptus punctipennis</i>	20	12	710	4	6	222	2	5	155
Chironominae									
Chironomini									
<i>Chironomus semireductus-Gr.</i>	9	9	400	4		89	3	4	155
<i>Chironomus sp.</i>					3	67			
<i>Cryptochironomus sp.</i>				1		22			
<i>Fleuria lacustris</i>	2		44	5	3	178	2	1	67
<i>Glyptotendipes paripes</i>							2		44
<i>Glyptotendipes sp.</i>				4		89			
<i>Microchironomus tener</i>	1		22						
<i>Polypedilum cf. nubeculosum</i>	6	4	222	5	2	155	5	2	155
Tanytarsini									
<i>Cladotanytarsus sp.</i>	11	34	999	2		44	1	1	44

Fastensee - Ufer- und Unterwasservegetation

Armleuchteralgenzone

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Lamprothamnium papulosum</i>	-	1	W

Tauchblattzone

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Chloropyceae</i>	Grünalgen		D
<i>Phycophyceae</i>	Braunalgen		Z
<i>Rhodophyceae</i>	Rotalgen		Z
<i>Ruppia cirrhosa</i>	Strand-Salde	3	Z
<i>Zannichellia palustris</i>	Teichfaden		W

Röhrichte und Salzwiesen

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Achillea millefolium</i>	Schafgarbe		Z
<i>Agrostis stolonifera</i>	Weißes Straußgras		Z
<i>Armeria maritima</i>	Gemeine Grasnelke		W
<i>Aster tripolium</i>	Salz-Aster		Z
<i>Atriplex hastata</i> agg.	Spieß-Melde		Z
<i>Bassia hirsuta</i>	Rauhhaarige Dornmelde	1	Z
<i>Beta vulgaris</i>	Wilde Rübe	4	W
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	Strandsimse		D
<i>Bupleurum tenuissimum</i>	Salz-Hasenohr	1	W
<i>Centaurium pulchellum</i>	Zierliches Tausendgüldenkraut	3	W
<i>Carex otrubae</i>	Hain-Segge		Z
<i>Chenopodium rubrum</i>	Roter Gänsefuß		W
<i>Crambe maritima</i>	Meerkohl	3	W
<i>Filipendula vulgaris</i>	Kleines Mädesüß	2	W
<i>Festuca rubra</i>	Rot-Schwingel		D
<i>Glaux maritima</i>	Strand-Milchkraut		Z
<i>Inula britannica</i>	Wiesen-Alant	2	Z
<i>Honckenya peploides</i>	Salzmiere		W
<i>Juncus gerardii</i>	Salz-Binse		D
<i>Juncus maritimus</i>	Strand-Binse	4	W
<i>Lathyrus maritimus</i>	Strand-Platterbse	3	W
<i>Phragmites australis</i>	Schilf		D
<i>Plantago coronopus</i>	Krähenfuß-Wegerich		Z
<i>Plantago maritima</i>	Strand-Wegerich		Z
<i>Potentilla anserina</i>	Gänse-Fingerkraut		Z
<i>Salicornia europaea</i>	Queller		Z
<i>Sedum acre</i>	Mauerpfeffer		W
<i>Seseli libanotis</i>	Berg-Heilwurz	1	W
<i>Solanum dulcamara</i>	Bittersüßer Nachtschatten		W
<i>Sueda maritima</i>	Strand-Sode		W
<i>Spergularia media</i>	Flügelsamige Schuppenmiere		Z
<i>Spergularia salina</i>	Salz-Schuppenmiere		Z
<i>Triglochin maritimum</i>	Strand-Dreizack		Z

Fastensee - Physikalische und chemische Befunde

EDV - Nr.: 129158

Probenahmedatum		17.5.2001	9.7.2001	6.8.2001	24.9.2001
Uhrzeit [ME(S)Z]		14:00	10:30	11:15	14:00
Wetter (Niederschlag)		1	2	1	3
Windrichtung		W	W	SW	NO
Windstärke	Bft.	2-3	4-5	3-4	4-5
Lufttemperatur	°C	17,3	19,6	17,8	13,9
Luftdruck	hPa	1006	1008	1013	1016
Sichttiefe	m	0,60	0,90 Grund	0,50	0,70
Entnahmetiefe	m	1	1	1	1
Wassertemperatur	°C	16,9	20,0	17,8	12,8
elektr. Leitfähigkeit 25 °C	mS/m	2870	3470	3810	3450
pH - Wert		8,07	7,73	7,84	7,80
Farbe		32	1	32	1
Trübung		5	3	5	5
Geruch		1	1	1	1
Sauerstoff	mg/l	9,3	6,6	8,6	8,4
O ₂ -Sättigungsindex	%	97	81	90	79
TOC	mg/l	15	21	24	19
DOC	mg/l	14	20	22	16
SAK bei 254 nm	1/m	26,6	37,0	38,7	30
SAK bei 436 nm	1/m	0,6	0,2	0,6	0,5
Säurekapazität (pH 4,3)	mmol/l	2,48	2,55	1,70	1,57
Säurekapazität (pH 8,2)	mmol/l				
Basenkapazität (pH 8,2)	mmol/l	0,27	0,40	0,31	0,26
Hydrogencarbonat	mg/l	151	156	104	96
Chlorid	mg/l	9660	12100	13300	11700
Ammonium-N	mg/l	0,019	0,709	0,095	0,065
Nitrit-N	mg/l	<0,001	0,039	0,015	0,0083
Nitrat-N	mg/l	<0,05	0,044	0,058	0,097
Gesamtstickstoff	mg/l	1,9	2,8	3,0	2,2
o-Phospat-P	mg/l	0,014	0,018	0,017	0,0051
Gesamtsphospor	mg/l	0,075	0,071	0,10	0,085
Sulfat	mg/l	1247	1737	1737	1585
SiO ₂	mg/l	4,29	5,40	9,92	4,58
Natrium	mg/l	3830			
Kalium	mg/l	183			
Calcium	mg/l	164			
Magnesium	mg/l	440			
Eisen	mg/l	0,212			
Mangan	mg/l	0,993			
Aluminium	mg/l	0,049			
Chlorophyll a	µg/l	11,0	2,6	19,8	16,2
Phaeophytin	µg/l	4,8	4,5	2,8	5,0

Fastensee - Phytoplankton

	17.5.2001	9.7.2001	6.8.2001	24.9.2001
Kl. Cyanophyceae <i>Merismopedia</i> spp.	s		s	s
Kl. Cryptophyceae <i>Rhodomonas</i> spp. <i>Cryptomonas</i> spp.	ma	w	h	h w
Kl. Bacillariophyceae Ord.: Centrales Thalassiosiraceae indet.			s	
Ord.: Pennales <i>Campylodiscus</i> sp. <i>Cymatopleura</i> sp. <i>Gyrosigma</i> sp. <i>cf. Navicula (incertata)</i> <i>Nitzschia longissima</i> <i>Surirella</i> sp.	s s s	s w		s s
Kl. Euglenophyceae <i>Euglena/Lepocinclis</i> sp.	s			
Kl. Chlorophyceae <i>Pyramimonas/Tetraselmis</i> sp.	w			
Kl. Dinophyceae thekater Dinoflagellat sp. <i>Gymnodinium</i> sp. <i>cf. Scrippsiella</i> sp.	w	w w	s	s s
Flagellaten indet. (inkl. heterotrophe)	h	mi	mi	

Fastensee - Zooplankton

	17.5.2001	9.7.2001	6.8.2001	24.9.2001
Ciliata				
Ciliata indet.	h	h	h	h
Rotatoria				
<i>Keratella quadrata</i>	w			
<i>Polyarthra</i> sp.	s			
cf. <i>Synchaeta</i> sp.		h	s	s
Copepoda				
Nauplien	mi	w	mi	w
Calanoida				
Copepodide	s		s	w
<i>Acartia</i> sp.				s
<i>Eurytemora</i> cf. <i>affinis</i>	s			
Harpacticoida	s	s		
Sonstige				
Bivalvia		w		
Polychaeta (Larven)	mi	w	w	w

Fastensee – Zoobenthos

17.5.2001	0,6 m			0,7 m			0,9 m		
	Tiere/Greifer I	II	Tiere/m ² Mittel	Tierer/Greifer I	II	Tiere/m ² Mittel	Tiere/Greifer I	II	Tiere/m ² Mittel
Scyphozoa									
<i>Aurelia aurita</i>				1		22			
Annelida									
Polychaeta									
<i>Capitella capitata</i>	1	3	89	1		22	3	1	89
Capitellidae juv.							14	4	400
<i>Eteone longa</i>								1	22
<i>Heteromastus filiformis</i>	8	20	622	48	27	1665	88	95	4063
<i>Nereis diversicolor</i>				1	1	44		2	44
<i>Nereis</i> sp.							3		67
<i>Polychaeta</i> indet.	11	3	311	36	15	1132	45	34	1754
<i>Polydora ciliata</i>		2	44						
<i>Polydora cornuta</i>	1		22		2	44	6	4	222
<i>Pygospio elegans</i>		4	89				2		44
<i>Scoloplos armiger</i>	10	14	533	15	11	577	1	1	44
Oligochaeta									
Tubificidae indet.		12	266	31	1	710	3		67
<i>Tubificoides benedeni</i>	5	47	1154	1	2	67	6	1	155
Gastropoda									
Hydrobiidae									
<i>Hydrobiidae</i>	102	17	2642	18	5t	400	1		22
Bivalvia									
<i>Cerastoderma edule</i>	13t	1	22	18t	27t		21t	15t	
<i>Littorina littorea</i>					1t				
<i>Mya arenaria</i>	1	1	44	1		22	1t		
Crustacea									
<i>Corophium volutator</i>				6	25	688	6	6	266
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	10	7	377				4	2	133
<i>Neomysis integer</i>		1	22		1	22			

