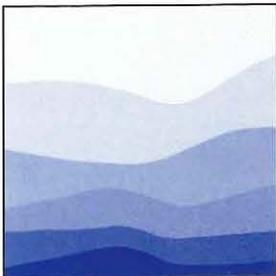
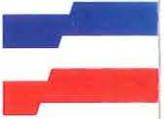


*Der Minister für Natur,
Umwelt und Landesentwicklung
des Landes
Schleswig-Holstein*



**Seenbericht
Schluensee**

**Landesamt für
Wasserhaushalt
und Küsten
Schleswig-Holstein**



Luftbild des Schlensees
Maßstab 1:13830
Aufnahmedatum: 5. 7. 1991

Landesamt für Wasserhaushalt
und Küsten Schleswig-Holstein

LW 312 - 5203.71-21

S c h l u e n s e e

(Kreis Plön)

Bericht über die Untersuchung des
Zustandes des Schluensees
von Januar 1989 bis Januar 1990

Kiel 1993

Zum Geleit

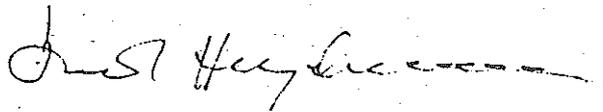
Die Seen in Schleswig-Holstein sind in ihrer ökologischen Vielfalt eine Besonderheit des Landes. Sie stellen für den Wasserhaushalt, für den Stoffrückhalt vor Eintritt des Wassers in die beiden Meere und für die Verflechtung von Lebensgemeinschaften des Wassers und des Landes einen wesentlichen Landschaftsbestandteil dar. Seen sind unter anderem für das Klima und die Erholung, auch in Form des Sports, wichtige Elemente. Nicht nur Organismen-Arten des Wassers - von Algen bis zu Fischen und Wasservögeln - sind für die Seen-Ökosysteme typisch, sondern auch solche Arten, die sowohl auf den Wasserbereich als auch auf den Landbereich in ihrer Entwicklung angewiesen sind - die sogenannten amphibischen Arten und die terrestrischen Arten der nassen und feuchten Ufer. In den ständig wasserbedeckten Uferbereichen liegt das Laichgebiet für Fische und die Brutzone vieler Vogelarten. Sie stellen darüber hinaus eine wichtige Schutzzone der Seen gegen negative ökologische Einflüsse vom Land her dar. Eine besondere ökologische Bedeutung kommt daher den Uferzonen der Seen zu; sie weisen auch spezielle Artenkombinationen auf.

Der Schluensee bei Plön ist mit 45 m Tiefe einer der tiefsten Seen Schleswig-Holsteins. Gleichzeitig hat er - bei einer Seenfläche von 127 ha und einem Volumen von ca. 20 Millionen Kubikmeter Wasser - nur ein relativ kleines oberirdisches Einzugsgebiet von 604 ha. Außerdem wird der See in beträchtlichem Maß aus dem Grundwasser gespeist.

Die Untersuchungen des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten ergaben, daß der Schluensee sich zur Zeit im Übergangsbereich zwischen dem - in Schleswig-Holstein seltenen - mesotrophen (mittleren Nährstoffgehalt) und eutrophen (höherer Nährstoffgehalt) Zustand befindet. Durch die lange Wasseraufenthaltszeit im See von über 8 Jahren ist der See besonders empfindlich gegenüber Stoffeinträgen aus der Umgebung. So zeigen Vergleiche mit früheren Untersuchungen eine deutliche Verschlechterung des Sauerstoffhaushaltes des Tiefenwassers. Dadurch verändern sich die chemischen Prozesse und der Tiefenbereich steht nur noch eingeschränkt als Lebensraum für Organismen - es leben hier nur noch wenige Arten - zur Verfügung.

Um den derzeitigen Zustand des Schluensees zu schützen und zu erhalten, sind dringend Schutz- und Regenerationsmaßnahmen zu ergreifen. Der vorliegende Seenbericht wird durch seine gründliche Analyse des ökologischen Zustandes des Schluensees eine wichtige Hilfe für das Seen-Schutzprogramm der Landesregierung allgemein und speziell für den Schluenseeschutz sein. Im Entwurf zum "Seenschutzkonzept für das Land Schleswig-Holstein" ist der See einer der ersten für die Regeneration vorgesehenen Seen. Da 40 % des oberirdischen Einzugsgebietes diffus in den See entwässern, könnte hier das Uferrandstreifenprogramm der Landesregierung besonders effektiv sein.

Ich bedanke mich bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern dieses Berichtes für die gute und wichtige Arbeit.



Prof. Dr. Berndt Heydemann
Minister für Natur, Umwelt und Landesentwicklung
des Landes Schleswig-Holstein

E i n f ü h r u n g

Über die Beschaffenheit der rund 300 schleswig-holsteinischen Seen gibt es nur recht wenige umfassende fachliche Dokumentationen. Das Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten wurde daher im Jahre 1973 von der Landesregierung beauftragt, im Rahmen eines fortlaufenden Untersuchungsprogramms den Zustand der Seen zu erkunden und darzustellen.

Hierzu werden Erhebungen und Untersuchungen zur Morphologie, zum Wassermengenhaushalt und zum Stoffhaushalt angestellt und biologische Bestimmungen und Kartierungen durchgeführt. Neben den Freiwasseruntersuchungen werden Kartierungen der Flora und Fauna der Gewässersohle und des Ufers vorgenommen. Hier siedeln Organismen, die durch ihre spezifischen Lebensansprüche Indikatoren für den Zustand eines Gewässers sind. Des weiteren werden eventuelle Belastungsquellen und -schwerpunkte aufgezeigt.

Soweit erforderlich und möglich, sind Vorschläge für gezielte Erhaltungs- und Sanierungsmaßnahmen an den Seen zu erarbeiten. Um den Eintrag gewässerbelastender Nährstoffe abzuschätzen, werden deshalb auch die Zu- und Abflüsse beprobt.

Da ein See im Jahresgang starken Veränderungen unterworfen ist, genügen stichprobenartige Untersuchungen nicht. Die Untersuchungen werden deshalb mindestens einmal im Monat und mindestens ein Jahr lang durchgeführt.

Die Daten, die dem Bericht über den Schluensee zugrundeliegen, wurden in der Zeit von Januar 1989 bis Januar 1990 ermittelt. Der Bericht enthält, über die ausführliche Zustandsbeschreibung hinaus, Sanierungsvorschläge zur Verminderung der externen Belastung mit Nährstoffen und anderer Beeinträchtigungen (Ziffer 8, 10). Die Auswertung der Daten und die Berichterstattung wurden weitgehend von Frau Dipl.-Biologin Elisabeth Wessler im Rahmen ihrer Mitarbeit im Landesamt vorgenommen. Die gesamte Untersuchung - von der Probenahme und Messungen vor Ort über die Organisation und Analytik bis zur textlichen und graphischen Darstellung - konnte jedoch nur in der interdisziplinären Zusammenarbeit vieler Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Landesamtes durchgeführt werden.

Landesamt für Wasserhaushalt
und Küsten
Schleswig-Holstein

Peter Petersen

Inhaltsverzeichnis

Seite

Kurzfassung

Charakteristische Daten

1.	<u>Einleitung</u>	1
2.	<u>Beschreibung des Untersuchungsgebietes</u>	2
2.1	Entstehung des Schluensees und geologische Verhältnisse	2
2.2	Topographie	4
2.3	Nutzung des Sees und seines Einzugsgebietes	8
3.	<u>Art und Umfang der Untersuchungen</u>	11
4.	<u>Wassermengenhaushalt</u>	14
4.1	Einzugsgebiet	14
4.2	Wasserhaushaltsgrößen	15
4.3	Wasserstände	18
4.4	Zu- und Abläufe	19
4.5	Wasserbilanz	21
5.	<u>Physikalische und chemische Umweltverhältnisse im Schluensee und ihre Entwicklung in der Vergangenheit</u>	23
5.1	Wasser	23
	5.1.1 Temperatur	23
	5.1.2 Sichttiefe	26
	5.1.3 Sauerstoff-Haushalt	28
	5.1.4 pH-Wert	34
	5.1.5 Leitfähigkeit und Chlorid	35
	5.1.6 Organischer Kohlenstoff	37
	5.1.7 Stickstoff-Haushalt	39
	5.1.8 Phosphor-Haushalt	54
5.2	Sediment	63

6.	<u>Lebensgemeinschaften im und am Schluensee</u>	65
6.1	Plankton	65
	6.1.1 Phytoplankton und Chlorophyll a	65
	6.1.2 Zooplankton	72
6.2	Höhere Vegetation	76
	6.2.1 Emerse Ufervegetation	76
	6.2.2 Unterwasservegetation	86
6.3	Wirbellose des Seebodens (Makrozoobenthon)	95
	6.3.1 Wirbellose im Uferbereich	95
	6.3.2 Wirbellose im Seegrund (Profundal)	100
6.4	Fische	103
6.5	Vögel	112
7.	<u>Gewässerbeschaffenheit der Zuläufe und des Ablaufes</u>	115
7.1	Chemische Beschaffenheit	115
7.2	Abfluß und Stofftransport	118
8.	<u>Stoffverluste im Einzugsgebiet und Belastungs- situation des Schluensees</u>	122
8.1	Abschätzung der Stoffeinträge aus dem Landeinzugsgebiet und aus Niederschlägen in den See	122
8.2	Nährstoffbelastungskonzept nach VOLLENWEIDER & KEREKES (1980)	128
8.3	Der Schluensee als Nährstofffalle und Stoffverluste des Einzugsgebietes	129
8.4	Bewertung der Belastungssituation des Schluensees	130
9.	<u>Bewertung des Zustandes des Schluensees</u>	132
9.1	Trophie-Modelle	132
9.2	Der Schluensee im regionalen Zusammenhang	134
10.	<u>Vorschläge zum Schutz und zur Erhaltung des Schluensees</u>	138
11.	<u>Literaturverzeichnis</u>	140
12.	<u>Datenanhang</u>	148

Kurzfassung

Das Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein untersuchte den im Kreis Plön gelegenen Schluensee sowie dessen Zu- und Abläufe von Januar 1989 bis Januar 1990 hinsichtlich des Wassermengen- und Stoffhaushaltes, der Lebensgemeinschaften und eventueller Belastungsquellen.

Der Schluensee liegt im östlichen Hügelland im Einzugsgebiet der Schwentine. Er ist 1,27 km² groß. Mit 45 m maximaler Tiefe und 16,3 m mittlerer Tiefe ist er einer der tiefsten Seen Schleswig-Holsteins.

Das oberirdische Einzugsgebiet des Schluensees ist mit 6,04 km² relativ klein. Ca. 60 % des Landeinzugsgebietes entwässern über drei kleine Zuläufe, die restlichen 40 % diffus in den Schluensee. Der hohe Abflußbeiwert von 0,6 am Ablauf des Sees weist auf eine beträchtliche Speisung des Schluensees durch das Grundwasser hin. Durch die lange Wasseraufenthaltszeit von über 8 Jahren ist der See besonders empfindlich gegenüber Einträgen aus der Umgebung.

Der Wasserkörper des Schluensees war von Mai bis November 1989 thermisch stabil geschichtet. Sauerstoffsättigungen im durchlichteten Bereich um 100 % weisen auf eine relativ geringe Produktivität des Sees hin. Ab Oktober 1989 war das Tiefenwasser unterhalb 10 m Tiefe nahezu sauerstofffrei.

Die Nährstoff-Konzentrationen im Schluensee waren für schleswig-holsteinische Verhältnisse mit 0,09 mg P/l und 0,67 mg N/l im Mittel recht gering. Die Verknappung von Phosphor im durchlichteten Bereich des Sees im Sommer 1989 weist darauf hin, daß Phosphor in dieser Zeit das Planktonwachstum regelte. Gegen Ende der sommerlichen Schichtungsphase wurde Phosphor aus dem Sediment freigesetzt und bewirkte so eine interne Düngung des Sees. Das Sediment wies weitgehend abgebautes Material und wenig Fäulnis anzeigenden Schwefelwasserstoff auf.

In den letzten 50 Jahren ist die Sauerstoffzehrung im Tiefenwasser, wahrscheinlich durch vermehrte Produktivität des Sees, deutlich gestiegen. Dies führte zur Veränderung der dort ablaufenden Prozesse und macht den Bereich zeitweise lebensfeindlich.

Bei hoher Transparenz des Wassers (3,8 m Sichttiefe im Mittel) konnte sich im Uferbereich ein lückenloser Gürtel von untergetauchter Wasservegetation, u. a. ausgedehnte Bestände von Armleuchteralgen, bilden. Der Röhrichtgürtel ist hingegen z. T. durch die benachbare landwirtschaftliche Nutzung beeinträchtigt.

Der Lebensraum der Bodentiere war zeitweise auf den Uferbereich begrenzt, da durch die Sauerstoff-Verknappung im Tiefenwasser im Spätsommer 1989 der tiefere Bereich des Seegrundes lebensfeindlich wurde. Hier konnten nur noch einige Spezialisten überleben.

Das Phytoplankton des Schluensees zeichnete sich 1989/90 durch eine abwechslungsreiche Abfolge von v. a. Kieselalgen (*Diatomeae*), Cryptophyceen, Goldalgen (*Chrysophyceae*) und Dinoflagellaten in meist relativ geringer Biomasse (max. 20 mm³/l) aus. Dem Zooplankton standen stets mehr oder weniger große Mengen an gut freißbaren kleinen Flagellaten (Geißeltierchen) als Nahrungsgrundlage zur Verfügung. Das Auftreten von großen Formen im Zooplankton läßt auf einen relativ geringen Fraßdruck durch Fische schließen.

Da die Sauerstoffverknappung im Tiefenwasser erst relativ spät im Jahr einsetzte, ist der Schluensee einer der letzten Seen Schleswig-Holsteins, in dem die Große Maräne (*Coregonus lavaretus*) und die Kleine Maräne (*Coregonus albula*) leben. Der häufig in schleswig-holsteinischen Seen anzutreffende Weißfischreichtum fehlte hingegen im Schluensee. Der sehr gute Ernährungszustand der vorgefundenen Fische weist auf einen kleinen Fischbestand und damit auf eine Überfischung des Schluensees hin.

Der Schluensee befindet sich im Übergangsstadium vom mesotrophen zum eutrophen Bereich. Damit steht der See trotz seiner großen Tiefe und seines damit großen Sauerstoffvorrats an einer kritischen Schwelle. Falls seine Entwicklung in der bisherigen Richtung - weitere Steigerung der Produktivität - weitergeht, wird die Planktontrübe zunehmen, die Ufervegetation zurückgehen, das Nahrungsnetz entkoppelt und der Tiefenbereich des Sees über längere Zeiträume im Jahr lebensfeindlich werden. Zudem könnte die dann verstärkt einsetzende interne Düngung den Schluensee in einen eu- bis hypertrophen Zustand überführen. Solche Bedingungen sind heute schon in vielen schleswig-holsteinischen Seen gegeben.

Eine Belastung des Schluensees geht hauptsächlich auf Nährstoffeinträge aus dem vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet zurück. Maßnahmen zur Entlastung des Sees sollten daher auf eine Verminderung dieser Einträge, z. B. durch Extensivierung ufernaher Flächen und Uferrandstreifen, abzielen. Der Anschluß des Dorfes Görnitz, das einen Teil zur Phosphor-Belastung des Sees beiträgt, an eine zentrale Abwasserentsorgung ist bereits für die Zukunft geplant. Des weiteren ist eine den gegebenen Bedingungen angepaßte Bewirtschaftung der Fischfauna anzustreben.

Charakteristische Daten

Top. Karte (1 : 25.000)	:	1828
Flußsystem	:	Schwentine/Ostsee
Kreis	:	Plön
Gemeinde	:	Lebrade, Grebin, Rathjensdorf
Lage des Schluensees	:	siehe Lageplan
Lage des oberirdischen Einzugsgebietes	:	
Rechtswerte	:	359375 - 359740
Hochwerte	:	600640 - 600970
Größe des oberirdischen Einzugsgebietes	:	6,04 km ²
Größe des Schluensees	:	1,27 km ²
Mittl. Tiefe b. Wasserstand 22,80 m ü. NN	:	16,3 m
Max. Tiefe b. Wasserstand 22,80 m ü. NN	:	45,0 m
Mittlerer Wasserstand (1989 - 1990)	:	22,84 m ü. NN
Niedrigster Wasserstand am 21.07.89	:	22,68 m ü. NN
Höchster Wasserstand am 11.03.90	:	23,00 m ü. NN
Volumen b. Wasserstand von 22,80 m ü. NN	:	20,7 Mill m ³
Gesamtlänge der Uferlinie	:	5,93 km
Uferentwicklung (E)	:	1,5
Umgebungsarealfaktor (U)	:	4,0 m ² /m ²
Umgebungsvolumenfaktor	:	0,29 m ² /m ³
theor. Erneuerungszeit	:	8,6 a
Jahresmittelwerte 1989:		
Mittlere Sichttiefe (m)	:	3,8 m
		1 m 1 m über Grund
Elektrische Leitfähigkeit (µS/cm)	:	419 468
Gesamt-Stickstoff (mg N/l)	:	0,61 0,97
Nitrat-Stickstoff (mg NO ₃ -N/l)	:	0,11 0,24
Nitrit-Stickstoff (mg NO ₂ -N/l)	:	0,003 0,029
Ammonium-Stickstoff (mg NH ₄ -N/l)	:	0,04 0,27
Gesamt-Phosphor (mg P/l)	:	0,055 0,232
Phosphat-Phosphor (mg PO ₄ -P/l)	:	0,030 0,213
Gesamt-Organischer Kohlenstoff (mg TOC/l)	:	4,8 4,5
Chlorophyll a (µg Chl a/l)	:	6,8 2,7
Trophie	:	meso- bis eutroph

1. Einleitung

Viele der Seen Schleswig-Holsteins sind aufgrund ihrer geringen Tiefe und der nährstoffreichen Böden in ihrer Umgebung natürlicherweise prädestiniert, eutroph zu werden, und unterliegen einem Alterungsprozeß mit zunehmender Verlandung. So bezeichnete UTERMÖHL (1925) die zahlreichen, von ihm planktologisch erforschten Seen Holsteins sämtlich als eutroph. In den letzten Jahrzehnten sind jedoch viele dieser Seen durch übermäßige Nährstoffzufuhr aus der Landwirtschaft und häuslichen Abwässern einer rasanten Eutrophierung unterworfen. Dabei kommt es zu Massenentwicklungen von Algen und damit zu einer Zunahme von abbaubarer organischer Substanz. Die dadurch erhöhten Zehrungsprozesse führen im Tiefenwasser zu sauerstofffreien Verhältnissen und zu Faulschlamm- und Schlammbildung und schränken so den See als Lebensraum stark ein.

Der Schluensee liegt im Kreis Plön am Rande des Naturparks "Holsteinische Schweiz". Er ist mit 45 m maximaler Tiefe nach dem Schaalsee und dem Ratzeburger See der drittiefste See Schleswig-Holsteins. Damit hat der Schluensee bessere Voraussetzungen als die meisten anderen Seen, Belastungen aus der Umwelt zu verkraften. So fiel der See in den 30er Jahren als für schleswig-holsteinische Bedingungen "verhältnismäßig nährstoff- und planktonarm" auf (OHLE 1939/40). Bis heute war der See Gegenstand zahlreicher Untersuchungen.

Im vorliegenden Bericht soll versucht werden, anhand älterer Untersuchungen und der Untersuchungen des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein aus dem Jahre 1989

- Zustand und Entwicklung des Schluensees darzustellen,
 - Lebensgemeinschaften und vorherrschende Prozesse zu charakterisieren und
 - aktuelle Belastungsquellen und Entlastungsmöglichkeiten aufzuzeigen.
- Des Weiteren soll der ökologische Zustand des Schluensees, auch im Vergleich zu anderen schleswig-holsteinischen Seen, bewertet werden.

2. Beschreibung des Untersuchungsgebietes

2.1 Entstehung des Schluensees und geologische Verhältnisse

In Schleswig-Holstein befinden sich 3 verschiedene Landschaftstypen: Marsch, Geest und das östliche Hügelland (Abb. 1).

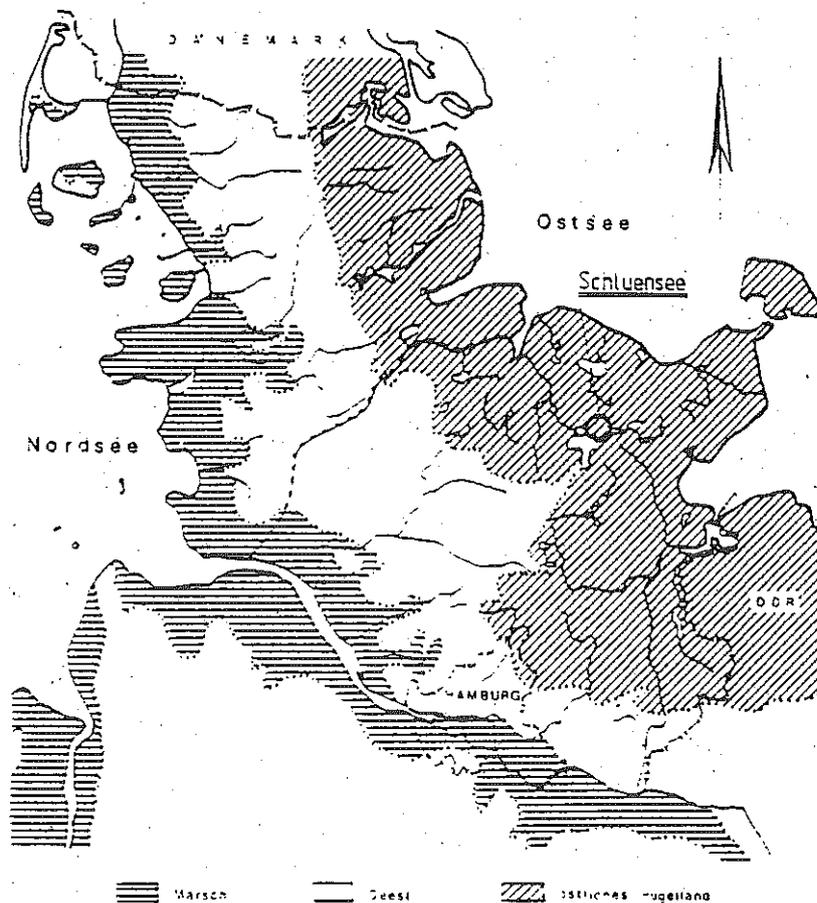


Abb. 1: Naturräume in Schleswig-Holstein

Das östliche Hügelland, in dem auch der Schluensee liegt, ist eine Jungmoränenlandschaft, also besonders durch die letzte Eiszeit, die Weichselvereisung, geprägt. Es weist ein bewegtes Relief auf und beherbergt fast sämtliche Seen Schleswig-Holsteins. Die Seen entstanden im Zuge bzw. nach der Eiszeit. TRETER (1981) unterscheidet nach ihrer Entstehung 3 Seentypen: die meist flachen Grundmoränenseen, die Zungenbecken- und Eiszungenseen unterschiedlicher Tiefe und die meist

tiefen Toteisseen. Zur letzteren Gruppe gehört laut GRIPP (1953) der Schluensee. Der Schluensee ist also nicht durch Erosion entstanden, sondern durch tiefgelegenes, unter eiszeitlichen Ablagerungen verschüttetes Toteis, das nach der Eiszeit, beim Schluensee im Boreal (ca. 6000 - 7000 v. Chr.), taute. Die durch das Toteis vormals gebildete Hohlform bildete nach dem Tieftauen des Eises das Seebecken.

Die Böden der Umgebung des Sees sind geologisch verhältnismäßig jung und kalkreich. Neben Braunerden und Parabraunerden, die sich aus Geschiebemergeln entwickelten, finden sich besonders westlich des Schluensees sandig-kiesige Sedimente. Diese verlaufen als schmaler Sander in Nord-Süd-Richtung und verdanken ihre Ablagerung der Selenter Eisrandlage (Abb. 2). Als Folge findet sich am Westufer des Schluensees eine ehemalige Kiesgrube.

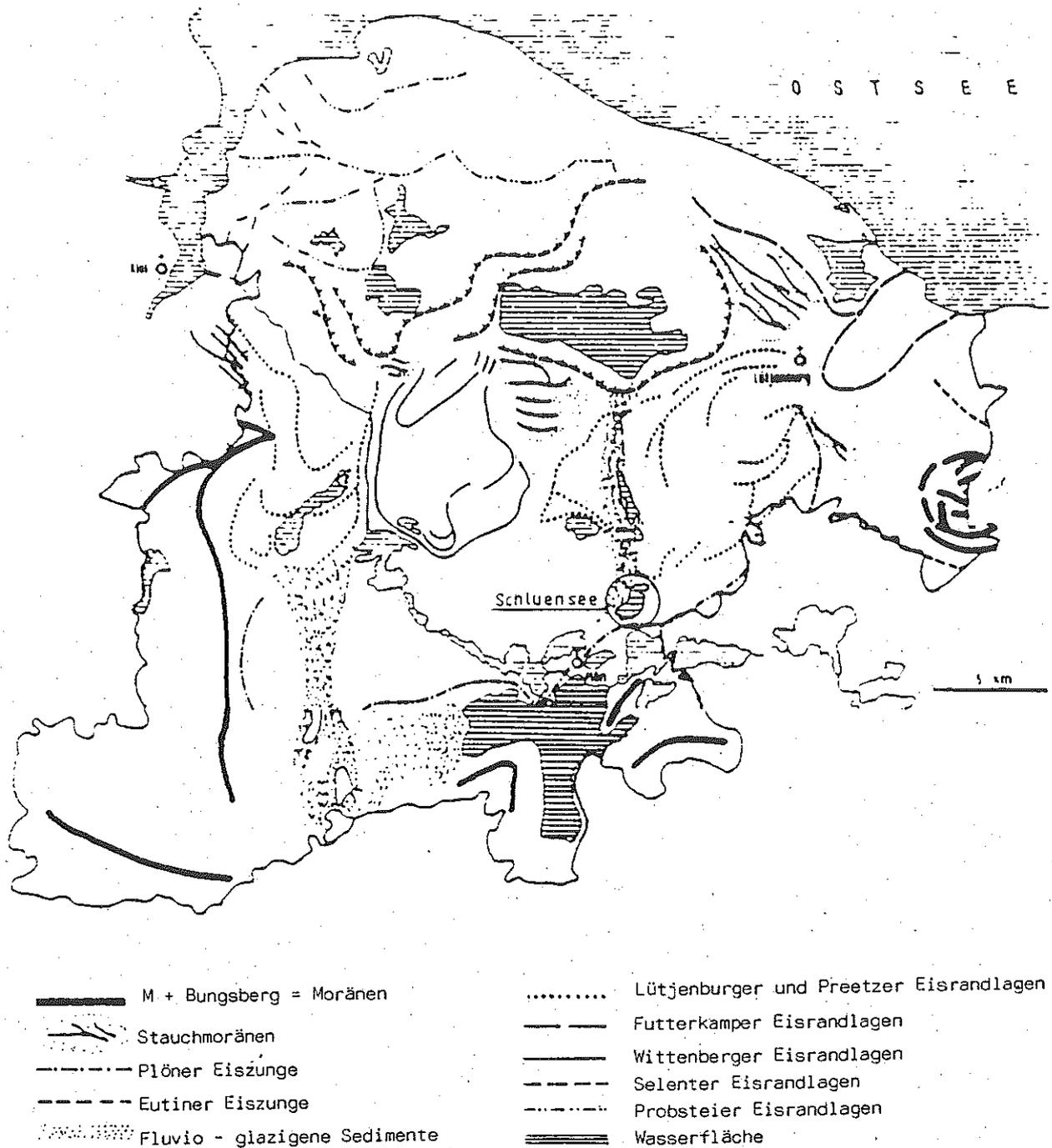


Abb. 2: Eisrandlagen und Sandergebiete im Kreis Plön, aus CHRISTENSEN, unveröff., verändert nach GRIPP (1964)

2.2 Topographie

Der Schluensee liegt im Kreis Plön (TK 1828) nordöstlich der Stadt Plön. Er gehört zum Einzugsgebiet der Schwentine, wird jedoch nicht von ihr durchflossen. Der See befindet sich zum Teil in Privatbesitz, zum Teil in Besitz des Landes Schleswig-Holstein.

Der Schluensee ist 127 ha groß. Mit einer maximalen Tiefe von 45 m ist er einer der tiefsten Seen Schleswig-Holsteins, seine mittlere Tiefe liegt bei 16,3 m. Von seinem Volumen von $20,7 \times 10^6 \text{ m}^3$ liegt etwa die Hälfte oberhalb von 10 m Wassertiefe (Abb. 3). Der Umfang des Sees beträgt 5,93 km (siehe auch Charakteristische Daten).

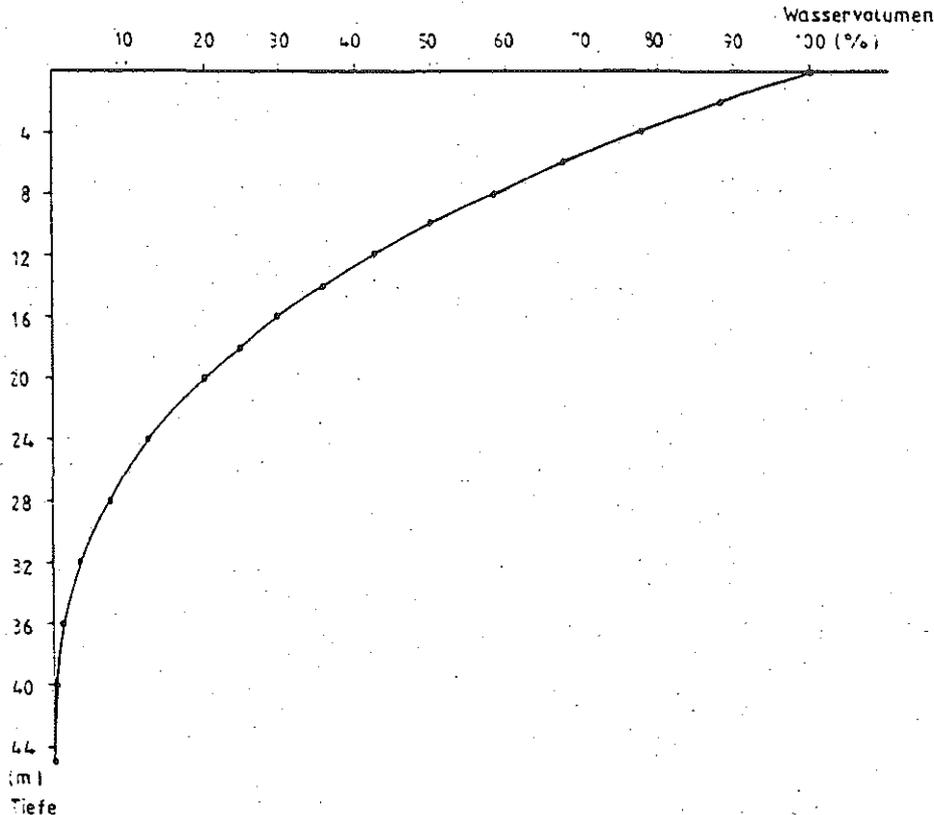


Abb. 3: Wasservolumen-Tiefen-Beziehung im Schluensee

Der Schluensee besitzt drei kleinere Oberflächenzuläufe und einen Ablauf, der in den südlich gelegenen Behlersee mündet.

Das unruhige Relief der Umgebung des Sees setzt sich auch unter dem Wasserspiegel fort. Die Tiefenkarte (Abb. 4) weist 2 Hauptbecken auf mit 29 bzw. 45 m maximaler Tiefe. Die Ufer fallen unter der Wasseroberfläche steil ab. Im Südwesten des Sees liegt eine mit 9 m Tiefe relativ flache Bucht, dort befinden sich auch kleine Schilfinselfn.

Auch oberhalb der Wasserlinie steigen die Ufer steil an (Abb. 5), an vielen Stellen kommt es im Hangbereich zu Quellaustritten bzw. wasserzügigen Bereichen. Am West- und Ostufer befinden sich Ufer mit Abbruchkanten. Um den See lassen sich 1 - 2 Seeterrassen verfolgen, die z. T. sehr gut erhalten sind.

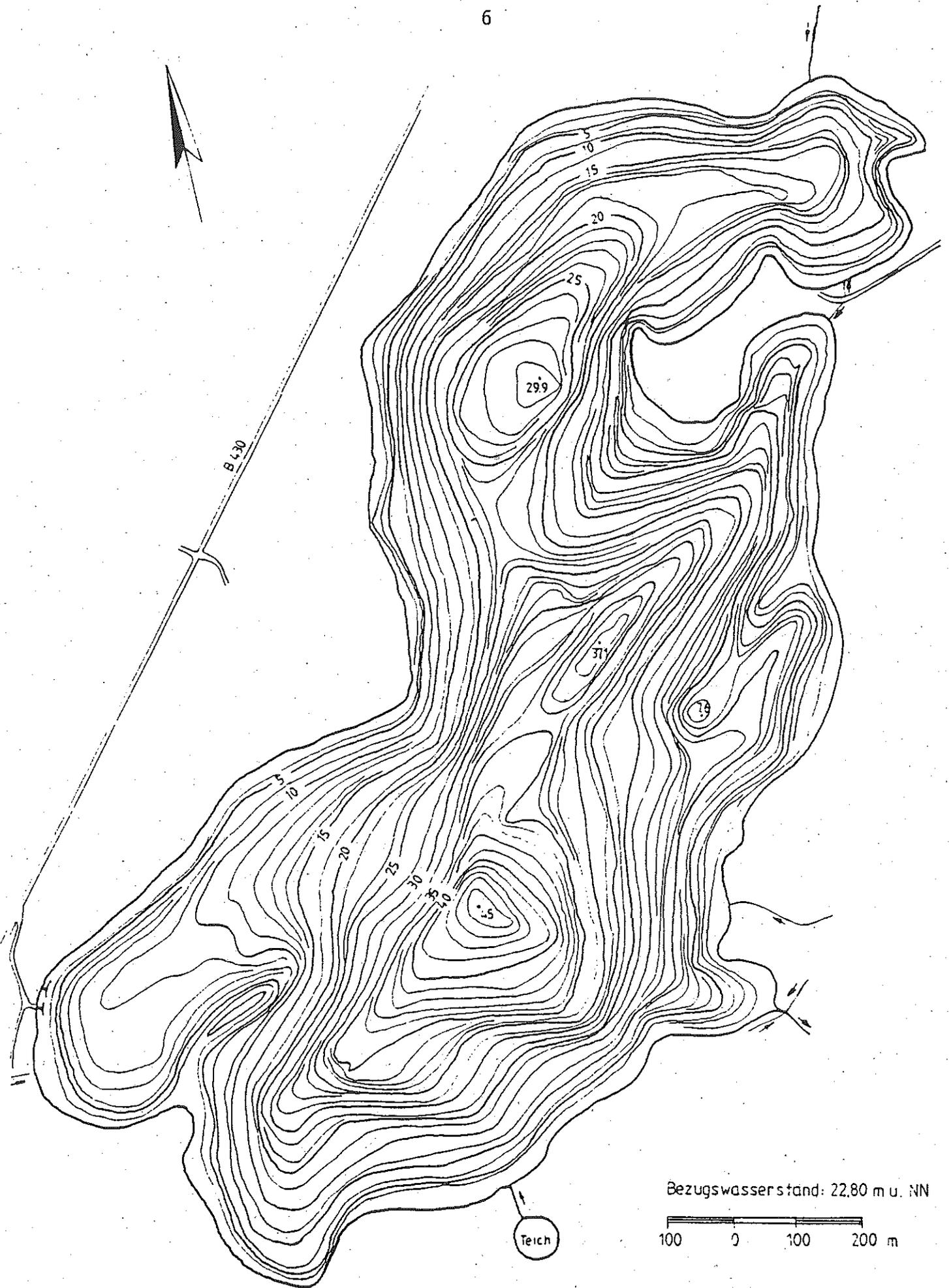


Abb. 4: Tiefenplan des Schlunesees

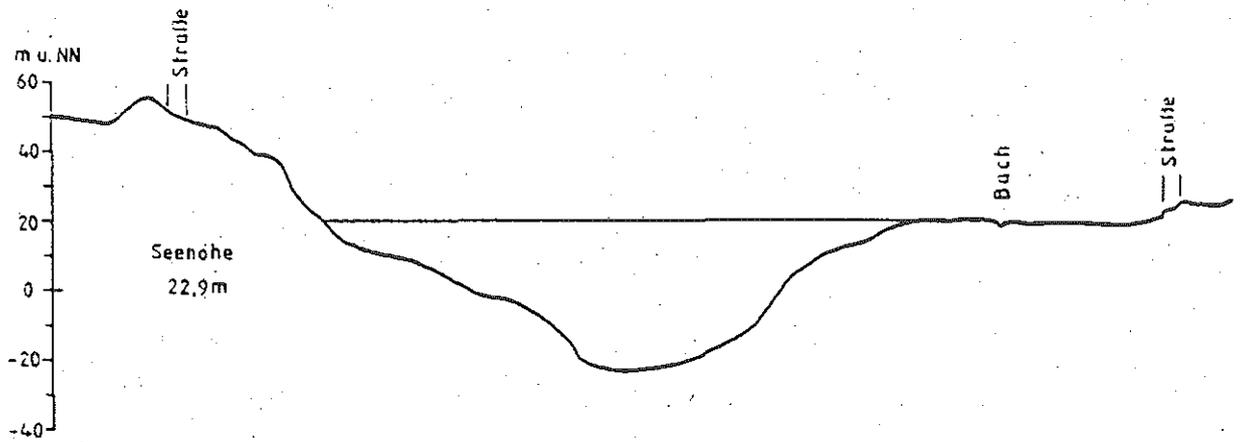
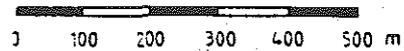
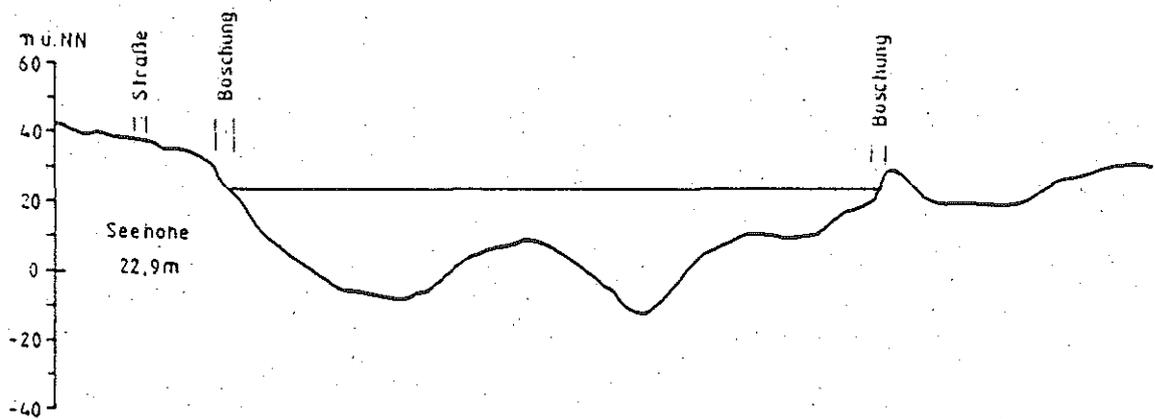
PROFIL I (5-fach überhöht)PROFIL II (5-fach überhöht)

Abb. 5: Ausgewählte Geländequerschnitte am Schluensee
(Lage siehe Abb. im Anhang)

2.3 Nutzung des Sees und seines Einzugsgebietes

Das Einzugsgebiet des Schluensees (6,04 km²) liegt zur Hälfte in der Gemeinde Grebin und etwa zu je einem Viertel in den Gemeinden Lebrade und Rathjensdorf. An Siedlungen befinden sich darin das Dorf Görnitz mit ca. 100 Einwohnern und das Gut Behl. Das Einzugsgebiet wird überwiegend landwirtschaftlich genutzt, etwa 10 % der Fläche sind bewaldet. Die Gewässer Plußsee, Görnitzer See und Knipp-Hagels-Teich nehmen ca. 5 % der Fläche ein. Aus den umliegenden Gemeinden erhält der Schluensee derzeit keine direkten Abwässer.

Die Ufer des Schluensees sind nahezu un bebaut. Am Südostufer befinden sich einige Bootsstege des Sportfischervereins Plön sowie einige Wochenendhäuser. Ebenfalls am Westufer wie auch auf der Halbinsel Sophienwarder im Nordosten grenzen große Privatgrundstücke an den See. Zwei offizielle, aber unbewachte Badestellen befinden sich am Nord- bzw. Westufer des Sees.

Ansonsten wird das Seeufer, wie das Einzugsgebiet, zum großen Teil landwirtschaftlich genutzt (Abb. 6). Am Westufer herrschen Grünland und Acker vor. Von einigen Weiden ohne seewärtige Abzäunung aus haben Rinder Zutritt zum See. Am Nord- und Südostufer ist die landwirtschaftliche Nutzung durch einen Saum von Erlen und Eschen-Mischwald, z. T. auch durch eine breite Abbruchkante vom Ufer getrennt. Die Halbinsel Sophienwarder ist vor allem von Buchenwald bestanden. Im Nordosten konnte sich am See ein breiter Brachestreifen entwickeln, im Osten befinden sich Aufforstungsflächen. Im südwestlichen Uferbereich grenzt das Waldgebiet des Hohenköhlens mit einer Terrassenkante an den See. Etwa ein Drittel des Ufers des Schluensees ist also bewaldet.

Fischerei wird am Schluensee durch einen Nebenerwerbsfischer betrieben. Er setzt Kiemennetze mit einer Maschenweite von 45 mm und Aalschnüre ein. Darüber hinaus findet Freizeitnutzung durch Sportfischer (SFV Plön) statt, die vorwiegend vom Boot aus fischen und gelegentlich Aalreusen stellen. Die wichtigsten Wirtschaftsfische sind Aal und Kleine Maräne.

Legende:

-  Acker
-  Grünland
-  sonstige Nutzung
-  Schilfgürtel (durchgehend)
-  Schilf (stark verinselt)
-  Ufergehölz
-  Zaun
-  Elektrozaun
-  Ufer vertreten & verbissen (Zaun fehlt)
-  abgeweiderter Ufersaum (Zaun fehlt)
-  Badestelle

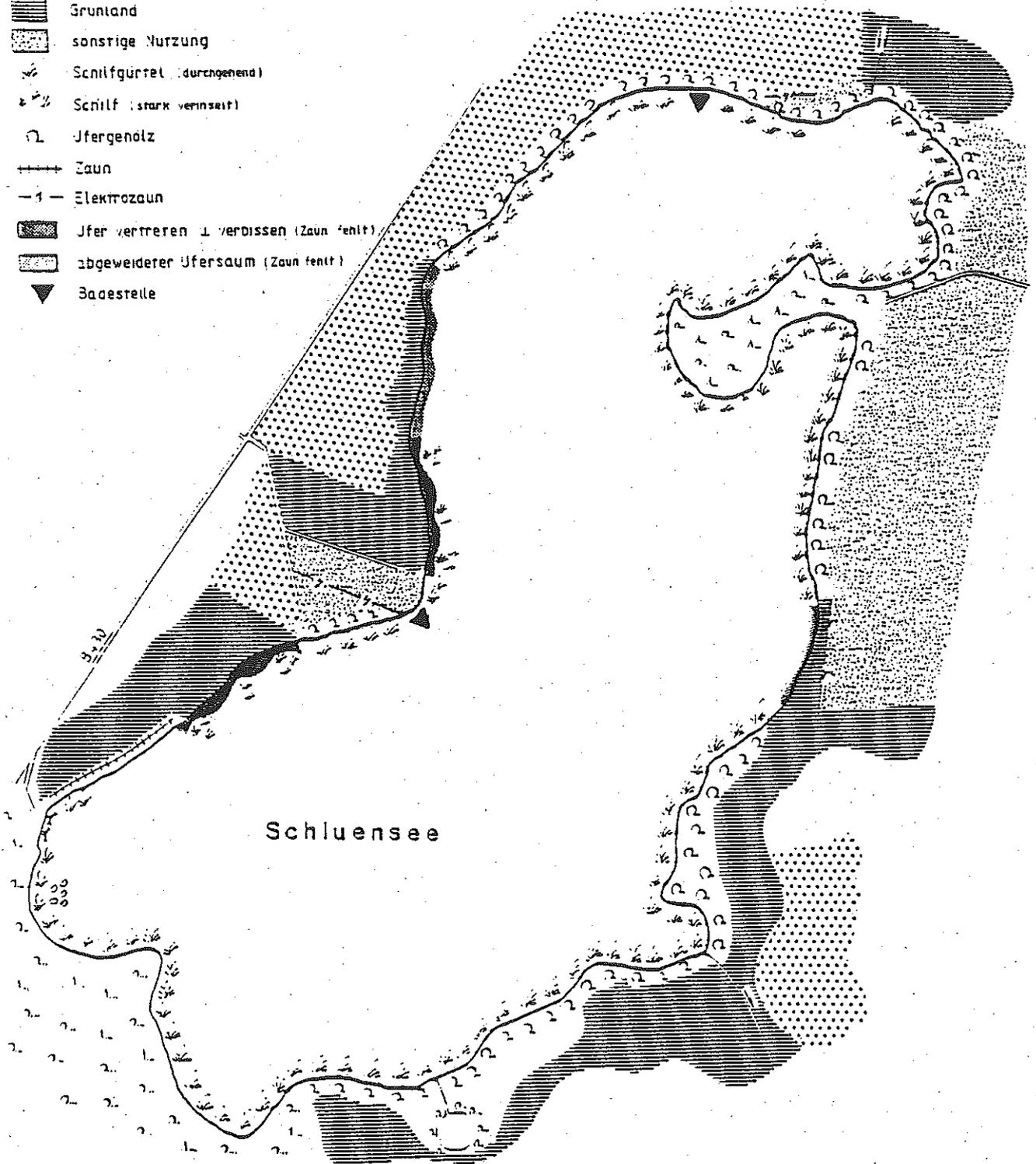


Abb. 6: Nutzung des Ufers des Schlensees (nach DBV Plön)

Insgesamt ist der Schluensee kaum zugänglich und hat wenig touristische Bedeutung. Die beiden unbewachten Badestellen werden eher extensiv genutzt.

Zur Beregnung landwirtschaftlicher Flächen darf dem Schluensee Wasser entnommen werden. Im Untersuchungsjaar war dies jedoch aufgrund der Witterung kaum von Bedeutung.

3. Art und Umfang der Untersuchungen

Das Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein untersuchte von Januar 1989 bis einschließlich Januar 1990 den Wassermengenhaushalt und die Gewässerbeschaffenheit des Schluensees sowie seiner Zu- und Abflüsse. In Tab. 1 und Abb. 7 sind die 5 untersuchten Meßstellen dargestellt.

Tab. 1: See- und Landmeßstellen am Schluensee

Kreis-Gemeinde-Kennziffer

57-045-5.1	Schluensee, tiefste Stelle
57-022-5.1	Ablauf vom Görnitzer See
57-022-5.2	Ablauf vom Schluensee, Behler Au
57-067-5.1	Ablauf vom Plußsee
57-067-5.2	Ablauf vom Knipp-Hagels-Teich

An der Seemeßstelle wurden Proben in 8 Tiefen entnommen (1 m, 4 m, 7 m, 10 m, 15 m, 25 m, 35 m, 42 bzw. 45 m). Zur kontinuierlichen Erfassung der hydrologischen Verhältnisse wurden im See und an seinem Ablauf Schreibpegel installiert. An den Zu- und Abläufen wurde darüber hinaus parallel zur Wasserprobenentnahme der Abfluß bestimmt.

Alle Meßstellen wurden von März bis Oktober 1989, zur Zeit der höchsten Bioaktivität und eventueller Algenmassenentwicklungen, mindestens 2 x monatlich, von November bis Februar 1 x monatlich beprobt. Im gesamten Untersuchungszeitraum wurden im Schluensee an 23 Terminen, an den Zu- und Abläufen, sofern sie nicht trockengefallen waren, an 22 Terminen Wasserproben für chemisch-physikalische und biologische Untersuchungen entnommen.

Folgende physikalisch-chemische Parameter wurden u. a. entsprechend dem überwiegend landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet des Schluensees untersucht:

Temperatur, Sichttiefe, Farbe, Trübung, Geruch, Sauerstoffkonzentration und -sättigung, pH-Wert, Leitfähigkeit, Chlorid, gelöster und gesamter organischer Kohlenstoff, Gesamt-Stickstoff, gelöste anorganische Stickstofffraktionen (Nitrat, Nitrit, Ammonium), Gesamt-Phosphor, gelöstes Phosphat.

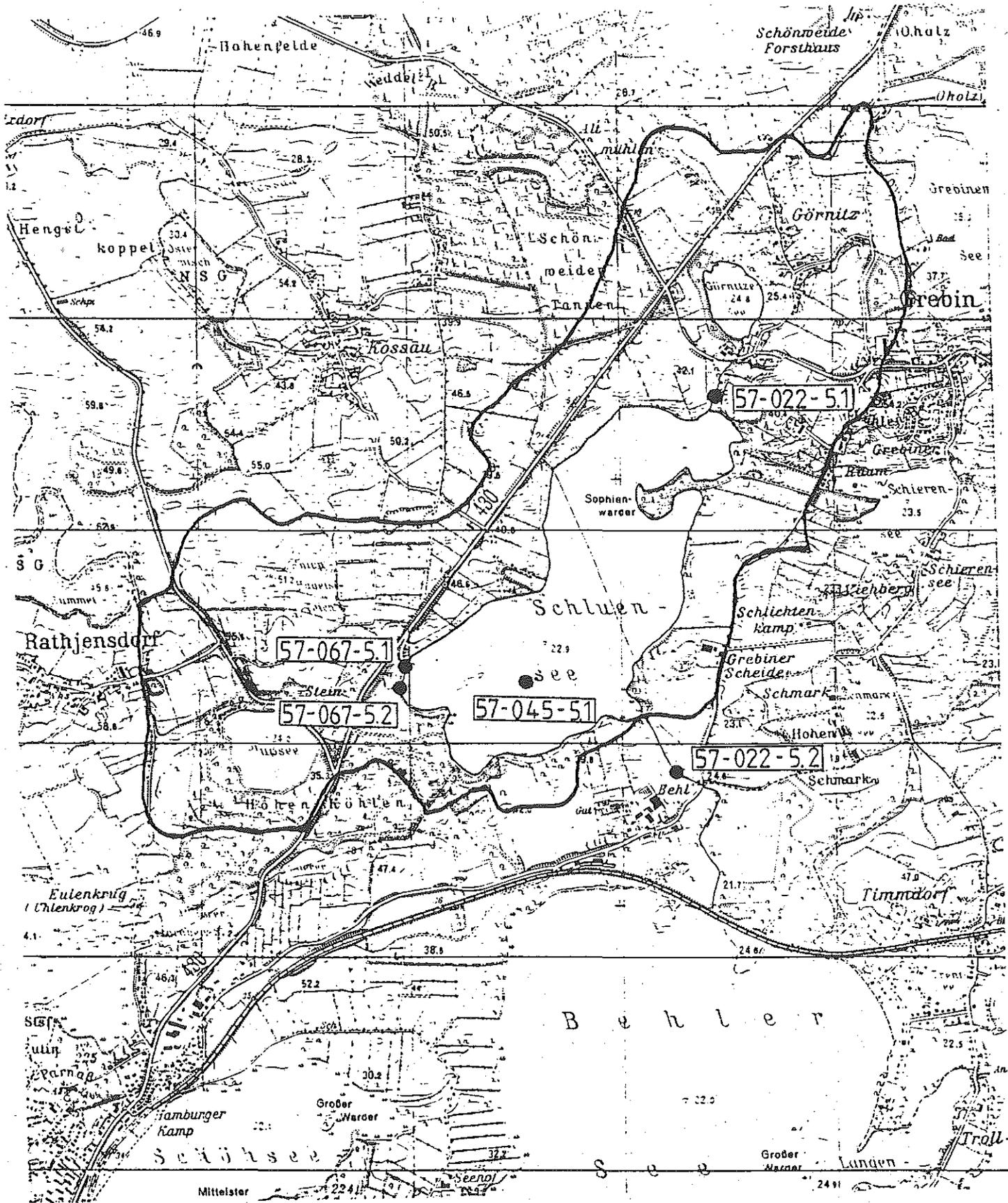


Abb. 7: See- und Landmeßstellen am Schluensee, die schwarze Linie umrandet das Einzugsgebiet des Schluensees

Des Weiteren wurden verschiedene Lebensgemeinschaften des Freiwassers, des Ufers und des Seegrundes untersucht (soweit nicht anders vermerkt seitens des Landesamtes):

- Teils aus Oberflächenproben, z. T. auch im Tiefenprofil, wurde die Chlorophyll a-Konzentration sowie Artenzusammensetzung und Biomasse des pflanzlichen bzw. die Individuendichte des tierischen Planktons erfaßt.
- Die emerse Ufervegetation der gesamten Uferlinie wurde kartiert und die Wirbellosen des Uferbereichs erfaßt (PUCK). GRUBE kartierte die Unterwasservegetation.
- Exemplarisch wurden Faulschlammablagerungen und die tierische Besiedlung (Wirbellose) des Seegrundes erfaßt.
- SCHUBERT & NEUMANN führten eine Bestandserfassung zur Fischfauna durch.
- Der DBV Plön führte Beobachtungen zur Vogelwelt am Schluensee durch.

4. Wassermengenhaushalt

4.1 Einzugsgebiet

Eine verlässliche Wasserbilanz läßt sich nur dann erstellen, wenn nicht nur das oberirdische, sondern auch das unterirdische Einzugsgebiet bekannt ist. Letzteres ist nicht ermittelbar, so daß die Angabe zum oberirdischen Einzugsgebiet als Grundlage für eine derartige Bilanz dienen muß.

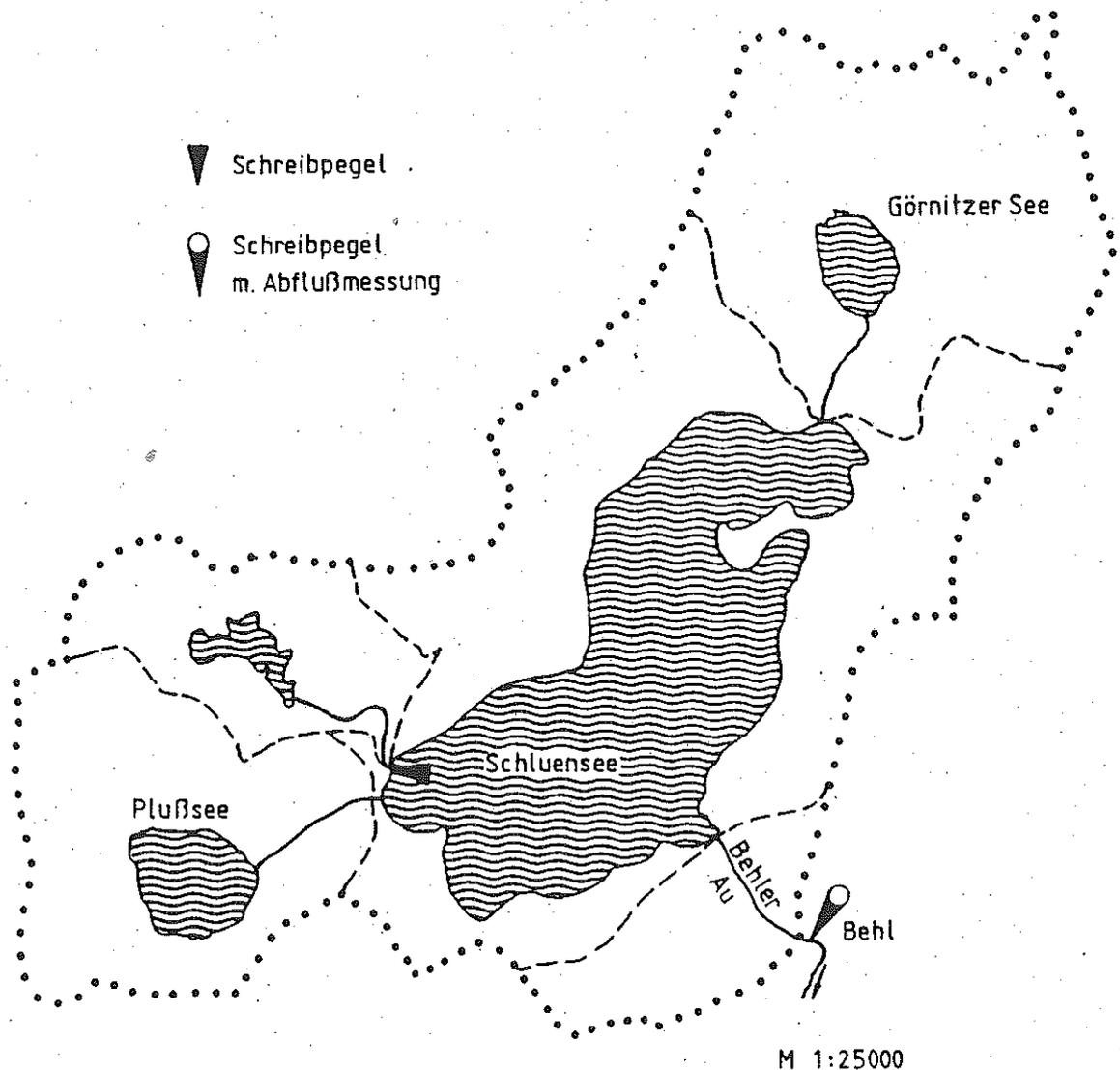


Abb. 8: Oberirdisches Einzugsgebiet A_{p_0} des Schlensees und der Meßstelle Behl sowie Lage der Pegel

Das Gesamteinzugsgebiet des Sees hat eine Größe von 6,04 km² (s. Abb. 8). Der Ablauf des Sees ist die Behler Au. Der in diesem Gewässer aufgestellte Pegel in Behl hat eine Einzugsgebietsgröße von 6,41 km². Die Teileinzugsgebiete sind in Tab. 2 zusammengestellt.

Tab. 2: Einzugsgebiet des Schluensees und Teileinzugsgebiete

Einzugsgebiet am Pegel Behl	: 6,41 km ²
Einzugsgebiet des Schluensees	: 6,04 km ²
Landeinzugsgebiet des Schluensees	: 4,77 km ²
Ablauf Görnitzer See	: 1,34 km ²
Ablauf Knipp-Hagels-Teich	: 0,55 km ²
Ablauf Plußsee	: 1,06 km ²
diffus entwässerndes Landeinzugsgebiet	: 1,82 km ²

4.2 Wasserhaushaltsgrößen

Niederschlag

Im Einzugsgebiet des Schluensees befindet sich keine Niederschlagsmeßstelle. Der in unmittelbarer Nähe gemessene Niederschlag der Meßstelle Plön des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (DWD) wird als repräsentativ angesehen.

In Tabelle 3 sind die Niederschlagsmengen für das Abflußjahr 1989 und 1990 dem langjährigen Mittel von 1951 - 80 gegenübergestellt.

Tab. 3: Monatliche Niederschlagsmengen (mm) und das langjährige Mittel 1951 - 80 der Station Plön

Monate	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja	%
Abflußjahr 1989	34	58	13	42	56	65	17	49	112	163	33	46	268	420	688	99
Abflußjahr 1990	14	85	51	74	34	32	54	106	71	67	143	42	290	483	773	111
1951 - 1980	67	66	53	39	41	42	49	65	74	85	61	56	308	390	698	100

Das Winterhalbjahr 1989 war mit 268 mm (87 %) trockener, das Sommerhalbjahr mit 420 mm (108 %) feuchter als das langjährige Mittel. Das gesamte Jahr 1989 war mit 688 mm (99 %) Niederschlag ein Normaljahr.

Die niederschlagsreichsten Monate im Untersuchungszeitraum waren der Juli 1989 mit 112 mm (151 %) und der August 1989 mit 163 mm (192 %) (s. Abb. 9).

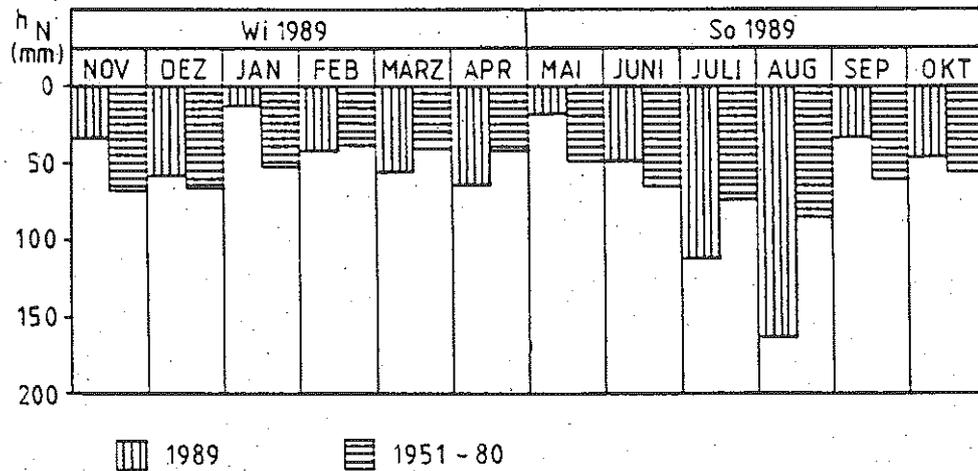


Abb. 9: Monatsniederschläge (mm) 1989 und langjähriges Mittel 1951 - 80

Lufttemperaturen

Im Einzugsgebiet des Schluensees befindet sich keine Klimahauptstation. Aus diesem Grund werden die in Plön gemessenen Lufttemperaturen als repräsentativ angenommen. Die Klimahauptstation Plön besteht seit 1950 und wird vom DWD betreut.

Die in Tabelle 4 zusammengestellten Monatstemperaturen sind aus gemessenen Tageswerten errechnet worden und der langjährigen Reihe 1951 - 80 gegenübergestellt.

Tab. 4: Mittlere Monatstemperaturen (°C) der Station Plön und langjähriges Mittel 1951 - 80

Monate	1989												1951 - 80		
	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja
Abflußjahr 1989	4,5	4,4	4,4	4,4	6,6	6,7	12,9	15,8	17,2	16,2	14,8	10,9	5,2	14,6	9,9
Abflußjahr 1990	4,5	2,7	4,3	6,2	6,8	7,9	13,5	15,0	16,2	17,8	12,0	10,6	5,4	14,2	9,8
1951 - 1980	5,3	2,1	0,2	0,2	2,7	6,5	11,4	15,4	16,5	16,4	13,6	9,7	2,8	13,8	8,3

Das Abflußjahr 1989 war mit 9,9 °C um 1,6 °C wärmer als das langjährige Mittel 1951 - 80 es angibt. Während das Sommerhalbjahr mit 14,6 °C um nur 0,8 °C über dem Mittelwert lag, war das Winterhalbjahr mit 2,4 °C über dem Mittelwert wesentlich wärmer.

Aus der Abbildung 10 ist die Abweichung der mittleren Monatstemperatur vom langjährigen Mittel 1951 - 80 ersichtlich.

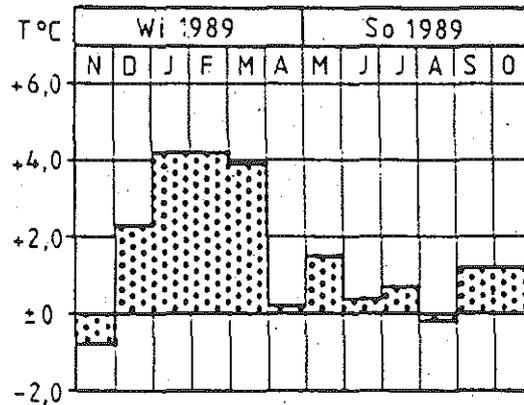


Abb. 10: Abweichung der mittleren Monatstemperatur (°C) vom langjährigen Mittel 1951 - 80

Verdunstung

In Klein Rönna, ca. 27 km südlich des Schluensees, wurde von April 1977 bis Oktober 1980 mit Hilfe eines Class A Tanks die potentielle Verdunstung gemessen. Ab April 1981 wurde die Station nach Quaal verlegt. Quaal liegt in der unmittelbaren Nähe zu Klein Rönna.

Die Meßperiode erstreckt sich jeweils von April bis Oktober. Die hier gemessenen Werte für die potentielle Verdunstung, sowie die aus den meteorologischen Daten errechneten (PENMAN) sind für das Abflußjahr 1989 in Tabelle 5 zusammengestellt und in Abbildung 11 graphisch dargestellt.

Tab. 5: Verdunstung (mm) in den Abflußjahren 1989 und 1990

a) Class A: gemessene Werte der Station Quaal

b) PENMAN : aus meteorologischen Daten errechnete Verdunstung

Methode	Monate												Wi	So	Ja
	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O			
Class A 1989	/	/	/	/	/	39	103	103	110	81	47	22	/	466	/
PENMAN 1989	11	11	6	16	35	47	104	104	90	67	42	22	126	429	555
Class A 1990	/	/	/	/	/	70	95	67	103	87	39	23	/	414	/
PENMAN 1990	7	6	11	21	36	56	98	66	93	81	37	24	137	399	536

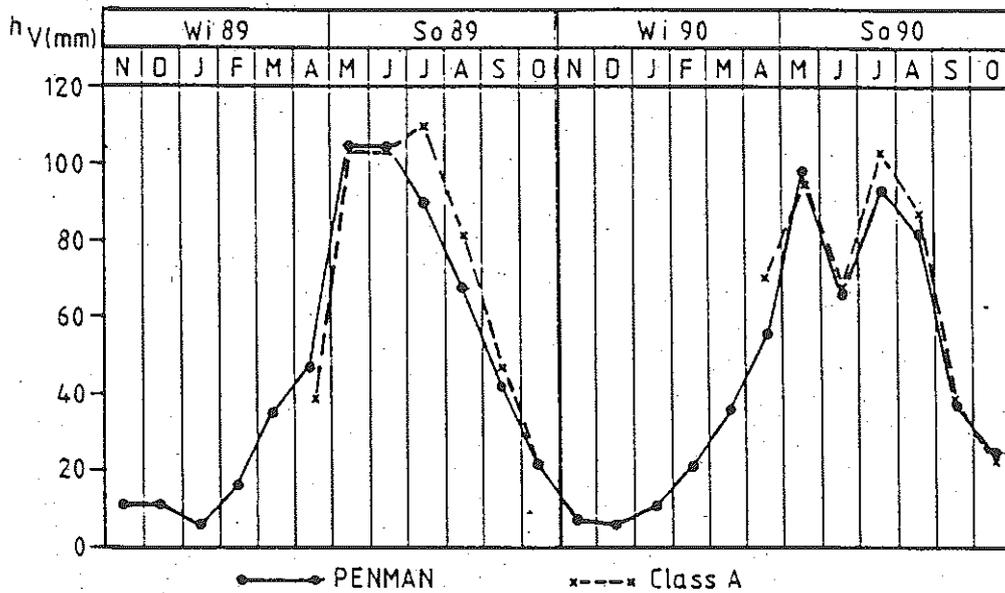


Abb. 11: Berechnete Verdunstung (mm) der Station Quaal nach PENMAN sowie die mit Hilfe eines Class A Tanks gemessene Verdunstung (mm) der Station Quaal

Abbildung 11 zeigt die Ganglinie der potentiellen Verdunstung (Class A) jeweils für die Meßperiode von April bis Oktober, sowie die errechneten Werte nach PENMAN durchgehend für die gesamten Abflußjahre 1989 und 1990.

4.3 Wasserstände

Die Wasserstände des Schluensees werden seit November 1988 mit Hilfe eines Schreibpegels kontinuierlich erfaßt. Die mittleren Monatswasserstände des Abflußjahres 1989 und des Winterhalbjahres 1990 sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tab. 6: Mittlere Monatswasserstände (m ü. NN) des Schluensees

Monate	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja
	Abflußjahr 1989	22,80	22,81	22,81	22,78	22,81	22,82	22,79	22,74	22,70	22,75	22,87	22,85	22,81	22,78
Abflußjahr 1990	22,84	22,85	22,89	22,95	22,99	22,92	22,88	22,86	22,86	22,82	22,85	22,94	22,91	22,87	22,89

Die Wasserstandsganglinie für den Schluensee sowie die im gleichen Zeitraum gefallenen Niederschlagsmengen sind in Abbildung 12 dargestellt.

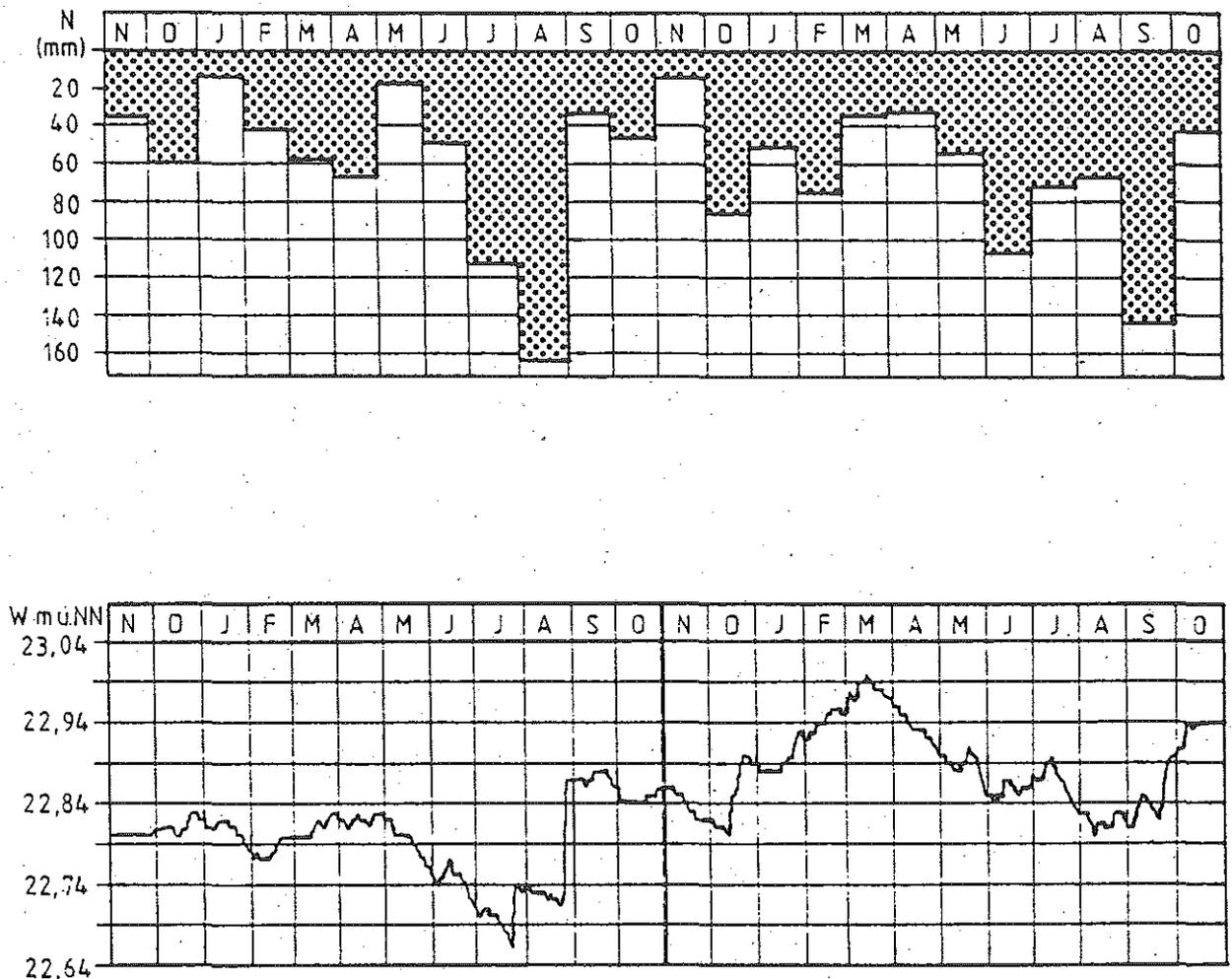


Abb. 12: Monatliche Niederschlagsmengen N (mm) der Station Plön und die mittleren Tageswasserstände W (m ü. NN) des Schluensees

Der mittlere Seewasserstand der Abflußjahre 1989 und 1990 betrug 22,84 m ü. NN. Der niedrigste Stand wurde am 21.07.1989 mit 22,68 m ü. NN und der höchste Stand am 11.03.1990 mit 23,00 m ü. NN gemessen. Die Wasserspiegelschwankung betrug demnach 32 cm.

4.4 Zu- und Abläufe

An den kleinen Zuläufen des Schluensees wurden wegen geringer Wasserführung nur monatliche Einzelmessungen zusammen mit der Wasserprobenentnahme durchgeführt.

Mit Ausnahme eines Termins wurden nur geringe Abflußmengen festgestellt. Der Ablauf Görnitzer See führte mit ca. 9 l/s bzw. 7 l/s km² im Mittel das meiste Wasser, in den Abläufen von Knipp-Hagels-Teich und Plußsee flossen im Mittel ca. 3 l/s bzw. 3 - 5 l/s km² ab (s. a. S. 119, Abb. 48). Damit liegen die Abflußspenden deutlich unter der des Ablaufs. Herausragende Abflußwerte wurden am 25.08.1989 mit 13 l/s (Ablauf Plußsee), 26 l/s (Ablauf Knipp-Hagels-Teich) bzw. 35 l/s (Ablauf Görnitzer See) festgestellt. In der Summe floß dem Schluensee durch die Zuläufe im Mittel ca. 15 - 20 % der Wassermenge zu, die im Ablauf abfloß.

An der Behler Au, dem Ablauf des Sees, wurde im Dezember 1988 ein Schreibpegel installiert. Mit Hilfe von Abflußmessungen wurden die monatlichen Abflußmengen errechnet. Während des Untersuchungszeitraumes hatte der See trotz geringer Niederschläge einen gleichbleibenden Abfluß zu verzeichnen. Außerdem war die Abflußspende des Ablaufs mit Jahresmitteln von 13 - 15 l/s km² deutlich höher als die der Zuläufe. Hierdurch wird bestätigt, daß der See einen nicht direkt meßbaren erheblichen direkten oberirdischen und Grundwasserzustrom erhält.

In den folgenden Tabellen sind die monatlichen Abflußmengen und Abflußspenden für die Abflußjahre 1989 und 1990 zusammengestellt.

Tab. 7: Abflußdaten der Behler Au (Ablauf des Schluensees)

Monatliche Abflußmengen (10⁵ m³, * geschätzt)

Monatliche Abflußspenden (l/s km²)

Monatliche Abflußhöhe (mm)

Monate 1989	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja
10 ⁵ m ³	1,88	2,78	2,45	1,88	1,88	2,24	2,08	1,44	1,09	2,15	2,57	1,74	13,1	11,1	24,2
l/s km ²	12,0	17,2	15,1	12,9	11,6	14,3	12,9	9,2	6,7	13,3	16,4	10,8	13,8	11,6	12,7
A mm	31	46	41	31	31	37	35	24	18	36	43	29	217	185	402

* geschätzt

Monate 1990	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja
10 ⁵ m ³	1,88	2,62	2,72	2,88	3,42	2,83	2,30	1,90	2,43	2,66	1,47	1,38	16,4	12,1	28,5
l/s km ²	12,0	16,2	16,8	19,7	21,2	18,1	14,2	12,1	15,1	16,4	9,1	8,5	17,3	12,6	15,0
A mm	31	43	45	48	57	47	38	31	40	44	24	23	271	200	471

4.5 Wasserbilanz

Eine Wasserbilanz des Schluensees für den Untersuchungszeitraum aufzustellen, ist nicht sinnvoll, da der See auch direkt und unterirdisch gespeist wird.

Aus den berechneten Wasserhaushaltsgrößen geht hervor, daß der auf das oberirdische Einzugsgebiet bezogene Abfluß 1989 mit 402 mm, das sind 58 % des gefallenen Niederschlags, außergewöhnlich hoch war. Dieses trifft ebenso für das Abflußjahr 1990 zu (61 %).

$$\text{Abflußbeiwert 1989} = \frac{\text{Abfluß (mm)} \quad 402 \text{ mm}}{\text{Niederschlag (mm)} \quad 688 \text{ mm}} = 0,58$$

$$\text{Abflußbeiwert 1990} = 0,61$$

Der für das Östliche Hügelland mit überwiegend lehmigen Böden anwendbare Abflußbeiwert liegt bei 0,30 (siehe LW (1977), Wassermengenbericht). Der Unterschied kann auch damit begründet sein, daß das unterirdische Einzugsgebiet größer als das oberirdische ist.

In Tabelle 8 sind die einzelnen Wasserhaushaltsgrößen zusammengestellt.

Tab. 8: Wasserhaushaltsgrößen (mm) für 1989 und 1990:
Niederschlag (h_N), Abfluß (h_A) und Verdunstung (h_V)

1989 Wasserhaush.gr. Monate	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja	%
h_N	34	58	13	42	56	55	17	49	112	163	33	46	268	420	688	100
h_A	31	46	41	31	31	37	35	24	18	36	43	29	217	185	402	58
h_V PENMAN	11	11	6	16	35	47	104	104	90	67	42	22	126	429	555	81

1990 Wasserhaush.gr. Monate	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja	%
h_N	14	85	51	74	34	32	54	106	71	67	143	42	290	483	773	100
h_A	31	43	45	48	57	47	38	31	40	44	24	23	271	200	471	61
h_V PENMAN	7	5	11	21	36	56	98	66	93	81	37	24	137	399	536	69

Die Extrem-Wasserstände mit den entsprechenden Abflüssen am Pegel Behl sind in Tabelle 9 zusammengestellt.

Tab. 9: Abflußkenngrößen für Hochwasser (HW), Mittelwasser (MW) und Niedrigwasser (NW) des Schluensees

Datum		Wasserstand m ü. NN	Abfluß Q m ³ /s	Spende q l/skm ²
07.03.1990	HW	22,83	0,135	21,1
1989 + 1990	MW	22,72	0,080	12,5
22.07.1989	NW	22,58	0,030	4,7

5. Physikalisch-chemische Umweltverhältnisse im Schluensee und ihre Entwicklung in der Vergangenheit

5.1 Wasser

5.1.1 Temperatur

Zu Beginn der Untersuchungen, Januar bis Februar 1989, war das Wasser des Schluensees, ebenso wie ab Dezember 1989, über die gesamte Wassersäule gleichmäßig kalt (4,1 - 5,7 °C) (Abb. 13a, b). Es wurde also keine Temperaturschichtung im Winter festgestellt.

Nach Ausbildung eines schwachen Temperatur-Gradienten bereits im März 1989 (Tiefenwasser 4,4 °C, Oberflächenwasser 10 °C) führten wahrscheinlich Frühjahrsstürme im April wieder zu einer vollständigen Durchmischung des Sees. Anfang Mai begannen sich die oberflächennahen Schichten stärker zu erwärmen. Damit stellte sich eine thermische Schichtung des Wasserkörpers ein, die bis November 1989 stabil erhalten blieb (Abb. 13a, b).

Eine solche thermische Schichtung führt dazu, daß das Wasser des durchlichteten, wärmeren oberflächennahen Teils (Epilimnion) sich nicht mit dem der kalten dunklen Tiefenzone (Hypolimnion) mischt. Während der sommerlichen Schichtungsperiode verläuft der Stofffluß daher im wesentlichen durch Absinken von Organismen und Partikeln aus dem Epilimnion in das Hypolimnion. Die Schicht zwischen Epi- und Hypolimnion, das Metalimnion, weist den steilsten Temperatur- und Dichtegradienten auf und kann dadurch das Absinken von Partikeln verlangsamen.

Im Epilimnion wurden im Verlauf des Sommers maximale Temperaturen von über 22 °C erreicht. Das Tiefenwasser erwärmte sich hingegen nur bis auf 6,3 °C im Herbst 1989. Das Metalimnion lag zu Anfang der Schichtungsperiode zwischen 5 und 6 m Wassertiefe, verlagerte sich im Verlauf des Sommers in größere Tiefen und befand sich im Herbst 1989 zwischen 10 und 15 m.

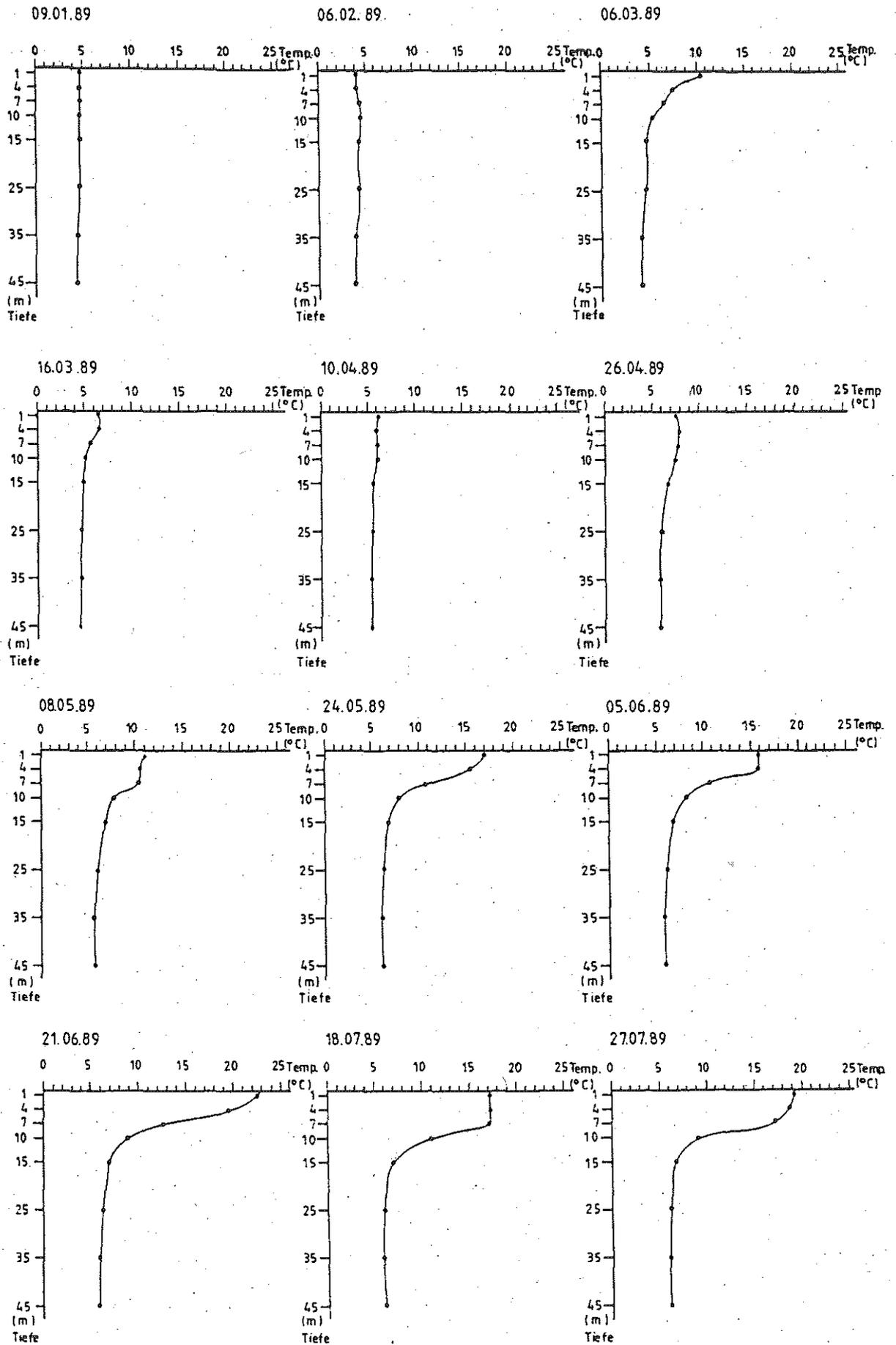


Abb. 13a: Vertikalprofile der Temperatur (°C) im Schlensee an der tiefsten Stelle 1989/90

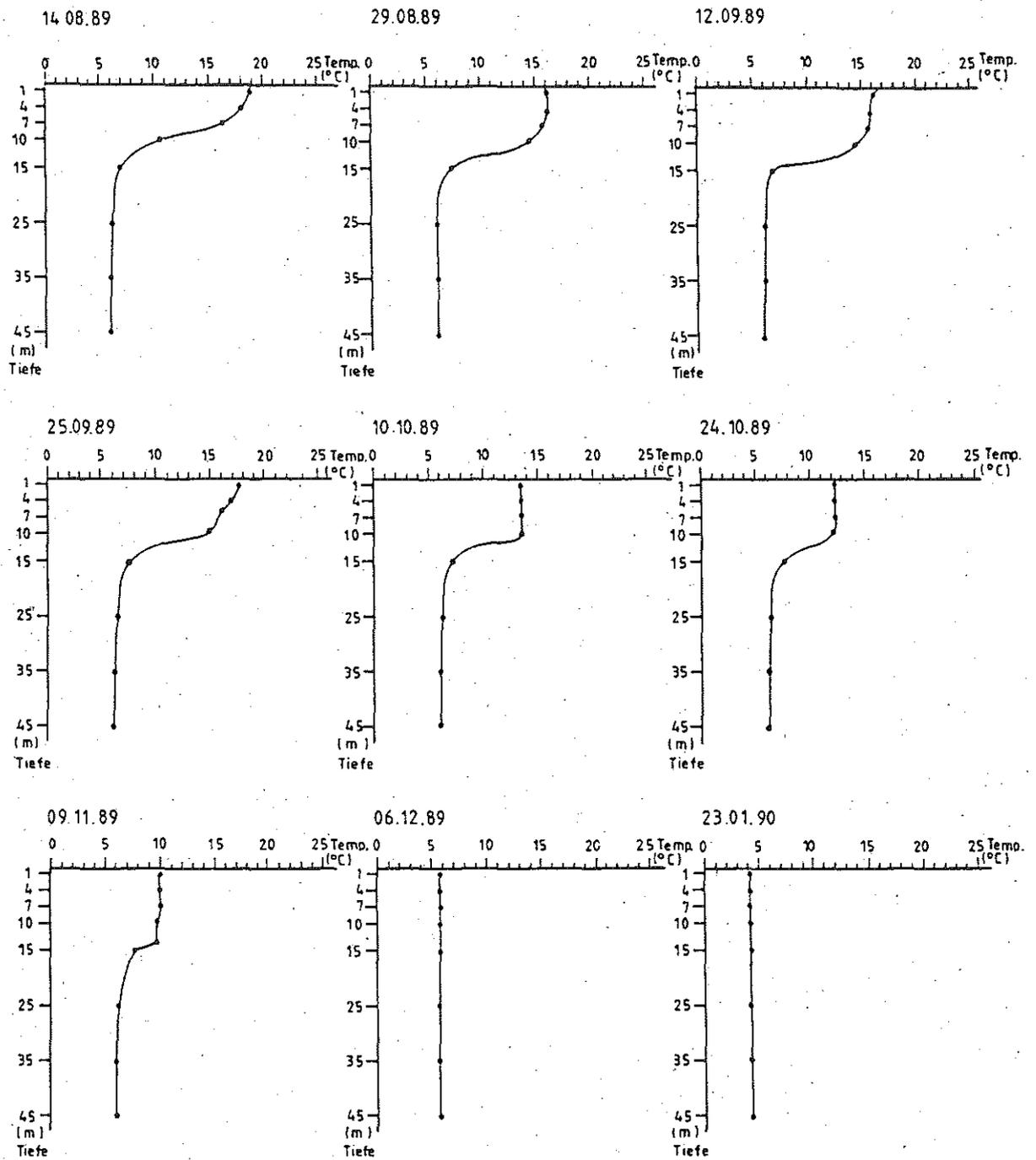


Abb. 13b: Vertikalprofile der Temperatur (°C) im Schlensee an der tiefsten Stelle 1989/90

Zum Ende des Herbstes setzte aufgrund der zunehmenden Abkühlung der oberflächennahen Schichten und von Stürmen zunehmend eine Durchmischung des Wasserkörpers, die Herbstzirkulation, ein. So wurde Anfang Dezember in der ganzen Wassersäule die gleiche Temperatur (5,7 °C) festgestellt.