Großer Schierensee - Physikalische und chemische Befunde

EDV - Nr.: 129154

Probenahmedatum		19.4.2001		14.6.2001		17.7.2001		10.9.2001	
Uhrzeit [ME(S)Z]		10:00		10:00		09:45		09:00	
Wetter (Niederschlag)		1		1		1		1	
Windrichtung		SW		umlaufend		SW		NW	
Windstärke		1-2		1-2		0-1		2-3	
Lufttemperatur		4,3		13,7		14,5		13,9	
Luftdruck		1000		1016		1013		996	
Sichttiefe		1,60		1,00		1,4		1,9	
Entnahmetiefe		1 10		1 10		1 10		1 10	
Wassertemperatur		6,6 6,6		16,1 7,5		18,9 8,6		16,3 8,9	
elektr. Leitfähigkeit 25 °C		48,3 48,3		43,0 48,5		38,6 49,3		41,8 51,4	
pH - Wert		8,29 8,28		8,54 7,62		8,52 7,59		8,11 7,55	
Farbe		1 1		32 32		32 32		1 1	
Trübung		3 3		3 5		3 3		3 3	
Geruch		1 1		1 1		1 79		1 79	
Sauerstoff		12,2 12,1		14,0 0,6		11 0,2		8,6 0	
O ₂ -Sättigungsindex		101 100		142 5		118 2		89 0	
TOC		6,7 6,7		7,5 6,7		8,0 7,8		6,8 9,1	
DOC		5,7 5,9		6,9 6,2		7,0 6,4		6,5 6,4	
SAK bei 254 nm		15,6 15,6		15,6 17,4		14,7 17,4		15 19,3	
SAK bei 436 nm		0,5 0,6		0,5 0,7		0,4 0,6		0,5 0,7	
Säurekapazität (pH 4,3)		3,52 3,52		3,14 3,80		2,72 3,99		2,97 4,38	
Säurekapazität (pH 8,2)				0,06		0,04			
Basenkapazität (pH 8,2)				0,23		0,27		0,12	
Hydrogencarbonat		215 215		192 232		166 243		181 267	
Chlorid		23 23		23 23		23 23		23 24	
Ammonium-N		0,022 0,016		0,021 0,595		0,019 0,687		0,024 1,85	
Nitrit-N		0,0056 0,0055		0,010 0,013		0,0016 0,010		0,0015 0,0044	
Nitrat-N		0,916 0,943		0,531 0,306		<0,05 <0,05		<0,05 <0,05	
Gesamtstickstoff		1,6 1,5		1,2 1,5		0,67 1,2		0,58 2,5	
o-Phospat-P		0,0057 0,0054		0,011 0,025		<0,005 0,022		0,0069 0,016	
Gesamtsphospor		0,038 0,039		0,025 0,08		0,033 0,17		0,034 0,52	
Sulfat		33,3 31,3		35,4 32,3		30,6 26,9		30,3 18,3	
SiO ₂		21,0 17,9		9,97 29,9		5,19 20,9		9,530 26,4	
Natrium		15,7 15,5							
Kalium		3,09 3,06							
Calcium		77,0 76,1							
Magnesium		6,55 6,42							
Eisen		0,142 0,083							
Mangan		0,063 0,040							
Aluminium		0,028 0,009							
Chlorophyll a		19,7		20,4		17,3		19,7	
Phaeophytin		2,7		1,1		0,4		1,7	

Großer Schierensee - Phytoplankton

	19.4.2001	14.6.2001	17.7.2001	10.9.2001
Kl. Cyanophyceae				
Aphanothecoideae indet.		w	ma	
<i>Microcystis</i> sp.				w
<i>Planktothrix</i> sp.	s			w
<i>Snowella</i> sp.	mi		s	s
Kl. Cryptophyceae				
<i>Rhodomonas minuta</i>	mi	mi	mi	mi
<i>Cryptomonas</i> spp.		w	w	w
Kl. Bacillariophyceae				
Ord.: Centrales				
<i>Acanthoceras zachariasii</i>				s
<i>Aulacosira</i> sp.	w			s
<i>Cyclotella</i> spp.	*	mi		w
<i>Cyclotella</i> cf. <i>ocellata</i>			h	*
<i>Cyclotella radiosa</i>		*		
<i>Stephanodiscus/Cyclotella</i> spp.	w			
<i>Stephanodiscus neoastraea</i> (> 30 µm)	s			
Kleine zentrische (< 15 µm)	w	s		
Ord.: Pennales				
<i>Asterionella formosa</i>	w	w		s
<i>Cymatopleura</i> sp.	s			
<i>Epithemia</i> sp.	s			
<i>Fragilaria</i> spp. (inkl. Einzel-Zellen von <i>crotonensis</i>)	w		w	s
<i>Fragilaria capucina</i> -Sippenkomplex	s			
<i>Fragilaria crotonensis</i>	*	s		
<i>Meridion</i> sp.	s			
<i>Nitzschia</i> sp.	s	s		
<i>Synedra</i> sp.	s			
Kl. Euglenophyceae				
<i>Trachelomonas</i> sp.			s	s
Kl. Chlorophyceae				
Ord.: Volvocales				
<i>Chlamydomonas</i> spp.			s	
<i>Phacotus lenticularis</i>			s	s

	19.4.2001	14.6.2001	17.7.2001	10.9.2001
Ord.: Chlorococcales				
<i>Ankyra judayi</i>			w	w
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.			w	
<i>Crucigenia tetrapedia</i>				
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	s			
<i>Monoraphidium minutum</i>	w	s		
<i>Oocystis</i> spp.	s	s	s	s
<i>Pediastrum boryanum</i>		s	s	s
<i>Pediastrum duplex</i>				s
<i>Pediastrum tetras</i>			s	s
<i>Scenedesmus</i> spp.	mi		w	s
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>		w		
<i>Tetrastrum triangulare</i>		w	w	w
Ord.: Ulotrichales				
<i>Elakatothrix genevensis</i>				s
<i>Koliella</i> sp.	w			
Kl. Conjugatophyceae				
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i>	s		s	s
<i>Staurastrum</i> sp.				s
Kl. Chrysophyceae				
<i>Bitrichia chodatii</i>			s	
<i>Dinobryon</i> sp.	s			
<i>Dinobryon crenulatum</i>			s	s
<i>Dinobryon divergens</i>		w		
<i>Dinobryon sociale</i> (inkl. var. <i>stipitatum</i>)		w	mi	
<i>Mallomonas</i> spp.			s	s
<i>Uroglena</i> sp.		h		
Kl. Haptophyceae				
<i>Chrysochromulina parva</i>	mi	mi	mi	mi
Kl. Dinophyceae				
<i>Ceratium furcoides</i>		s	s	w
<i>Ceratium hirundinella</i>		s	s	w
<i>Gymnodinium excavatum</i>			s	s
<i>Peridiniopsis polonicum</i>			s	
<i>Peridinium</i> sp.		s	s	s
<i>Peridinium willei</i> -Komplex (cf. <i>volzii</i>)			s	
Flagellaten indet.			mi	

Großer Schierensee – Zooplankton

	19.4.2001	14.6.2001	17.7.2001	10.9.2001
Ciliata				
Ciliata indet.	mi			w
<i>Tintinnidium</i> sp.	mi			
<i>Tintinnopsis</i> sp.	h	mi		
<i>Trichodina</i> sp.			s	s
Rotatoria				
<i>Brachionus angularis</i>		s		
<i>Collotheca</i> spp.				s
<i>Conochiloides natans</i>	s			
<i>Conochilus unicornis</i>	s		s	s
<i>Gastropus stylifer</i>		s	s	
<i>Filinia longiseta</i>		s		s
<i>Filinia terminalis</i>	w	s		
<i>Kellicottia longispina</i>	s	w	mi	
<i>Keratella cochlearis</i>	w	w	w	w
<i>Keratella quadrata</i>	w	s	s	
<i>Polyarthra dolichoptera/vulgaris</i>	s		s	
<i>Pompholyx sulcata</i>		w	s	w
<i>Synchaeta</i> sp.	s	s	s	
<i>Trichocerca rousseleti</i>		s	s	
<i>Trichocerca similis</i>		s		
Cladocera				
<i>Bosmina (Eubosmina) coregoni</i>	s	s	s	s
<i>Chydorus sphaericus</i>			s	
<i>Daphnia longispina</i> -Komplex Summe	s	s	s	s
<i>Daphnia cucullata</i>		s	s	s
<i>Daphnia hyalina</i>		s	s	s
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>		s	s	s
<i>Leptodora kindtii</i>		s		
Copepoda				
Nauplien	mi	s	s	s
Calanoida				
Copepodide	s	s	s	s
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	s	s	s	s
Cyclopoida				
Copepodide	w	s	s	s
<i>Cyclops kolensis</i>	s			
<i>Diacyclops bicuspidatus</i>		s		
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	s	s	s	s
<i>Thermocyclops oithonoides</i>	s	s	s	s

Großer Schierensee – Zoobenthos

27.4.2001	2-3 m			5 m			11,7 m		
	Tiere/Greifer		Tiere/m ²	Tiere/Greifer		Tiere/m ²	Tiere/Greifer		Tiere/m ²
	I	II	Mittel	I	II	Mittel	I	II	Mittel
Hydrozoa									
<i>Hydra sp.</i>	2	1	67						
Oligochaeta	1	7	178	136	94	5106	36	13	1088
Gastropoda									
<i>Acroloxus lacustris</i>	1t	1	22						
<i>Bithynia tentaculata</i>	6t	2t							
<i>Gyraulus crista</i>		1	22						
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	3t								
<i>Radix sp.</i>	2t								
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	4	3	155						
<i>Valvata piscinalis</i>	16t	5t			1t				
Bivalvia									
<i>Dreissena polymorpha</i>	15	8	511						
<i>Pisidium sp.</i>	2t	1t		2t	3t				
<i>Unio tumidus</i>		1t							
Hirudinea									
<i>Helobdella stagnalis</i>		1	22						
Hydrachnidia	4	1	111	1		22			
Crustacea									
<i>Asellus aquaticus</i>	9	1	222						
Ephemeroptera									
<i>Caenis horaria</i>	1	1	44						
<i>Caenis luctuosa</i>	14	2	355						
<i>Caenis sp.</i>		1	22						
Heteroptera									
<i>Aphelocheirus aestivalis</i>		1	22						
Trichoptera									
<i>Athripsodes cinereus</i>	2		44						
<i>Athripsodes sp.</i>	3	1	89						
<i>Cyrmus flavidus</i>		1	22						
<i>Limnephilus lunatus</i>	2		44						
<i>Molanna angustata</i>	1		22						
<i>Mystacides azurea</i>	2		44						
<i>Mystacides longicornis</i>	2		44						
<i>Mystacides sp.</i>	2		44						
<i>Oecetis notata</i>	1		22						
Diptera									
Chaoboridae									
<i>Chaoborus flavicans</i>				1	2	67	69	49	2620
Chironomidae									
Tanypodinae									
<i>Procladius sp.</i>	8	1	200	2	3	111			
Chironominae									
Chironomini									
<i>Chironomus plumosus-Gr.</i>				5	1	133	7	4	244
<i>Chironomus sp.</i>				5	4	200			
<i>Cladopelma lateralis-Gr.</i>				2	8	222			
<i>Cryptochironomus sp.</i>	4		89				1		22
<i>Demicryptochironomus cf. vulneratus</i>	1		22						
<i>Endochironomus cf. albipennis</i>	2		44						
<i>Glyptotendipes pallens</i>	3	2	111						
<i>Microtendipes chloris</i>		1	22						
<i>Microtendipes cf. pedellus</i>	8	5	289						
Tanytarsini									
<i>Tanytarsus sp.</i>	1	3	89						
Ceratopogonidae				17	4	466			