Der Schluensee war im Untersuchungszeitraum also monomiktisch mit einer durchgehenden Durchmischung von Herbst bis Frühjahr und einer Temperaturschichtung von Mai bis November 1989.

5.1.2 Sichttiefe

Die Sichttiefe ist ein Maß für die Transparenz des Wassers und damit stark abhängig von der vorhandenen Menge an Phytoplankton. Im Schluensee verlief sie relativ kongruent zur Chlorophyll a-Konzentration, einem Maß für die Phytoplanktondichte (Abb. 14).

Von Januar bis März und ab Oktober 1989 wurden mit 3,5 - 6,5 m recht hohe Sichttiefen festgestellt. Im Frühjahr 1989 (April, Mai), zur Zeit des Frühjahrsalgenmaximums (siehe Kap. 6.1.1), sank die Sichttiefe auf Werte um 1,70 m. Im Juni stellte sich ein deutliches Klarwasserstadium mit Sichttiefen von maximal 6,6 m ein. Von Juli bis September wurden mit Werten um 2 - 3 m wieder geringere Sichttiefen festgestellt.

Im Schluensee wurden also im Frühjahr, zur Zeit guter Nährstoffversorgung nach der Zirkulation, die geringsten Sichttiefen und die höchsten Chlorophyll a-Konzentrationen erreicht. Während der sommerlichen Schichtung, in deren Zuge sich die Nährstoffe in der durchlichteten Zone verknappen (siehe Kap. 5.1.7 u. 5.1.8) wurden höhere Sichttiefen festgestellt. Das Algenwachstum scheint also vorwiegend durch Nährstoffe und weniger durch Licht begrenzt worden zu sein.

Im Jahresmittel lag die Sichttiefe bei 3,8 m, ein für schleswig-holsteinische Seen sehr hoher Wert. Die bisher vom Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten untersuchten Seen wiesen insgesamt eine mittlere Sichttiefe von 1,8 m, die tieferen Seen (mittlere Tiefe > 7 m) von 3,0 m auf.

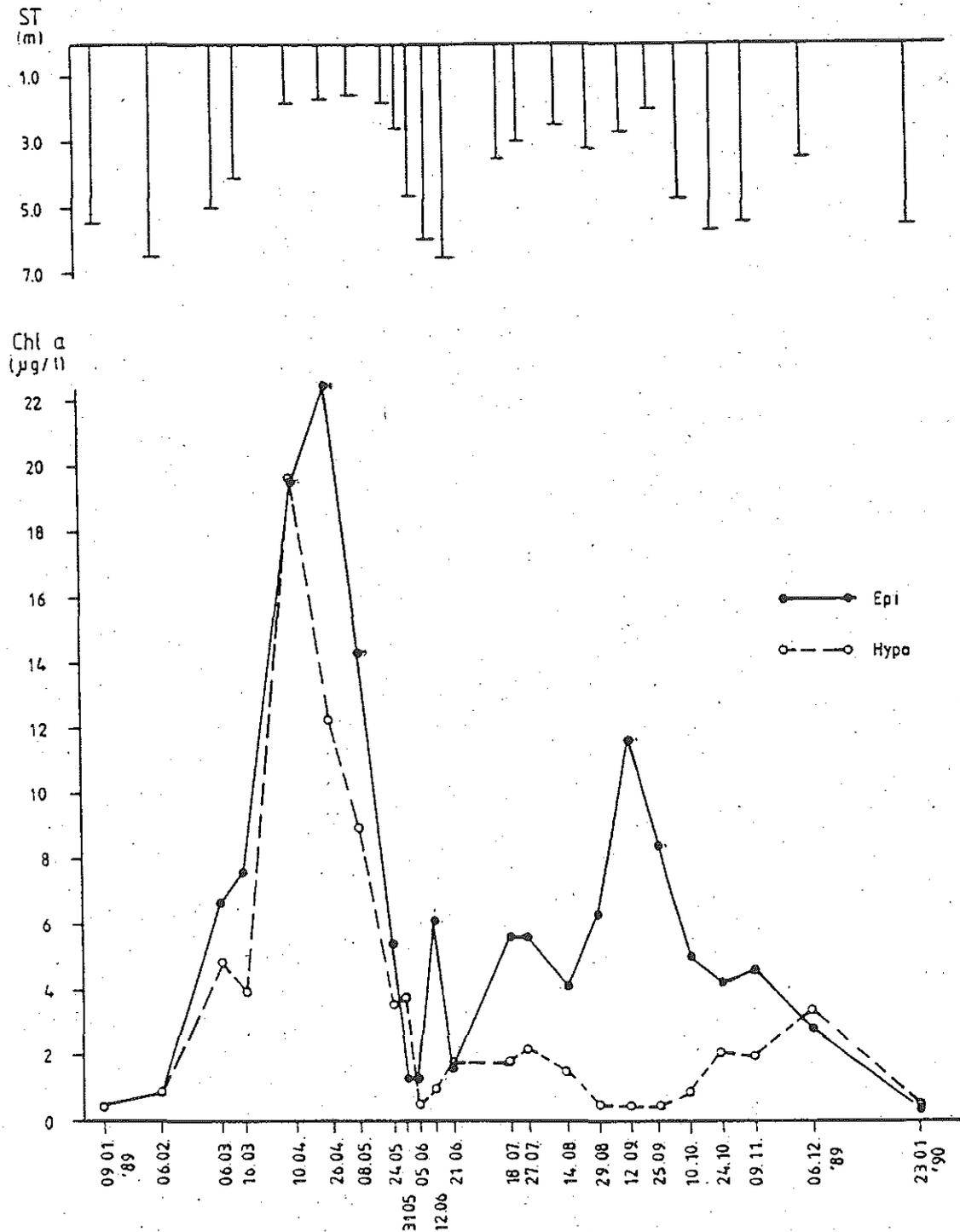


Abb. 14: Jahresgang der Sichttiefe ST (m) und der volumengewichteten Mittelwerte der Chlorophyll a-Konzentrationen Chl a ($\mu\text{g/l}$) im Epilimnion und Hypolimnion des Schlensees 1989/90 (Berechnung siehe Kap. 12.1.1)

5.1.3 Sauerstoff-Haushalt

Die Sauerstoff-Verhältnisse in einem See werden durch die folgenden Prozesse beeinflusst:

- In der oberflächennahen durchlichteten Zone wird durch die Photosynthese der dort vorhandenen Algen Sauerstoff freigesetzt.
- Beim Absterben und beim Abbau besonders der Algen, aber auch anderer Organismen (Zooplankton, Bakterien) wird Sauerstoff verbraucht. Diese Sauerstoff-Zehrung macht sich oft besonders in tieferen Wasserschichten bemerkbar, da das Plankton nach seinem Absterben absinkt und in den tiefen Schichten abgebaut wird. Da diese Schichten keinen Kontakt mit der Atmosphäre haben und sich während der Temperatur-Schichtung im Sommer auch nicht mit dem sauerstoffreichen Oberflächenwasser mischen, verarmen sie zunehmend an Sauerstoff.

Im Schluensee lag die Sauerstoff-Sättigung im Winter und Frühjahr 1989 und 1990, während der Zirkulation, über die ganze Wassersäule knapp unter 100 % (Abb. 15a, b). Mit Beginn des Frühjahrsalgenmaximums im April/Mai 1989 stiegen die Sättigungen im oberflächennahen Bereich infolge der Sauerstoff-Freisetzung bei der Photosynthese der Algen auf Werte um 125 %. Zur Zeit des Klarwasserstadiums im Juni sanken sie auf ca. 100 % ab. Auch während des Hochsommers wurden maximal 130 % O₂-Sättigung im Epilimnion festgestellt.

Mit Einsetzen der sommerlichen Temperatur-Schichtung im Mai 1989 wurde auch der Beginn einer Sauerstoff-Schichtung mit leichten Untersättigungen im Hypolimnion festgestellt. Von Mai bis September wurde ein für mäßig produktive Seen typisches Sauerstoff-Minimum im Bereich des Metalimnions festgestellt (Abb. 15a, b). In dieser Zone, in der die Dichte des Wassers durch das schnelle Absinken der Temperatur stark zunimmt, wird das absinkende Plankton gebremst und schon zum großen Teil unter Sauerstoff-Verbrauch abgebaut. Da die Planktonproduktion im Schluensee nicht übermäßig groß war, wurde das Hypolimnion insoweit entlastet, daß sein Sauerstoff-Vorrat bis in den September reichte.

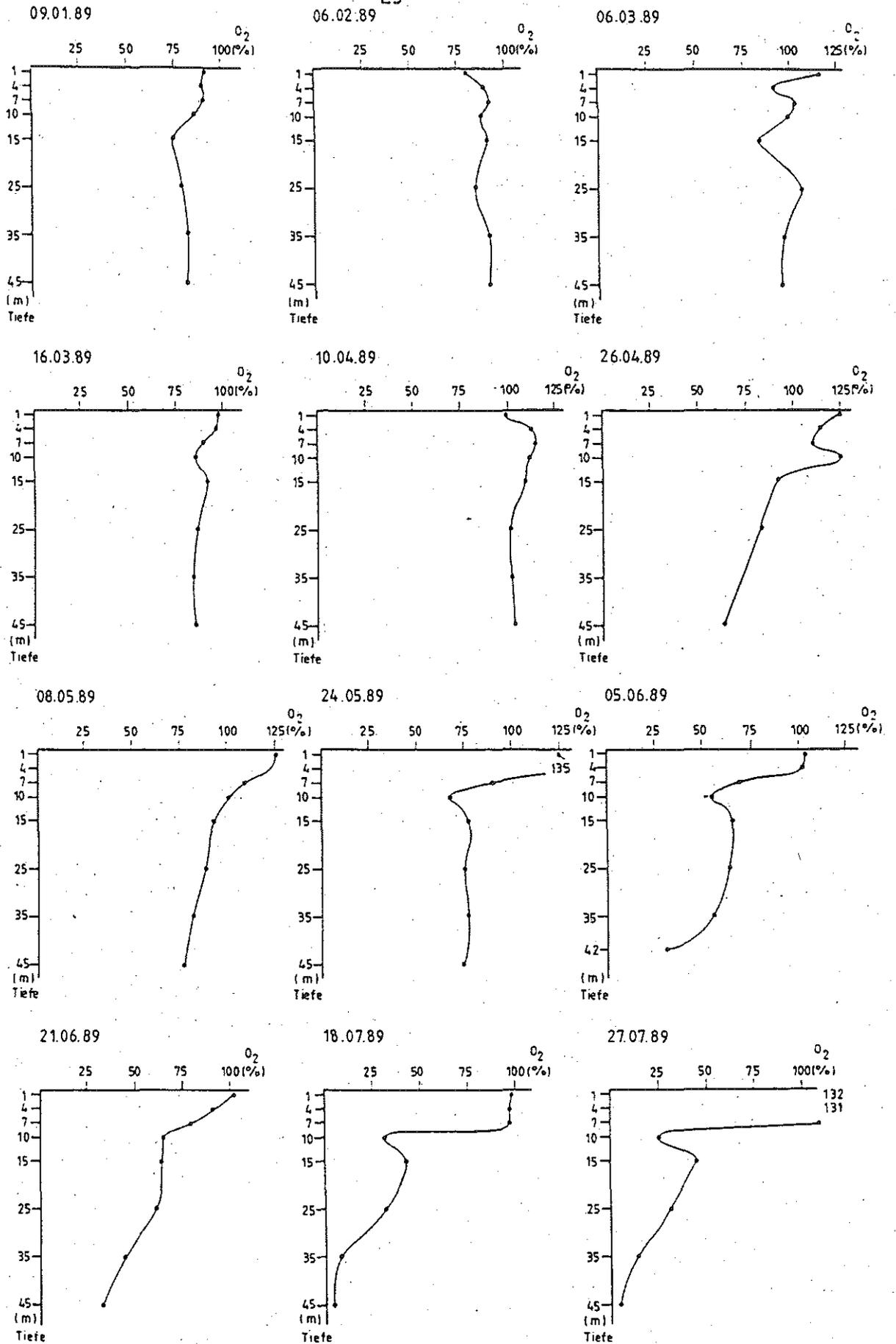


Abb. 15a: Vertikalprofile der Sauerstoffsättigung (%) im Schlensee an der tiefsten Stelle 1989/90

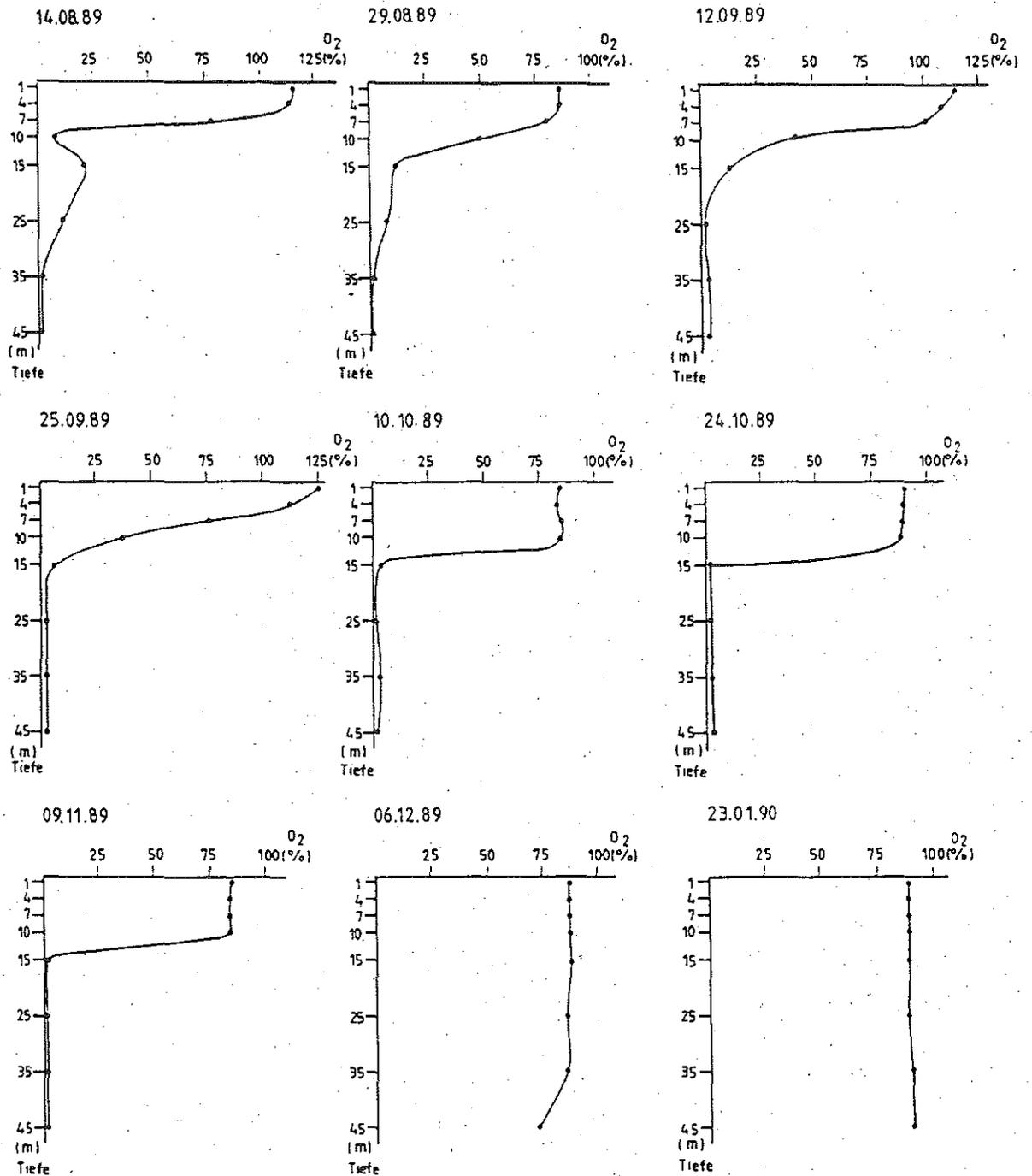


Abb. 15b: Vertikalprofile der Sauerstoffsättigung (%) im Schluensee an der tiefsten Stelle 1989/90

Weitgehende Sauerstoff-Freiheit wurde im Hypolimnion von Oktober bis November 1989 ermittelt. In diesem beiden Monaten wurde über dem Seegrund auch ein starker Schwefelwasserstoffgeruch, der Fäulnisprozesse anzeigt, festgestellt.

Im Dezember 1989 wurden nach Einsetzen der Zirkulation wieder Sauerstoff-Sättigungen von knapp 100 % in der gesamten Wassersäule festgestellt.

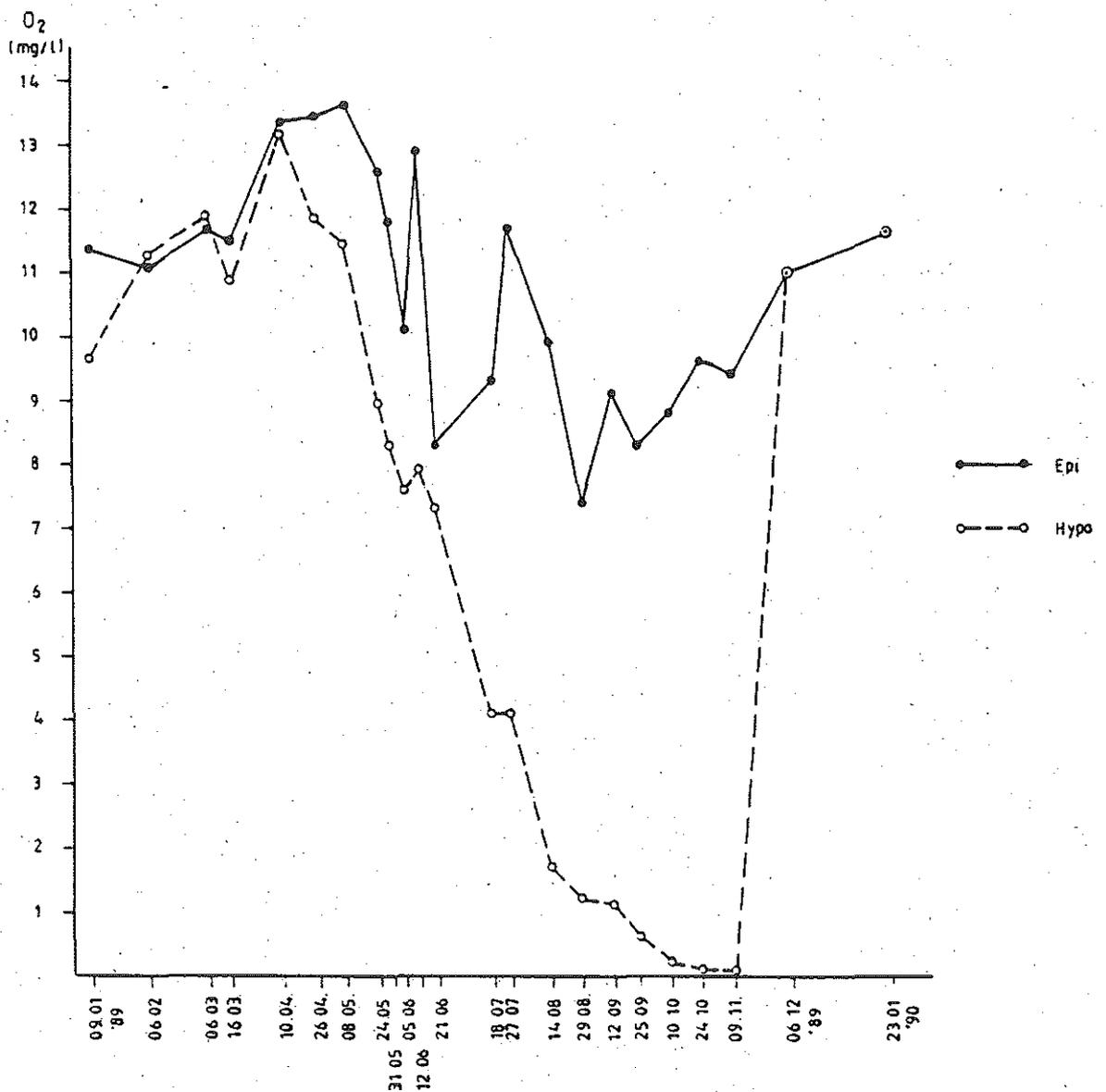


Abb. 16: Jahrgang der volumengewichteten Mittelwerte der Sauerstoffkonzentrationen (mg O₂/l) im Epilimnion und Hypolimnion des Schlensees (Berechnung siehe Kap. 12.1.1)

In Abb. 16 sind die volumengewichteten Mittelwerte der Sauerstoff-Konzentrationen für das Epilimnion und Hypolimnion des Schluensees dargestellt. Hierfür wurden die Sauerstoff-Konzentrationen in den verschiedenen untersuchten Tiefen mit dem Wasservolumen der entsprechenden Schicht verrechnet und anschließend für Epi- bzw. Hypolimnion gemittelt. Im Epilimnion zeigt sich deutlich das Sauerstoffmaximum zur Zeit des Frühjahrsalgenmaximums. Im Hypolimnion wird das kontinuierliche Absinken der Sauerstoff-Konzentration im Verlauf der sommerlichen Schichtung deutlich.

Wie sieht nun die Entwicklung des Sauerstoff-Haushaltes des Schluensees in der Vergangenheit aus? Die ältesten Daten liegen aus dem Jahr 1926 vor (GROTE 1936). Auch Ende August 1926 wurde ein metalimnisches Sauerstoff-Minimum festgestellt, die Sauerstoff-Konzentrationen im Hypolimnion waren jedoch deutlich höher als 1989 zur gleichen Zeit (Abb. 17). Anfang der 60er Jahre war die Sauerstoff-Situation im Tiefenwasser des Schluensees schon ähnlich der im Jahr 1989. OHLE (1962, 1964) beschreibt für den September eine Sauerstoff-Auszehrung unterhalb von 30 - 40 m Wassertiefe, allerdings war Ende November 1960 im Hypolimnion des Schluensees noch Sauerstoff in Konzentrationen zwischen 1 und 4 mg O₂/l nachzuweisen. Das von HAGEDORN (1969) am 1. September 1967 festgestellte Sauerstoff-Profil ähnelt schon weitgehend den heutigen Verhältnissen (Abb. 17).

Der Sauerstoffhaushalt des Tiefenwassers des Schluensees ist heute also deutlich stärker belastet als noch vor 30 - 65 Jahren. Dies hat auch Auswirkungen auf die dort ablaufenden Prozesse (siehe Kap. 5.1.7) und Lebensbedingungen (siehe Kap. 6) im Schluensee. OHLE (1965) führt als Grund für die Verschlechterung des Sauerstoff-Haushalts im Tiefenwasser, die in vielen schleswig-holsteinischen Seen beobachtet wurde, die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung, insbesondere die intensive Kunstdüngung zunächst nach dem 1. Weltkrieg, besonders aber nach dem 2. Weltkrieg an. Diese führte, nachdem ein Teil der Nährstoffe in die Gewässer gelangte, dort zu verstärkter Planktonproduktion und damit beim Abbau des Planktons zu vermehrter Sauerstoff-Zehrung im Tiefenwasser.

In Sedimentationsuntersuchungen fand OHLE (1962), daß im Schluensee 1960 im Frühsommer (Juni) etwa 60 %, im Hoch- und Spätsommer bis 88 % der im Epilimnion produzierten Biomasse oberhalb von 20 m Wassertiefe abgebaut wurde. In der gesamten Wassersäule lag der Abbaugrad im Mittel bei 98 %. Da 1989 bereits zwei Monate früher als Anfang der 60er Jahre der Sauerstoff im Hypolimnion aufgezehrt war und Schwefelwasserstoff im Tiefenwasser auf Fäulnisprozesse hinwies, ist anzunehmen, daß heute das im Epilimnion produzierte Material nicht mehr vollständig im Wasser abgebaut werden kann, sondern z. T. unabgebaut sedimentiert. Damit übertreffen im Schluensee die Aufbauprozesse die möglichen Abbauprozesse. Der Sedimentzuwachs steigt und unabgebautes Material bedingt vom Sediment aus Zehrungsprozesse in dem darüberliegenden Wasser.

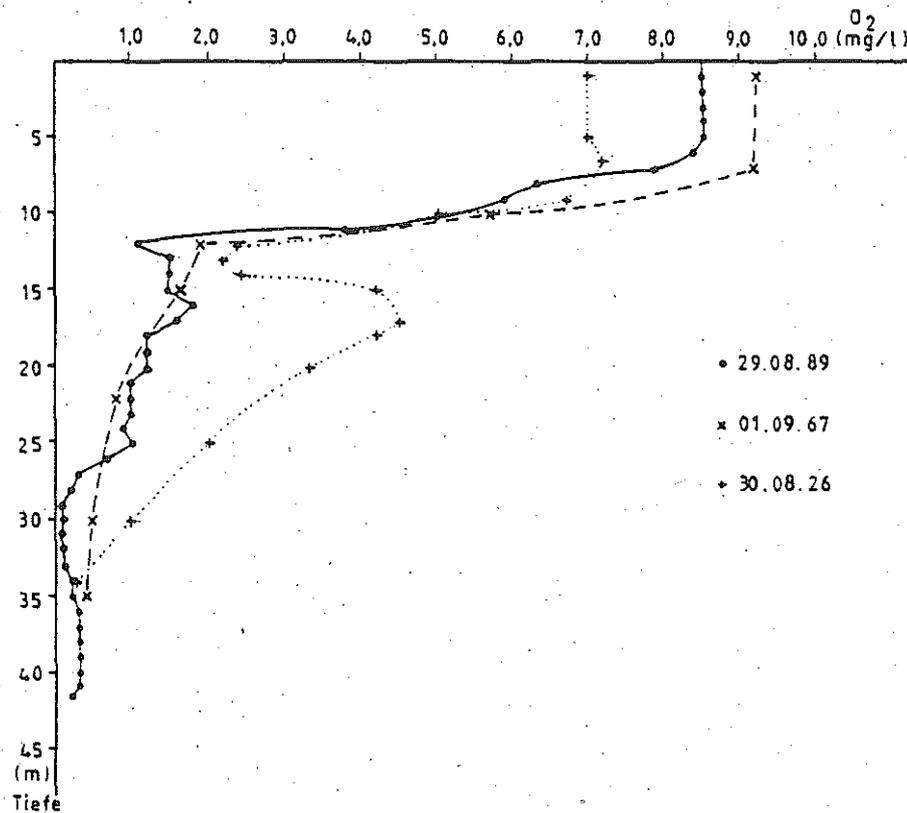


Abb. 17: Vertikalprofile der Sauerstoffkonzentration (mg O_2 /l) im Herbst 1926 (nach GROTE 1936), 1967 (nach HAGEDORN 1969) und 1989

5.1.4 pH-Wert

Der pH-Wert im See ist, wie die Sauerstoff-Konzentration, stark durch Auf- und Abbauprozesse beeinflusst. Die planktischen Algen nehmen bei der Photosynthese Kohlendioxid auf, damit steigt der pH-Wert an, das Wasser wird alkalischer. Beim Abbau der organischen Substanz wird wiederum Kohlendioxid freigesetzt und der pH-Wert sinkt, das Wasser wird saurer. Wegen der z. T. räumlichen Trennung dieser Prozesse im See sind die Auswirkungen auch in den verschiedenen Wasserschichten unterschiedlich ausgeprägt.

Im Schluensee lagen die pH-Werte durch das ganze Jahr im alkalischen Bereich ($\text{pH} > 7$). Dies verwundert nicht, da der Schluensee von OHLE (1934) als kalkreich ($> 26 \text{ mg Ca/l}$) charakterisiert wird. Das Säurebindungsvermögen war mit $2,54 \text{ mval/l}$ (OHLE 1939/40) recht hoch, der See war also gut gepuffert. Da die Pufferung sich im Laufe der Jahre normalerweise wenig ändert, ist davon auszugehen, daß heute ähnliche Bedingungen gegeben sind. Unter diesen Bedingungen kann davon ausgegangen werden, daß anorganischer Kohlenstoff als begrenzender Faktor für das Algenwachstum nicht von Bedeutung war.

Im Winter 1989 lag der pH-Wert in der ganzen Wassersäule bei 8 (Abb. 18). Im Epilimnion stieg er während des Frühjahrsalgenmaximums durch die Photosynthese der Algen auf knapp 9, um dann bei geringeren Algendichten relativ kontinuierlich bis zur Herbstzirkulation auf Werte um 8 abzufallen. Im Hypolimnion lag der pH-Wert während der sommerlichen Schichtung immer deutlich niedriger als im Epilimnion (Abb. 18). Besonders nach dem Frühjahrsalgenmaximum war ein starker Abfall von 8,5 im Mittel auf ca. 7,5 zu beobachten. Dies unterstreicht, zusammen mit den sinkenden Sauerstoff-Konzentrationen zur gleichen Zeit, die Bedeutung des Abbaus von organischer Substanz im Hypolimnion. Im weiteren Verlauf des Sommers blieb der pH-Wert im Hypolimnion bei ca. 7,5. Zur Zeit der Zirkulation im Dezember 1989 lag er wieder in der gesamten Wassersäule bei knapp 8.

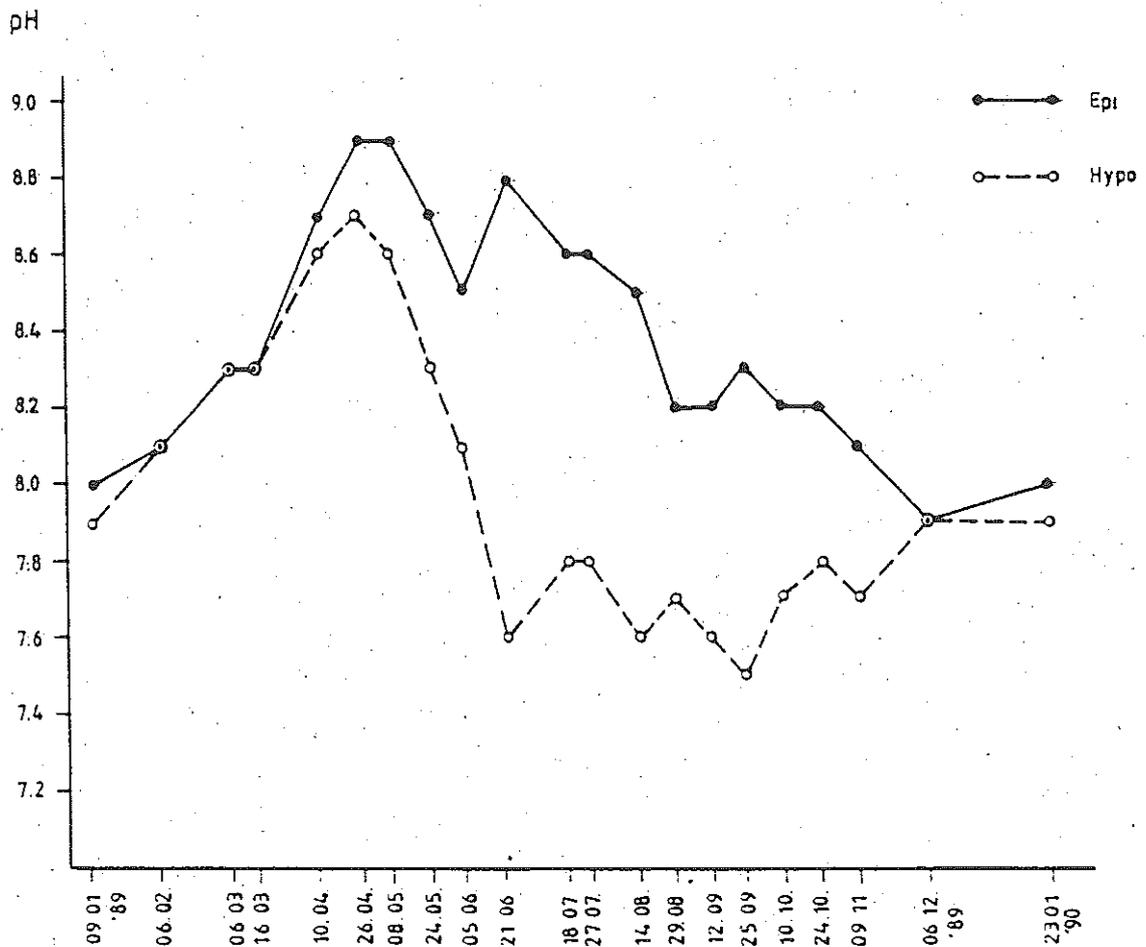


Abb. 18: Jahresgang der volumengewichteten Mittelwerte des pH-Wertes im Epilimnion und Hypolimnion des Schluensees (Berechnung siehe Kap. 12.1.1)

5.1.5 Leitfähigkeit und Chlorid

Die Leitfähigkeit ist ein Maß für die im Wasser gelösten Salze. Zu Beginn der Untersuchungen, im Frühjahr 1989, lag die Leitfähigkeit im Schluensee in der gesamten Wassersäule bei ca. 440 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Abb. 19). Im Verlauf der sommerlichen Schichtung sank sie im Epilimnion ab auf Werte um 410 $\mu\text{S}/\text{cm}$, während sie im Hypolimnion leicht anstieg auf Werte über 450 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dies war wiederum bedingt durch die Verarmung des Epilimnions an organischen und anorganischen Komponenten im Laufe des Sommers und deren Anreicherung im Hypolimnion durch Absinken und Abbau organischer Substanz.

Die Chlorid-Konzentration lag im Schluensee während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei ca. 40 - 42 mg Cl/l. Sie wird biotisch nicht beeinflusst und wies weder im Jahresverlauf noch im Tiefenprofil Unterschiede auf.

Die 1989 ermittelten Werte > 40 mg Cl/l sind leicht erhöht gegenüber dem in der Vergangenheit von OHLE (1934) festgestellten Wert von 35 mg Cl/l. Ebenso die Leitfähigkeit, die heute über 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ liegt und früher bei 370 $\mu\text{S}/\text{cm}$ lag (OHLE 1959). Eintragsquellen für Chlorid sind Streusalz von Straßen, aber auch Abwässer und landwirtschaftlicher Dünger. Ursachen für eine gestiegene Leitfähigkeit sind erhöhte Salzkonzentrationen (z. B. Chlorid). Die erhöhten Werte sind also auf den vermehrten Einfluß des Menschen zurückzuführen.

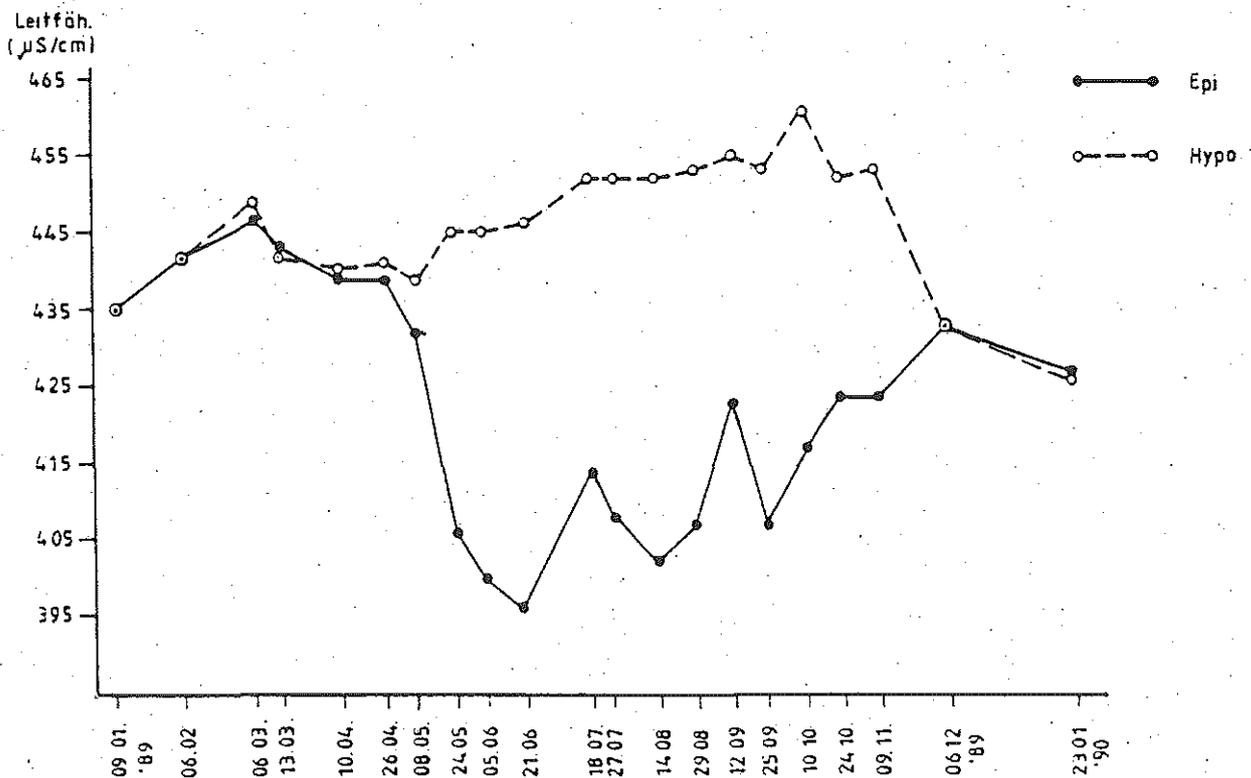


Abb. 19: Jahresgang der volumengewichteten Mittelwerte der Leitfähigkeit ($\mu\text{S}/\text{cm}$) im Epilimnion und Hypolimnion des Schluensees (Berechnung siehe Kap. 12.1.1)

5.1.6 Organischer Kohlenstoff

Der organische Kohlenstoff liegt in einem See zum ganz überwiegenden Teil in gelöster Form vor, nur etwa ein Zehntel ist in Biomasse (Algen, Bakterien, Zooplankton etc.) gebunden. So lag auch im Schluensee der gesamte organische Kohlenstoff (TOC - total organic carbon) nur geringfügig über dem gelösten organischen Kohlenstoff (DOC - dissolved organic carbon).

Zu Beginn des Jahres 1989 wurden 4,5 mg DOC/l und 4,7 - 4,8 mg TOC/l in der gesamten Wassersäule festgestellt (Abb. 20, 21). Während der sommerlichen Schichtung war nur ein schwacher Gradient zwischen den TOC- und DOC-Konzentrationen in Epi- und Hypolimnion zu beobachten, da der größte Teil des gelösten organischen Kohlenstoffs nur schwer von Bakterien abgebaut werden kann. Die Konzentrationen an gelöstem organischen Kohlenstoff waren im Sommer im Epilimnion leicht angestiegen auf Werte um 5 mg DOC/l und lagen damit leicht über denen im Hypolimnion (um 4,5 mg DOC/l). Die erhöhten Konzentrationen im Epilimnion sind wahrscheinlich in erster Linie auf Exkretion und Zerfall von Algen zurückzuführen. Die Konzentrationen des TOC verliefen entsprechend denen des DOC.

Eine Erhöhung des partikulären Kohlenstoffs (Differenz zwischen DOC und TOC) im Hypolimnion im Verlauf der sommerlichen Schichtungsperiode durch Anreicherungen von Bakterien im Tiefenwasser wäre zu erwarten gewesen. Sie ließ sich jedoch aufgrund der insgesamt niedrigen Werte von TOC und DOC und der damit geringen Analysenempfindlichkeit nicht nachweisen.

Im Dezember 1989, nach Einsetzen der Zirkulation, lagen die DOC- und TOC-Werte in der gesamten Wassersäule zwischen 4 und 4,5 mg DOC bzw. TOC/l.