Großer Schierensee - Klassifizierung/Bewertung nach LAWA

Kriterium	Maßeinheit				
1. Referenzzustand					
1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag					
Einzugsgebiet	ha	1144			
Flächennutzung:					
Wald	ha	277			
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha				
potentielle Niedermoore	ha	85			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	730			
potentiell nährstoffarme Sandböden	ha				
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	52			
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P		
Wald	kg/a P	13,85	0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	9	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	37	0,05		
potentiell nährstoffarme Sandböden	kg/a P		0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	14,7	0,3		
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	74			
Jahresabflussmenge (Q)	10 ⁶ m ³	3,6			
theoretische mittlere Verweilzeit (R _t)	a	0,8			
theoret. mittl. Zufluss-Konzentration (P _i)	mg/m ³	20,4			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P _i)	mg/m ³	10,7			
Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag			oligotroph		
1.2 nach Morphometrie					
Gewässerfläche (A)	ha	49	Umgebungsvolumenfaktor		
Gewässervolumen	10 ⁶ m ³	2,94	3,7		
mittlere Tiefe (Z _m)	m	6,00			
maximale Tiefe (Z _{max})	m	11,70	Umgebungsarealfaktor		
effektive Länge (L _{eff})	km	1,26	22,3		
effektive Breite (B _{eff})	km	0,91			
Tiefengradient (F)		1,97			
Verknüpfung Z _m und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,82			
Trophiegrad nach Morphometrie			ungeschichtet	F ≤ 1,5	
			mesotroph	geschichtet	F > 1,5
Resultierender Referenzzustand			oligotroph		
2. Istzustand					
		Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung
Chlorophyll (Sommerstag. ohne KW, 5-9)	mg/m ³	19,12	3,07	10	30,68
Sichttiefe (Sommerstag. ohne KW, 5 - 9)	m	1,14	3,34	7	23,35
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m ³	38	2,24	5	11,19
Gesamt-Phosphor (Sommerstag. 5 - 9)	mg/m ³	31	2,32	5	11,60
			2,85	27	76,82
Resultierender Istzustand			ungeschichtet		
			eutroph e1	geschichtet	
				Kleinsee	
3. Bewertung		3			

Kleiner Schierensee - Physikalische und chemische Befunde

EDV - Nr.: 129155

Probenahmedatum		19.4.2001		14.6.2001		17.7.2001		10.9.2001	
Uhrzeit [ME(S)Z]		14:00		14:15		14:30		13:15	
Wetter (Niederschlag)		3		1		1		1	
Windrichtung		SW		NW		NO		NW	
Windstärke		2-3		0-1		0-1		2-3	
Lufttemperatur		Bft. °C	6,9	14,7	14,7	18,3	18,3	15,2	15,2
Luftdruck		hPa	1001	1015	1015	1011	1011	997	997
Sichttiefe		m	1,50	3,10	3,10	1,60	1,60	2,2	2,2
Entnahmetiefe		m	1	9	1	9	1	9	1
Wassertemperatur		°C	7,1	6,4	17,3	7,6	20,9	8,6	17,4
elektr. Leitfähigkeit 25 °C		mS/m	45,3	46,3	43,5	46,1	38,4	47,7	38,6
pH - Wert			8,45	7,84	8,44	7,64	8,62	7,49	8,31
Farbe			1	1	1	1	1	1	1
Trübung			3	3	3	5	3	3	3
Geruch			1	1	1	79	1	99	1
Sauerstoff		mg/l	12,7	6,5	10,6	0,2	12,9	<0,2	9,3
O ₂ -Sättigungsindex		%	106	53	110	2	145	99	0
TOC		mg/l	6,8	6,7	6,5	7,9	6,6	7,0	6,8
DOC		mg/l	5,8	5,8	6,5	5,9	6,4	6,2	6,4
SAK bei 254 nm		1/m	14,3	14,6	14,6	15,8	13,9	16,9	13,2
SAK bei 436 nm		1/m	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,7	0,4
Säurekapazität (pH 4,3)		mmol/l	3,28	3,39	3,27	3,68	2,72	3,88	2,67
Säurekapazität (pH 8,2)		mmol/l	0,06		0,07		0,16		
Basenkapazität (pH 8,2)		mmol/l		k.W.		0,23		0,32	0,06
Hydrogencarbonat		mg/l	200	207	199	224	166	237	163
Chlorid		mg/l	23	23	23	23	23	24	23
Ammonium-N		mg/l	0,024	0,365	0,034	1,06	<0,01	1,55	0,010
Nitrit-N		mg/l	0,0045	0,0077	0,0083	0,0035	0,0081	0,0022	<0,001
Nitrat-N		mg/l	0,527	0,421	0,515	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Gesamtstickstoff		mg/l	1,1	1,4	1,0	2,0	0,51	2,4	0,53
o-Phospat-P		mg/l	0,0051	0,0063	0,010	0,076	0,007	0,011	0,0059
Gesamtsphospor		mg/l	0,031	0,057	0,019	0,15	0,023	0,072	0,016
Sulfat		mg/l	27,1	29,1	33,7	28,2	30,2	22,3	29,6
SiO ₂		mg/l	13,8	19,0	7,38	24,9	5,18	19,2	7,96
Natrium		mg/l	15,7	15,4					
Kalium		mg/l	3,13	2,90					
Calcium		mg/l	69,2	67,9					
Magnesium		mg/l	6,27	6,23					
Eisen		mg/l	0,022	0,032					
Mangan		mg/l	0,041	0,346					
Aluminium		mg/l	0,036	0,021					
Chlorophyll a		µg/l	14,2		4,4		7,4		11,0
Phaeophytin		µg/l	2,3		2,5		5,1		0,2

Kleiner Schierensee - Phytoplankton

	19.4.2001	14.6.2001	17.7.2001	10.9.2001
Kl. Cyanophyceae				
<i>Anabaena flos-aquae</i> f. <i>lemmermannii</i>				w
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>				s
Aphanothecoideae indet.		w	h	h
<i>Planktothrix</i> sp.	w			w
<i>Radiocystis</i> cf. <i>geminata</i>				mi
<i>Snowella</i> sp.	mi			w
<i>Woronichinia naegeliana</i>				w
Kl. Cryptophyceae				
<i>Rhodomonas minuta</i>	mi	w	w	w
<i>Cryptomonas</i> spp.	w	s	mi	w
Kl. Bacillariophyceae				
Ord.: Centrales				
<i>Aulacosira</i> sp.	w	w	s	s
<i>Cyclotella</i> spp.	*	w	*	w
<i>Cyclotella</i> cf. <i>ocellata</i>			mi	*
<i>Cyclotella radiosa</i>		*	s	s
<i>Stephanodiscus/Cyclotella</i> spp.	w			
<i>Stephanodiscus neoastraea</i> (> 30 µm)	s			
Kleine zentrische (< 10 µm)	w	w		
Ord.: Pennales				
<i>Asterionella formosa</i>	mi	s		
<i>Fragilaria</i> spp. (inkl. Einzel-Zellen von <i>crotonensis</i>)	mi		s	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	w	s		s
<i>Nitzschia</i> sp.			s	
<i>Synedra</i> spp.	s			
Kl. Chlorophyceae				
Ord.: Volvocales				
<i>Chlamydomonas</i> spp.	s	w		
<i>Pandorina morum</i>			s	
<i>Phacotus lenticularis</i>		s		
Ord.: Tetrasporales				
<i>Paulschulzia tenera</i>		s		
cf. <i>Chlamydocapsa planctonica</i>				s

	19.4.2001	14.6.2001	17.7.2001	10.9.2001
Ord.: Chlorococcales				
<i>Ankyra judayi</i>			w	w
<i>Botryococcus braunii</i>		s	s	
<i>Oocystis</i> spp.		w		s
<i>Pediastrum boryanum</i>			s	
<i>Pediastrum duplex</i>		s		
<i>Pediastrum tetras</i>				s
<i>Scenedesmus</i> spp.	mi		w	s
<i>Scenedesmus obtusus</i>		s	s	
<i>Tetrastrum triangulare</i>			s	
<i>Willea wilhelmii</i>				s
Ord.: Ulotrichales				
<i>Elakatothrix genevensis</i>	s	s	s	
Kl. Conjugatophyceae				
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i>				s
<i>Cosmarium</i> sp.			s	
Kl. Chrysophyceae				
<i>Bitrichia chodatii</i>		s	s	w
<i>Dinobryon crenulatum</i>			s	s
<i>Dinobryon divergens</i>		s		
<i>Dinobryon sociale</i> Ehrenberg			w	
<i>Mallomonas</i> sp.			s	s
<i>Uroglena</i> sp.		w		mi
Kl. Haptophyceae				
<i>Chrysochromulina parva</i>	mi	mi	h	mi
Kl. Dinophyceae				
<i>Ceratium furcoides</i>	s		s	s
<i>Ceratium hirundinella</i>		s	s	s
<i>Gymnodinium excavatum</i>			s	s
<i>Peridinium</i> sp.		s	s	s
<i>Peridinium willei</i> -Komplex (<i>P. cf. volzii</i>)		s	s	s