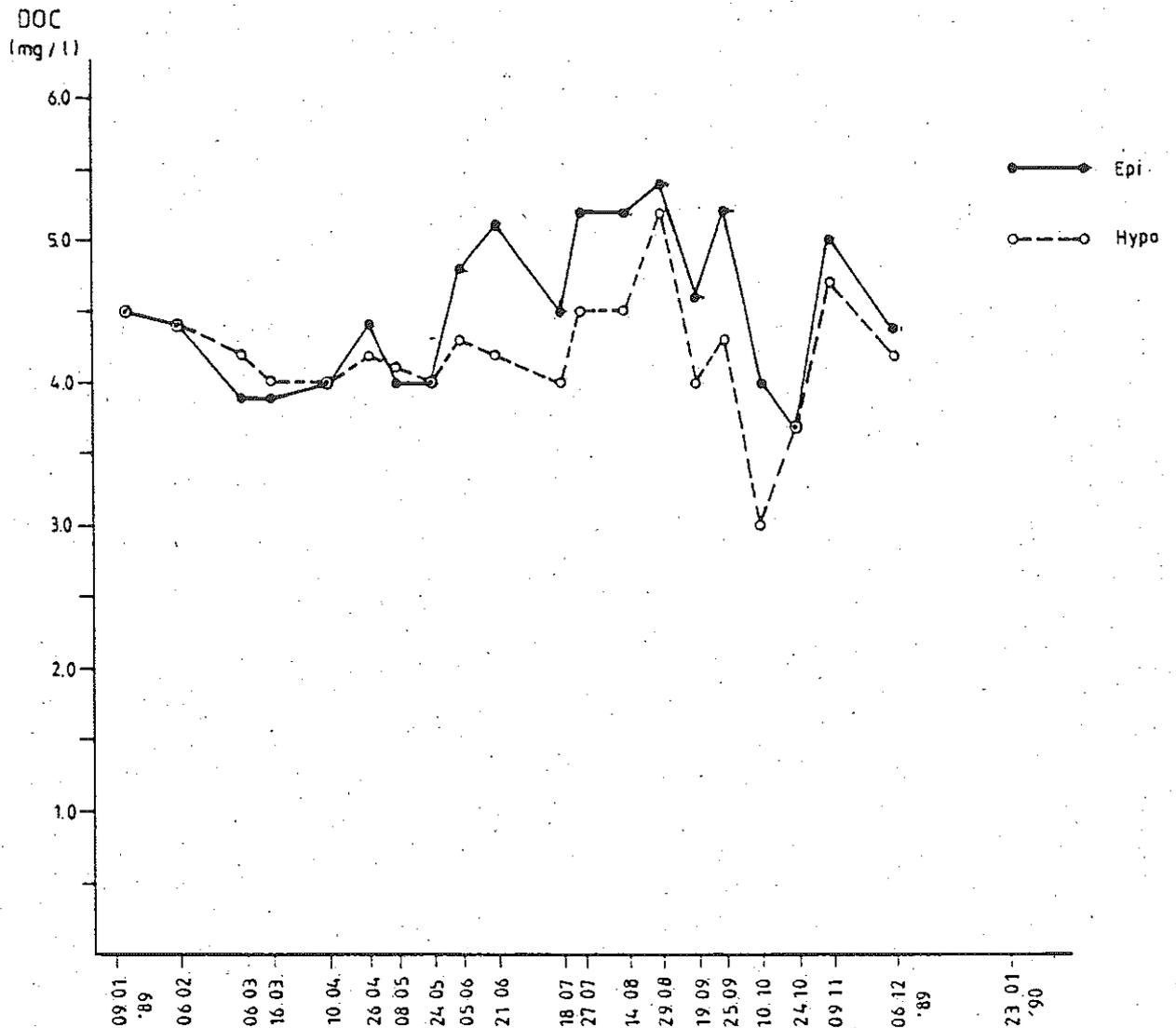


Abb. 20: Jahresgang der volumengewichteten Mittelwerte des gelösten organischen Kohlenstoffs (mg DOC/l) im Epilimnion und Hypolimnion des Schluensees (Berechnung siehe Kap. 12.1.1)

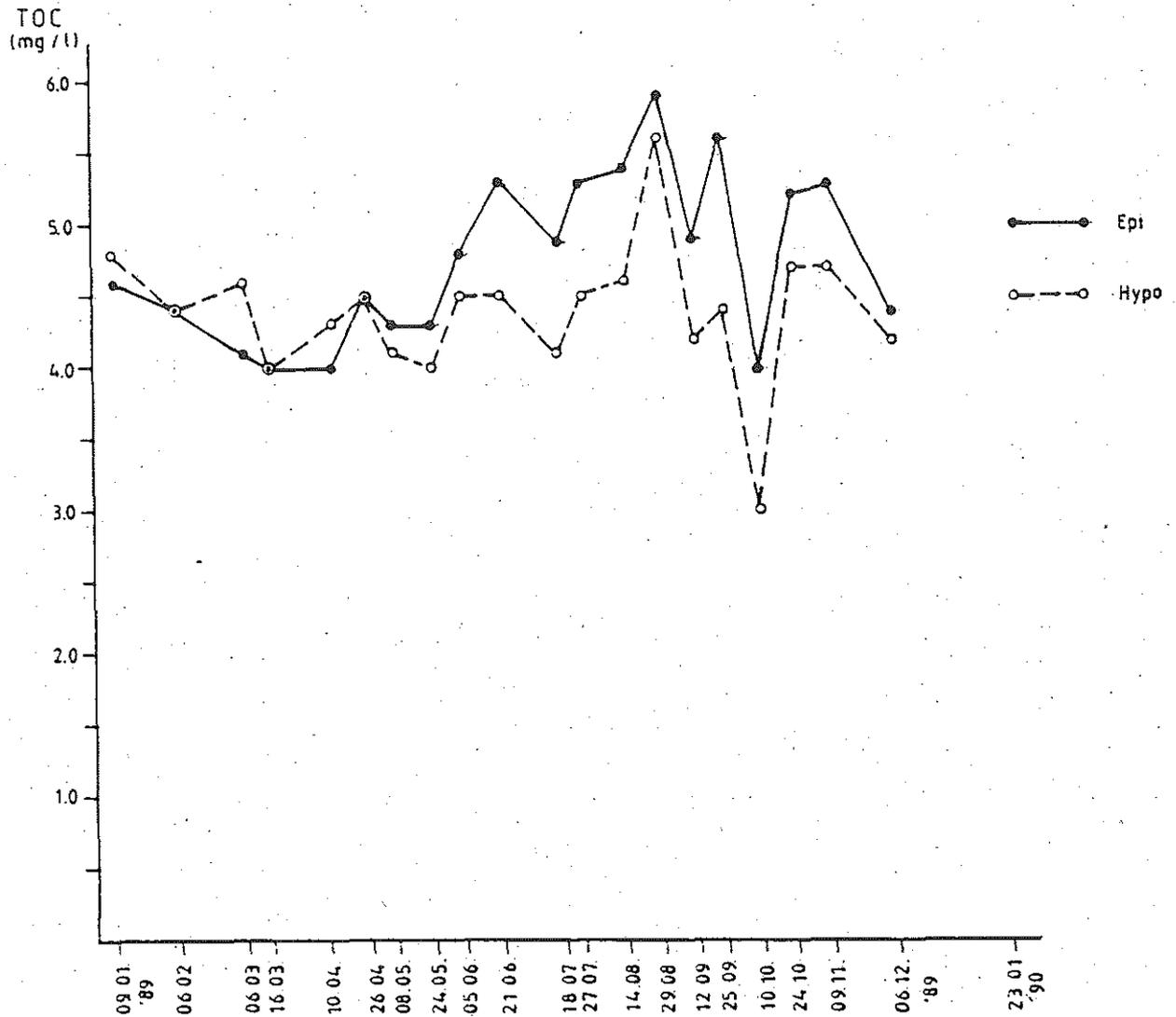


Abb. 21: Jahresgang der volumengewichteten Mittelwerte des gesamten organischen Kohlenstoffs (mg TOC/l) im Epilimnion und Hypolimnion des Schluensees (Berechnung siehe Kap. 12.1.1)

5.1.7 Stickstoff-Haushalt

Stickstoff ist wie Phosphor ein wichtiger Pflanzennährstoff. Er lag im Schluensee im Mittel zu 40 - 50 % in anorganischer Form, vor allem als Nitrat und Ammonium, vor. Der Rest war organisch an Biomasse gebunden. Im Sommer waren im Epilimnion allerdings anorganische Stickstoff-Komponenten nicht nachweisbar.

Der Gesamt-Stickstoff lag zu Beginn des Jahres 1989 in der ganzen Wassersäule des Schluensees bei ca. 0,8 mg N/l (Abb. 22, 23).

Nachdem sich im Mai die sommerliche Schichtung eingestellt hatte, fand durch Absinken von Organismen und Partikeln eine Verarmung des Epilimnions an Stickstoff statt. Abb. 22 zeigt exemplarisch den Verlauf der Stickstoff-Konzentration im Sommer mit Werten um 0,5 mg N/l im Epilimnion und bis mehr als 1 mg N/l in den bodennahen Schichten.

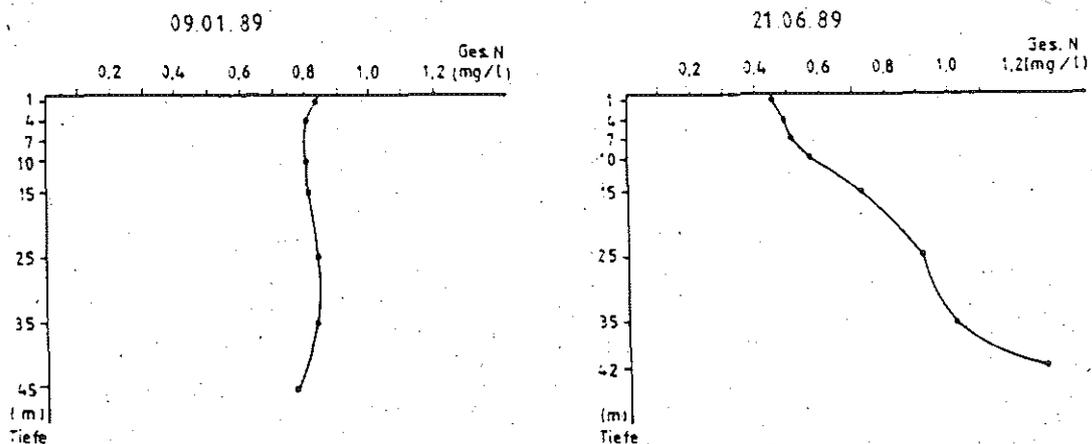


Abb. 22: Exemplarische Vertikalprofile der Gesamt-Stickstoffkonzentration (mg N/l) an der tiefsten Stelle des Schluensees

Abb. 23 zeigt, daß die Abnahme des Gesamt-Stickstoffs im Epilimnion im April, Mai und Juni 1989 am stärksten ausgeprägt war, also während und nach dem Frühjahrsalgenmaximum. Im Juni stiegen gleichzeitig die mittleren Stickstoff-Konzentrationen im Hypolimnion. Die im Frühjahr dominierenden Kieselalgen überführten also bei ihrem Absinken einen großen Teil des Stickstoffs aus dem Epilimnion in das Tiefenwasser. Im weiteren Verlauf des Sommers blieb die mittlere Gesamt-Stickstoff-Konzentration im Epilimnion relativ konstant bei ca. 0,5 mg N/l und lag damit um ca. 0,2 mg N/l niedriger als im Hypolimnion.

Im Dezember, nach Einsetzen der Zirkulation, wurden in der ganzen Wassersäule gut 0,7 mg N/l festgestellt.

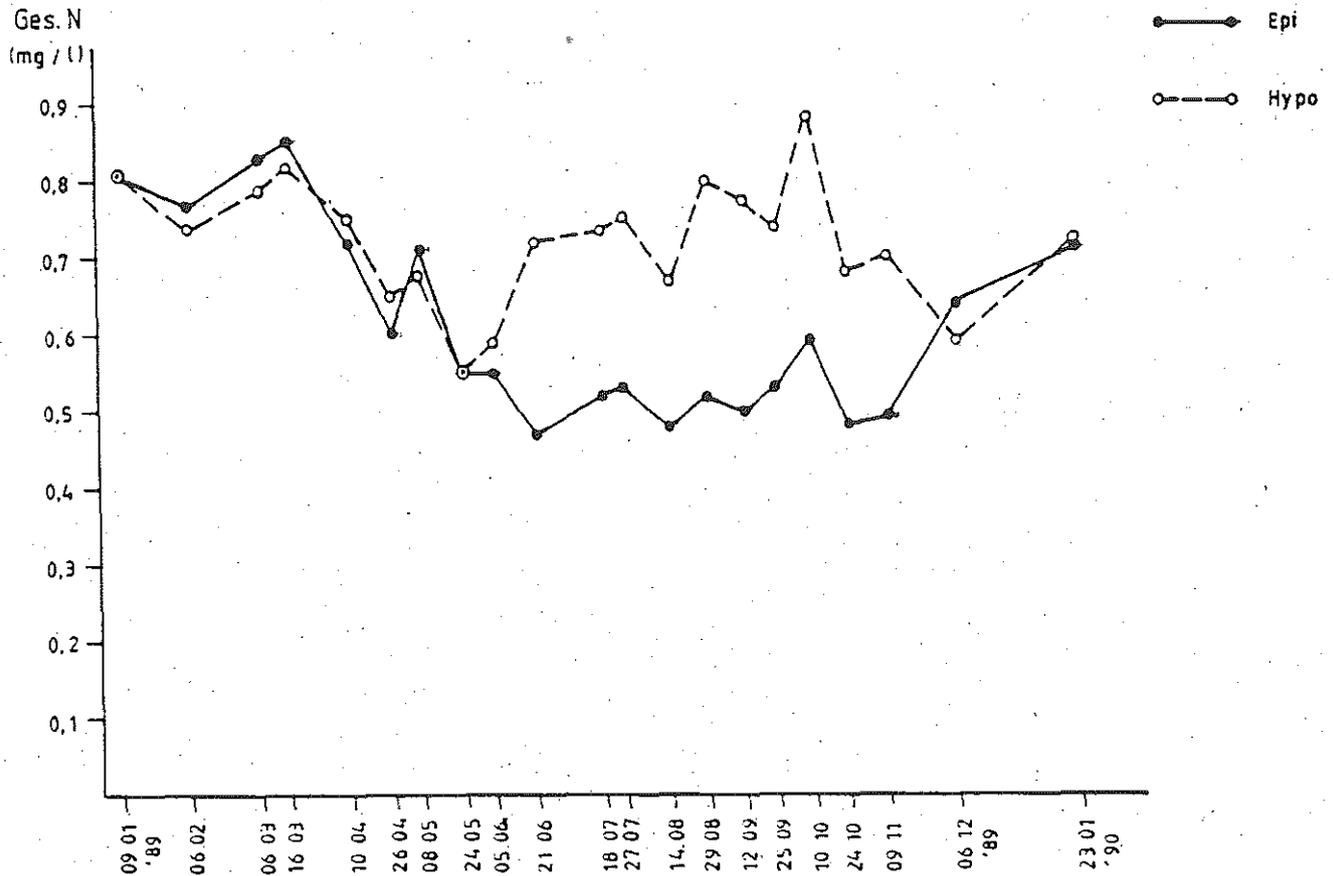


Abb. 23: Jahresgang der volumengewichteten Mittelwerte der Gesamtstickstoff-Konzentration (mg N/l) im Epilimnion und Hypolimnion des Schluensees (Berechnung siehe Kap. 12.1.1)

Nitrat (NO_3) ist die sauerstoffreiche Form des anorganischen Stickstoffs. Sie liegt in Schleswig-Holstein in größeren Konzentrationen auch im Grundwasser und Fließgewässern vor. Nitrat wird wie Ammonium (NH_4 , s. u.) vom Phytoplankton als Nährstoff aufgenommen. Je nach Sauerstoff-Verhältnissen werden Nitrat und Ammonium über das Zwischenprodukt Nitrit (NO_2) durch Bakterien ineinander umgewandelt.

Zu Beginn des Jahres 1989 lagen die Nitrat-Konzentrationen in der ganzen Wassersäule des Schluensees bei $0,3 \text{ mg NO}_3\text{-N/l}$ (Abb. 24a).

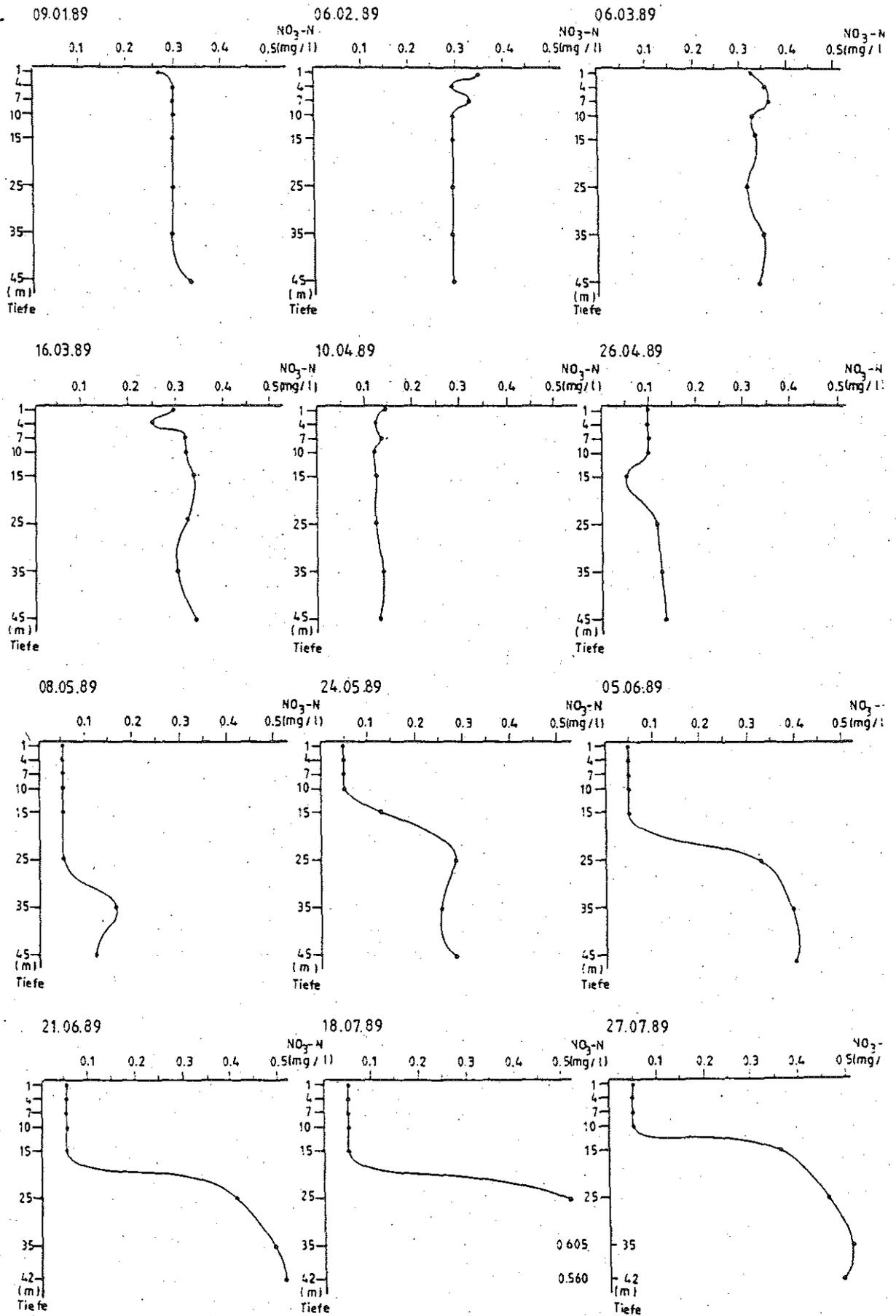


Abb. 24a: Vertikalprofile der Nitrat-Konzentration ($\text{mg NO}_3\text{-N/l}$) im Schlensee an der tiefsten Stelle 1989/90

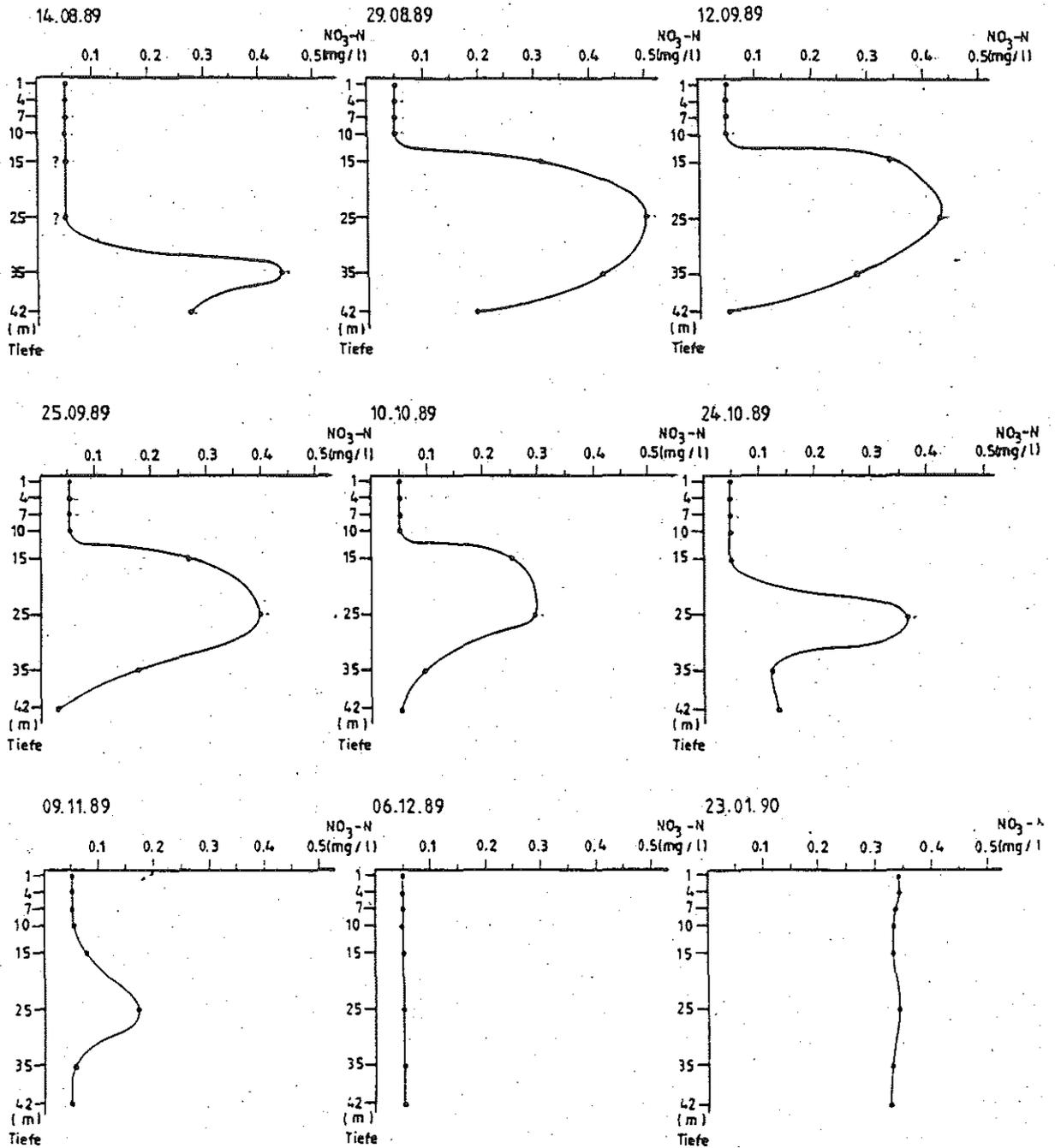


Abb. 24b: Vertikalprofile der Nitrat-Konzentration (mg NO₃-N/l) im Schluensee an der tiefsten Stelle 1989/90

Anfang April, zu Beginn des Frühjahrsalgenmaximums, war die Nitrat-Konzentration deutlich auf gut 0,1 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ gesunken. Ab Anfang Mai bis Dezember lag sie im Epilimnion unter der (relativ hohen) Nachweisgrenze von 0,1 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ (Abb. 25, in den Abbildungen sind Werte unter der Nachweisgrenze als 0,05 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ dargestellt). Nitrat wurde also von Frühjahr bis Herbst als Pflanzennährstoff weitgehend verbraucht.

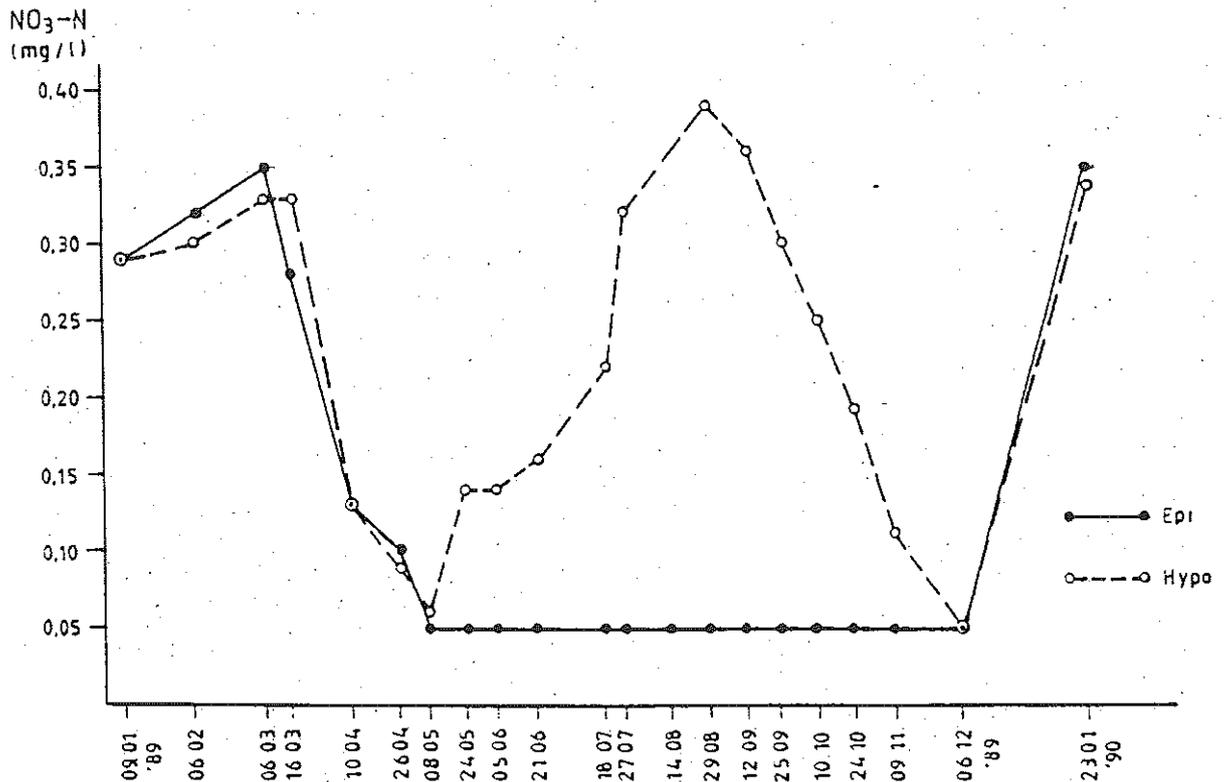


Abb. 25: Jahrgang der volumengewichteten Mittelwerte der Nitrat-Konzentration (mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$) im Epilimnion und Hypolimnion des Schluensees (Berechnung siehe Kap. 12.1.1). Werte unter der Bestimmungsgrenze von 0,1 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ sind als 0,05 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ dargestellt.

Im Hypolimnion stiegen die Nitrat-Konzentrationen im Verlauf der sommerlichen Schichtungsperiode zunächst bis Mitte Juli durch Absinken und Abbau des absinkenden Planktons kontinuierlich an bis auf 0,6 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ (Abb. 24a).

Ab August gingen in den bodennahen Schichten, bei zunehmender Sauerstoff-Verknappung (siehe Abb. 15, S. 30), auch die Nitrat-Konzentra-

tionen zurück (Abb. 24b). Dies weist, zusammen mit gestiegenen Nitrit-Konzentrationen (Abb. 28, S. 51), auf Denitrifikationsprozesse hin. In deren Verlauf wird Nitrat über Nitrit zu molekularem Stickstoff umgewandelt und an die Atmosphäre abgegeben, geht also dem See verloren: $\text{NO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2$. Ab Oktober stark steigende Ammonium-Konzentrationen (Abb. 26b) deuten darauf hin, daß zu diesem Zeitpunkt die Nitrat-Ammonifikation, in deren Zuge Nitrat über Nitrit zu Ammonium reduziert wird, eine bedeutende Rolle spielte: $\text{NO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NH}_4$. Die Stickstoff-Reduktionsprozesse weiteten sich im weiteren Verlauf der Schichtungsperiode auch auf höher liegende Wasserschichten, Anfang November auf das gesamte Hypolimnion, aus.

Zum Ende der sommerlichen Schichtungsperiode lagen die Nitrat-Konzentrationen in 42 und 35 m Wassertiefe unter der Nachweisgrenze, im Mittel im Hypolimnion bei ca. 0,1 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ (Abb. 25).

Bis zum Januar 1990 waren die Nitrat-Konzentrationen im ganzen Schluensee wieder auf die Ausgangswerte von ca. 0,3 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ angestiegen. Da gleichzeitig die Ammonium-Konzentrationen sanken, kann unter den verbesserten Sauerstoff-Bedingungen von einer Nitrifikation, also einer Ammonium-Oxidation zu Nitrat ($\text{NH}_4 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3$) ausgegangen werden. Als weiterer Grund für den Anstieg der Nitrat-Konzentration bei gleichzeitig gestiegenen Gesamt-Stickstoff-Konzentrationen kommt eine vermehrte Auswaschung von Nitrat aus dem Einzugsgebiet in den See im Winter in Betracht.

Ammonium (NH_4) ist ein Zerfallsprodukt von organischer Substanz, speziell von Eiweißen. Bei guten Sauerstoff-Bedingungen liegt Ammonium im See längerfristig immer in kleinen Konzentrationen (ca. $< 0,1$ mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$) vor. Bei Sauerstoffmangel kann es auch durch Reduktion des sauerstoffreichen Nitrat entstehen. Ammonium wird vom Phytoplankton als Pflanzennährstoff aufgenommen.

Im Frühjahr 1989 (Februar - Mai) lag die Ammonium-Konzentration in der ganzen Wassersäule des Schluensees unter der Nachweisgrenze von 0,05 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ (Abb. 26a, Werte $< 0,05$ mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ sind in den Abbildungen als 0,025 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ dargestellt).

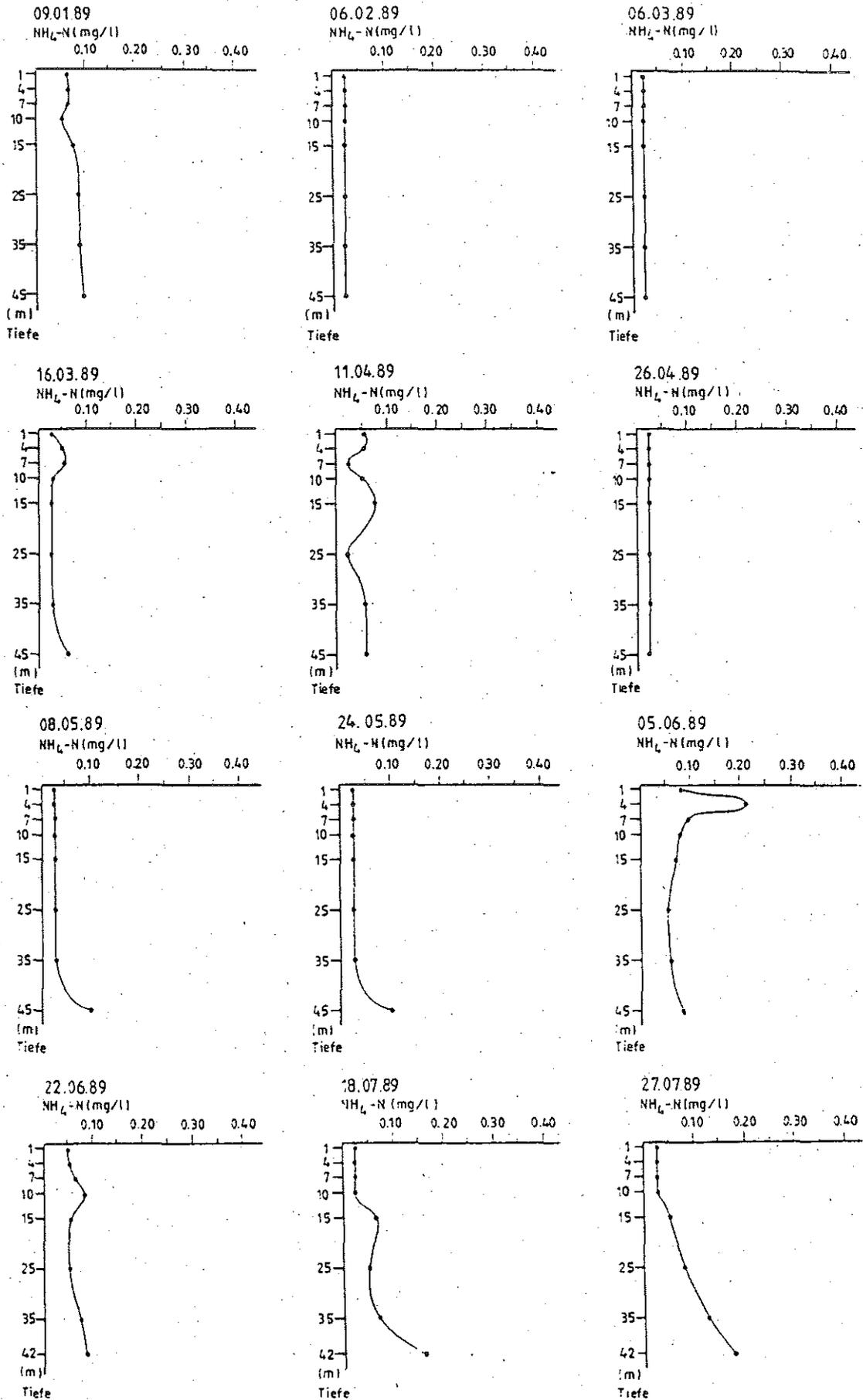


Abb. 26a: Vertikalprofile der Ammonium-Konzentration ($\text{mg NH}_4\text{-N/l}$) im Schluensee an der tiefsten Stelle 1989/90

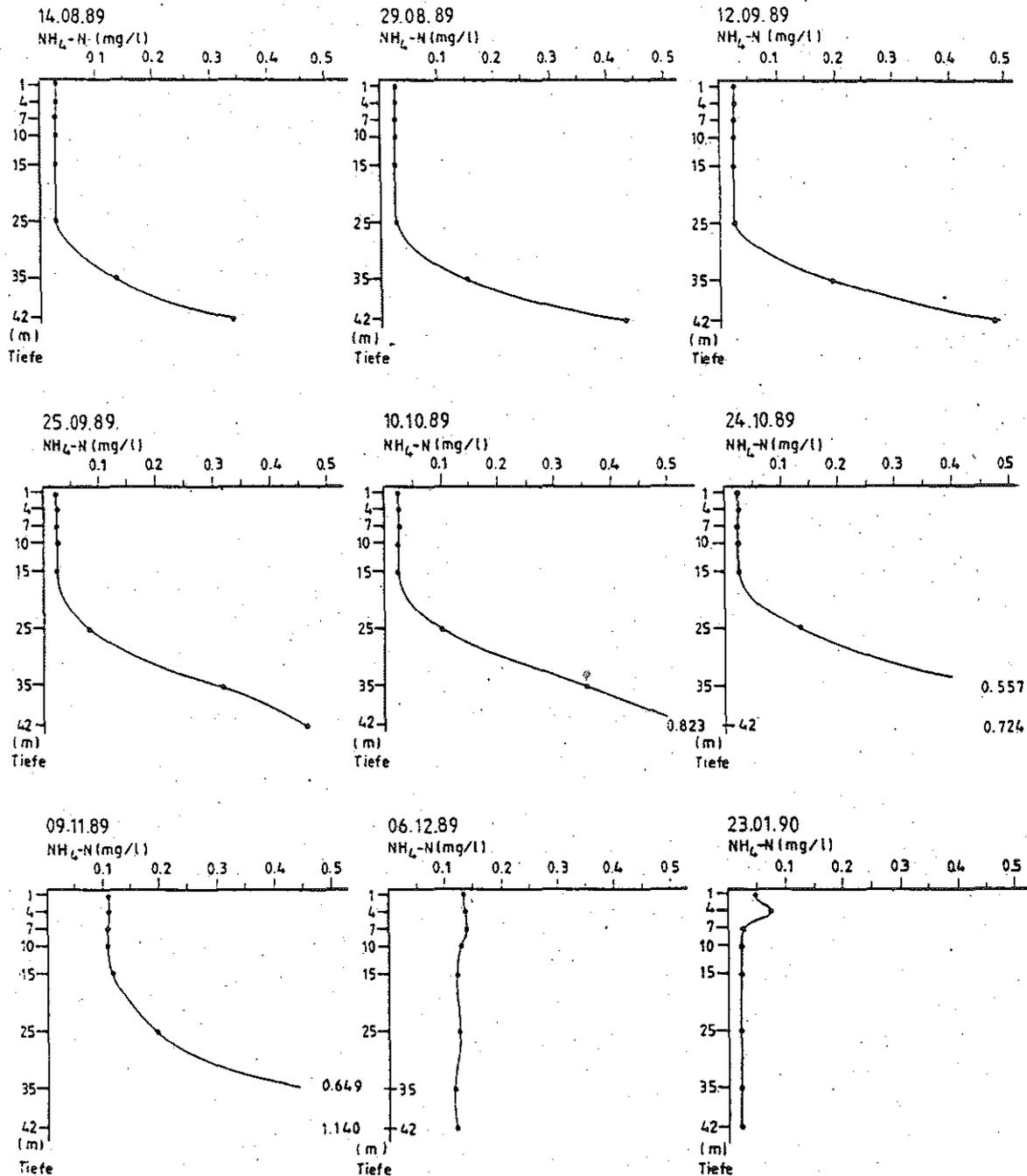


Abb. 26b: Vertikalprofile der Ammonium-Konzentration (mg NH₄-N/l) im Schluensee an der tiefsten Stelle 1989/90

Gegen Ende des Frühjahrsalgenmaximums (Mai, Juni 1989) stieg die Ammonium-Konzentration im Hypolimnion kontinuierlich an. Im Epilimnion wurde hingegen ein sprunghafter kurzfristiger Anstieg auf bis zu 0,2 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ festgestellt (Abb. 26a, 05.06.89). Dies zeigt die Bedeutung von Zersetzungsprozessen nach Zusammenbruch der Algenblüte. Im weiteren Verlauf des Sommers lagen die Ammonium-Konzentrationen im Epilimnion von Juli bis Oktober 1989 unter der Nachweisgrenze. Ammonium wurde also als Pflanzennährstoff weitgehend aufgezehrt.

Im Hypolimnion stiegen die Ammonium-Konzentrationen ab August im bodennahen Bereich leicht, von Oktober bis November 1989 stark bis auf 1,2 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ an (Abb. 26b). Da zur gleichen Zeit bei Sauerstoff-Mangel die Nitrat-Konzentrationen zurückgingen (Abb. 24b), ist auf eine Nitrat-Ammonifikation ($\text{NO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NH}_4$) zu schließen. Diese blieb aber im wesentlichen auf die bodennahen Wasserschichten (35 und 42 m Wassertiefe) beschränkt. Da sich die Gesamt-Stickstoff-Konzentrationen zur Zeit des Anstiegs der Ammonium-Konzentrationen nicht änderten (Abb. 23), war eine Freisetzung von Ammonium aus dem Sediment wahrscheinlich von untergeordneter Bedeutung.

Nach Einsetzen der Zirkulation im Dezember 1989 lagen die Ammonium-Konzentrationen in der ganzen Wassersäule bei 0,1 - 0,2 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ und sanken im Januar weitgehend unter die Nachweisgrenze (Abb. 27). Bei guter Sauerstoff-Versorgung wurde also das vorhandene Ammonium in dieser Zeit zu Nitrat oxidiert.

Nitrit (NO_2) ist ein kurzlebiges Zwischenprodukt bei Umwandlungen von Nitrat bzw. Ammonium.

Die meiste Zeit des Jahres 1989 lag Nitrit im Schluensee in sehr geringen Konzentrationen vor ($< 0,01$ mg $\text{NO}_2\text{-N/l}$) (Abb. 29). Erst ab August stiegen die Nitrit-Konzentrationen im Hypolimnion zunächst in den bodennahen Schichten, später auch bei 25 m Wassertiefe auf Werte um 0,1 mg $\text{NO}_2\text{-N/l}$ an (Abb. 28b). Dies deutet auf die oben beschriebenen Denitrifikations-, Ammonifikations- und Nitrifikationsprozesse hin.