Kleiner Schierensee - Zooplankton

	19.4.2001	14.6.2001	17.7.2001	10.9.2001
Ciliata				
Ciliata indet.	w	s	w	w
<i>Tintinnidium</i> sp.	mi			
<i>Tintinnopsis</i> sp.	mi	w		
<i>Trichodina</i> sp.			s	
Rotatoria				
<i>Ascomorpha ecaudis</i>		s		s
<i>Asplanchna priodonta</i>	s	s		s
<i>Brachionus angularis</i>	s			
<i>Collotheca</i> spp.		s	w	w
<i>Conochiloides natans</i>	s			
<i>Conochilus unicornis</i>	s	s		
<i>Gastropus stylifer</i>		s	w	s
<i>Filinia longiseta</i>		s	s	s
<i>Filinia terminalis</i>	s	s		
<i>Kellicottia longispina</i>	mi	mi	s	s
<i>Keratella cochlearis</i>	mi	w	w	w
<i>K. c. f. tecta</i>				s
<i>Keratella quadrata</i>	w	s	s	s
<i>Polyarthra dolichoptera/vulgaris</i>	s	s	s	s
<i>Pompholyx sulcata</i>		s	s	w
<i>Synchaeta</i> sp.	s	s	s	
<i>Trichocerca capucina</i>			s	
<i>Trichocerca rousseleti</i>		s	s	
<i>Trichocerca similis</i>		s	s	s
Cladocera				
<i>Bosmina (Eubosmina) coregoni</i>	s		s	s
<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i>	s			
<i>Ceriodaphnia</i> sp.				s
<i>Daphnia longispina</i> -Komplex Summe	s	w	s	s
<i>Daphnia longispina</i> -Komplex		s	s	
<i>Daphnia cucullata</i>				s
<i>Daphnia hyalina</i>		s	s	
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>			s	s
Copepoda				
Nauplien	w	s	s	s
Calanoida				
Copepodide	w	s	s	s
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	s	s	s	s
Cyclopoida				
Copepodide	w	s	s	s
<i>Cyclops</i> cf. <i>abyssorum</i>		s		
<i>Cyclops kolensis</i>	s			
<i>Diacyclops bicuspidatus</i>	s			
<i>Mesocyclops leuckarti</i>		s	s	
<i>Thermocyclops</i> sp.	s			
<i>Thermocyclops oithonoides</i>		s	s	s

Kleiner Schierensee – Zoobenthos

27.4.2001	2-3 m			5 m			10,3 m		
	Tier/Greifer		Tiere/m ²	Tiere/Greifer		Tiere/m ²	Tiere/Greifer		Tiere/m ²
	I	II	Mittel	I	II	Mittel	I	II	Mittel
Oligochaeta	1	2	67	34	31	1443	21	6	599
Gastropoda									
<i>Acroloxus lacustris</i>		1	22	1t					
<i>Bithynia leachii</i>	1	1	44		1t				
<i>Bithynia tentaculata</i>	4t	10t		5t	3t				
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>		9							
<i>Radix sp.</i>	2t			6t	3t				
<i>Stagnicola palustris</i> -Komplex		1t							
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	1	4t	22	1t	1t				
<i>Valvata piscinalis</i>	2t	3t		7t	3t				
Bivalvia									
<i>Anodonta sp.</i>	2t								
<i>Dreissena polymorpha</i>	1	4	111	2t					
<i>Pisidium sp.</i>	3t	11t		2t	8t				
<i>Sphaerium corneum</i>		1t		1t					
<i>Unio tumidus</i>	1		22						
Hirudinea									
<i>Erpobdella octoculata</i>	2		44						
Hydrachnidia					1	22	1		22
Crustacea									
<i>Asellus aquaticus</i>	8		178						
Ephemeroptera									
<i>Ephemera vulgata</i>	1		22						
Heteroptera									
<i>Micronecta sp.</i>		1	22						
Trichoptera									
<i>Anabolia sp.</i>	1Kö								
<i>Athripsodes aterrimus</i>	1		22						
<i>Glyphotaelis pellucidus</i>	1		22						
<i>Limnephilus rhombicus</i>	1		22						
<i>Molanna angustata</i>	1	2	67						
<i>Mystacides longicornis</i>	2		44						
<i>Mystacides sp.</i>		2	44						
Diptera									
Chaoboridae									
<i>Chaoborus flavicans</i>				8	4	266	138	185	7171
Chironomidae									
Tanyptodinae									
<i>Procladius sp.</i>	1	6	155	12	10	488			
<i>Tanyptus punctipennis</i>				1		22			
Chironominae									
Chironomini									
<i>Chironomus plumosus</i> -Gr.				4	5	200			
<i>Chironomus sp.</i>	1	1	44				1	1	44
<i>Demicryptochironomus cf. vulneratus</i>					1	22			
<i>Microtendipes cf. pedellus</i>	1	9	222				2		44
<i>Polypedilum cf. nubeculosum</i>				2	1	67			
<i>Tribelos intextus</i>	1	18	422						
Pseudochironomini									
<i>Pseudochironomus prasinatus</i>	3		67						
Tanytarsini									
<i>Tanytarsus sp.</i>	1	1	44						
Ceratopogonidae		1	22						
<i>Bezzia sp.</i>					2	44			

Kleiner Schierensee - Klassifizierung/Bewertung nach LAWA

Kriterium	Maßeinheit				
1. Referenzzustand					
1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag					
Einzugsgebiet	ha	1273			
Flächennutzung:					
Wald	ha	370			
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha				
potentielle Niedermoore	ha	88			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	741			
potentiell nährstoffarme Sandböden	ha				
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	74			
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P		
Wald	kg/a P	18,5	0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	9	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	37	0,05		
potentiell nährstoffarme Sandböden	kg/a P		0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	6,6	0,3		
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	71			
Jahresabflussmenge (Q)	10 ⁶ m ³	4,0			
theoretische mittlere Verweilzeit (R _t)	a	0,3			
theoret. mittl. Zufluss-Konzentration (P _i)	mg/m ³	17,7			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P _i)	mg/m ³	11,4			
Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag			oligotroph		
1.2 nach Morphometrie					
Gewässerfläche (A)	ha	22	Umgebungsvolumenfaktor		
Gewässervolumen	10 ⁶ m ³	1,22	10,3		
mittlere Tiefe (Z _m)	m	5,50			
maximale Tiefe (Z _{max})	m	10,30	Umgebungsarealfaktor		
effektive Länge (L _{eff})	km	0,94	56,9		
effektive Breite (B _{eff})	km	0,45			
Tiefengradient (F)		1,96			
Verknüpfung Z _m und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,69			
Trophiegrad nach Morphometrie			ungeschichtet	F ≤ 1,5	
			mesotroph	geschichtet	F > 1,5
Resultierender Referenzzustand			oligotroph		
2. Istzustand					
		Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung
Chlorophyll (Sommerstag. ohne KW, 5-9)	mg/m ³	7,6	2,28	10	22,84
Sichttiefe (Sommerstag. ohne KW, 5 - 9)	m	2,34	2,53	7	17,70
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m ³	31	2,11	5	10,56
Gesamt-Phosphor (Sommerstag. 5 - 9)	mg/m ³	19	2,03	5	10,16
			2,27	27	61,26
Resultierender Istzustand			ungeschichtet		
			mesotroph	geschichtet	
				Kleinsee	
3. Bewertung					
					2

Schöhsee - Ufer- und Unterwasservegetation

Armleuchteralgenzone

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Chara aspera</i>	Rauhe Armleuchteralge	3+	D
<i>Chara contraria</i>	Gegensätzliche Armleuchteralge	3	D
<i>Chara delicatula</i>	Feine Armleuchteralge		Z
<i>Chara globularis</i>	Zerbrechliche Armleuchteralge		Z
<i>Nitella flexilis</i>	Biigsame Glanzleuchteralge	3	Z
<i>Nitellopsis obtusa</i>	Stern-Armleuchteralge	3	D
<i>Tolypella glomerata</i>	Knäuel-Armleuchteralge	2	Z

Tauchblattzone

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Alisma gramineum</i>	Grasblättriger Froschlöffel	1	Z
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	Herbst-Wasserstern	2	Z
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Rauhes Hornblatt		Z
<i>Eleocharis acicularis</i>	Nadel-Sumpfbirse	3	W
<i>Elodea canadensis</i>	Kanadische Wasserpest		Z
<i>Elodea nuttallii</i>	Nuttalls Wasserpest		W
<i>Fontinalis antipyretica</i>	Quellmoos	3	W
<i>Hippuris vulgaris</i>	Tannenwedel	3	Z
<i>Lemna trisulca</i>	Dreifurchige Wasserlinse		W
<i>Littorella uniflora</i>	Strandling	2	W
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Ähriges Tausendblatt	3	Z
<i>Potamogeton crispus</i>	Krauses Laichkraut		W
<i>Potamogeton filiformis</i>	Faden-Laichkraut	1	Z
<i>Potamogeton friesii</i>	Stachelspitziges Laichkraut	2	Z
<i>Potamogeton gramineus</i>	Gras-Laichkraut	1	Z
<i>Potamogeton lucens</i>	Glänzendes Laichkraut	3	Z
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Kamm-Laichkraut		Z
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Durchwachsendes Laichkraut		Z
<i>Potamogeton pusillus agg.</i>	Zwerg-Laichkraut	3	Z
<i>Potamogeton trichoides</i>	Haarblättriges Laichkraut	3	W
<i>Ranunculus circinatus</i>	Spreizender Wasserhahnenfuß		Z
<i>Zannichellia palustris</i>	Sumpf-Teichfaden		W

Schwimmblattzone und Wasserlinsendecken

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Lemna minor</i>	Kleine Wasserlinse		W
<i>Nuphar lutea</i>	Gelbe Teichrose		D
<i>Nymphaea alba</i>	Weißer Seerosen		Z
<i>Polygonum amphibium</i>	Wasser-Knöterich		Z
<i>Potamogeton natans</i>	Schwimmendes Laichkraut		W
<i>Spirodela polyrhiza</i>	Vielwurzelige Teichlinse		W