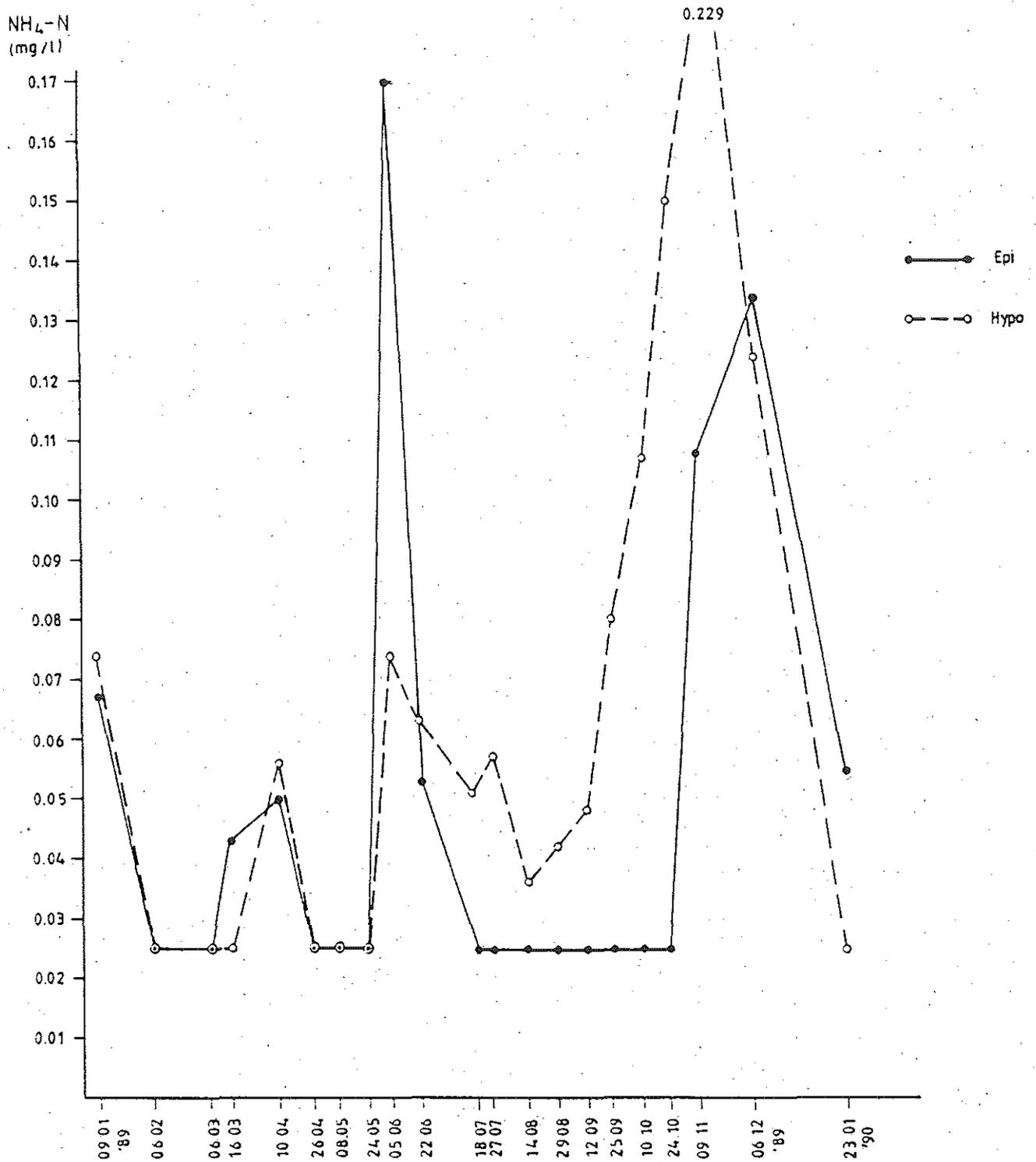


Abb. 27: Jahresgang der volumengewichteten Mittelwerte der Ammonium-Konzentrationen (mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$) im Epilimnion und Hypolimnion des Schluensees (Berechnung siehe Kap. 12.1.1). Werte unter der Bestimmungsgrenze von 0,05 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ sind als 0,025 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ dargestellt.

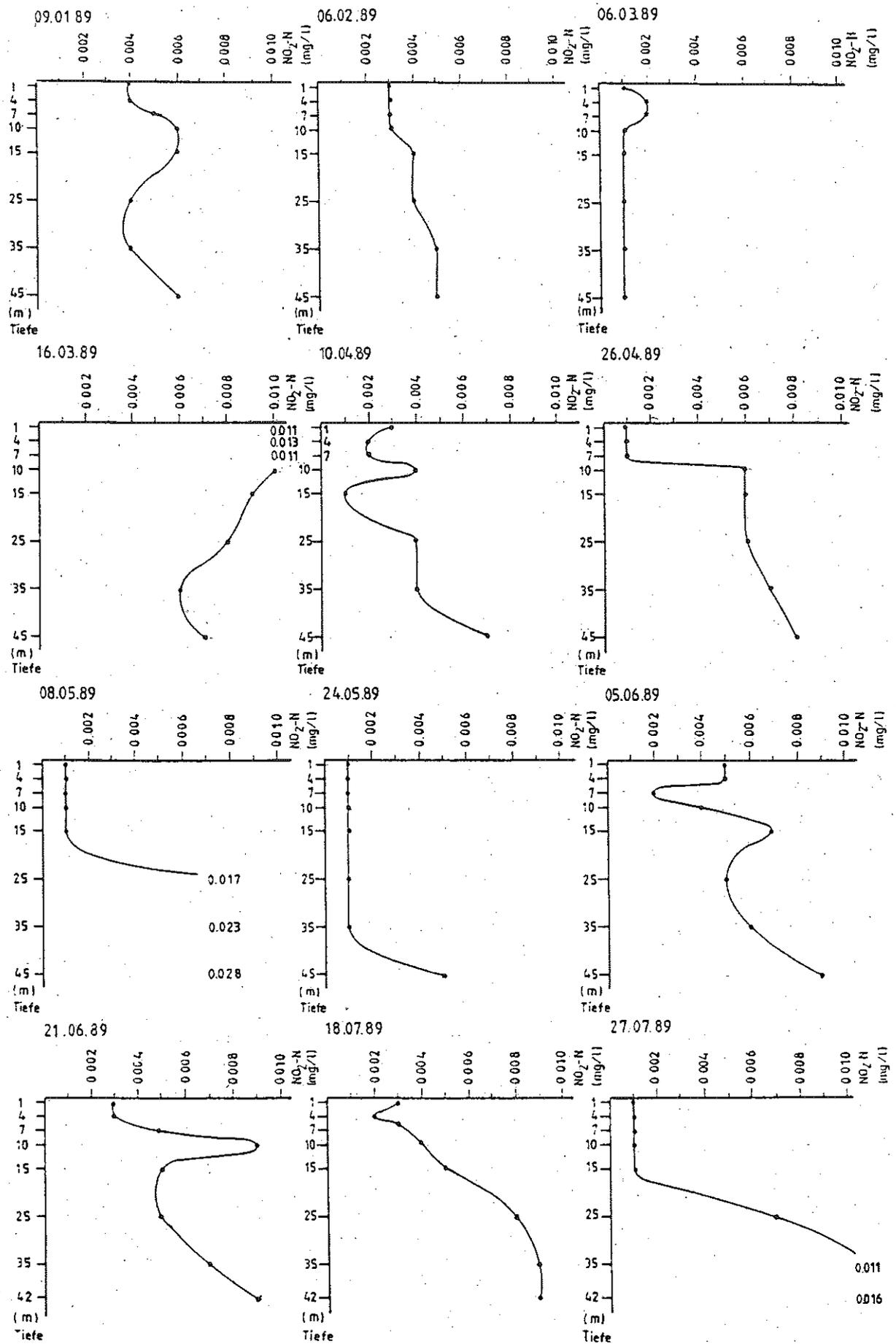


Abb. 28a: Vertikalprofile der Nitrit-Konzentration (mg NO₂-N/l) im Schlensee an der tiefsten Stelle 1989/90

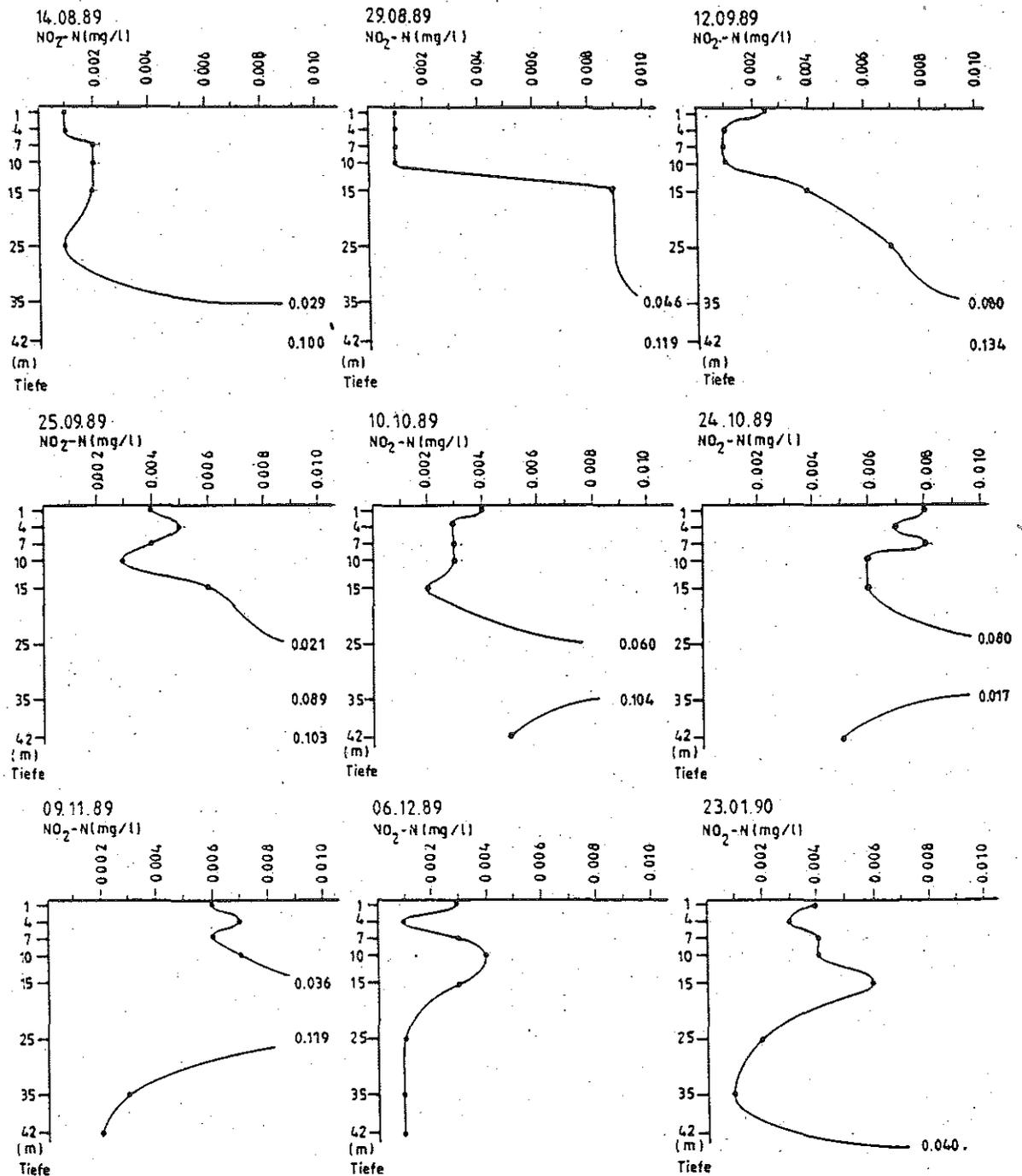


Abb. 28b: Vertikalprofile der Nitrit-Konzentration (mg NO₂-N/l) im Schlensee an der tiefsten Stelle 1989/90

Nach Einsetzen der Zirkulation lag die Nitrit-Konzentration wieder bei sehr niedrigen Werten ($< 0,002 - 0,004 \text{ mg NO}_2\text{-N/l}$).

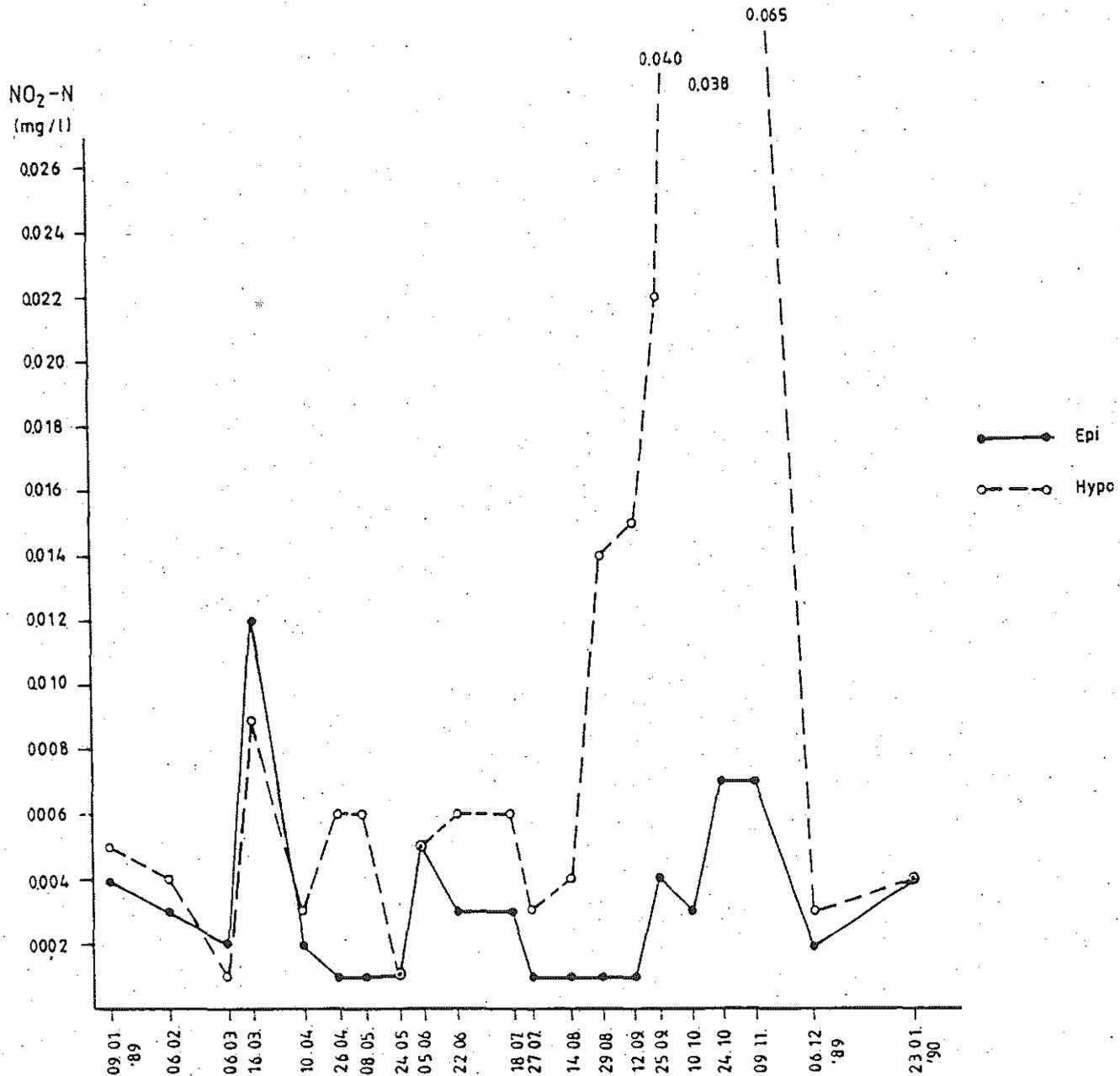


Abb. 29: Jahresgang der volumengewichteten Mittelwerte der Nitrit-Konzentration ($\text{mg NO}_2\text{-N/l}$) im Epilimnion und Hypolimnion des Schlensees (Berechnung siehe Kap. 12.1.1). Werte unter der Bestimmungsgrenze von $0,002 \text{ mg NO}_2\text{-N/l}$ sind als $0,001 \text{ mg NO}_2\text{-N/l}$ dargestellt.

Veränderungen im Stickstoff-Haushalt des Schluensees in der Vergangenheit

Ein Vergleich der 1989 im Schluensee festgestellten Situation mit früheren Untersuchungen ergibt deutliche Veränderungen:

OHLE (1962, 1964) beschreibt, daß Denitrifikationsprozesse, also die Reduktion von Nitrat zu atomarem Stickstoff, Anfang der 60er Jahre auf die bodennahen Schichten im See beschränkt waren. 1989 fand dieser Prozeß zum Ende der sommerlichen Schichtungsperiode im gesamten Hypolimnion statt. Früher waren also die sauerstofffreien Bereiche, die Voraussetzung für das Abfließen der Denitrifikation sind, nur an der Sediment-Wasser-Kontaktzone vorhanden. Heute ermöglicht eine erhöhte Sauerstoff-Zehrung im Hypolimnion (siehe auch Kap. 5.1.3) Reduktionsprozesse bis in 15 m Wassertiefe, d. h. 30 m über Grund.

Die bei stärker reduktiven Bedingungen ablaufende Nitrat-Ammonifikation, d. h. die Reduktion von Nitrat zu Ammonium, war laut OHLE (1962, 1964) Anfang der 60er Jahre ebenfalls auf die bodennahen Zonen beschränkt und setzte ab etwa September ein. Es wurden jedoch über Grund auch vor ca. 30 Jahren schon Spitzenwerte von $1,3 \text{ mg NH}_4\text{-N/l}$ gegen Ende der Schichtungsperiode festgestellt. Auch in diesem Fall erstreckten sich die Reduktionsprozesse 1989 auf etwas höhere Wasserschichten (bis 35 m Wassertiefe), setzten früher im Jahr ein (ab August 1989), und im Frühherbst (September 1989) wurden deutlich höhere Ammonium-Konzentrationen über Grund als in den 60er Jahren zur gleichen Zeit festgestellt (Abb. 30).

Die Veränderungen im Stickstoffhaushalt des Schluensees sind also im wesentlichen auf die Verschlechterung der Sauerstoffbedingungen im Tiefenwasser im Sommer zurückzuführen. Dies wiederum weist auf eine gestiegene hypolimnische Sauerstoffzehrung durch eine gestiegene Produktion in den oberflächennahen Bereichen, also auf eine Entwicklung des Schluensees zum eutrophenen Zustand, hin.

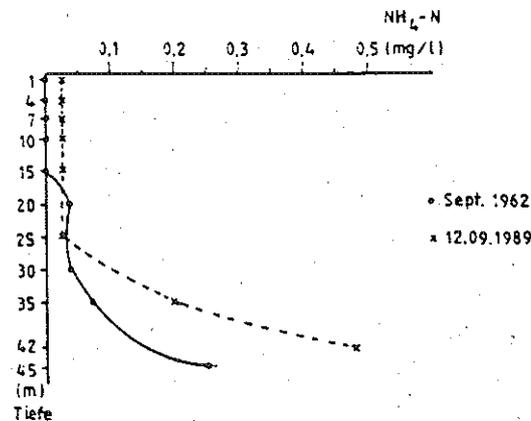


Abb. 30: Vertikalprofile der Ammonium-Konzentration (mg NH₄-N/l) im Schlensee im Herbst 1962 (nach OHLE 1964) und 1989

5.1.8 Phosphor-Haushalt

Phosphor ist wie Stickstoff ein wichtiger Nährstoff für das Algenwachstum. Da er relativ schlecht wasserlöslich ist, liegt er meist in geringen Konzentrationen im Gewässer vor. In vielen weniger nährstoffreichen Seen wird Phosphor als begrenzender Faktor für das Algenwachstum angesehen. Mit zunehmender Düngung der Seen gewinnen jedoch in Schleswig-Holstein auch Stickstoff und das Licht Bedeutung als wachstumsbegrenzende Faktoren.

Im Verlauf des Frühjahrs 1989 sanken die Gesamt-Phosphor-Konzentrationen in der Wassersäule des Schlensees von anfangs 0,12 - 0,14 mg P/l auf ca. 0,06 mg P/l (Abb. 31a). Gegen Ende des Frühjahrsalgenmaximums sanken sie im Epilimnion bis unter die Nachweisgrenze von 0,02 mg P/l (Abb. 31a, 32, in den Abbildungen als 0,01 mg P/l dargestellt). Das Epilimnion verarmte also durch Absinken von Organismen mit ihren inkorporierten Stoffen an Phosphor wie auch an Stickstoff (siehe Kap. 5.1.7).

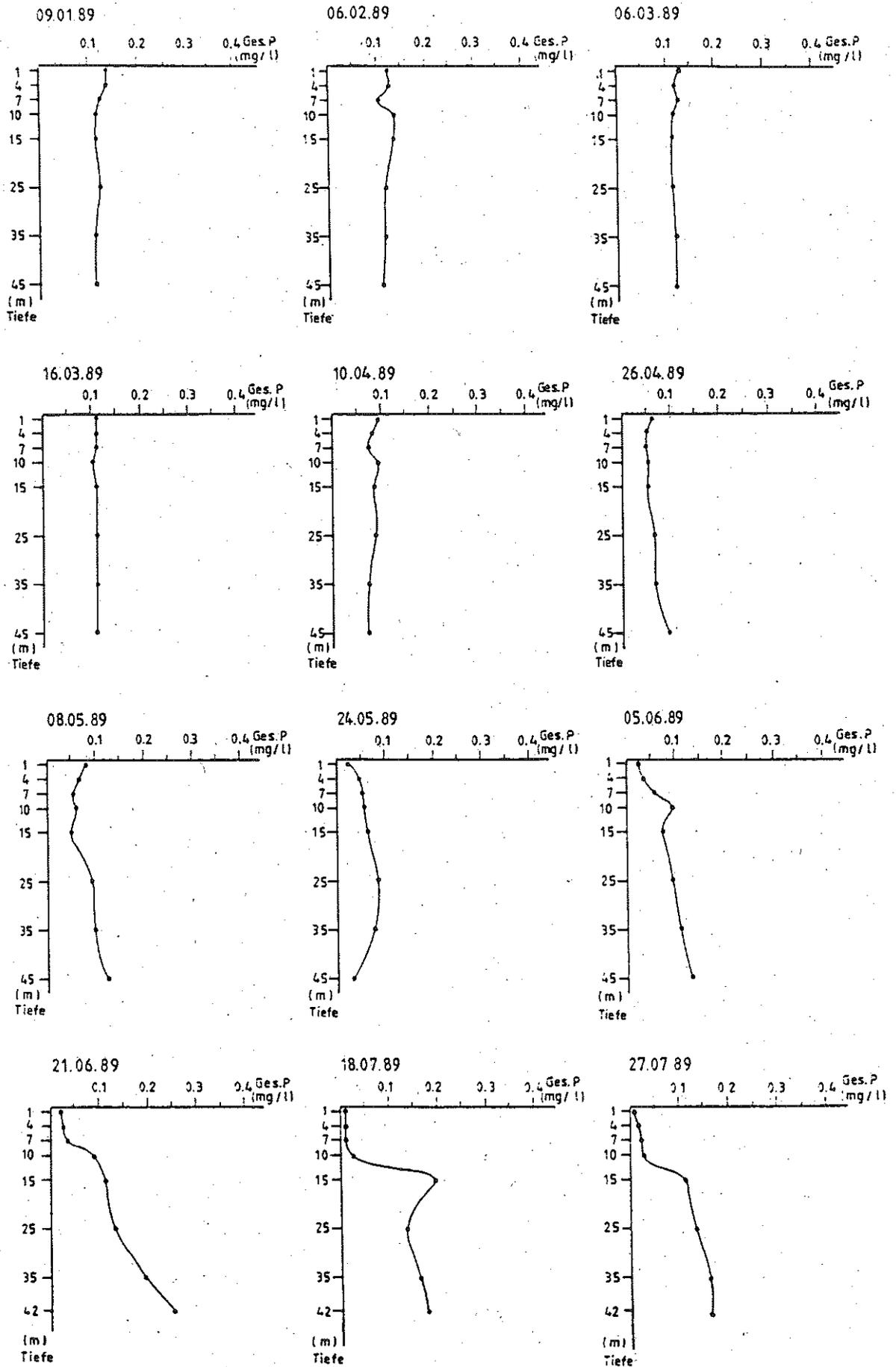


Abb. 31a: Vertikalprofile der Gesamt-Phosphor-Konzentration (mg P/l) im Schlensee an der tiefsten Stelle 1989/90

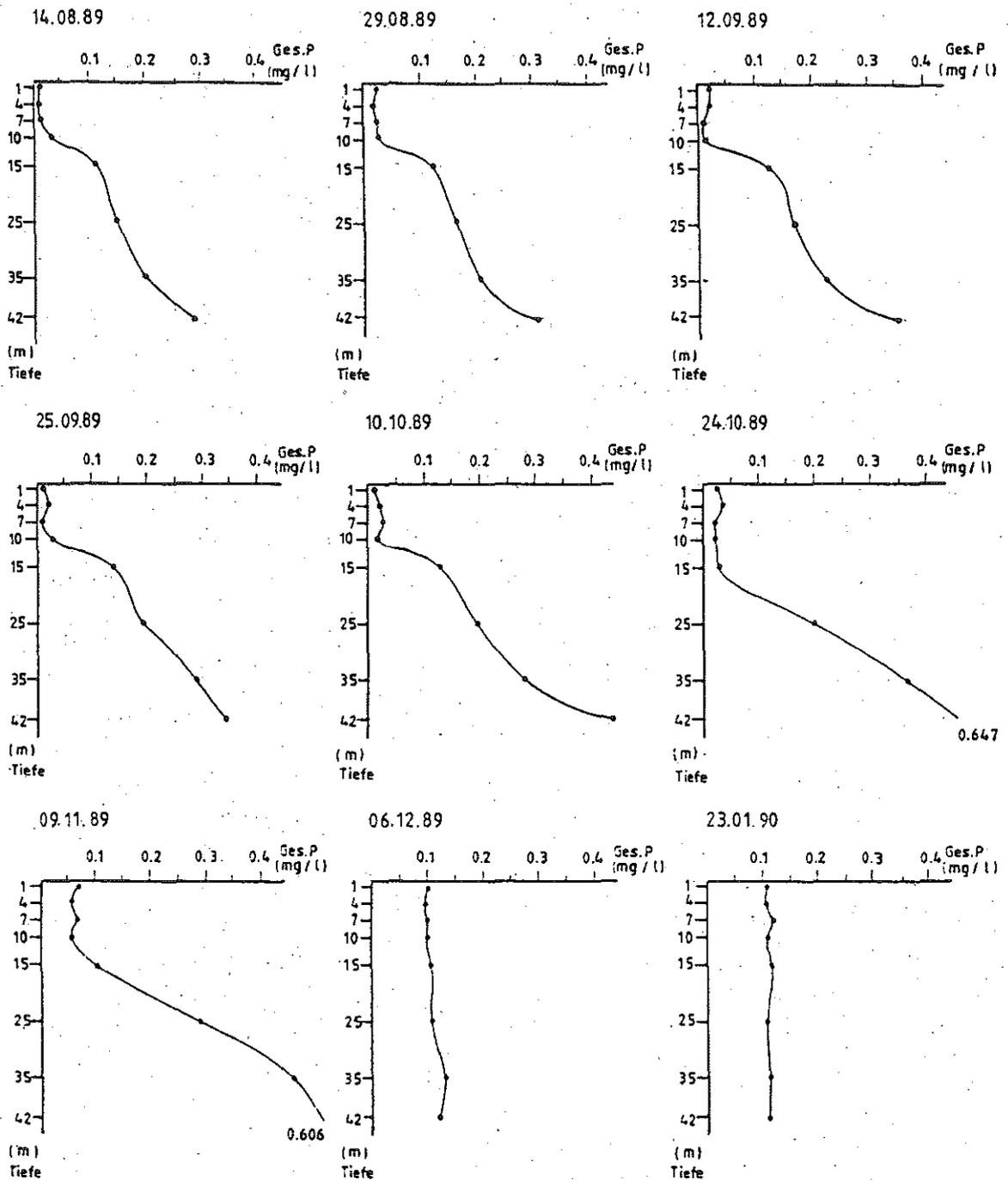


Abb. 31b: Vertikalprofile der Gesamt-Phosphor-Konzentration (mg P/l) im Schlensee an der tiefsten Stelle 1989/90

Im Hypolimnion stiegen die Phosphor-Konzentrationen während der sommerlichen Schichtungsperiode mit zunehmender Wassertiefe kontinuierlich an (Abb. 31b). Gegen Ende der Schichtungsperiode wurden über dem Grund Spitzenwerte von mehr als 0,6 mg P/l festgestellt. Da zu diesem Zeitpunkt die Phosphor-Konzentration im Epilimnion konstant blieb bzw. durch die Durchmischung mit tieferen, nährstoffreicheren Schichten stieg, scheint eine Phosphor-Freisetzung aus dem Sediment, also eine interne Düngung, erfolgt zu sein.

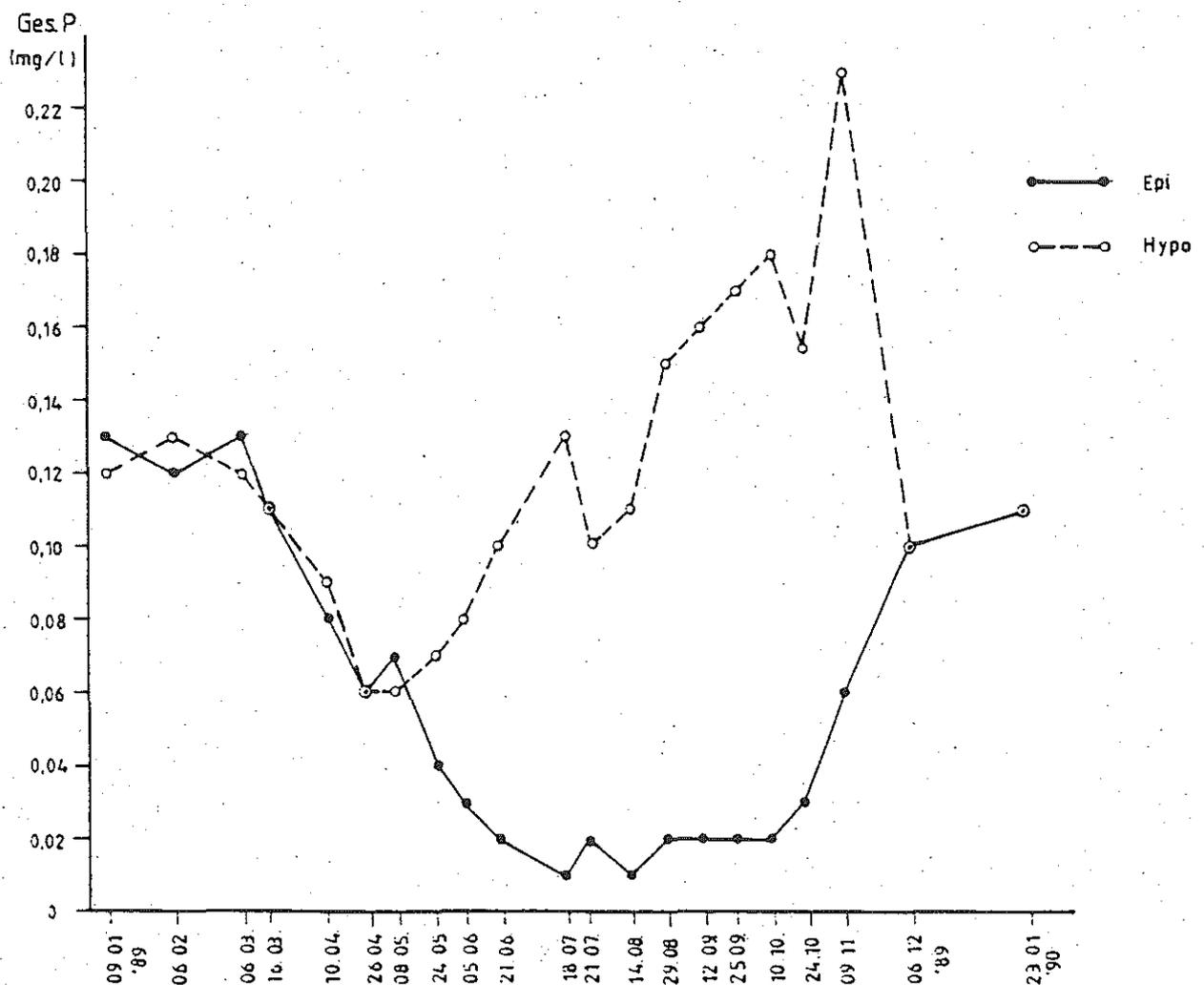


Abb. 32: Jahresgang der volumengewichteten Mittelwerte der Gesamt-Phosphor-Konzentration (mg P/l) im Epilimnion und Hypolimnion des Schlensees (Berechnung siehe Kap. 12.1.1). Werte unter der Bestimmungsgrenze von 0,02 mg P/l sind als 0,01 mg P/l dargestellt.

Nach Einsetzen der Zirkulation lagen die Phosphor-Konzentrationen im gesamten Wasserkörper wieder bei gut 0,1 mg P/l.

Phosphat ist ein wichtiger Pflanzennährstoff.

Zu Beginn des Jahres 1989 lag in der gesamten Wassersäule des Schluensees Phosphat in Konzentrationen um 0,08 mg PO_4 -P/l vor (Abb. 33a).

Im Verlauf der Frühjahrsalgenblüte fielen die Phosphat-Konzentrationen insbesondere im Epilimnion auf Werte unter der Nachweisgrenze von 0,005 mg PO_4 -P/l ab (in den Abbildungen als 0,0025 mg PO_4 -P/l dargestellt). Auch während der gesamten sommerlichen Schichtungsperiode konnte Phosphat im Epilimnion nicht nachgewiesen werden. Da 0,005 mg PO_4 -P/l eine sehr niedrige Nachweisgrenze ist, kann davon ausgegangen werden, daß Phosphat zu dieser Zeit für das Phytoplanktonwachstum im Schluensee begrenzend war und seine Verknappung in den oberflächennahen Schichten die Ausbildung einer ausgeprägten Planktonblüte im Hochsommer verhinderte.

Im Hypolimnion stieg die Phosphat-Konzentration nach Zusammenbruch des Frühjahrsalgenmaximums durch die Zersetzung der absinkenden Algen stark an auf Werte von bis zu 0,2 mg PO_4 -P/l. Im weiteren Verlauf der sommerlichen Schichtungsperiode verliefen die Phosphat-Konzentrationen ähnlich denen des Gesamt-Phosphors; Phosphor lag zu dieser Zeit ganz überwiegend in gelöster anorganischer Form vor. Auch beim Phosphat wurde ein Anstieg bis auf Werte um 0,5 mg PO_4 -P/l in Bodennähe festgestellt (Abb. 33b).

Im Dezember, nach Einsetzen der Zirkulation, wurden in der gesamten Wassersäule Werte von knapp 0,1 mg PO_4 -P/l festgestellt (Abb. 34).

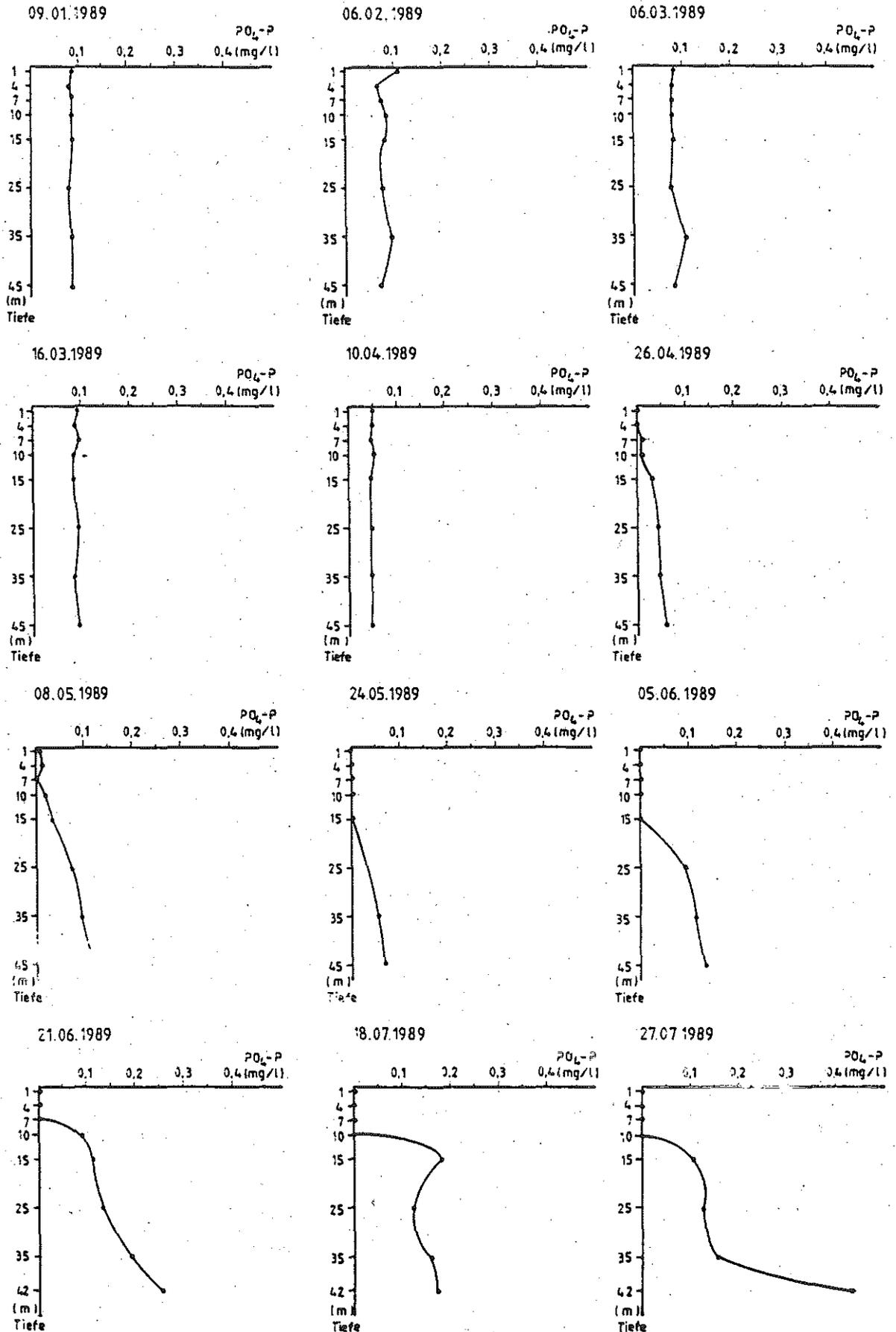


Abb. 33a: Vertikalprofile der Phosphat-Konzentration (mg PO₄-P/l) im Schlensee an der tiefsten Stelle 1989/90

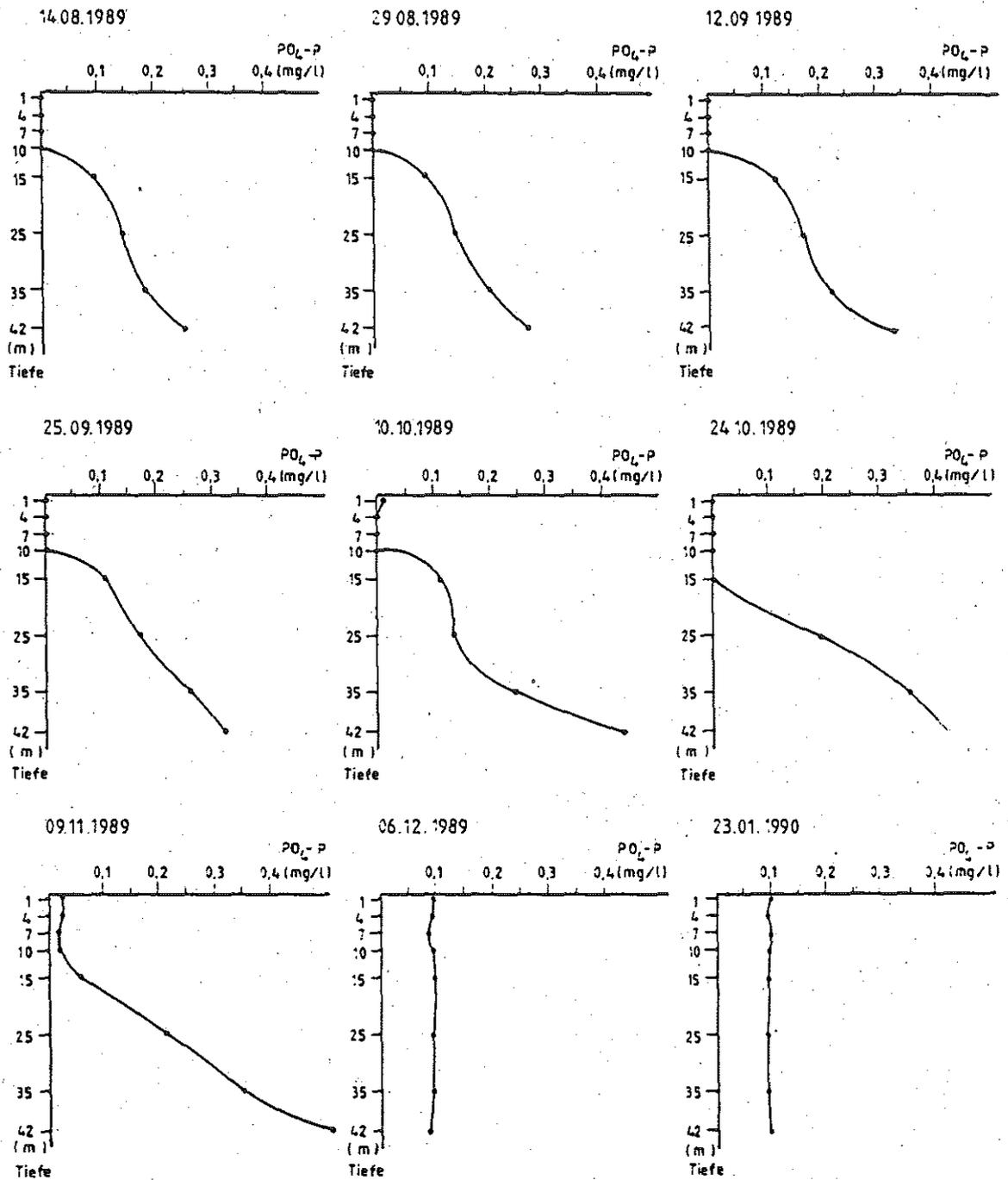


Abb. 33b: Vertikalprofile der Phosphat-Konzentration (mg PO_4-P/l) im Schlensee an der tiefsten Stelle 1989/90

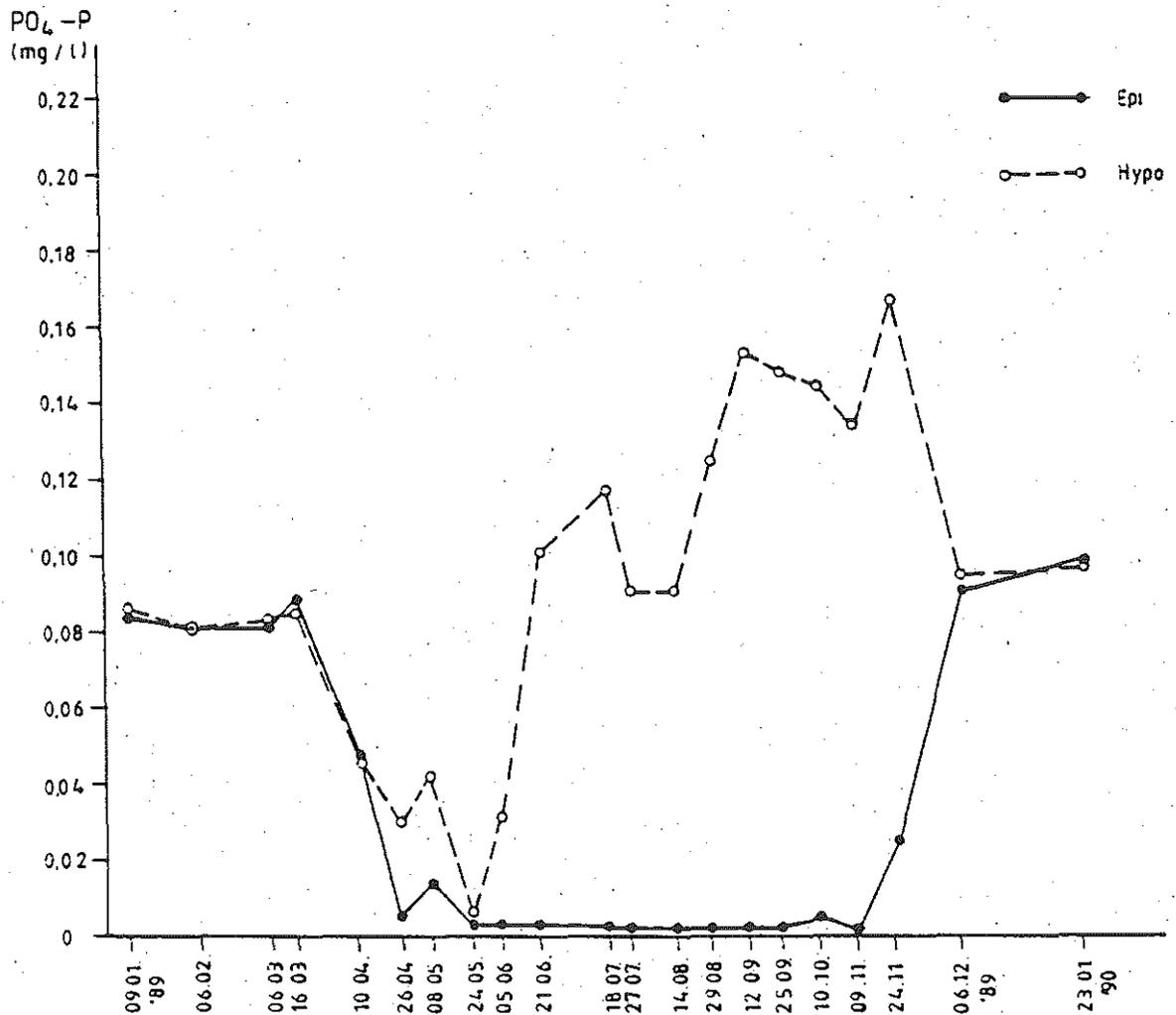


Abb. 34: Jahresgang der volumengewichteten Mittelwerte der Phosphat-Konzentration (mg PO₄-P/l) im Epilimnion und Hypolimnion des Schluensees (Berechnung siehe Kap. 12.1.1). Werte unter der Bestimmungsgrenze von 0,005 mg PO₄-P/l sind als 0,0025 mg PO₄-P/l dargestellt.