Röhrichte, Bruchwälder und weitere angrenzende Flächen

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Berg-Ahorn		W
<i>Acorus calamus</i>	Kalmus		W
<i>Achillea ptarmica</i>	Sumpf-Schafgarbe		W
<i>Aegopodium podagraria</i>	Giersch		Z
<i>Agrostis stolonifera</i>	Weißes Straußgras		Z
<i>Ajuga reptans</i>	Kriechender Günsel		Z
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Gewöhnlicher Froschlöffel		Z
<i>Alnus glutinosa</i>	Schwarz-Erle		D
<i>Berula erecta</i>	Berle		W
<i>Betula pendula</i>	Hänge-Birke		Z
<i>Bidens cernua</i>	Nickender Zweizahn		W
<i>Butomus umbellatus</i>	Schwabenblume		Z
<i>Calamagrostis canescens</i>	Sumpf-Reitgras		Z
<i>Calamagrostis epigeios</i>	Land-Reitgras		Z
<i>Caltha palustris</i>	Sumpf-Dotterblume		Z
<i>Calystegia sepium</i>	Gewöhnliche Zaunwinde		Z
<i>Carex acuta</i>	Schlank-Segge		Z
<i>Carex acutiformis</i>	Sumpf-Segge		Z
<i>Carex disticha</i>	Zweizeilige Segge		Z
<i>Carex elata</i>	Steif-Segge		Z
<i>Carex hirta</i>	Behaarte Segge		Z
<i>Chaerophyllum temulum</i>	Taumel-Kälberkopf		Z
<i>Circaea lutetiana</i>	Großes Hexenkraut		Z
<i>Cirsium arvense</i>	Acker-Kratzdistel		Z
<i>Cirsium palustre</i>	Sumpf-Kratzdistel		Z
<i>Crataegus monogyna</i>	Eingrifflicher Weißdorn		Z
<i>Eleocharis palustris</i>	Gewöhnliche Sumpfbirse		Z
<i>Epilobium hirsutum</i>	Zottiges Weidenröschen		Z
<i>Equisetum fluviatile</i>	Teich-Schachtelhalm		Z
<i>Equisetum palustre</i>	Sumpf-Schachtelhalm		Z
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Wasserdost		Z
<i>Festuca pratensis</i>	Wiesen-Schwingel		Z
<i>Filipendula ulmaria</i>	Echtes Mädesüß		Z
<i>Fraxinus excelsior</i>	Gewöhnliche Esche		Z
<i>Galium palustre</i>	Sumpf-Labkraut		Z
<i>Geum urbanum</i>	Echte Nelkenwurz		Z
<i>Glechoma hederacea</i>	Gundermann		Z
<i>Glyceria fluitans</i>	Flutender Schwaden		Z
<i>Glyceria maxima</i>	Wasser-Schwaden		Z
<i>Hottonia palustris</i>	Wasserfeder		W
<i>Iris pseudacorus</i>	Sumpf-Schwertlilie		Z
<i>Juncus articulatus</i>	Glieder-Birse		Z
<i>Juncus bufonius</i>	Kröten-Birse		W
<i>Juncus effusus</i>	Flatter-Birse		Z
<i>Juncus inflexus</i>	Blaugrüne Birse		Z
<i>Lathyrus pratensis</i>	Wiesen-Platterbse		Z
<i>Lolium perenne</i>	Weidelgras		Z

Röhrichte, Bruchwälder und weitere angrenzende Flächen (Forts.)

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Lotus uliginosus</i>	Sumpf-Hornklee		W
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	Kuckucks-Lichtnelke		W
<i>Lycopus europaeus</i>	Ufer-Wolfstrapp		Z
<i>Lysimachia nummularia</i>	Pfennigkraut		Z
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Gewöhnlicher Gilbweiderich		Z
<i>Lysimachia thyrsoflora</i>	Strauß-Gilbweiderich	3	Z
<i>Lythrum salicaria</i>	Blut-Weiderich		Z
<i>Mentha aquatica</i>	Wasser-Minze		Z
<i>Menyanthes trifoliata</i>	Fiebersklee	3	Z
<i>Myosotis palustris</i> agg.	Sumpf-Vergißmeinnicht		Z
<i>Nasturtium microphyllum</i>	Kleinblütige Brunnenkresse		W
<i>Petasites hybridus</i>	Gewöhnliche Pestwurz		Z
<i>Phalaris arundinacea</i>	Rohr-Glanzgras		Z
<i>Phragmites australis</i>	Schilf		D
<i>Polygonum hydropiper</i>	Wasserpfeffer		W
<i>Populus spec.</i>	Pappel		Z
<i>Potentilla anserina</i>	Gänse-Fingerkraut		Z
<i>Ranunculus acris</i>	Scharfer Hahnenfuß		Z
<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnenfuß		Z
<i>Reynoutria japonica</i>	Japanischer Staudenknöterich		Z
<i>Ribes nigrum</i>	Schwarze Johannisbeere		W
<i>Rorippa amphibia</i>	Wasser-Sumpfkresse		W
<i>Rubus caesius</i>	Kratzbeere		Z
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	Brombeere		Z
<i>Rubus idaeus</i>	Himbeere		Z
<i>Rumex acetosa</i>	Wiesen-Sauerampfer		Z
<i>Rumex conglomeratus</i>	Knäuel-Ampfer		Z
<i>Rumex crispus</i>	Krauser Ampfer		Z
<i>Rumex hydrolapathum</i>	Fluß-Ampfer		Z
<i>Salix alba</i>	Silber-Weide		W
<i>Salix cinerea</i>	Grau-Weide		W
<i>Salix pentandra</i>	Lorbeer-Weide		W
<i>Salix spec.</i>	Weide		Z
<i>Sambucus nigra</i>	Schwarzer Holunder		Z
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Seebirse		Z
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	Salz-Teichsimse		W
<i>Scutellaria galericulata</i>	Sumpf-Helmkraut		Z
<i>Solanum dulcamara</i>	Bittersüßer Nachtschatten		W
<i>Sparganium erectum</i>	Ästiger Igelkolben		Z
<i>Stachys palustris</i>	Sumpf-Ziest		Z
<i>Stellaria palustris</i>	Sumpf-Sternmiere	3	W
<i>Thelypteris palustris</i>	Sumpffarn	3	W
<i>Trifolium repens</i>	Weiß-Klee		Z
<i>Typha angustifolia</i>	Schmalblättriger Rohrkolben		Z
<i>Typha latifolia</i>	Breitblättriger Rohrkolben		W
<i>Urtica dioica</i>	Große Brennnessel		Z
<i>Veronica beccabunga</i>	Bachbungen-Ehrenpreis		W
<i>Viburnum opulus</i>	Gewöhnlicher Schneeball		W

Schöhsee - Physikalische und chemische Befunde

EDV - Nr.: 129153

Probenahmedatum Uhrzeit [ME(S)Z]		2.4.2001			11.6.2001		
		10:45			11:00		
Wetter (Niederschlag)		1			1		
Windrichtung		S			NW		
Windstärke	Bft.	0-1			1-2		
Lufttemperatur	°C	11,6			12,6		
Luftdruck	hPa	1017			1014		
Sichttiefe	m	4,10			4,10		
Entnahmetiefe	m	1	10	23	1	10	27
Wassertemperatur	°C	4,2	3,9	3,9	15,3	7,7	6,1
elektr. Leitfähigkeit 25 °C	mS/m	29,9	29,8	30,0	28,4	29,3	30,7
pH - Wert		8,46	8,46	8,47	8,56	8,17	7,59
Farbe		1	1	1	1	1	1
Trübung		3	3	3	3	3	3
Geruch		1	1	1	1	1	1
Sauerstoff	mg/l	13,7	13,7	13,4	10,7	11,1	5,2
O ₂ -Sättigungsindex	%	105	104	102	107	93	42
TOC	mg/l	5,6	5,7	5,6	6,7	6,3	5,1
DOC	mg/l	5,2	5,4	5,4	6,1	6,1	4,8
SAK bei 254 nm	1/m	6,4	6,6	6,8	6,4	6,4	6,3
SAK bei 436 nm	1/m	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1
Säurekapazität (pH 4,3)	mmol/l	2,12	2,11	2,11	2,32	2,10	2,15
Säurekapazität (pH 8,2)	mmol/l						
Basenkapazität (pH 8,2)	mmol/l	0,03	0,02	0,02	0,01	0,07	0,17
Hydrogencarbonat	mg/l	129	129	129	142	128	131
Chlorid	mg/l	21	21	21	21	21	21
Ammonium-N	mg/l	0,019	0,019	0,021	<0,01	0,020	0,137
Nitrit-N	mg/l	0,0019	0,0019	0,0018	<0,001	0,0010	0,0063
Nitrat-N	mg/l	0,067	0,068	0,066	<0,05	<0,05	0,125
Gesamtstickstoff	mg/l	0,52	0,51	0,51	0,49	0,54	0,69
o-Phospat-P	mg/l	<0,005	0,0051	<0,005	<0,005	0,011	0,011
Gesamtsphospor	mg/l	0,014	0,016	0,016	0,011	0,017	0,022
Sulfat	mg/l	12,6	12,1	12,1	11,4	11,7	10,8
SiO ₂	mg/l	0,883	0,880	0,840	0,318	0,563	2,26
Natrium	mg/l	13,4	13,2	13,0			
Kalium	mg/l	3,18	2,83	3,21			
Calcium	mg/l	42,7	42,2	41,6			
Magnesium	mg/l	3,55	3,53	3,49			
Eisen	mg/l	0,13	0,011	0,013			
Mangan	mg/l	0,007	0,006	0,009			
Aluminium	mg/l	0,029	<0,01	<0,01			
Chlorophyll a	µg/l	4,1			3,6		
Phaeophytin	µg/l	0,5			2,6		