N/P-Verhältnis

Das Verhältnis der Stickstoff- zur Phosphorkonzentration wird häufig herangezogen, um den begrenzenden Stoff für das Phytoplanktonwachstum zu ermitteln. Dies ist in der Literatur allerdings umstritten (siehe z. B. ZEVENBOOM et al. 1982).

FORSBERG stellte zur Beurteilung des wachstumsbegrenzenden Faktors Grenzwerte des N/P-Verhältnisses auf:

Gesamt-N/Gesamt-P	begrenzender Faktor	Gesamt-N/Gesamt-P im Epilimnion des Schluensees
< 10	N	Jan. - Apr. 89 Nov. 89 - Jan. 90
10 - 17	N, und/oder P	Apr. - Juni 89
> 17	P	Juni - Okt. 89

N/P-Verhältnisse im Epilimnion des Schluensees während der sommerlichen Schichtungsphase von > 50 deuten auf sehr geringe Phosphor-Konzentrationen im Verhältnis zur Stickstoff-Konzentration hin und stützen, bei relativ hohen Sichttiefen, die bereits oben aufgestellte Hypothese, daß zu dieser Zeit Phosphor das Phytoplanktonwachstum begrenzte.

Da außer Stickstoff und Phosphor auch z. B. Licht, Silikat, niedrige Temperaturen oder Fraßdruck das Planktonwachstum begrenzen können, sind für die Zeit von Herbst bis Frühsommer im Schluensee jeweils wechselnde limitierende Faktoren anzunehmen (siehe auch Kap. 6.1).

Vergleiche mit älteren Untersuchungen zeigen, daß sich z. B. gegenüber 1967 (HAGEDORN 1969) die Phosphat-Akkumulation über Grund im Herbst 1989 deutlich erhöht hat (Abb. 35). Auch hier sind, wie bei den Veränderungen des Stickstoff-Haushaltes, eine erhöhte Produktivität des Sees verbunden mit verschlechterten Sauerstoffbedingungen im Tiefenwasser wahrscheinlich die Ursache.

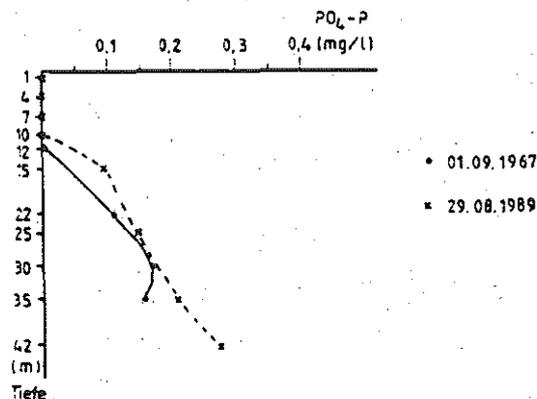


Abb. 35: Vertikalprofile der Phosphat-Konzentration (mg PO₄-P/l) im Schluensee im Herbst 1967 (nach HAGEDORN 1969) und 1989

5.2 Sediment

Der Seegrund des Schluensees wies einen vorwiegend sandigen Uferbereich bis zu einer Wassertiefe von ca. 13 m auf. An den von Pflanzen bewachsenen Bereich, der bis ca. 6 m Tiefe reichte, schloß sich die Schalenzone an und reichte bis etwa 13 m Wassertiefe (Stelle 3, Tab. 10). Hier fand sich viel Schill von toten Schnecken und Muscheln. Die vorherrschende Substratkonsistenz war sandig.

Tab. 10: Sedimentcharakteristik an verschiedenen Stellen im Schluensee

Probe	Tiefe (m)	Konsistenz	Farbe	Geruch (H ₂ S)
1a	7	Schill	beige/grau	-
1b	9	Gyttja		-
2a	11,5	sandig mit Gyttja, Schill	beige/schwarz	(+)
2b	14	Gyttja	dunkelgrau/beige	(+)
2c	18	Gyttja mit oxidiertes Oberfl.	schwarz	(+)
3a	13	sandig, gr. Blatteile Schill	beige	-
3b	14,5	Gyttja, 0,5 cm oxid. Oberflächenschicht	schwarz	-
3c	16	Gyttja	schwarz	-
3d	17	Gyttja	schwarz	(+)
4	19	Gyttja (5 cm starke Aufl.) oxidierte Oberflächenschicht Grobdetritus	schwarz/beige	(+)
5	26,5	Gyttja (15 cm starke Aufl.) 1 - 2 cm oxid. Oberflächenschicht	schwarz (beige)	-
6	36	Gyttja (23 cm starke Auflage) sehr dünne oxid. Oberflächenschicht	schwarz	-
7	42	Gyttja (> 25 cm starke Auflage)	schwarz	-

Unterhalb der Schalenzone begann der Sedimentakkumulationsbereich, der von Gytta, d. h. von weichem feinkörnigen, bis zu 50 % aus organischem Material bestehendem Sediment bedeckt war. Die Auflage von Gytta stieg mit zunehmender Wassertiefe von wenigen cm (Stelle 4, 19 m Tiefe) auf mehr als 25 cm Dicke an Stelle 7 (42 m Tiefe) an (Tab. 10). Im oberen Bereich des Sedimentes war bis auf die tiefste Stelle jedoch ein heller oxidierter Bereich sichtbar. Diese oxidierte Mikrozone verhindert, solange sie existiert, die explosionsartige Freisetzung von Nährstoffen, insbesondere Phosphat und Ammonium, aus dem Sediment. Dementsprechend roch das Sediment im Mai 1990 nur in wenigen Fällen und nur schwach nach Schwefelwasserstoff, der reduktive Bedingungen (Fäulnisprozesse) anzeigt. Auch im Tiefenwasser wurden, wie in Kap. 5.1 dargestellt, keine sprunghaften Nährstoffzunahmen festgestellt.

UNGEMACH (1960) untersuchte die Sedimente des Schluensees chemisch in 10 m, 28 m und 40 m Wassertiefe. Er stellte fest, daß die vorgefundene Gytta sehr kalkhaltig war - Kalziumkarbonat (CaCO_3) machte 50 - 60 % der Trockensubstanz des Sedimentes aus. An der Sedimentoberfläche fand er lebende Kieselalgen.

6. Lebensgemeinschaften im und am Schluensee

6.1 Plankton

6.1.1 Phytoplankton und Chlorophyll a

Die Chlorophyll a-Konzentration im Wasser ist ein Maß für das aktive photosynthetische Pigment der planktischen Algen und charakterisiert grob die Algenbiomasse. Dementsprechend verläuft der Jahresgang der Chlorophyll a-Konzentration im Epilimnion (Abb. 36) parallel zu der mit dem Mikroskop bestimmten Biomasse des Phytoplanktons in 1 m Tiefe (Abb. 37).

Die Chlorophyll a-Konzentration im Schluensee wies ein Maximum im April 1989 mit ca. 20 µg Chl a/l auf. Im weiteren Verlauf des Sommers wurden noch 2 - 3 kleinere Spitzenwerte um 5 - 10 µg Chl a/l festgestellt (Abb. 36).

Dies weist den Schluensee als relativ unproduktiven See aus. Die höchsten Algendichten waren im Frühjahr möglich, zur Zeit der Frühjahrszirkulation und damit der höchsten Nährstoffkonzentrationen in den oberflächennahen Schichten (siehe Kap. 5.1). Im Sommer konnten bei zunehmender Nährstoffverknappung in den oberflächennahen Bereichen dieses tiefen Sees nur noch relativ geringe Planktonmengen aufgebaut werden.

Die Tiefenprofile der Chlorophyll a-Konzentration (Abb. 38a) zeigen im Frühjahr während der Zirkulation gleichmäßige Werte in allen Tiefen (10.4.1989). Zu dieser Zeit dominierten runde Kieselalgen (v. a. *Stephanodiscus astrea*) mit knapp 5 mm³/l (Abb. 37). Bereits zwei Wochen später war, bei wenig veränderten Chlorophyll a-Konzentrationen im Epilimnion, die Biomasse der Kieselalgen in 1 m Wassertiefe stark zurückgegangen auf 0,4 mm³/l. *Rhodomonas lens* und andere Flagellaten hatten hingegen an Bedeutung gewonnen (> 2 mm³/l).

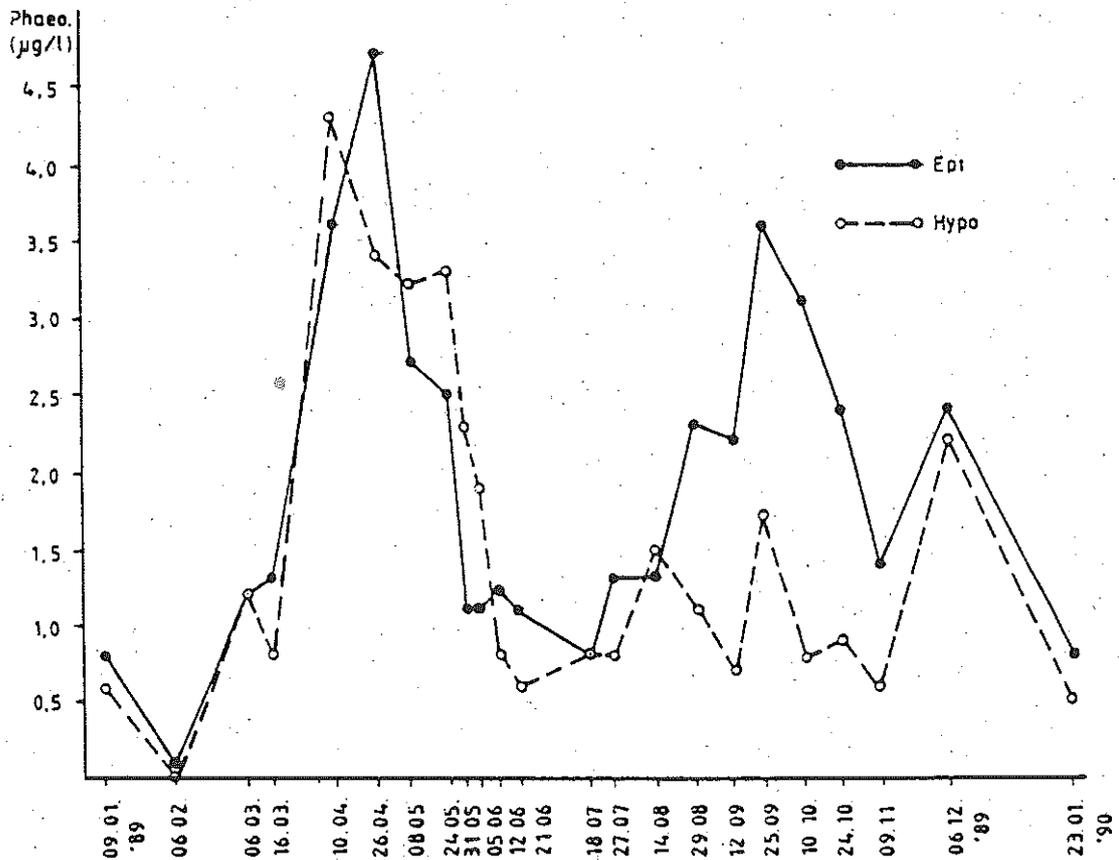
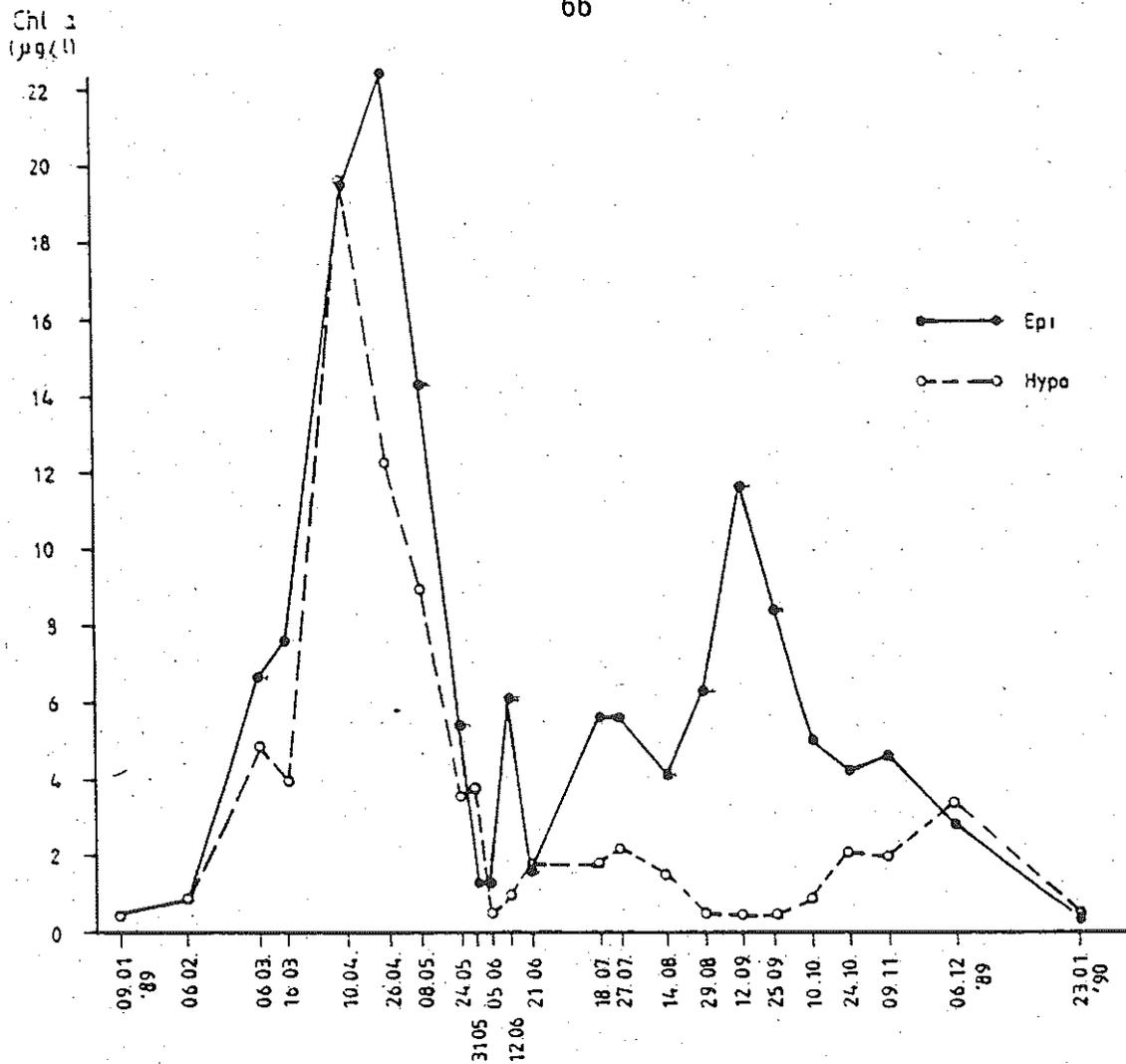
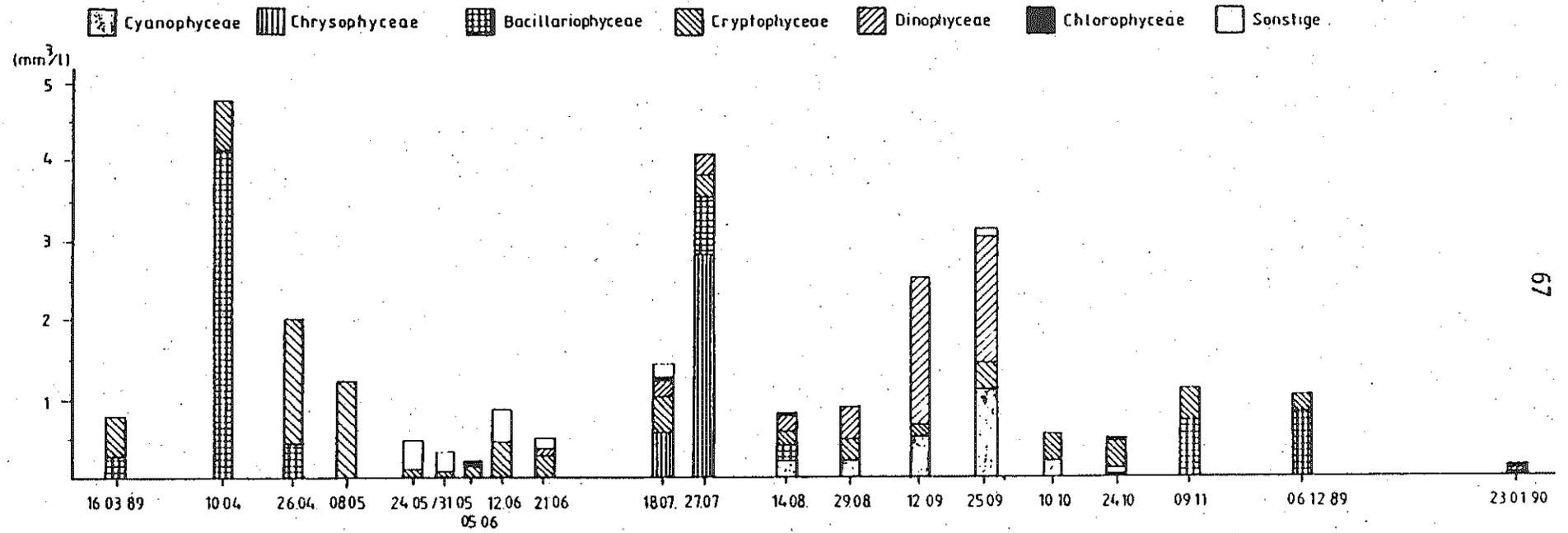


Abb. 36: Jahrgang der volumengewichteten Mittelwerte der Chlorophyll a- und Phaeophytin-Konzentration ($\mu\text{g/l}$) im Epilimnion und Hypolimnion des Schluensees 1989/90 (Berechnung siehe Kap. 12.1.1)

Abb. 37: Jahresgang des Phytoplankton-Biovolumens (mm^3/l) im Schluensee 1989/90 in 1 m Tiefe



Das Absinken der schweren Kieselalgenschalen spiegelt sich im Tiefenprofil der Chlorophyll a-Konzentration am 26.04.1990 wider mit geringen Konzentrationen im oberen Hypolimnion und steigenden Werten über Grund (Abb. 38a). Die relativ hohen Phaeophytin-Konzentrationen (um 3 µg/l) im Hypolimnion bei gleichzeitig zurückgehenden Chlorophyll a-Konzentrationen im Tiefenwasser verdeutlichen, daß sich der Abbau v. a. der absinkenden Kieselalgen noch bis Ende Mai 1989 intensiv fortsetzte (Abb. 35). Dieser mit Sauerstoffverbrauch verbundene Abbau machte sich auch durch das Absinken der Sauerstoffkonzentrationen und pH-Werte im Hypolimnion bemerkbar (siehe Kap. 5.1).

Der Rückgang der Kieselalgen ist wahrscheinlich auf eine Kombination verschiedener Effekte zurückzuführen. Zum einen erschwerte das Einsetzen der Temperatur-Schichtung den relativ schweren Kieselalgen, in der durchlichteten Zone zu verbleiben, ein großer Teil sank in das Hypolimnion und starb dort ab. Zum anderen ist von anderen Seenuntersuchungen bekannt, daß durch die Entwicklung von Kieselalgen die Silikat-Konzentrationen im Wasser so stark reduziert werden, daß sie begrenzend auf das Kieselalgenwachstum wirken können. Der Fraßdruck des vorhandenen Zooplanktons im Schluensee war wahrscheinlich von untergeordneter Bedeutung.

Bis Juni 1989 gingen die Chlorophyll a-Konzentrationen und Phytoplankton-Biovolumina stark zurück. Kieselalgen verschwanden vollständig und *Rhodomonas lens* und andere Flagellaten wurden in geringen Dichten (bis 0,4 mm³/l) festgestellt. Es stellte sich also nach dem Frühjahrs-kieselalgenmaximum ein Klarwasserstadium mit hohen Sichttiefen (bis > 6 m) ein.

Während dieses Stadiums wurden Ende Mai 1989 in 4 bzw. 7 m Tiefe 4 - 14mal größere Chlorophyll a-Konzentrationen festgestellt als nahe der Oberfläche, wo wegen der geringen Planktondichte sehr viel Licht und damit wahrscheinlich eine Lichthemmung gegeben war (Abb. 38a, 24.5.89, 31.5.89). In den tieferen Schichten hatten sich Flagellaten (*Cryptomonas spp.* und weitere Arten) entsprechend ihres Lichtbedarfs eingeschichtet. Die dominierenden Arten stimmten an den einzelnen Tagen jedoch in beiden Tiefen jeweils überein (siehe Anhang, Kap. 12.2.18).

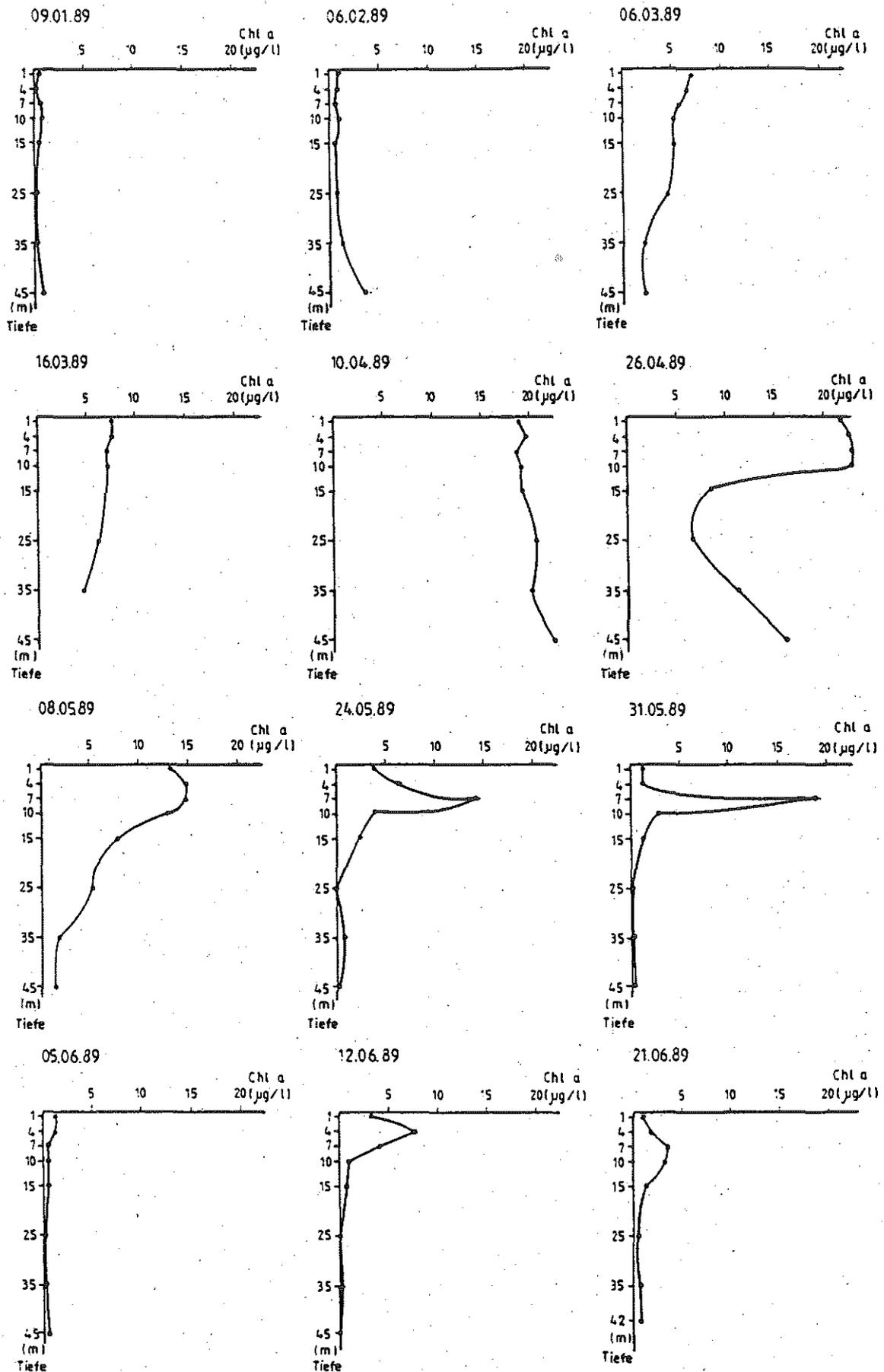


Abb. 38a: Tiefenprofile der Chlorophyll a-Konzentrationen ($\mu\text{g Chl a/l}$) im Schlensee an der tiefsten Stelle 1989/90

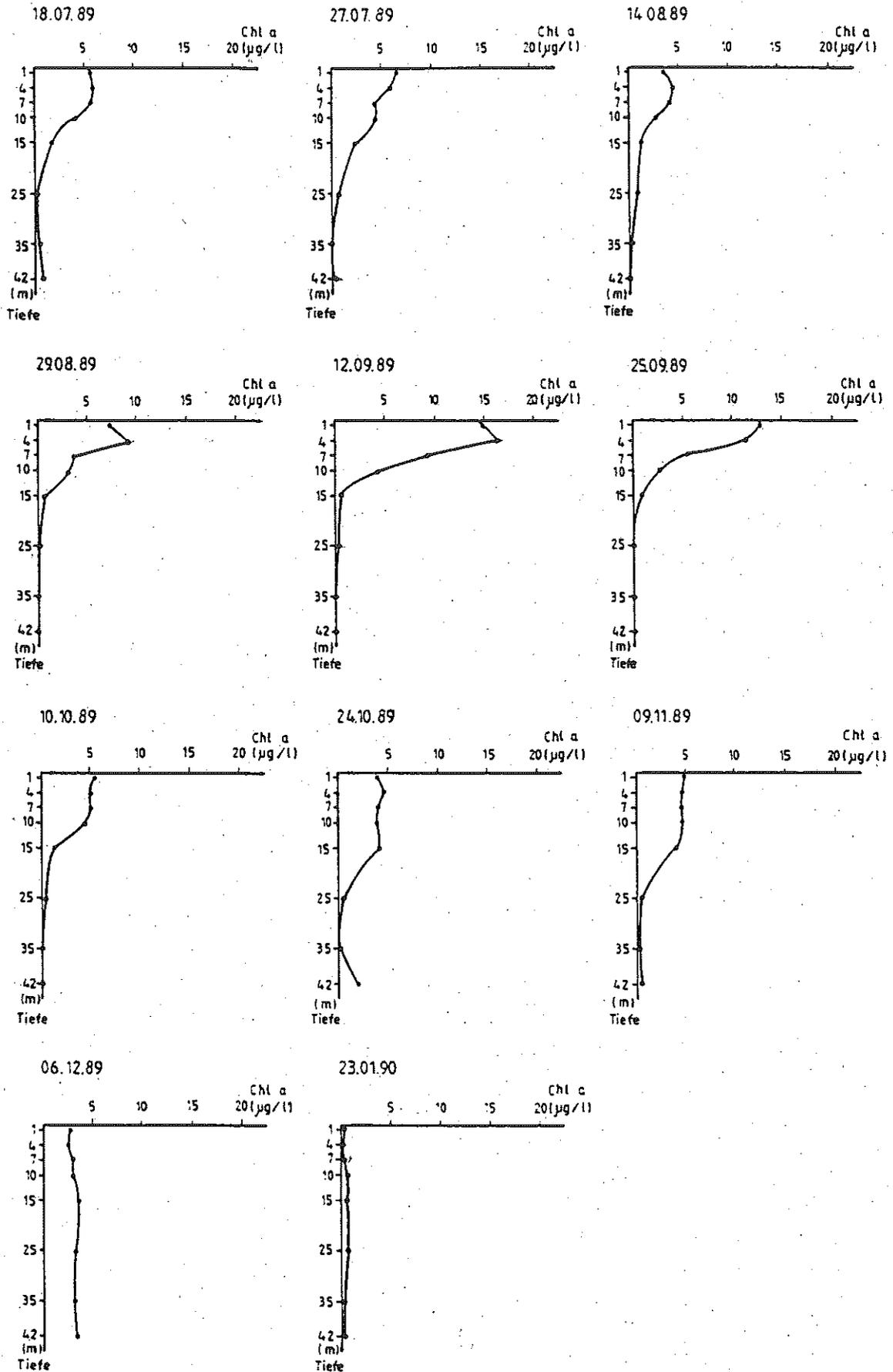


Abb. 38b: Tiefenprofile der Chlorophyll a-Konzentrationen ($\mu\text{g Chl a/l}$) im Schluensee an der tiefsten Stelle 1989/90

Im Sommer herrschten die für diese Zeit typischen langsamwüchsigen großen Formen im Phytoplankton des Schluensees vor. Meist war die Chlorophyll a-Konzentration im Epilimnion relativ gleichmäßig über die verschiedenen Tiefen (Abb. 38b). Es lösten sich nacheinander Goldalgen (*Dinobryon sociale* bis ca. 3 mm³/l) und Dinoflagellaten (v. a. *Ceratium hirundinella* bis knapp 2 mm³/l) ab. Blaualgen, die in vielen schleswig-holsteinischen Seen im Sommer dominieren, erreichten in Schluensee 1989 meist nur geringe Anteile am Phytoplankton-Biovolumen. Die größte Bedeutung hatten sie Ende September, als sie mit ca. 1 mm³/l etwa 1/3 des Gesamtphytoplankton-Biovolumens ausmachten. Es wurden vor allem *Anabaena* spp., *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria prolifica* und *Oscillatoria/Limnothrix* spp. festgestellt (siehe Anhang).

Zwei kleinere Anstiege der durchschnittlichen Phaeophytin-Konzentration auf 1 - 2 µg/l im Hypolimnion im August und September 1989 (Abb. 36) weisen darauf hin, daß kurz nach den sommerlichen epilimnischen Algenentwicklungen die absinkenden Algen im Hypolimnion abgebaut wurden. Dies führte zur weiteren Sauerstoffverknappung im Tiefenwasser (siehe Kap. 5.1).

Im Herbst und Winter gewannen wieder Kieselalgen, diesmal vor allem *Asterionella formosa* und *Fragilaria crotonensis*, längliche Kieselalgen, und *Stephanodiscus astrea* an Bedeutung. Sie erreichten jedoch nur geringe Biovolumina (< 1 mm³/l) und Chlorophyll a-Konzentrationen (< 4 µg Chl a/l). Im Januar 1990 waren vorwiegend unbestimmbare Flagellaten in sehr geringen Dichten (< 0,15 mm³/l) vorhanden.

Cryptomonaden (*Rhodomonas* spp., *Cryptomonas* spp.) waren das ganze Jahr im Phytoplankton des Schluensees vertreten, meist subdominant (siehe Anhang).

Auffallend ist, daß das Plankton des Schluensees sich meist aus mehreren quantitativ wichtigen Arten zusammensetzte. Ausgesprochene Einartdominanzen wurden selten beobachtet. Dies kann eine größere Stabilität der Lebensgemeinschaft und damit auch der Umweltbedingungen bedeuten. Das weitgehende Fehlen von Phytoplanktonarten im Wasser, die auch auf dem Seegrund leben können, wie z. B. kugelige Grünalgen, ist

typisch für tiefe Seen, in denen die Algenbesiedlung des Seegrundes wenig Einfluß auf die Zusammensetzung der Gemeinschaft im Freiwasser hat.

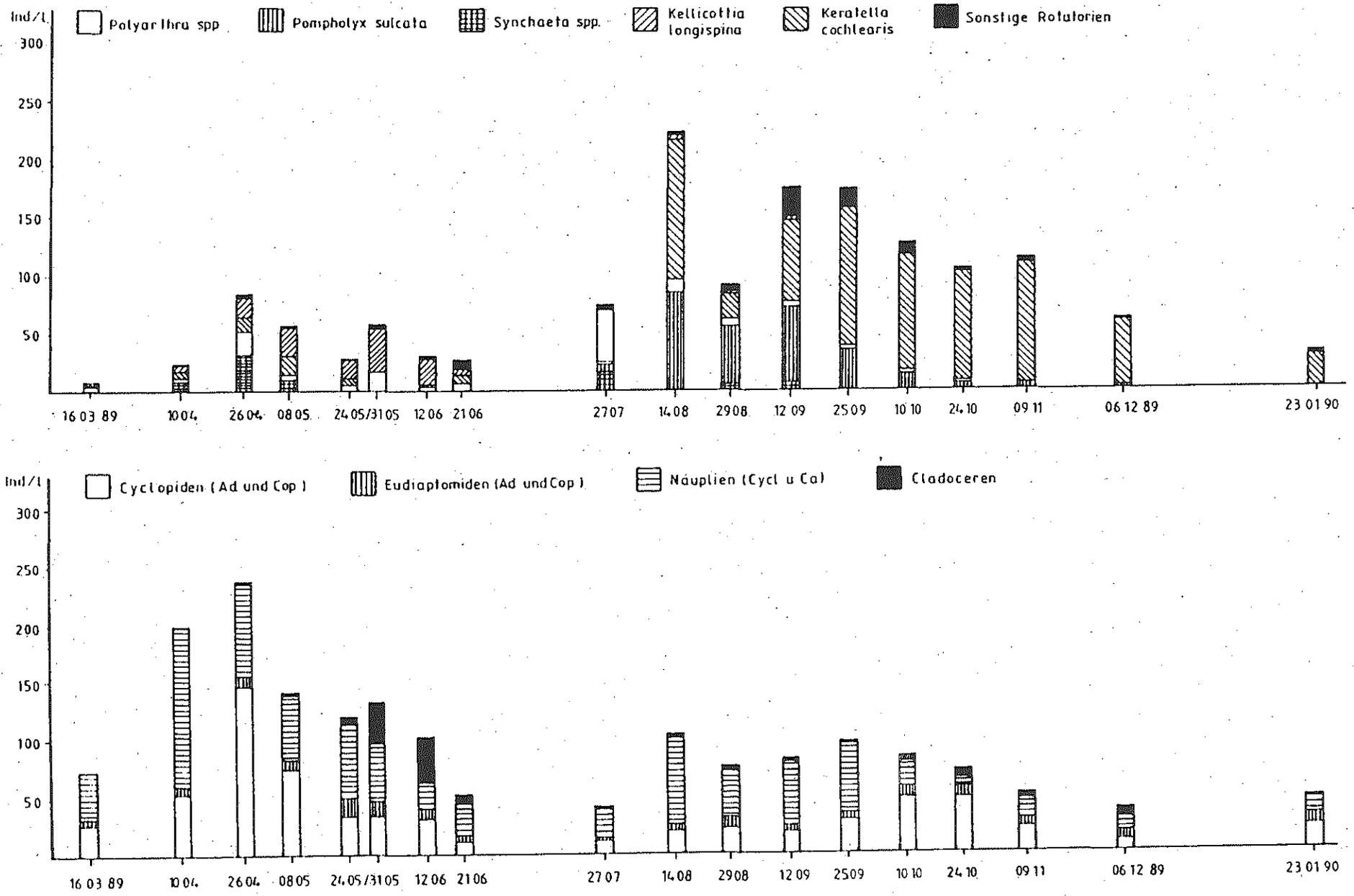
Über das Planktonbild des Schluensees in der Vergangenheit gibt es einige Untersuchungen (z. B. STRODTMANN 1896, LEMMERMANN 1903, UTERMÖHL 1925). Leider sind diese Studien mit der vorliegenden Erhebung schlecht vergleichbar, da sie meist nur punktuell und nicht quantitativ durchgeführt wurden und weil sich viele Artnamen inzwischen geändert haben. Trotzdem finden sich z. B. in den Artenlisten von LEMMERMANN (1903) Arten als massenhaft, die auch 1989/90 im Schluensee quantitativ wichtig waren, wie *Dinobryon sp.*, *Ceratium hirundinella*, *Fragilaria crotonensis* und *Asterionella formosa*. Veränderungstendenzen im Planktonbild werden jedoch insgesamt nicht deutlich.

6.1.2 Zooplankton

Im Zooplankton leben vor allem zwei Großgruppen - Rädertiere (Rotatoria) und Kleinkrebse (Phyllozoa, Copepoda). Zur Gruppe der Rädertiere gehören kleine Tiere, die meistens Bakterien, kleine Algen und Zerfallsprodukte (Detritus) fressen und damit zu den Kleinfiltrierern gezählt werden. Die Kleinkrebse sind in der Regel größer als die Rädertiere. Man unterscheidet hier Kleinfiltrierer - z. B. kleine Wasserflöhe (Cladocera) und Jugendstadien von Hüpferlingen (Nauplien der Copepoda) - und Großfiltrierer - größere Wasserflöhe (Gattung *Daphnia*) und bestimmte Hüpferlinge (Familie Calanoidae). Letztere können auch größere Algen und insgesamt mehr Nahrung filtrieren, haben also stärkeren Einfluß auf die Algen. Eine weitere Gruppe der Kleinkrebse lebt räuberisch, d. h., sie ernähren sich u. a. oder vorwiegend von anderem tierischen Plankton. Hierzu gehören vor allem bestimmte Hüpferlinge (Familie Cyclopidae) der Copepoda.

Kleinkrebse und Rädertiere zeigten im Schluensee ein charakteristisches Verteilungsmuster im Verlauf des Jahres (Abb. 39 und Anhang, Kap. 12.2.19). Die Kleinkrebse wiesen ein ausgeprägtes Maximum (bis 250 Ind/l) im April 1989, während und kurz nach dem Frühjahrsalgenmaximum, auf. Zu dieser Zeit herrschten Hüpferlinge (Cyclopidae) und ihre Jungstadien (Nauplien) vor. Wieweit diese teils zu den Räubern, teils zu den Kleinfiltrierern gehörende Tiere zur Dezimierung der relativ

Abb. 39: Jahresgang der Individuendichte im Zooplankton (Ind/l) im Schluensee 1989/90 (integrierte Proben von 0 - 42 m Tiefe)



großen und damit schwer freißbaren Kieselalgen (*Stephanodiscus astrea*) beigetragen haben können, ist unklar. Wahrscheinlich scheint jedoch ein Zusammenwirken mit physikalischen und chemischen Faktoren (siehe Kap. 6.1.1).

Nachdem Ende April 1989 die Kieselalgen weitgehend von leicht freißbaren kleinen Flagellaten (u. a. *Rhodomonas lens*) ersetzt waren, nahm im Krebsplankton die Dichte der Wasserflöhe (Daphnien) und filtrierenden Hüpferlinge (Calanoiden) zu (Abb. 39). Im wesentlichen waren die Großfiltrierer *Eudiaptomus gracilis*, *Daphnia longispina* und *Daphnia hyalina/galeata* und der Kleinfiltrierer *Daphnia cucullata* vertreten. Sie erreichten die höchsten Dichten mit 35 - 40 Ind/l während des Klarwasserstadiums im Mai und Juni 1989. Ein solches Zusammenfallen von Klarwasserstadium und hohen Filtrierer-Dichten wird häufig in Seen beobachtet und dahingehend gedeutet, daß die Filtrierer das Phytoplankton weitgehend dezimieren und so zum klaren Wasser beitragen.

Im Sommer lagen die Dichten im Kleinkrebsplankton stets unter 100 Ind/l (Abb. 39). Wasserflöhe und filtrierende Hüpferlinge (Calanoiden) erreichten nur noch geringe Dichten (je < 10 Ind/l). Zahlenmäßig herrschten Nauplien vor. Zum Herbst hin stiegen die Individuendichten von erwachsenen Hüpferlingen (verschiedenen Cyclopiden-Arten) wieder auf > 50 Ind/l.

Auffallend war noch das Auftreten der beiden großen, räuberischen Wasserflöhe *Bythotrephes longimanus* und *Leptodora kindti* (siehe Anhang).

Rädertiere waren im Schluensee im Frühjahr 1989 zahlenmäßig mit 10 - 90 Ind/l kaum von Bedeutung (Abb. 39). Zu dieser Zeit waren vor allem *Kellicottia longispina*, *Polyarthra* spp. und *Synchaeta* spp. vertreten.

Im Hochsommer gewannen die Rädertiere hingegen deutlich an Dichte (Abb. 39). Die im Sommer zeitweise vorherrschenden großen, schlecht freißbaren Phytoplanktonarten (z. B. *Ceratium hirundinella*) begünstigten wahrscheinlich durch die in ihrer Begleitung auftretenden Bakterien eine Entwicklung von Kleinfiltrierern, die letztere fressen. Mitte August 1989 wurde ein Rädertier-Maximum von knapp 300 Ind/l beobachtet,

vor allem gebildet durch *Keratella cochlearis*, *Keratella cochlearis* var. *tecta*, *Keratella quadrata* und *Pompholyx sulcata*. *Keratella cochlearis* und *Pompholyx sulcata* beherrschten die Rädertier-Gemeinschaft noch bis Ende September. Ab Oktober 1989 wurde fast nur noch *Keratella cochlearis* in abnehmender Dichte (100 - 25 Ind/l) festgestellt.

Die Artenzusammensetzung im Zooplankton des Schluensees läßt sich wie folgt bewerten:

Mit *Thermocyclops oithonoides*, *Kellicottia longispina*, *Trichocerca capucina*, *Trichocerca similis*, *Asplanchna priodonta*, *Conochilus unicornis* und *Leptodora kindti* sind, nach einer vergleichenden Untersuchung von HOFMANN (1981) an Seen des Kreises Plön, im Schluensee typische Vertreter des Zooplanktons tiefer Seen vertreten. Die im Sommer dominierenden *Keratella cochlearis*, insbesondere var. *tecta*, und *Pompholyx sulcata* deuten darauf hin, daß im Schluensee gute Wachstumsbedingungen, wie sie in eutrophen warmen Gewässern anzutreffen sind, gegeben waren.

Die vorhandenen großen Filtrierer (Wasserflöhe, Calanoiden) und auch große Cyclopiden-Arten lassen darauf schließen, daß der Fraßdruck durch planktonfressende Fische, die nach Sicht jagen und daher selektiv große Zooplankter dezimieren, nicht übermäßig groß war. Diese Annahme wird auch durch die Fischuntersuchungen am Schluensee (Kap. 6.4) gestützt.

Die Vergleichbarkeit der aktuellen mit älteren Untersuchungen des Zooplanktons im Schluensee ist, wie beim Phytoplankton, begrenzt. Bei STRODTMANN (1896) sind, ganz ohne Mengenangaben und z. T. unter anderer Bezeichnung, mit *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Trichocerca*, *Polyathra*, *Daphnia cucullata*, *Bosmina* spp. und *Cyclops* auch heute auftretende Arten bzw. Gattungen aufgeführt. *Diaphanosoma* und *Eurythemora* hingegen wurden 1989/90 nicht gefunden.

6.2 Höhere Vegetation

6.2.1 Emerse Ufervegetation

Die emerse Vegetation im Uferbereich des Schluensees wurde im Auftrag des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten von Dipl.-Biol. SUSANN PUCK erfaßt und kartiert. Die folgenden Ausführungen beruhen auf ihrem Bericht "Faunistisch-floristische Bestandsaufnahme im Uferbereich des Schluensees" (1989) bzw. sind ihm entnommen.

Das Röhricht, welches die Ufer des Sees säumt, findet sich bis auf Teile des Westufers im Bereich von Weideflächen als weitgehend geschlossenes Band von wenigen Metern Breite entwickelt (Abb. 40). Da die Wassertiefe schnell zunimmt, sind der Ausdehnung des Röhrichtsaumes natürliche Grenzen gesetzt. Die durchschnittliche Breite der Bestände liegt zwischen 2 und 4 Metern. Das Schilfrohr bildet überall gutwüchsige Bestände aus, in welchen kaum weitere Röhrichtarten anzutreffen sind. Nur vereinzelt finden sich Individuen der Gelben Schwertlilie, des Riesenampfers oder der beiden Rohrkolbenarten.

An wenigen Stellen im Südwesten, Osten und Norden des Sees sind dem Schilfsaum wasserwärts Bestände der Gemeinen Teichsimse vorgelagert (Abb. 40). Die Art ist in der Lage, etwas tieferes Wasser als das Schilfrohr zu besiedeln und bildet im Schluensee kleinere Vegetationsinseln aus.

Ausgedehntere Schilfbestände finden sich entlang der südlichen Uferabschnitte und innerhalb der einzigen etwas stärker verlandeten Bucht am See-Ausfluß, der Behler Au. An einigen Stellen erreicht das Röhricht hier eine Breite von 10 bis maximal 20 Metern und schiebt sich in die Seefläche hinein. Die Bestände bleiben auch hier artenarm, zwischen den Schilfhalmen finden sich meist nur mehr oder weniger kleinflächig entwickelte Decken der Kleinen Wasserlinse. Die Art findet in dem erwärmten und ruhigen Wasser zwischen den einzelnen Halmen gute Lebensmöglichkeiten. Röhrichtarten, die auf Störeinflüsse oder einen erhöhten Nährstoffeintrag hindeuten könnten, fehlen auch in diesen breiteren Schilfbeständen.

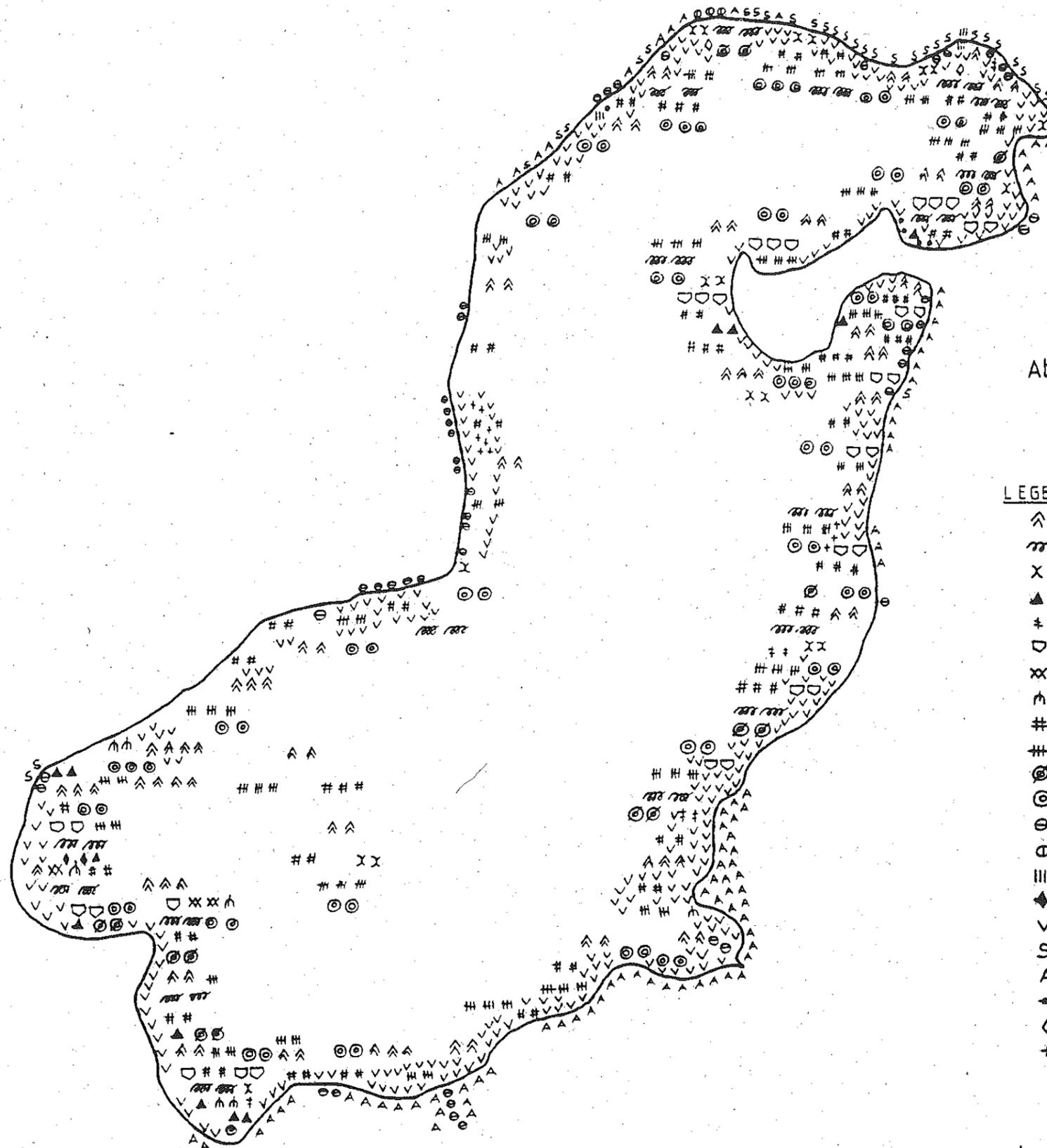


Abb. 40 Vegetationskartierung
Schlensee

LEGENDE

- ^ Chara sp.
- ~ Elodea canadensis
- X Myriophyllum spicatum
- ▲ Nuphar lutea
- † Potamogeton crispus
- ∇ " lucens
- × " nitens
- ♠ " obtusifolius
- # " pectinatus
- ## " perfoliatus
- ⊙ Ranunculus aquatilis
- ⊙ " circinatus
- ⊖ Carex acutiformis
- ⊖ Carex paniculata
- ||| Glyceria maxima
- ◆ Nymphaea alba
- ∨ Phragmites australis
- S Salix cinerea, Salix cuspidata
- A Alnus glutinosa
- Typha latifolia
- ◇ Iris pseudacorus
- + Schoenoplectus lacustris



Von der Biotopkartierung des Landesamtes für Naturschutz und Landschaftspflege wurden am Schluensee 5 breitere Röhrichtabschnitte erfaßt. Dabei fällt auf, daß sich ein noch 1980 kartiertes Teilstück heute völlig vegetationsfrei entlang einer Viehweide erstreckt.

An vielen Stellen entlang der Grünlandbereiche konnten sich am Ufer schmale Bestände des Sumpfriedes, der Pflanzengesellschaft des *Caricetum acutiformis*, entwickeln. Sie ersetzen hier meist den zerstörten Schilfsaum und leiten zu den trockeneren Bereichen des Weidegrünlandes über. Die Bestände der Sumpfsegge (*Carex acutiformis*) werden dabei vom Vieh zertreten, so daß die Segge scheinbar bultig wächst. Auch werden jüngere Sprosse abgefressen, obwohl die Art schon in diesem Stadium recht steif und faserreich ist. Nur in den Randbereichen der Weiden, z. B. in Nähe der Zaungrenzen, finden sich vereinzelt besser entwickelte Bestände, in denen neben der Sumpfsegge Arten wie Wiesen-Schaumkraut (*Cardamine pratensis*), Sumpfdotterblume (*Catha palustris*), Flatterbinse (*Juncus effusus*) oder Kuckucks-Lichtnelke (*Lychnis flos-cuculi*) die Nähe und enge Verzahnung des Riedes mit den kleinflächig vorhandenen Beständen der Sumpfdotterblumen-Wiesen andeuten. Letztere sind vom Arteninventar allerdings nur fragmentarisch entwickelt und beschränken sich auf kleinere, sumpfige Bereiche in Ufernähe.

Im Bereich der Weideflächen, die sich entlang des Westufers erstrecken, finden sich die einzigen größeren, durch Nutzung geprägten Uferbereiche, welche keinerlei Pflanzenwuchs mehr tragen. Das Vieh hat hier freien Zugang zum Ufer. In diesen Bereichen siedelt die Weidelgras-Weißklee-Weide bis ans Ufer heran. Im Bodenuntergrund findet sich, besonders ausgeprägt am Westufer, eine Blockpackung aus größeren und kleineren Steinen, so daß entlang der Uferlinie selten eine Sumpfzone entwickelt ist. Eine Abbruchkante leitet zur Wasserfläche über. Die Weidelgras-Weißklee-Weide zeigt auch am Ufer kaum Feuchtigkeitszeiger und ist nur kleinflächig als feuchte Ausbildung anzutreffen.

Unterhalb eines Steilhanges am Nordwestufer findet sich das einzige Vorkommen eines Rispenseggen-Riedes, der Pflanzengesellschaft des *Caricetum paniculatae* (Abb. 40). Die Gesellschaft siedelt hier, landwärts an einen schmalen Röhrichtsaum anschließend, in einem wasserzügigen Bereich. Neben den mächtigen Bulten der Rispensegge (*Carex*

paniculata) findet sich im Unterwuchs mit nahezu 100 % Flächendeckung das Bittere Schaumkraut (*Cardamine amara*). Ebenso wie die Rispensegge kommt diese Art besonders an quelligen Standorten vor. Das Bittere Schaumkraut findet sich in weniger großer Ausdehnung auch an vielen Stellen des Erlensaumes, welcher die Ufer umsäumt, und weist hier ebenfalls auf die vorhandenen hangzügigen Quellbereiche hin.

Der schon mehrfach erwähnte Erlensaum ist an vielen Stellen, welche entweder schwer zugänglich sind oder entlang der vielen vorhandenen Steilkanten liegen, erhalten geblieben. In einigen Bereichen, z. B. an der Landenge nördlich des Abflusses der Behler Au, fand früher auch eine Weidenutzung statt, wie alte Zaunpfähle vermuten lassen. Nach der Nutzungsaufgabe konnte sich hier ein ausgedehnter Erlenbruchwald entwickeln bzw. regenerieren.

Der uferbegleitende Erlensaum beschränkt sich meist nur auf eine Baumreihe (Abb. 40). Entlang des Ostufers ist er stellenweise auf der unteren Seeterrasse etwas breiter entwickelt. An vielen Stellen finden sich neben der Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) auch die Grauweide (*Salix cinerea*) und die Waldlorbeerweide (*Salix cuspidata*). Die in einem ausgedehnten See-Verlandungsbereich typische Sukzessionsabfolge Schilf-Grauweidengebüsch-Erlenbruchwald wird an den Steilufern des Schluensees praktisch auf einen schmalen Bereich zusammengedrängt.

Zwei ausgedehntere Erlenbruchwälder finden sich am Schluensee. Der bereits erwähnte Bestand am See-Abfluß im Südwesten des Sees weist trotz des abgetrockneten Untergrundes noch eine Reihe typischer Arten wie Sumpffarn (*Thelypteris palustris*) und Verlängerte Segge (*Carex elongata*) auf. Auch die Sumpfsegge, die Sumpfdotterblume, der Wasserdost (*Eupatorium cannabinum*) oder der Gemeine Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*) sind hier zu finden. Moospolster überziehen Totholz und alte Baumstubben.

Der zweite Bestand umgibt ein kleines Angelgewässer am Südende des Sees. Dieser Bruchwald ist insgesamt noch etwas feuchter. An den quelligen Stellen findet sich das Bittere Schaumkraut. Der Bruchwald wird durchzogen vom Abflußgraben, welcher den Angelteich mit dem See verbindet. Beide Bestände wurden 1980 von der Biotopkartierung erfaßt und scheinen sich, nach den Beschreibungen zu urteilen, wenig verändert zu haben.

Weitere Pflanzenbestände wie z. B. Hochstaudensäume oder Brennesselfluren finden sich nur kleinflächig an wenigen Stellen am Schluensee entwickelt und sollen hier nur genannt werden.

Ein Bestand des Riesenschwaden-Riedes (*Glycerietum maximae*) findet sich am Zulauf vom Görnitzer See im Nordostteil des Sees. Die Gesellschaft entwickelt sich in nährstoffreichem, überdüngtem Wasser besonders gut.

Zusammenfassend läßt sich die Ufervegetation des Schluensees wie folgt bewerten:

Insgesamt befinden sich die Uferbereiche des Schluensees mit Ausnahme der größeren Weideflächen, die bis ans Ufer reichen, in einem weitgehend naturnahen Zustand. So ist in weiten Teilen ein je nach Tiefenverhältnissen unterschiedlich breiter Schilfsaum ausgebildet.

Eine ausgedehnte Schwimmblattzone fehlt wegen der Steilheit der Ufer. Landwärts schließen sich in der Regel an das Röhricht ein schmaler Erlen-, stellenweise auch ein Weidensaum an.

Bis auf den Zuflußgraben vom Ort Görnitz wurden nirgends Arten gefunden, die auf einen vermehrten Nährstoffeintrag schließen lassen. Störungseinflüsse sind nur in geringem Maße anzutreffen. Die wenigen Bademöglichkeiten am See - zwei Badestellen und kleinere Seezugänge - bleiben örtlich beschränkt. Hier ist der Röhrichtsraum zwar verschwunden, jedoch schließt er randlich sofort wieder zu einem geschlossenen Saum zusammen. Störungszeiger innerhalb des Röhrichts fehlen weitgehend.

Auch die Angler des Sportangelvereins Plön verhalten sich weitgehend naturschonend gegenüber der Ufervegetation. Die sonst so oft zu beobachtende Unsitte, mit dem Boot in die Schilfbestände zu fahren, konnte am Schluensee nicht bemerkt werden. Es wurden nirgends Schneisen im Schilf gefunden.

Als beträchtliche Störung für den See müssen jedoch die Stellen angesehen werden, an denen weidendes Vieh direkten Zutritt zum See hat und damit zur Erosion und durch Ausscheidungen zur Eutrophierung des Sees beiträgt.

Gesamtartenliste der höheren Pflanzen und Farne

Insgesamt konnten 126 Pflanzenarten und 6 Moosarten im See und an seinen Uferändern kartiert werden. 3 Arten sind nach der Roten Liste als gefährdet eingestuft.

	Gefährdungs- grad
<i>Acer pseudoplatanus</i>	- Berg-Ahorn
<i>Adoxa moschatellina</i>	- Moschuskraut
<i>Agrimonia eupatoria</i>	- Gemeiner Odermennig
<i>Ajuga reptans</i>	- Kriechender Günsel
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	- Froschlöffel
<i>Alliaria petiolata</i>	- Knoblauchs-Rauke
<i>Alnus glutinosa</i>	- Schwarz-Erle
<i>Alopecurus geniculatus</i>	- Knick-Fuchsschwanz
<i>Angelica sylvestris</i>	- Wald-Engelwurz
<i>Athyrium filix-femina</i>	- Frauenfarn
<i>Berula erecta</i>	- Aufrechter Merk
<i>Betula verrucosa</i>	- Hängebirke
<i>Bidens tripartita</i>	- Dreiteiliger Zweizahn
<i>Calamagrostis canescens</i>	- Sumpf-Reitgras
<i>Caltha palustris</i>	- Sumpfdotterblume
<i>Cardamine amara</i>	- Bitteres Schaumkraut
<i>Cardamine pratensis</i>	- Wiesen-Schaumkraut
<i>Carex acutiformis</i>	- Sumpfsegge
<i>Carex elongata</i>	- Verlängerte Segge
<i>Carex hirta</i>	- Behaarte Segge
<i>Carex paniculata</i>	- Rispen-Segge
<i>Carex remota</i>	- Zickzack-Segge
<i>Carex sylvatica</i>	- Wald-Segge
<i>Chara spec.</i>	- Armleuchteralge
<i>Circaea lutetiana</i>	- Gemeines Hexenkraut
<i>Cirsium arvense</i>	- Acker-Kratzdistel
<i>Cirsium oleraceum</i>	- Kohl-Kratzdistel
<i>Cirsium palustre</i>	- Sumpf-Kratzdistel
<i>Comarum palustre</i>	- Sumpf-Blutauge
<i>Corylus avellana</i>	- Haselnuß
<i>Crataegus monogyna</i>	- Eingriffeliger Weißdorn

<i>Crepis paludosa</i>	- Sumpf-Pippau
<i>Cynosurus cristatus</i>	- Kammgras
<i>Dryopteris cathusiana</i>	- Dornfarn
<i>Epilobium angustifolium</i>	- Schmalbl. Weidenröschen
<i>Equisetum hiemale</i>	- Winter-Schachtelhalm
<i>Equisetum palustre</i>	- Sumpf-Schachtelhalm
<i>Euonymus europaeus</i>	- Gemeines Pfaffenhütchen
<i>Eupatorium cannabinum</i>	- Wasserdost
<i>Fagus sylvatica</i>	- Buche
<i>Festuca pratensis</i>	- Wiesen-Schwingel
<i>Festuca rubra</i>	- Rotschwingel
<i>Filipendula ulmaria</i>	- Mädesüß
<i>Fraxinus excelsior</i>	- Esche
<i>Gagea lutea</i>	- Wald-Gelbstern
<i>Galium aparine</i>	- Kletten-Labkraut
<i>Galium odoratum</i>	- Waldmeister
<i>Galium palustre</i>	- Sumpf-Labkraut
<i>Geranium pusillum</i>	- Zwerg-Storchschnabel
<i>Geranium robertianum</i>	- Stinkender Storchschnabel
<i>Geum rivale</i>	- Bach-Nelkenwurz
<i>Geum urbanum</i>	- Gemeiner Nelkenwurz
<i>Glyceria maxima</i>	- Riesen-Schwaden
<i>Holcus lanatus</i>	- Wolliges Honiggras
<i>Humulus lupulus</i>	- Hopfen
<i>Ilex aquifolium</i>	- Stechpalme
<i>Iris pseudacorus</i>	- Gelbe Schwertlilie
<i>Juncus articulatus</i>	- Glieder-Binse
<i>Juncus effusus</i>	- Flatter-Binse
<i>Lamium galeobdolon</i>	- Gold-Nessel
<i>Lathyrus pratensis</i>	- Wiesen-Platterbse
<i>Lemna minor</i>	- Kleine Wasserlinse
<i>Lonicera periclymenum</i>	- Wald-Geißblatt
<i>Luzula campestris</i>	- Gemeinde Hainsimse
<i>Lycopus eurapaeus</i>	- Ufer-Wolfstrapp
<i>Lysimachia vulgaris</i>	- Gemeiner Gilbweiderich
<i>Mentha aquatica</i>	- Wasserminze

<i>Mycelis muralis</i>	- Mauer-Lattich	
<i>Nuphar lutea</i>	- Gelbe Teichrose	
<i>Nymphaea alba</i>	- Weiße Seerose	
<i>Myosotis palustris</i>	- Sumpf-Vergißmeinnicht	
<i>Oxalis acetosella</i>	- Wald-Sauerklee	
<i>Paris quadrifolia</i>	- Einbeere	
<i>Phragmites australis</i>	- Schilf	
<i>Phyteuma spicatum</i>	- Ährige Teufelskralle	
<i>Picea abies</i>	- Fichte	
<i>Poa annua</i>	- Einjähriges Rispengras	
<i>Poa nemoralis</i>	- Hain-Rispengras	
<i>Poa pratensis</i>	- Wiesen-Rispengras	
<i>Polygonatum multiflorum</i>	- Vielblütige Weißwurz	
<i>Polygonum amphibium</i>	- Wasser-Knöterich	
<i>Potamogeton pectinatus</i>	- Kamm-Laichkraut	
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	- Durchwachsenes Laichkraut	
<i>Potentilla anserina</i>	- Gänse-Fingerkraut	
<i>Potentilla reptans</i>	- Kriechendes Fingerkraut	
<i>Primula elatior</i>	- Hohe Schlüsselblume	
<i>Primula veris</i>	- Wiesen-Primel	3
<i>Prunus avium</i>	- Vogel-Kirsche	
<i>Prunus padus</i>	- Traubenkirsche	
<i>Ranunculus lingua</i>	- Zungen-Hahnenfuß	3
<i>Ranunculus peltatus</i>	- Schild-Wasserhahnenfuß	
<i>Ranunculus repens</i>	- Kriechender Hahnenfuß	
<i>Ranunculus sceleratus</i>	- Gift-Hahnenfuß	
<i>Reynoutria japonica</i>	- Jap. Staudenknöterich	
<i>Ribes nigrum</i>	- Schwarze Johannisbeere	
<i>Ribes uva-crispa</i>	- Stachelbeere	
<i>Rubus fruticosus</i>	- Brombeere	
<i>Rubus idaeus</i>	- Himbeere	
<i>Rumex crispus</i>	- Krauser Ampfer	
<i>Sagina procumbens</i>	- Liegendes Mastkraut	
<i>Salix cinerea</i>	- Grau-Weide	
<i>Salix cuspidata</i>	- Wald-Lorbeerweide	
<i>Salix pentandra</i>	- Lorbeerweide	

<i>Sambucus nigra</i>	- Schwarzer Holunder	
<i>Sanicula europaea</i>	- Wald-Sanikel	
<i>Saxifraga granulata</i>	- Körner-Steinbrech	
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	- Gemeine Teichsimse	
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	- Salz-Teichsimse	
<i>Scirpus sylvaticus</i>	- Waldsimse	
<i>Scrophularia nodosa</i>	- Knotige Braunwurz	
<i>Solanum dulcamara</i>	- Bittersüßer Nachtschatten	
<i>Sorbus aucuparia</i>	- Gemeine Eberesche	
<i>Stachys sylvatica</i>	- Wald-Ziest	
<i>Stellaria holostea</i>	- Große Sternmiere	
<i>Taraxacum officinale</i>	- Löwenzahn	
<i>Thelypteris palustris</i>	- Sumpffarn	3
<i>Trifolium dubium</i>	- Kleiner Klee	
<i>Trifolium repens</i>	- Weiß-Klee	
<i>Typha angustifolia</i>	- Schmalbl. Rohrkolben	
<i>Typha latifolia</i>	- Breitbl. Rohrkolben	
<i>Ulmus glabra</i>	- Berg-Ulme	
<i>Urtica dioica</i>	- Große Brennesel	
<i>Valeriana procurrens</i>	- Arznei-Baldrian	
<i>Veronica beccabunga</i>	- Bachbungen-Ehrenpreis	
<i>Viburnum opulus</i>	- Gemeiner Schneeball	
<i>Viola reichenbachiana</i>	- Reichenbach's Veilchen	

Gesamtliste der Moose

Brachythecium rutabulum
Eurhynchium praelongum
Funaria hygrometrica
Mnium hornum
Plagiomnium affine
Plagiomnium undulatum

Liste der Pflanzengesellschaften

Gefährdungs-
grad

Lemnetea

- Lemna minor-Basalgesellschaft

Potametea

- Myriophyllo-Nupharetum

Phragmitetea

- Schoenoplecto-Phragmitetum australis 3
- Fazies von Phragmites australis
- Fazies von Schoenoplectus lacustris
- Glycerietum maximae
- Caricetum paniculatae 3
- Caricetum acutiformis 3

Molinio-Arrhenatheretea

- Lolio-Cynosuretum typicum
- Lolio-Cynosuretum lotetosum 3
- Kennartenloses Calthion 2

Artemisietea vulgaris

- Epilobio hirsuti-Calystegietum

Alnetea glutinosae

- Salicetum cinereae
- Carici elongatae-Alnetum glutinosae 3

Querco-Fagetea sylvaticae

- Fraxino-Alnetum glutinosa 3
- Melico-Fagetum

Gefährdungsgrad

Stand	1982 für Arten	0	ausgestorben
	1988 für Pflanzengesellschaften	1	vom Aussterben bedroht
		2	stark gefährdet
		3	gefährdet

6.2.2 Unterwasservegetation

Die untergetauchte (submerse) Vegetation des Schluensees wurde im Auftrag des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten von DIRK GRUBE kartiert. Hierfür wurden 40 Aufnahmeorte (s. Abb. im Anhang, Kap. 12.2.20) untersucht. Die folgenden Ausführungen beruhen auf seinem Bericht "Aufnahme und Kartierung der submersen Makrophytenvegetation des Schluensees" (1989).

Die untergetauchte Vegetation steht mit dem Phytoplankton in direkter Konkurrenz um das Licht. In sehr eutrophen Seen mit hoher Planktontrübe kann daher die Unterwasservegetation zunehmend zurückgedrängt werden. Nährstoffe werden von den höheren Pflanzen teils durch Wurzeln aus dem Boden, teils aus dem Wasser aufgenommen.

Der Schluensee weist einen lückenlosen Gürtel von untergetauchter Vegetation auf (Abb. 40, s. S. 77). Mit insgesamt 12 submersen Makrophyten-Arten (Armelechteralgen wurden nur bis zur Gattung bestimmt) ist der Schluensee im Vergleich zu anderen schleswig-holsteinischen Seen relativ artenreich. Die vorgefundenen Arten sind in Tab. 11 zusammengestellt. Besonders bemerkenswert ist das sehr häufige Auftreten von Armelechteralgen. Diese wurden auch schon in der Vergangenheit im Schluensee von SAUER (1937) und EHRENBURG (1957) festgestellt. SAUER bestimmte die Armelechteralgen als *Chara intermedia*.

In den Abb. 42a - f sind für jeden Aufnahmeort die Verbreitungstiefe und die Häufigkeit der einzelnen Arten dargestellt. Armelechteralgen (*Chara* sp.) und Kamm-Laichkraut sind an fast der gesamten Uferstrecke vorhanden, Durchwachsenes Laichkraut und Spreizender Hahnenfuß sehr oft vertreten. Die durchschnittliche Häufigkeit am gesamten Ufer ist in Tab. 11 zusammengestellt.

Die Unterwasservegetation erstreckt sich über einen Tiefenbereich von 0,2 m bis zu dem beträchtlichen Wert von mehr als 6 m (Abb. 41). Die hohen Tiefen, die von Pflanzen besiedelt werden können, die also noch genügend Licht für das Pflanzenwachstum erreicht, unterstreichen die relativ hohe Transparenz des Schluensees. Im Durchschnitt wurde Kamm-Laichkraut in den größten Tiefen (ca. 4 m, Tab. 11) festgestellt, gefolgt von der Kanadischen Wasserpest.

Tab. 11: Durchschnittliche Häufigkeit und Verbreitungstiefe der vorgefundenen untergetauchten Vegetation. Die Häufigkeit wurde entsprechend des Deutschen Einheitsverfahren (DEV M5) in Klassen von 1 - 7 geschätzt.

	Häufigkeit über alle Aufnahmeorte	Verbrei- tungstiefe (m)
<i>Chara</i> sp. - Armleuchteralge	3,8	3,6
<i>Potamogeton pectinatus</i> - Kamm-Laichkraut	3,8	4,0
<i>Potamogeton perfoliatus</i> - Durchwachsenes L.	3,3	3,7
<i>Ranunculus circinatus</i> - Spreizender Hahnenfuß	2,9	3,5
<i>Elodea canadensis</i> - Kanadische Wasserpest	1,5	3,8
<i>Potamogeton lucens</i> - Glänzendes Laichkraut	1,4	3,2
<i>Myriophyllum spicatum</i> - Ähriges Tausendblatt	0,8	2,8
<i>Ranunculus aquatilis</i> - Wasser-Hahnenfuß	0,7	3,7
<i>Nuphar lutea</i> - Gelbe Teichrose	0,6	2,1
<i>Potamogeton obtusifolius</i> - Stumpfblättriges L.	0,3	2,2
<i>Potamogeton crispus</i> - Krauses Laichkraut	0,3	2,7
<i>Potamogeton nitens</i> - Schimmerndes Laichkraut	0,1	1,6

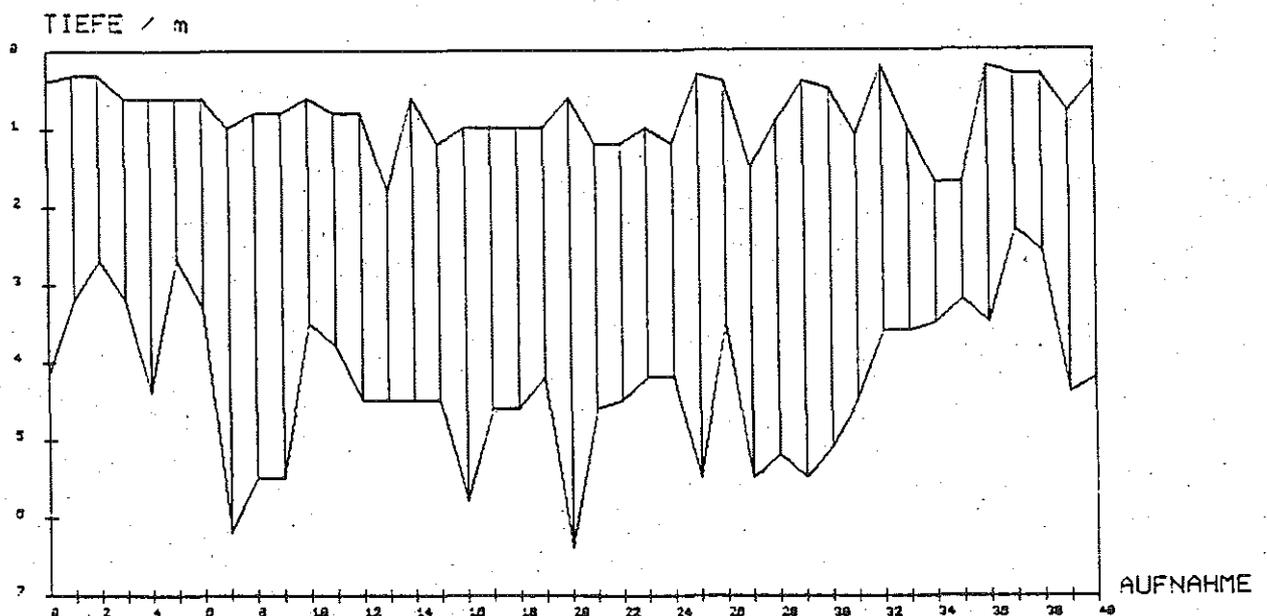


Abb. 41: Tiefenbereich, in dem im Schluensee an insgesamt 40 Aufnahmeorten Unterwasservegetation festgestellt wurde

Bei Routinetauchgängen im Schluensee entdeckte GRUBE 1991 einige Vorkommen von Meer-Nixenkraut (*Najas marina*), die 1989 nicht nachgewiesen wurden. Sie befanden sich in den Aufnahmebereichen 2 - 6 in etwa 2 m Tiefe in geringer Bestandsdichte (2 - 3).

Die Unterwasservegetation im Schluensee macht insgesamt einen sehr vitalen Eindruck. Eine Ausnahme bildet das Westufer vor dem Weidegrünland (Abb. 40). Hier ist die Sedimentation gegenüber den anderen Aufnahmeorten deutlich erhöht, und die Pflanzen sind mit einer dicken Schicht überzogen. Auch dringen hier die Pflanzen nicht so tief vor (Abb. 41, Aufnahmen 32 - 38) und sind kümmerlich.

Hier werden also die Auswirkungen des steilen, bis an das Wasser als Grünland genutzten und z. T. nicht abgezäunten Ufers und des dadurch bedingten Fehlens des Röhrichtgürtels deutlich.

CHARA sp.

ELODEA CANADENSIS

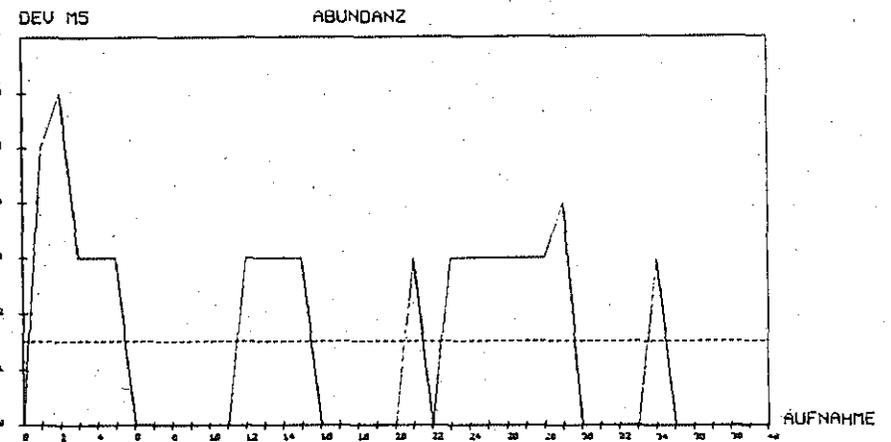
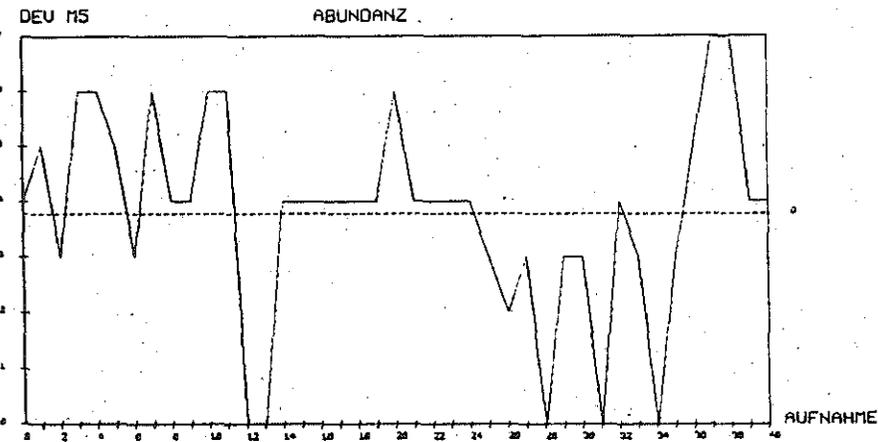
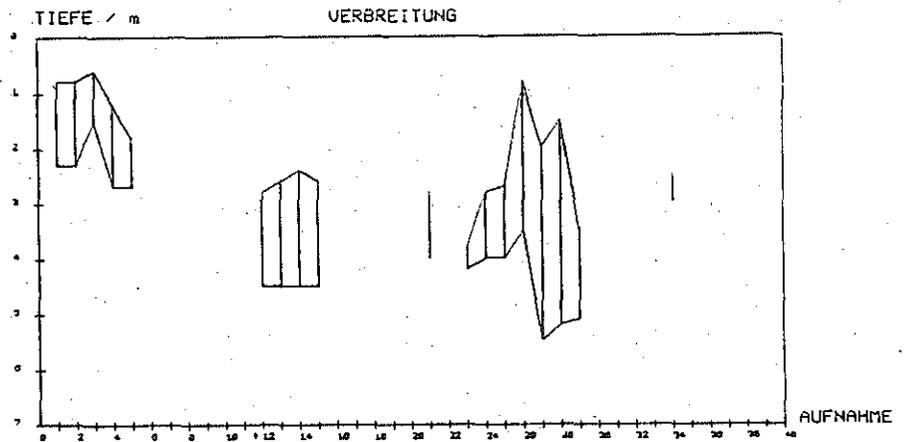
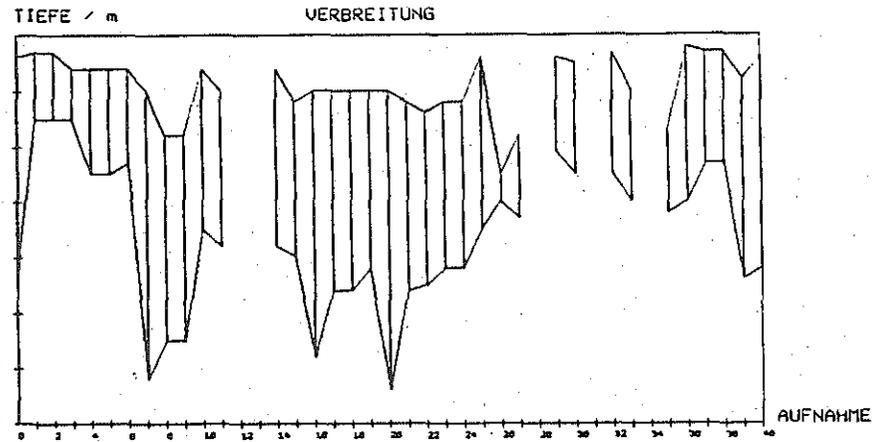


Abb. 42a: Verbreitung und Häufigkeit (Abundanz) von Chara sp. und Elodea canadensis im Schluensee

MYRIOPHYLLUM SPICATUM

NUPHAR LUTEA

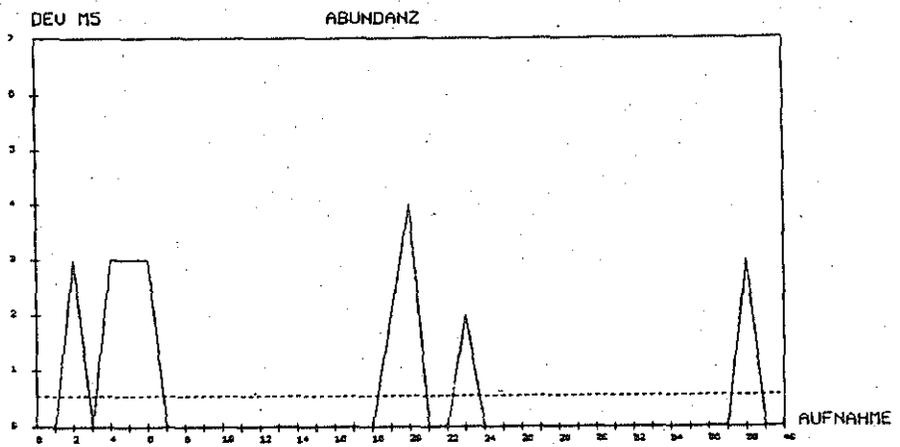
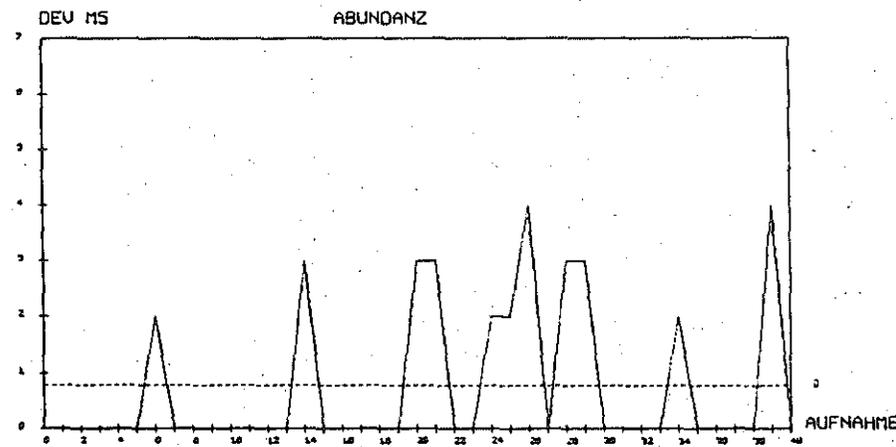
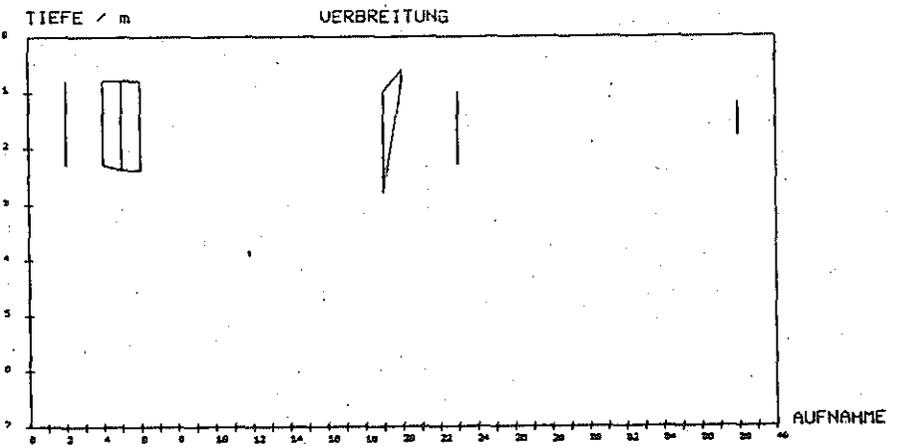
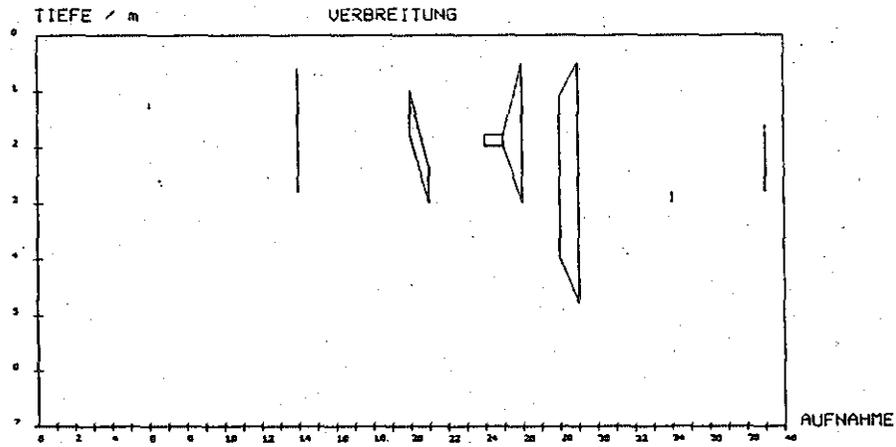