Probenahmedatum		12.7.2001			27.8.2001		
Uhrzeit [ME(S)Z]		11:00			10:45		
Wetter (Niederschlag)		4			3		
Windrichtung		SW			NW		
Windstärke	Bft.	3-4			0-1		
Lufttemperatur	°C	14,3			14,6		
Luftdruck	hPa	1006			1009		
Sichttiefe	m	3,80			2,50		
Entnahmetiefe	m	1	10	28	1	10	28
Wassertemperatur	°C	19,9	8,8	6,2	22,2	9,8	6,2
elektr. Leitfähigkeit 25 °C	mS/m	27,6	29,8	31,1	25,7	30,8	31,9
pH - Wert		8,62	8,14	7,40	8,64	7,78	7,45
Farbe		1	1	1	1	1	1
Trübung		3	3	3	3	3	3
Geruch		1	1	1	1	1	59
Sauerstoff	mg/l	9,9	10,7	0,4	11,0	5,8	0,3
O ₂ -Sättigungsindex	%	109	93	3	127	51	2
TOC	mg/l	5,6	5,1	5,2	6,2	6,3	6,2
DOC	mg/l	5,3	4,9	4,8	5,9	4,9	5,1
SAK bei 254 nm	1/m	6,3	6,4	6,7	6,0	6,2	6,8
SAK bei 436 nm	1/m	<0,1	<0,1	0,4	0,4	0,1	0,2
Säurekapazität (pH 4,3)	mmol/l	1,95	2,18	2,34	1,67	2,25	2,39
Säurekapazität (pH 8,2)	mmol/l	0,04			0,04		
Basenkapazität (pH 8,2)	mmol/l		0,08	0,23		0,16	0,24
Hydrogencarbonat	mg/l	119	133	143	102	137	146
Chlorid	mg/l	21	21	21	21	21	21
Ammonium-N	mg/l	<0,01	<0,01	0,163	0,017	0,021	0,464
Nitrit-N	mg/l	<0,001	0,0016	0,067	<0,001	<0,001	0,0085
Nitrat-N	mg/l	<0,05	<0,05	0,186	<0,05	<0,05	<0,05
Gesamtstickstoff	mg/l	0,49	0,46	0,830	0,46	0,46	0,86
o-Phospat-P	mg/l	0,0086	0,0067	0,0055	0,014	0,0083	0,011
Gesamtsphospor	mg/l	0,013	0,014	0,042	0,015	0,026	0,083
Sulfat	mg/l	14,6	13,0	10,6	13,3	13,7	11,1
SiO ₂	mg/l	0,725	0,794	3,74	0,365	1,25	3,79
Natrium	mg/l						
Kalium	mg/l						
Calcium	mg/l						
Magnesium	mg/l						
Eisen	mg/l						
Mangan	mg/l						
Aluminium	mg/l						
Chlorophyll a	µg/l	1,0			3,5		
Phaeophytin	µg/l	2,2			0,4		

Schöhsee - Phytoplankton

	2.4.2001	11.6.2001	12.7.2001	27.8.2001
Kl. Cyanophyceae				
<i>Anabaena</i> sp.			s	s
<i>Anabaena</i> cf. <i>flos-aquae</i>		s		s
<i>Aphanocapsa</i> sp. (cf. <i>conferta/planctonica</i>)			mi	mi
<i>Cyanodictyon</i> sp.		h	h	h
<i>Chroococcus limneticus</i>			s	
<i>Snowella</i> cf. <i>litoralis</i>		s	h	mi
Kl. Cryptophyceae				
<i>Rhodomonas minuta</i>	w	mi	mi	w
<i>Cryptomonas</i> spp.	s	w	s	w
Kl. Bacillariophyceae				
Ord.: Centrales				
<i>Aulacosira granulata</i>		s		
<i>Cyclotella</i> spp.		s		*
<i>Stephanodiscus</i> spp.	s			
Kleine zentrische (< 15 µm)	w	s		mi
Ord.: Pennales				
<i>Asterionella formosa</i>	mi			
<i>Fragilaria capucina</i> -Sippenkomplex	s			
<i>Fragilaria crotonensis</i>	w	s	s	s
<i>Synedra</i> sp.	s			
Kl. Chlorophyceae				
Ord.: Volvocales				
<i>Phacotus lenticularis</i>		s		s
Ord.: Tetrasporales				
<i>Paulschulzia tenera</i>		s		s
Ord.: Chlorococcales				
<i>Coelastrum astroideum</i>		s		
<i>Dictyosphaerium</i> sp.		s		
cf. <i>Eutetramorus fottii</i>		s		
<i>Oocystis</i> spp.		s		
<i>Pediastrum boryanum</i>		s		s
<i>Quadrigula</i> cf. <i>pfitzeri</i>			s	s
<i>Tetrachlorella alternans</i>		s		
cf. <i>Willea wilhelmii</i>		s	s	
Ord.: Ulotrichales				
<i>Elakatothrix genevensis</i>		s	s	s

	2.4.2001	11.6.2001	12.7.2001	27.8.2001
Kl. Conjugatophyceae				
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i>				s
<i>Cosmarium</i> sp.		s		
<i>Staurastrum</i> sp.		s		
Kl. Chrysophyceae				
<i>Bitrichia chodatii</i>		s		s
<i>Dinobryon crenulatum</i>		w	s	s
<i>Dinobryon divergens</i>		w		
<i>Dinobryon sociale</i> (inkl. var. <i>stipitatum</i>)		w		mi
<i>Uroglena</i> sp.	s			w
Kl. Haptophyceae				
<i>Chrysochromulina parva</i>	mi	w	w	mi
Kl. Dinophyceae				
<i>Ceratium hirundinella</i>	s	s	s	s
<i>Gonyaulax apiculata</i>				s
<i>Gymnodinium</i> sp. (groß)		s	s	s
<i>Gymnodinium</i> cf. <i>excavatum</i>		s	s	
<i>Peridinium</i> spp.	s	s	s	s
<i>Peridinium umbonatum</i> -Komplex			s	s
<i>Peridinium</i> cf. <i>willei</i>	s			
Flagellaten indet.		w		w

Schöhsee – Zooplankton

	2.4.2001	11.6.2001	12.7.2001	27.8.2001
Ciliata				
Ciliata indet.		s	s	s
<i>Epistylis rotans</i>		s		
<i>Tintinnopsis</i> sp.		s		
Rotatoria				
<i>Ascomorpha</i> sp.				s
<i>Ascomorpha ecaudis</i>		s	s	s
<i>Asplanchna priodonta</i>	s	s	s	
<i>Collotheca</i> sp.		s	s	s
<i>Conochiloides natans</i>	s			
<i>Conochilus unicornis</i>		s	s	
<i>Gastropus stylifer</i>		w	s	s
<i>Filinia terminalis</i>	s			
<i>Kellicottia longispina</i>	s	s	s	s
<i>Keratella cochlearis</i>	s	mi	s	s
<i>Keratella quadrata</i>	s	s	s	
<i>Notholca</i> sp. I	s			
<i>Notholca</i> sp. II	s			
<i>Ploesoma hudsoni</i>			s	
<i>Polyarthra</i> sp.	s			
<i>Polyarthra dolichoptera/vulgaris</i>	s	s	s	s
<i>Pompholyx sulcata</i>				s
<i>Synchaeta</i> spp.	w			s
<i>Trichocerca capucina</i>		s	s	
<i>Trichocerca rousseleti</i>				s
<i>Trichocerca similis</i>			s	
Cladocera				
<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i>		s	w	
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>		s	s	
<i>Daphnia longispina</i> -Komplex Summe		s	s	s
<i>Daphnia cucullata</i>			s	s
<i>Daphnia hyalina/galeata</i>		s	s	s
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>			s	s
Copepoda				
Nauplien	s	s	w	s
Calanoida				
Copepodide	s	s	s	s
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	s	s	s	s
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	s	s	s	s
Cyclopoida				
Copepodide	s	s	s	s
<i>Cyclops</i> cf. <i>abyssorum</i>		s		s
<i>Cyclops kolensis</i>	s			
<i>Mesocyclops leuckarti</i>		s	s	s
<i>Thermocyclops oithonoides</i>		s	s	s

Schöhsee – Zoobenthos

30.04., 27.06., 09.07., 02.08.01	2-3 m	5 m	7 m	10 m	15 m	29 m
	Tiere/m ² Mittel	Tiere/m ² Mittel	Tiere/m ² Mittel	Tiere/m ² Mittel	Tiere/m ² Mittel	Tiere/m ² Mittel
Oligochaeta	1376	1132	1643	289	4063	1110
Turbellaria						
<i>Dugesia sp.</i>			22			
Gastropoda						
<i>Bithynia leachii</i>	22					
<i>Bithynia tentaculata</i>	44	t	67			
<i>Galba trunculata</i>						
<i>Gyraulus albus</i>	67			t		
<i>Gyraulus crista</i>		t				
<i>Hippeutis complanatus</i>			22			
<i>Physa fontinalis</i>		22	155			
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	t		22			
<i>Theodoxus fluviatilis</i>						
<i>Valvata cristata</i>		22	155			
<i>Valvata piscinalis</i>	t	t	22	t		
Bivalvia						
<i>Dreissena polymorpha</i>	t	t	t	t		
<i>Pisidium sp.</i>	67	t	22	22	44	
<i>Sphaerium corneum</i>						
Hirudinea						
<i>Erpobdella octoculata</i>		44				
<i>Helobdella stagnalis</i>	22		178			
Hydrachnidia	44	133	178	89	44	
Crustacea						
<i>Asellus aquaticus</i>	1754	977	733			
<i>Gammarus pulex</i>						
<i>Orconectes limosus</i>						
Ephemeroptera						
<i>Caenis horaria</i>	178	67	67			
<i>Caenis sp.</i>		67				
<i>Centroptilum luteolum</i>						
Trichoptera						
<i>Agraylea multipunctata</i>						
<i>Athripsodes cinereus</i>	22					
<i>Cyrnus flavidus</i>	22	133	89			
<i>Ecnomus tenellus</i>	22					
<i>Molanna angustata</i>						
<i>Mystacides azurea</i>						
<i>Mystacides longicornis</i>			22			
<i>Mystacides nigra</i>						
<i>Mystacides sp.</i>						
<i>Orthotrichia angustella</i>						
<i>Orthotrichia costalis</i>						
<i>Orthotrichia sp.</i>						
<i>Oxyethira sp.</i>						
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>						
<i>Polycentropus irroratus</i>						
<i>Triaenodes bicolor</i>			22			

	2-3 m	5 m	7 m	10 m	15 m	29 m
	Tiere/m ² Mittel	Tiere/m ² Mittel	Tiere/m ² Mittel	Tiere/m ² Mittel	Tiere/m ² Mittel	Tiere/m ² Mittel
Diptera						
Chaoboridae						
<i>Chaoborus flavicans</i>			22	222	2620	12321
Chironomidae						
Tanypodinae						
<i>Ablabesmyia phatta</i>						
<i>Ablabesmyia</i> sp.	178		44			
<i>Conchapelopia melanops</i>						
<i>Procladius</i> sp.	222	111	22	22	22	
<i>Tanypus</i> sp.		133				
Orthocladiinae	44					
<i>Corynoneura lacustris</i>						
<i>Corynoneura</i> sp.						
<i>Nanocladius bicolor</i>						
<i>Psectrocladius</i> cf. <i>sordidellus</i>	22					
<i>Psectrocladius</i> cf. <i>calcaratus</i>	22					
<i>Zalutschia zalutschicola</i>			22			
Chironominae						
Chironomini						
<i>Chironomus</i> cf. <i>anthracinus</i>					22	
<i>Chironomus anthracinus</i> -Gr.	155	333	155	599	1354	
<i>Chironomus</i> cf. <i>cingulatus</i>						
<i>Chironomus</i> cf. <i>plumosus</i>						
<i>Chironomus</i> sp.	22					
<i>Demicryptochironomus</i> cf. <i>vulneratus</i>						
<i>Dicrotendipes modestus</i>	44		22			
<i>Dicrotendipes notatus</i>	22					
<i>Einfeldia dissidens</i>						
<i>Einfeldia pagana</i>						
<i>Endochironomus</i> cf. <i>albipennis</i>	22	22				
<i>Glyptotendipes</i> sp.						
<i>Microtendipes chloris</i>	111			67		
<i>Microtendipes pedellus</i>						
<i>Parachironomus</i> cf. <i>arcuatus</i>			22			
<i>Parachironomus biannulatus</i>						
<i>Paracladopelma</i> sp.						
<i>Polypedilum</i> sp.						
<i>Stictochironomus</i> sp.						
<i>Tribelos intextus</i>	289		22			
Pseudochironomini						
<i>Pseudochironomus prasinatus</i>	89					
Tanytarsini						
<i>Tanytarsus</i> sp.	955	266	244	22		
<i>Tanytarsus chinensis</i>						
Ceratopogonidae	22					
<i>Bezzia</i> sp.	22	22	22			

Schöhsee - Klassifizierung/Bewertung nach LAWA

Kriterium	Maßeinheit				
1. Referenzzustand					
1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag					
Einzugsgebiet	ha	233			
Flächennutzung:					
Wald	ha	32			
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha				
potentielle Niedermoore	ha	12			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	111			
potentiell nährstoffarme Sandböden	ha				
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	78			
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P		
Wald	kg/a P	1,59	0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	1	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	6	0,05		
potentiell nährstoffarme Sandböden	kg/a P		0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	23,34	0,3		
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	32			
Jahresabflussmenge (Q)	10 ⁶ m ³	0,7			
theoretische mittlere Verweilzeit (R _t)	a	11,6			
theoret. mittl. Zufluss-Konzentration (P _i)	mg/m ³	43,1			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P _i)	mg/m ³	9,8			
Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag		oligotroph			
1.2 nach Morphometrie					
Gewässerfläche (A)	ha	77,8	Umgebungsvolumenfaktor		
Gewässervolumen	10 ⁶ m ³	8,50	0,2		
mittlere Tiefe (Z _m)	m	10,90			
maximale Tiefe (Z _{max})	m	29,40	Umgebungsarealfaktor		
effektive Länge (L _{eff})	km	1,52	2,0		
effektive Breite (B _{eff})	km	0,72			
Tiefengradient (F)		4,90			
Verknüpfung Z _m und F (theoret. Sichttiefe)	m	5,37			
Trophiegrad nach Morphometrie		ungeschichtet	F ≤ 1,5		
		mesotroph	geschichtet		
			F > 1,5		
Resultierender Referenzzustand		oligotroph			
2. Istzustand					
		Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung
Chlorophyll (Sommerstag. ohne KW, 5 - 9)	mg/m ³	2,69	1,40	10	14,01
Sichttiefe (Sommerstag. ohne KW, 5 - 9)	m	4,5	1,80	7	12,57
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m ³	14	1,62	5	8,12
Gesamt-Phosphor (Sommerstag. 5 - 9)	mg/m ³	13	1,81	5	9,03
			1,62	27	43,74
Resultierender Istzustand		ungeschichtet			
		mesotroph	geschichtet		
			Kleinsee		
3. Bewertung		2			

Sehendorfer Binnensee - Ufer- und Unterwasservegetation

Tauchblattzone

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Chlorophyceae</i>	Grünalgen		Z
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Kamm-Laichkraut		D
<i>Potamogeton pusillus</i>	Zwerg-Laichkraut	3	W
<i>Ruppia cirrhosa</i>	Strand-Salbe	3	D
<i>Zostera marina</i>	Seegras		W*

* = nur im Wasser treibend gefunden

Schwimmblattzone und Wasserlinsendecken

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Lemna minor</i>	Kleine Wasserlinse		W

Röhrichte, Salzwiesen und angrenzende Flächen

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Agrostis stolonifera</i>	Weißes Straußgras		Z
<i>Alnus glutinosa</i>	Schwarz-Erle		W
<i>Alopecurus geniculatus</i>	Knick-Fuchsschwanz		Z
<i>Althaea officinalis</i>	Echter Eibisch	1	Z
<i>Angelica archangelica</i>	Erzengelwurz		W
<i>Apium graveolens</i>	Sellerie	1	W
<i>Armeria maritima</i>	Gemeine Grasnelke		W
<i>Aster tripolium</i>	Strand-Aster		Z
<i>Atriplex hastata agg.</i>	Spieß-Melde		Z
<i>Atriplex patula</i>	Spreizende Melde		W
<i>Berula erecta</i>	Berle		W
<i>Blysmus compressus</i>	Zusammengedrücktes Quellried	2	W
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	Strandsimse		D
<i>Butomus umbellatus</i>	Schwabenblume		W
<i>Calamagrostis canescens</i>	Sumpf-Reitgras		W
<i>Caltha palustris</i>	Sumpf-Dotterblume		W
<i>Calystegia sepium</i>	Echte Zaunwinde		W
<i>Carex acutiformis</i>	Sumpf-Segge		Z
<i>Carex distans</i>	Entferntährige Segge		W
<i>Carex disticha</i>	Kamm-Segge		W
<i>Carex hirta</i>	Haar Segge		Z
<i>Carex paniculata</i>	Rispen-Segge		W
<i>Carex riparia</i>	Ufer-Segge		W
<i>Carex vesicaria</i>	Blasen-Segge		W
<i>Catabrosa aquatica</i>	Quellgras	2	W
<i>Centaureum pulchellum</i>	Zierliches Tausendgüldenkraut	3	W
<i>Cirsium arvense</i>	Acker-Kratzdistel		Z
<i>Cirsium oleraceum</i>	Kohldistel		W
<i>Cirsium palustre</i>	Sumpf-Kratzdistel		W

Röhrichte, Salzwiesen und angrenzende Flächen (Forts.)

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Cochlearia anglica</i>	Englisches Löffelkraut	3	Z
<i>Cotula coronopifolia</i>	Laugenblume	2	Z
<i>Eleocharis palustris</i>	Gemeine Sumpfbirse		W
<i>Eleocharis uniglumis</i>	Einspelzige Sumpfbirse		Z
<i>Epilobium hirsutum</i>	Zottiges Weidenröschen		Z
<i>Equisetum palustre</i>	Sumpf-Schachtelhalm		W
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Wasserdost		Z
<i>Festuca arundinacea</i>	Rohr-Schwengel		Z
<i>Festuca rubra</i>	Rot-Schwengel		D
<i>Filipendula ulmaria</i>	Mädesüß		W
<i>Galium aparine</i>	Kletten- Labkraut		W
<i>Glaux maritima</i>	Strand-Milchkraut		Z
<i>Hordeum secalinum</i>	Roggen-Gerste		Z
<i>Hypericum tetrapterum</i>	Flügel-Johanniskraut		W
<i>Juncus articulatus</i>	Glieder-Birse		W
<i>Juncus bufonius agg.</i>	Kröten-Birse		Z
<i>Juncus compressus</i>	Flatter-Birse		Z
<i>Juncus effusus</i>	Flatter-Birse		W
<i>Juncus gerardii</i>	Salz-Birse		Z
<i>Juncus inflexus</i>	Blaugrüne Birse		W
<i>Leontodon autumnalis</i>	Herbst-Löwenzahn		Z
<i>Lotus corniculatus agg.</i>	Hornklee		Z
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	Kuckucks-Lichtnelke		W
<i>Lycopus europaeus</i>	Ufer-Wolfstrapp		Z
<i>Lysimachia nummularia</i>	Pfennigkraut		Z
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Gemeiner Gilbweiderich		W
<i>Melilotus altissima</i>	Hoher Steinklee		Z
<i>Mentha aquatica</i>	Wasser-Minze		Z
<i>Melilotus altissimus</i>	Hoher Steinklee		Z
<i>Myosotis palustris agg.</i>	Sumpf-Vergißmeinnicht		Z
<i>Oenanthe lachenalii</i>	Wiesen-Pferdesaat	2	W
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	Natternzunge	2	W
<i>Phalaris arundinacea</i>	Rohr-Glanzgras		Z
<i>Phragmites australis</i>	Schilf		D
<i>Plantago maritima</i>	Strand-Knöterich		Z
<i>Polygonum amphibium</i>	Wasser-Knöterich		Z
<i>Potentilla anserina</i>	Gänse-Fingerkraut		Z
<i>Puccinellia distans</i>	Gemeiner Salzschwaden		Z
<i>Puccinellia maritima</i>	Andel		Z
<i>Pulicaria dysenterica</i>	Großes Flohkraut	3	W
<i>Ranunculus aquatilis agg.</i>	Wasserhahnenfuß		W
<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnenfuß		Z
<i>Ranunculus sceleratus</i>	Gift-Hahnenfuß		W
<i>Rumex conglomeratus</i>	Knäuel-Ampfer		Z
<i>Rumex crispus</i>	Krauser Ampfer		Z
<i>Rumex hydrolapathum</i>	Hoher Ampfer		W

Röhrichte, Salzwiesen und angrenzende Flächen (Forts.)

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Rote Liste	Häufigkeit
<i>Sagina maritima</i>	Strand-Mastkraut	3	W
<i>Salix alba</i>	Silber-Weide		W
<i>Salix cinerea</i> agg.	Grau-Weide		W
<i>Salix spec.</i>	Weide		W
<i>Samolus valerandi</i>	Salzbunge	2	W
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	Salz-Teichsimse		Z
<i>Sonchus arvensis</i>	Acker-Gänsedistel		Z
<i>Sonchus palustris</i>	Sumpf-Gänsedistel		Z
<i>Sparganium erectum</i>	Aufrechter Igelkolben		W
<i>Spergularia media</i>	Flügelsamige Schuppenmiere		Z
<i>Spergularia salina</i>	Salz-Schuppenmiere		Z
<i>Stachys palustris</i>	Sumpf-Ziest		Z
<i>Sueda maritima</i>	Strand-Sode		W
<i>Trifolium fragiferum</i>	Erdbeer-Klee		Z
<i>Trifolium repens</i>	Weiß-Klee		Z
<i>Triglochin maritimum</i>	Strand-Dreizack		Z
<i>Triglochin palustre</i>	Sumpf-Dreizack	3	Z
<i>Typha angustifolia</i>	Schmalblättriger Rohrkolben		W
<i>Typha latifolia</i>	Breitblättriger Rohrkolben		W
<i>Valeriana officinalis</i> agg.	Echter Baldrian		W
<i>Veronica beccabunga</i>	Bachbunge		W
<i>Zannichellia palustris</i>	Teichfaden		W

Sehendorfer Binnensee - Physikalische und chemische Befunde

EDV - Nr.: 129151

Probenahmedatum		15.5.2001	3.7.2001	1.8.2001	24.9.2001
Uhrzeit [ME(S)Z]		11:00	11:00	11:15	09:30
Wetter (Niederschlag)		1	1	1	3
Windrichtung		SW	N	W	NO
Windstärke	Bft.	1-2	1-2	2-3	4-5
Lufttemperatur	°C	17,8	22,4	19,4	12,8
Luftdruck	hPa	1004	1029	1025	1016
Sichttiefe	m	0,50	0,50	0,80	0,90
Entnahmetiefe	m	1	1	0,5	1
Wassertemperatur	°C	19,4	20,9	20,1	14,0
elektr. Leitfähigkeit 25 °C	mS/m	309	1360	1312	1428
pH - Wert		8,74	8,67	8,47	7,95
Farbe		52	32	37	32
Trübung		7	7	3	3
Geruch		32	1	1	1
Sauerstoff	mg/l	13,5	11,3	11,0	7,1
O ₂ -Sättigungsindex	%	148	125	120	72
TOC	mg/l	12	13	11	9,6
DOC	mg/l	8,4	8,2	10	8,3
SAK bei 254 nm	1/m	22,7	22,4	26,3	23,6
SAK bei 436 nm	1/m	1,0	0,9	1,0	1,1
Säurekapazität (pH 4,3)	mmol/l	3,78	3,53	3,58	3,22
Säurekapazität (pH 8,2)	mmol/l	0,14	0,18	0,11	
Basenkapazität (pH 8,2)	mmol/l				0,25
Hydrogencarbonat	mg/l	231	215	218	196
Chlorid	mg/l	796	4320	4120	4460
Ammonium-N	mg/l	<0,01	0,011	0,020	0,139
Nitrit-N	mg/l	0,021	<0,001	0,0015	0,038
Nitrat-N	mg/l	0,359	<0,05	<0,05	0,69
Gesamtstickstoff	mg/l	1,9	1,2	1,1	2,0
o-Phospat-P	mg/l	<0,005	0,156	0,497	0,125
Gesamtsphospor	mg/l	0,12	0,34	0,55	0,20
Sulfat	mg/l	146	575	482	593
SiO ₂	mg/l	0,64	9,11	1,25	3,55
Natrium	mg/l	380			
Kalium	mg/l	21,2			
Calcium	mg/l	71,9			
Magnesium	mg/l	51,2			
Eisen	mg/l	0,17			
Mangan	mg/l	0,053			
Aluminium	mg/l	0,098			
Chlorophyll a	µg/l	86,3	40,2	19,8	52,9
Phaeophytin	µg/l	4,8	14,6	3,1	17,0

Sehendorfer Binnensee - Phytoplankton

	15.5.2001	3.7.2001	1.8.2001	24.9.2001
Kl. Cyanophyceae				
<i>Anabaena</i> sp.			s	
<i>Merismopedia</i> sp.	s		s	s
<i>Oscillatoria</i> sp. (cf. <i>limosa</i>)	s			
Kl. Cryptophyceae				
<i>Rhodomonas</i> spp.		w		mi
Kl. Bacillariophyceae				
Ord.: Centrales				
<i>Aulacosira granulata</i>				s
<i>Cyclotella</i> spp.		s		
<i>Melosira lineata</i>			s	s
<i>Melosira moniliformis</i>				s
<i>Skeletonema costatum</i>				s
Kleine zentrische (< 15 µm)	ma	h	h	ma
Ord.: Pennales				
<i>Asterionella formosa</i>	s			
<i>Cylindrotheca closterium</i>				s
<i>Navicula</i> spp.	s			
<i>Nitzschia</i> cf. <i>acicularis</i>	s			
Kl. Chlorophyceae				
Ord.: Volvocales				
<i>Phacotus lenticularis</i>	s			
<i>Pyramimonas/Tetraselmis</i> sp.		w	mi	
Ord.: Chlorococcales				
<i>Monoraphidium</i> spp.	h	ma	ma	ma
(<i>M. minutum</i> , <i>M. cf. subclavatum</i> ,			*	
<i>Monoraphidium circinalis</i>			*	
<i>Monoraphidium contortum</i>	ma	ma	mi	*
<i>Monoraphidium minutum</i>	*	*	*	*
<i>Monoraphidium</i> cf. <i>subclavatum</i>		*	*	*
<i>Monoraphidium</i> cf. <i>tortile</i>			mi	
<i>Oocystis</i> spp.				s
<i>Pediastrum boryanum</i>				s
<i>Pediastrum duplex</i>				s
<i>Scenedesmus</i> spp.	s	s		w
<i>Scenedesmus acuminatus</i>				s
<i>Scenedesmus dimorphus</i>				s
<i>Tetraedron triangulare</i>				w
<i>Tetrastrum triangulare</i>				s
Kl. Haptophyceae indet.			w	
Kl. Dinophyceae				
thekater Dinoflagellat		s		
thekater Dinoflagellat II (klein)		w		
<i>Heterocapsa rotundata</i>				w
<i>Heterocapsa triquetra</i>		mi		
<i>Oblea/Diplopsalis</i> -Gruppe		w		
<i>Prorocentrum micans</i>				s
Flagellaten indet.		mi		mi
Pico/Nanoplankton (< 5 µm)	ma	h	ma	

Sehendorfer Binnensee – Zooplankton

	15.5.2001	3.7.2001	1.8.2001	24.9.2001
Ciliata				
Ciliata indet.			w	w
Rotatoria				
<i>Brachionus calyciflorus</i>	s			
<i>Brachionus cf. quadridentatus</i>		w	mi	
<i>Brachionus urceolaris</i>		s	mi	s
<i>Kellicottia longispina</i>	s			
<i>Keratella cochlearis</i>				s
<i>K. c. f. tecta</i>		ma	mi	s
<i>Keratella quadrata</i>	w			
<i>Notholca cf. labis</i>	s			
<i>Notholca cf. striata</i>	w			
<i>Polyarthra</i> sp.	w	s		
<i>Synchaeta</i> sp.				mi
Cladocera				
<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i>				s
Copepoda				
Nauplien	ma	w	ma	mi
Calanoida				
Copepodide	mi	s	mi	mi
<i>Acartia</i> sp.			s	mi
<i>Eurytemora affinis</i>	w			s
Cyclopoida				
Copepodide	w	s		s
<i>Cyclops</i> sp.	s			
Harpacticoida	s			
Sonstige				
Decapoda: Zoea-Larven		s	mi	s
Polychaeta (Larven)	s			
Ostracoda			w	
Gastropoda				w

Sehlendorfer Binnensee – Zoobenthos

15.5.2001	0,8 m			0,9 m			1 m		
	Tiere/Greifer		Tiere/m ²	Tiere/Greifer		Tiere/m ²	Tiere/Greifer		Tiere/m ²
	I	II	Mittel	I	II	Mittel	I	II	Mittel
Annelida									
Polychaeta									
<i>Arenicola marina</i>	1		22						
<i>Nereis diversicolor</i>	26	36	1376	35	19	1199	39	45	1865
<i>Polydora cornuta</i>		1	22						
<i>Manayunkia aestuarina</i>	1		22						
<i>Streblospio benedicti</i>	7	2	200	4		89	4	5	200
Oligochaeta									
Tubificidae indet.	64	48	2486	42	39	1798	35	22	1265
Gastropoda									
Hydrobiidae	20	22	932	42	28	1554	11	4	333
Bivalvia									
<i>Cerastoderma edule</i>	6	3	200	7t	17t		15t	20t	
<i>Macoma baltica</i>		1t							
<i>Mya arenaria</i>	1	3	89		1t			4t	
<i>Mytilus edulis</i>		1t					1		22
Crustacea									
<i>Corophium volutator</i>	14	14	622	57	52	2420	62	31	2065
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	10	2	266						
<i>Gammarus zaddachi</i>								1	22
<i>Neomysis integer</i>	1		22						
<i>Spaeroma hookeri</i>		2	44		1	22	3	2	111
Diptera									
Chironomidae									
Tanypodinae									
<i>Procladius sp.</i>	38	40	1732	4	2	133	5	1	133
<i>Chironominae</i>									
<i>Chironomini</i>									
<i>Chironomus salinarius</i>	2	7	200				1		22

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, Owschlagler 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

* Bericht vergriffen