Abb. 42b: Verbreitung und Häufigkeit (Abundanz) von *Myriophyllum spicatum* und *Nuphar lutea* im Schluensee

POTAMOGETON NITENS

POTAMOGETON OBTUSIFOLIUS

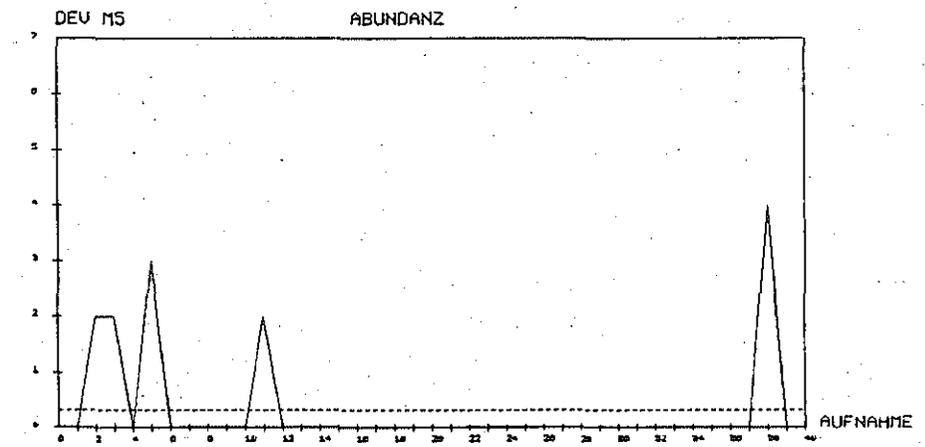
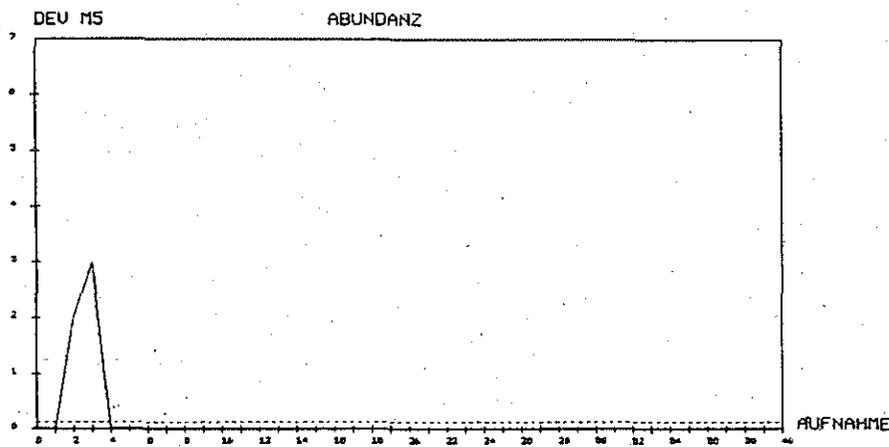
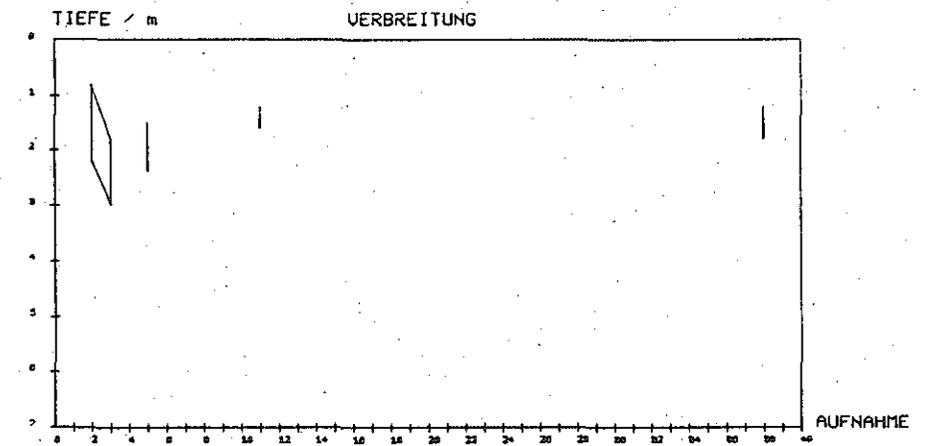
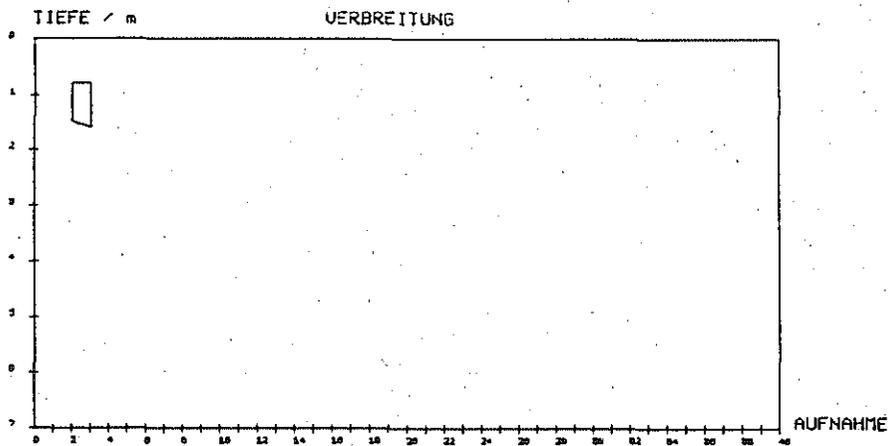
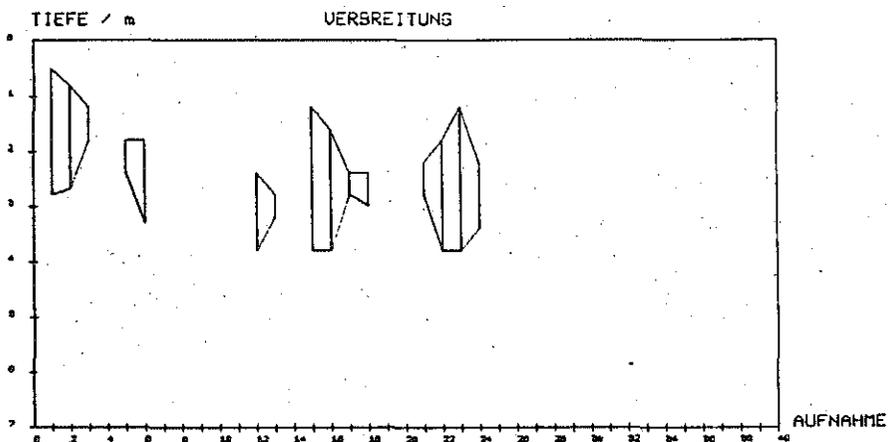


Abb. 42c: Verbreitung und Häufigkeit (Abundanz) von Potamogeton nitens und P. obtusifolius im Schluensee

POTAMOGETON LUCENS



POTAMOGETON CRISPUS

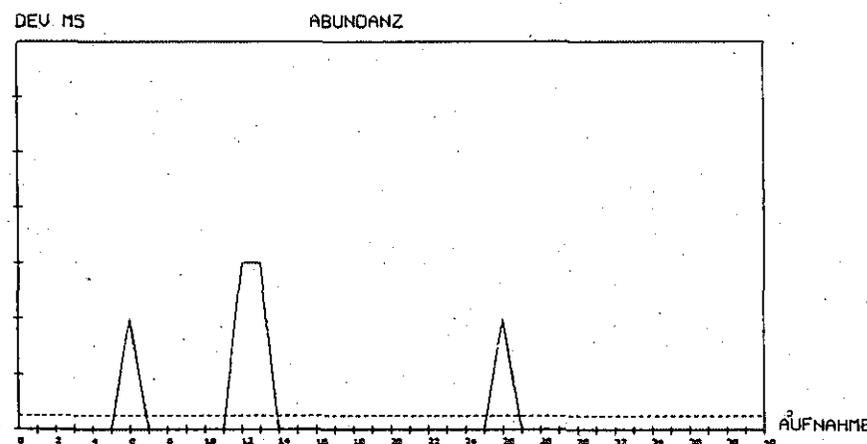
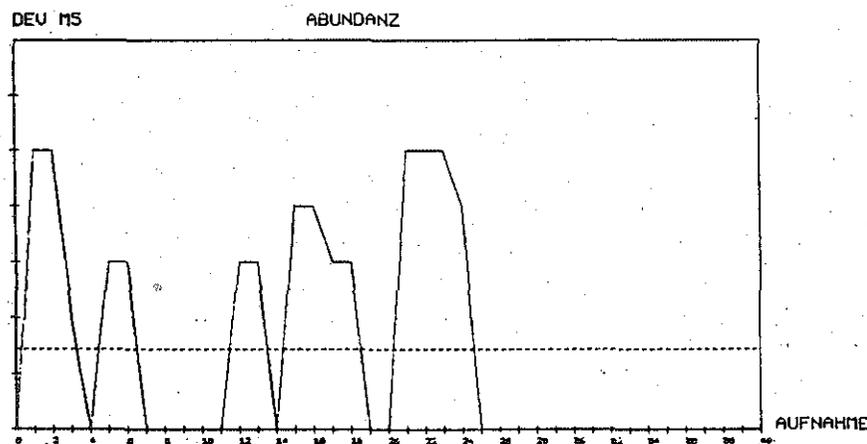
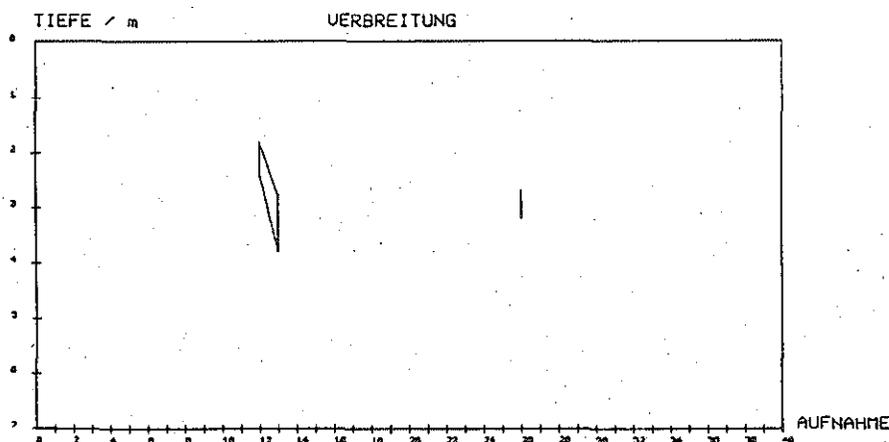
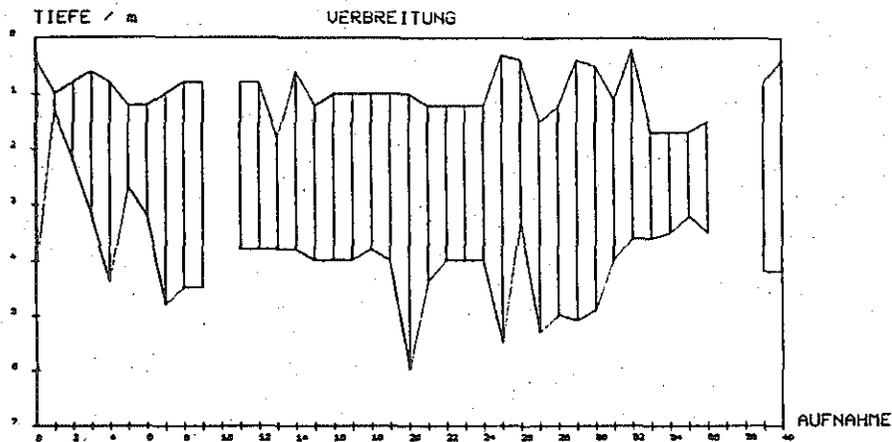


Abb. 42d: Verbreitung und Häufigkeit (Abundanz) von Potamogeton crispus und P. lucens im Schluensee

POTAMOGETON PECTINATUS



POTAMOGETON PERFOLIATUS

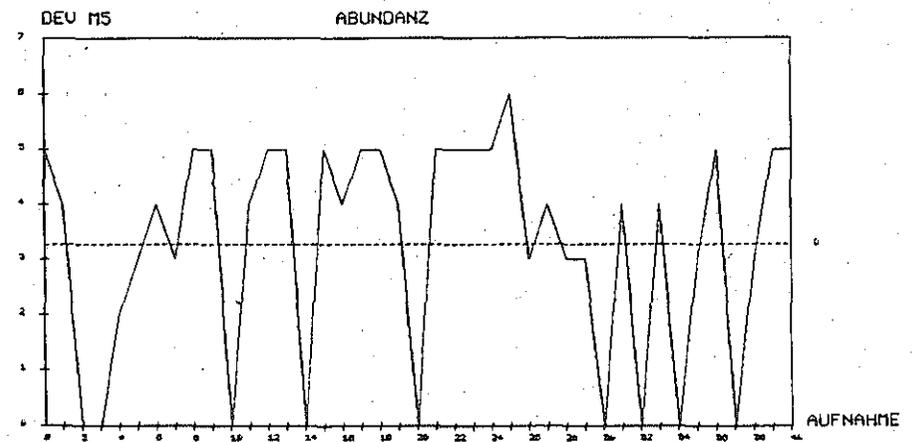
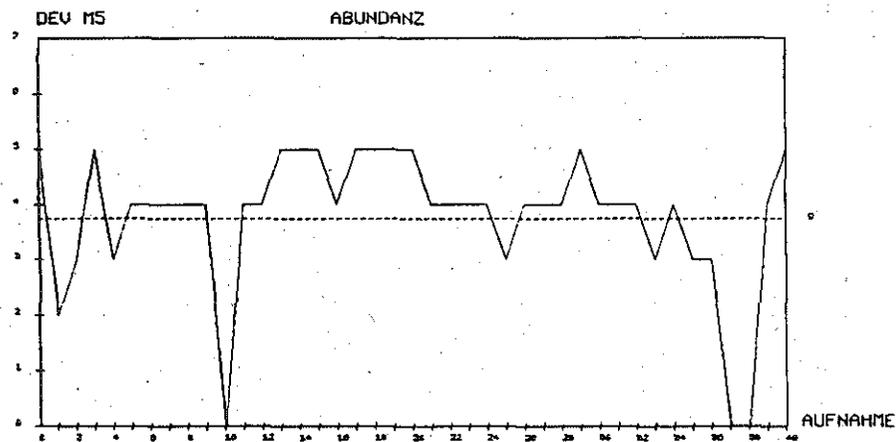
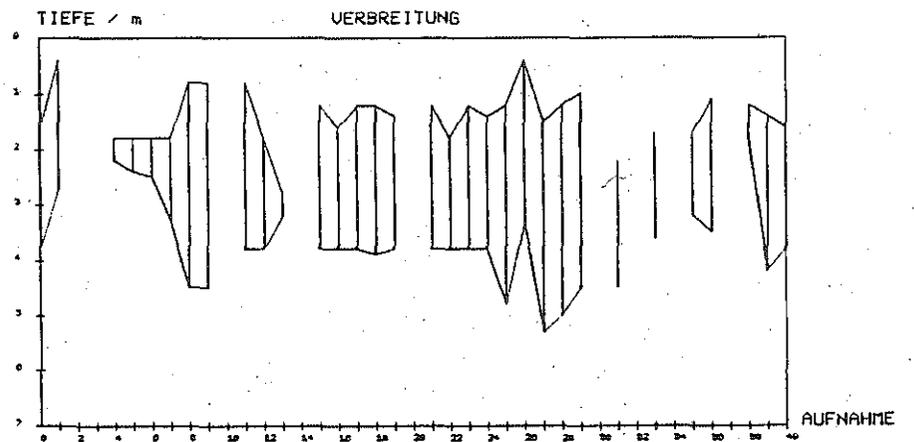
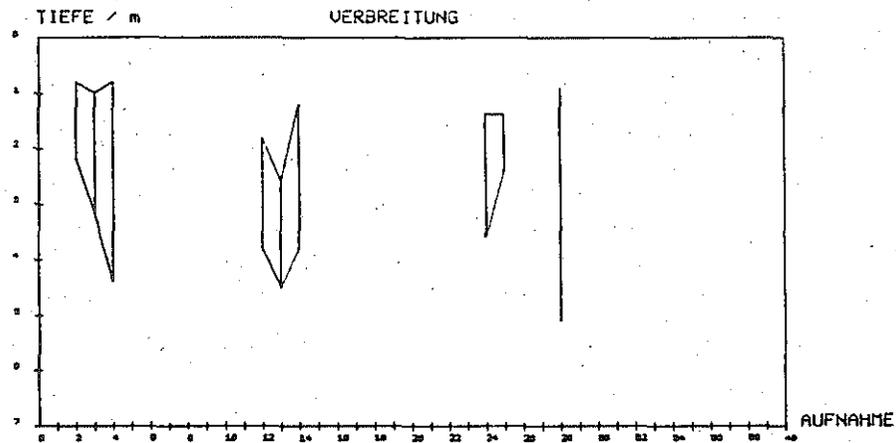


Abb. 42e: Verbreitung und Häufigkeit (Abundanz) von Potamogeton pectinatus und P. perfoliatus im Schluensee

RANUNCULUS AQUATILIS



RANUNCULUS CIRCINATUS

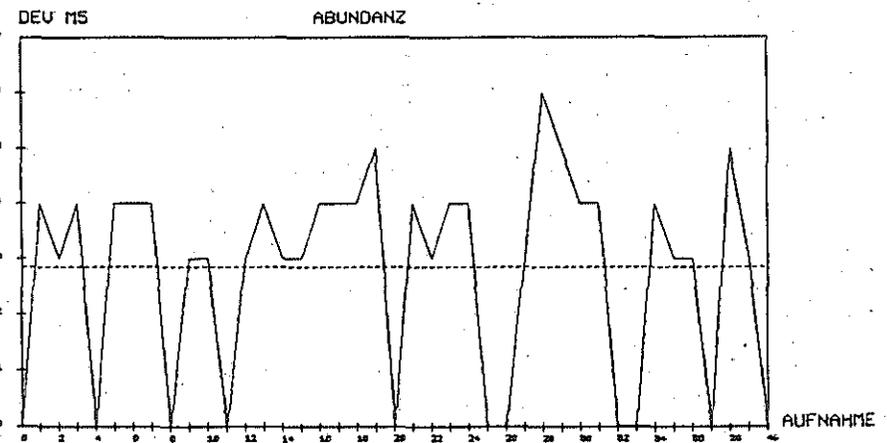
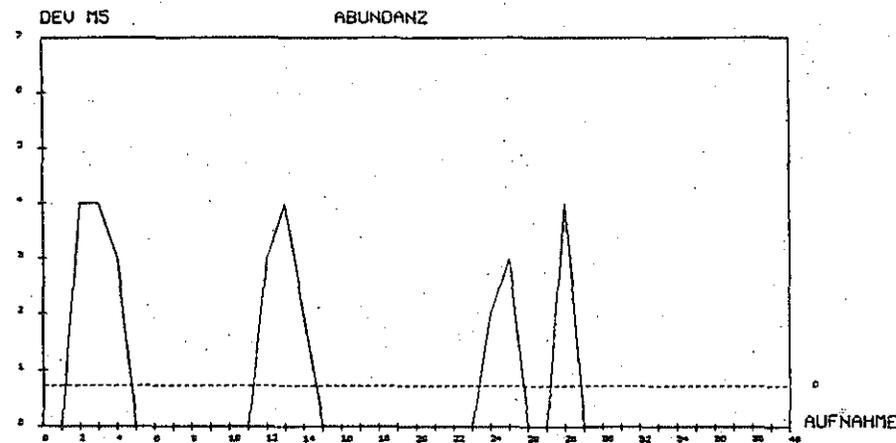
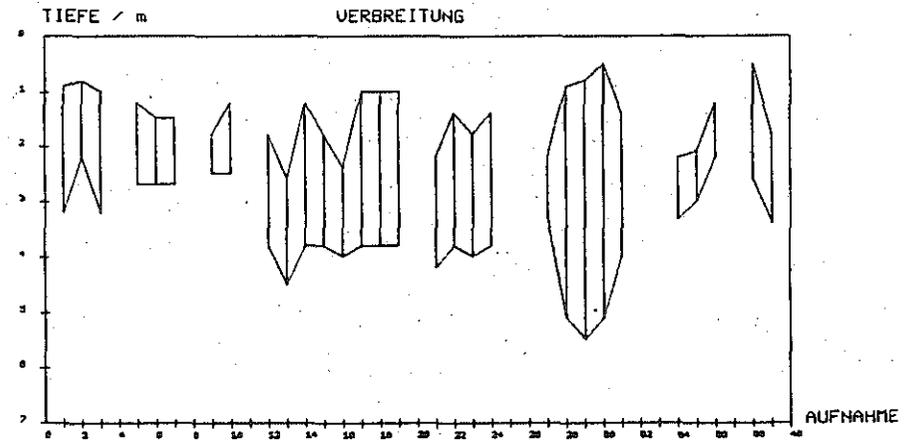


Abb. 42f: Verbreitung und Häufigkeit (Abundanz) von *Ranunculus aquatilis* und *R. circinatus* im Schluensee

6.3 Wirbellose des Seebodens (Makrozoobenthon)

6.3.1 Wirbellose im Uferbereich

Die Wirbellosen im Uferbereich des Schluensees wurden im Auftrag des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten von Dipl.-Biol. SUSANN PUCK erfaßt. Die folgenden Ausführungen beruhen auf ihrem Bericht "Faunistisch-floristische Bestandsaufnahme im Uferbereich des Schluensees" (1989) bzw. sind ihm entnommen.

Die Wirbellosenfauna am Schluensee ist artenreich, jedoch nicht sehr individuenreich. Innerhalb der unterschiedlichen Substrattypen Röhrichtgürtel, Seeboden und Hartsubstrat gibt es nur wenige differenzierende Standorte. So fehlen ausgeprägte Brandungsufer mit stärkerem Wellenschlag, windstille Buchten und Flachwasserzonen, Überhänge und Unterspülungen ebenso wie schlammige Sumpfböden weitgehend. Der Großteil der gefundenen Arten lebt innerhalb des Röhrichtsauens. Hier sind es vor allem die Schnecken und Muscheln, die das reichhaltige Nahrungsangebot nutzen. Es wurden allein 17 Arten der Süßwasserschnecken kartiert. Die Süßwassermuscheln besiedeln meist den Gewässerböden. Sie sind aber zwischen den Schilfhalmen im sandig-kiesigen Substrat auch reichlich zu finden. Die Malermuschel, *Unio pictorum*, und die Blasige Flußmuschel, *Unio tumidus*, wurden häufiger angetroffen. Beide Arten kommen nur in vergleichsweise sauberem Wasser vor.

Ringelwürmer wie z. B. die Egel kommen im Schluensee verglichen mit anderen eutrophen Seen in nur geringer Artenzahl und Individuendichte vor. Obwohl die vielen größeren und kleineren Steine am Uferstrand ihnen reichhaltige Unterschlupfmöglichkeiten bieten, konnten nur 4 Arten mit mittleren Bestandesdichten notiert werden.

Ein etwas reicheres Insektenleben findet sich besonders im ruhigeren Nordteil des Sees sowie am Seeausfluß. Hier konnten Gnizen (Ceratopogonidae), Stechmücken (Culicidae), Zuckmücken (Chironomidae) oder die Märzfliege *Bibio marci* in größeren Schwärmen beobachtet werden. Als relativ häufige Steinfliegenart (Plecoptera) wurde *Nemoura cinerea* gefunden.

Gesamtartenliste der Wirbellosenfauna des Uferbereichs

Die Bestandesaufnahme der Wirbellosenfauna ergab 59 Arten und 17 nicht bis auf Artniveau bestimmte Taxa. Die Individuendichte war meist gering bis mittelhäufig. 14 Arten werden nach der Roten Liste als gefährdet bzw. potentiell gefährdet eingestuft. Eine Art, *Theodoxus fluviatilis*, gilt als vom Aussterben bedroht. Die Zusammenstellung der Fauna gibt nur ungefähre Anhaltspunkte. Der wirkliche Arten-Bestand dürfte um ein vielfaches höher liegen. Insbesondere wurden die Arten der Uferregion und des Röhrichts - im Gegensatz zur Vegetation - nicht miterfaßt.

Die Einteilung der Häufigkeitsstufen richtet sich nach KNÖPP (1955).

Es bedeuten:

- 1 Einzelfund
- 2 wenig
- 3 wenig - mittel
- 4 mittel
- 5 mittel - viel
- 6 viel
- 7 massenhaft

Substratzonen:

- I im Röhrichtgürtel
- II Sandboden
- III an Hartsubstraten

Gefährdungsgrad

nach der Roten Liste:

- 1.1 ausgestorben
- 1.2 vom Aussterben bedroht
- 2 stark gefährdet
- 3 gefährdet
- 4 potentiell gefährdet

		I	II	III	Gef. grad
Protozoa					
Ciliata	- Vorticella spec.	-	-	5	
Cnidaria					
Hydrozoa	- Hydra spec.	-	-	3	
Tentaculata					
Bryozoa	- Cristatella mucedo	-	-	3	
Scolecida					
Turbellaria	- Polycelis nigra	3	-	6	
Nemathelminthes					
Rotatoria		5	4	-	
Mollusca					
Gastropoda	- Anisus vortex	4	4	-	
	- Bathyomphalus contortus	4	3	-	
	- Bithynia leachi	2	-	-	
	- Bithynia tentaculata	4	2	-	
	- Hydrobia stagnalis	2	-	2	
	- Lymnaea palustris	4	-	-	
	- Lymnaea stagnalis	2	2	-	
	- Physa fontinalis	3	-	-	
	- Planorbarius corneus	4	3	-	4
	- Planorbis planorbis	4	4	-	4
	- Planorbis carinatus	5	3	-	
	- Radix auricularia	2	-	-	3
	- Radix peregra	4	3	-	4
	- Succinea putris	3	-	-	
	- Theodoxus fluviatilis	4	-	4	1.2
	- Valvata piscinalis	3	-	3	
	- Viviparus viviparus	2	2	-	3

		I	II	III	Gef. grad
Bivalvia	- Anodonta cygnea	4	6	-	4
	- Dreissena polymorpha	6	-	6	
	- Pisidium spec.	4	4	-	
	- Sphaerium corneum	3	4	-	
	- Unio pictorum	5	5	-	3
	- Unio tumidus	3	4	-	3
Annelida					
Oligochaeta	- Stylaria lacustris	3	-	-	
	- Tubifex tubifex	-	3	-	
Hirudinea	- Glossosiphonia complanata	-	-	4	
	- Haemopsis sanguisuga	2	-	-	
	- Helobdella stagnalis	-	-	4	
	- Herpobdella octoculata	-	-	4	
Arthropoda					
Arachnida					
Araneida	- Argyroneta aquatica	2	-	-	
	- Tetragnatha extensa	3	-	-	
Hydrachnellae	- Hydrachna spec.	2	3	-	
	- Unionicola spec.	3	-	-	
Crustacea					
Cladocera		4	4	-	
Ostracoda		3	3	-	
Copepoda		6	5	-	
Decapoda	- Orconectes limosus	2	-	-	
Isopoda	- Asellus aquaticus	4	2	4	
Amphipoda	- Gammarus pulex	3	-	3	

		I	II	III	Gef. grad
Insecta					
Ephemeroptera		4	-	-	
Odonata	- Coenagrion puella	2	-	2	4
	- Ischnura elegans	3	-	-	4
	- Lestes sponsa	3	-	-	4
	- Libellula quadrimaculata	2	-	-	4
	- Orthetrum cancellatum	1	-	-	3
Plecoptera	- Nemoura cinerea	2	-	-	
Rhynchota	- Corixa punctata	6	-	-	
	- Gerris najas	3	-	-	
	- Hydrometra stagnorum	3	-	-	
	- Micronecta minutissima	3	-	-	
Coleoptera	- Gyrinus spec.	3	-	-	
	- Hydrotus inaequalis	3	-	-	
	- Laccobius bipunktatus	3	-	-	
	- Platambus maculatus	2	-	-	
	- Noterus crassicornis	2	-	-	
	- Scirtes spec.	1	-	-	
Megaloptera	- Sialis lutaria	3	-	-	
Mecoptera	- Panorpa communis	3	-	-	
Diptera	- Bezzia spec.	4	-	-	
	- Bibio marci	6	-	-	
	- Ceratopogonidae	5	-	-	
	- Chironomidae	4	-	-	
	- Culex pipiens	4	-	-	
	- Simulium spec.	3	-	-	
	- Tipula oleracea	4	-	-	

		I	II	III	Gef. grad
Trichoptera	- Anabolia nervosa	-	4	-	
	- Athripsodes spec.	2	5	-	
	- Limnephilus flavicornis	5	-	-	
	- Molanna angustata	-	3	-	
	- cf. Potamophylax spec.	-	2	-	
	- Tinodes waeneri	2	-	5	

Für weitergehende Vergleiche mit früheren Verhältnissen am Schluensee sei auf SCHERMER (1931) hingewiesen, der sich speziell mit Weichtieren in ostholsteinischen Seen befaßt hat.

6.3.2 Wirbellose im Seegrund (Profunda)

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurden die Wirbellosen des Seegrundes nur überblicksmäßig im Mai 1990 an 7 Stellen verschiedener Wassertiefe erfaßt (Tab. 12). Im unteren Bereich der Schalenzone (Stelle 3) wurden viele Weichtiere (Schnecken und Muscheln) gefunden. Larven verschiedener Zuckmückenarten waren in geringer Menge vor allem an Stellen mit geringerer Wassertiefe vorhanden. Wenigborster (Oligochaeten) wurden an fast allen Stellen gefunden. In größeren Tiefen (Stelle 6 und 7) wurden kaum noch Tiere gefunden. Insgesamt war die Besiedlungsdichte des Seegrundes im Schluensee sehr gering.

Im Vergleich zur Besiedlung des Uferbereichs ist die Besiedlung des Seegrundes durch Wirbellose aufgrund der schlechteren Sauerstoff-Versorgung und des einheitlicheren Substrates von quantitativ untergeordneter Bedeutung.

Tab. 12: Wirbellose im Seegrund des Schluensees,
Häufigkeit: 1 (Einzelfund) - 7 (massenhaft)

Stelle	1a	1b	2	3	4	5	6	7
Tiefe (m)	7	9	11,5	13	19	26,5	36	42
Wenigborster	1		2	2	2	2		
Egel	1							
Asseln	6							
Zuckmückenlarven	1	4	3	2				
Büschelmückenlarven							1	
Weichtiere								
Teichmuschel				1				
Wandermuschel				6				
Schnecken				1				
Schill		2	7					

LUNDBECK (1926) ordnete den Schluensee nach seiner Zuckmückenfauna dem Bathophilus-Plumosus-Seentyp zu. Das entspricht einem eutrophen See. Auch er stellte Weichtiere im Uferbereich in sehr hohen Individuendichten und Biomassen (bis 4.000 Ind/m² bzw. 300 g Frischgewicht/m²) fest (Abb. 43). *Chironomus plumosus* und *C. liebelsi*-*Bathophilus* hatten mit ca. 700 Ind/m² bzw. 20 g/m² ein Besiedlungsmaximum um 20 m Wassertiefe. Andere Zuckmückenlarven und Gnitzen waren reichlich in Tiefen > 12 m vertreten. Wenigborster gewannen in den tieferen Bereichen an Bedeutung. Insgesamt stellte LUNDBECK (1926) eine Benthos-Biomasse von durchschnittlich 470 g Frischgewicht/m² im Schluensee fest.

Hierbei war die Biomasse im Uferbereich mit geringen Wassertiefen unter 8 m im Mittel 3,5mal so hoch wie in den tieferen Zonen. Geht man von der groben Abschätzung aus, daß der Uferbereich < 8 m Wassertiefe etwa 1/4 der Seegrundfläche des Schluensees ausmacht, so war in den 20er Jahren im Uferbereich etwa genauso viel Wirbellosen-Biomasse vorhanden wie im tieferen Bereich.

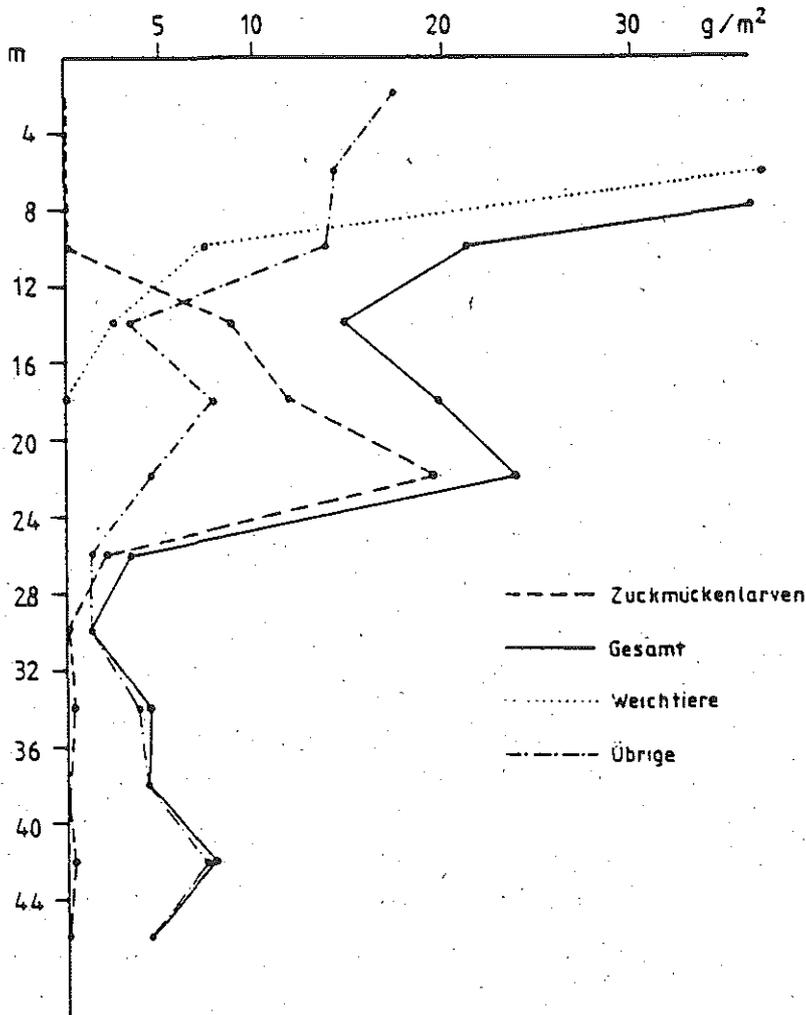


Abb. 43: Tiefenverteilung der Bodentierwelt am 16.9.1924 (g Frischgewicht/m²) (nach LUNDBECK 1926)

Aufgrund der im Vergleich zu älteren Untersuchungen verschlechterten wasserchemischen Bedingungen 1989/90 (siehe Kap. 5.1), insbesondere der Sauerstoffverhältnisse im Tiefenwasser, ist auch eine Verschlechterung der Lebensbedingungen im Profundal anzunehmen. Die hier lebenden Organismen müssen 2 - 3 Monate des Jahres ohne oder mit sehr wenig Sauerstoff überdauern. Dies können nur einige Spezialisten (bestimmte Wenigborster, Zuckmückenlarven, Büschelmückenlarven). Daher war auch die 1990 gefundene Besiedlungsdichte im Profundal sehr gering. Viele Fische im Schlensee sind so als Nahrungsgrundlage vor allem auf die Wirbellosen des Uferbereiches angewiesen.

6.4 Fische

Untersuchungen zur Fischfauna wurden am Schluensee 1989/90 im Auftrag des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten von den Dipl.-Fischereibiologen CHRISTIAN SCHUBERT und MICHAEL NEUMANN durchgeführt. Die folgenden Ausführungen basieren auf ihrem Bericht "Fischereibiologische Untersuchung des Schluensees" (1990).

Im Rahmen der Fischuntersuchungen wurde zur Erfassung der Artenzusammensetzung im November 1989 und im Juni 1990 die Schilfkante des Südufers des Schluensees oberhalb der 2 m Tiefenlinie elektrisch befischt. Um die Verteilung der Fische im gesamten See zu erfassen, wurden darüber hinaus Echolotaufzeichnungen durchgeführt (Abb. 44). Des Weiteren wurden Fangstatistiken des SFV Plön sowie Informationen des Nebenerwerbsfischers Herrn Paustian verwendet. Für Nahrungs- und Konditionsuntersuchungen wurden einige junge Karpfenartige aus dem Uferbereich sowie erwachsene Plötzen aus Netzfängen des Fischers untersucht.

In Tab. 13 ist das Artenspektrum der Fischfauna des Schluensees nach der Untersuchung sowie nach Angaben der Fischer zusammengestellt. Eine Besonderheit des Fischbestandes des Schluensees ist das Vorkommen der Großen und Kleinen Maräne. Diese Arten leben in kaltem Wasser, im Sommer also im Tiefenwasser der Seen. Sie finden in vielen Seen, deren Tiefenwasser im Sommer sauerstofffrei ist, keinen Lebensraum. Der relativ tiefe Schluensee mit seinem großen Sauerstoffvorrat im Tiefenwasser ist daher einer der wenigen schleswig-holsteinischen Seen, in denen diese Fische leben können. Maränen sind Planktonfresser. Die Große Maräne wird in der Roten Liste als vom Aussterben bedroht charakterisiert. Ursprünglich ist sie im Schluensee nicht heimisch und wird hier z. Zt. eingesetzt. Ob sie sich im Schluensee fortpflanzt, erscheint unsicher. Ansonsten wurden nur häufige Arten vorgefunden. An Raubfischen leben im Schluensee Hecht, Aal, Barsch, Kaulbarsch und Quappe. Friedfische sind die Karpfenartigen Plötze, Rotfeder, Brasse und Schleie.

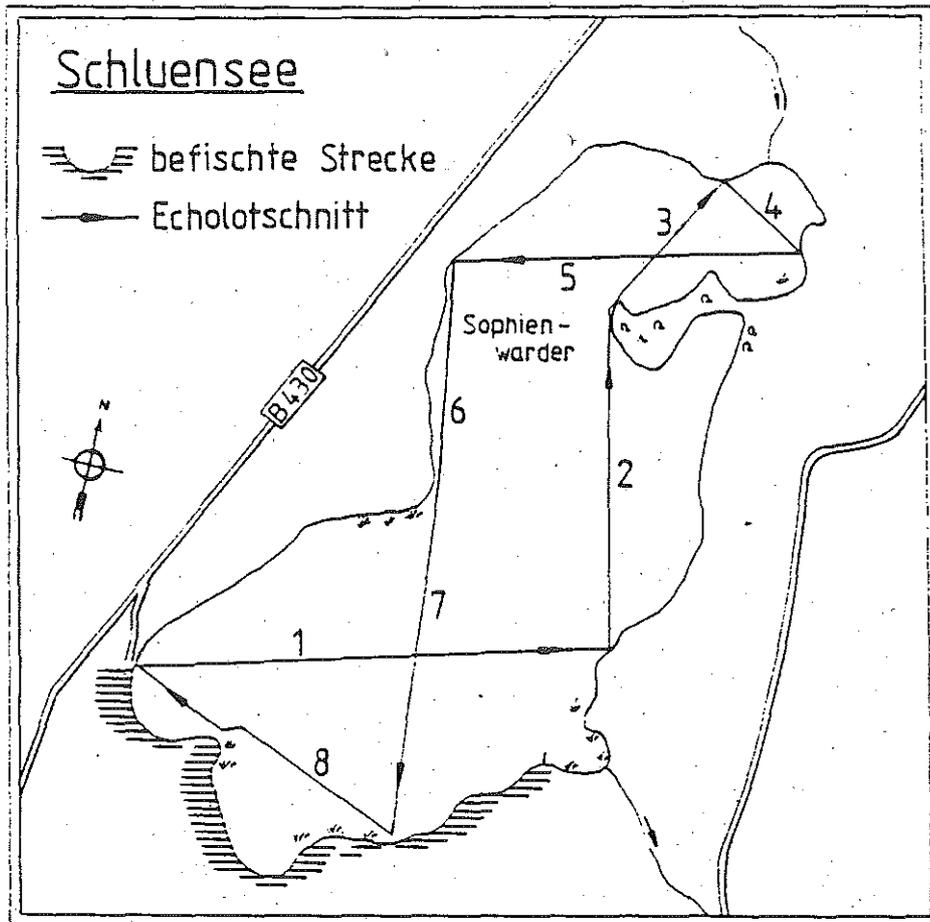


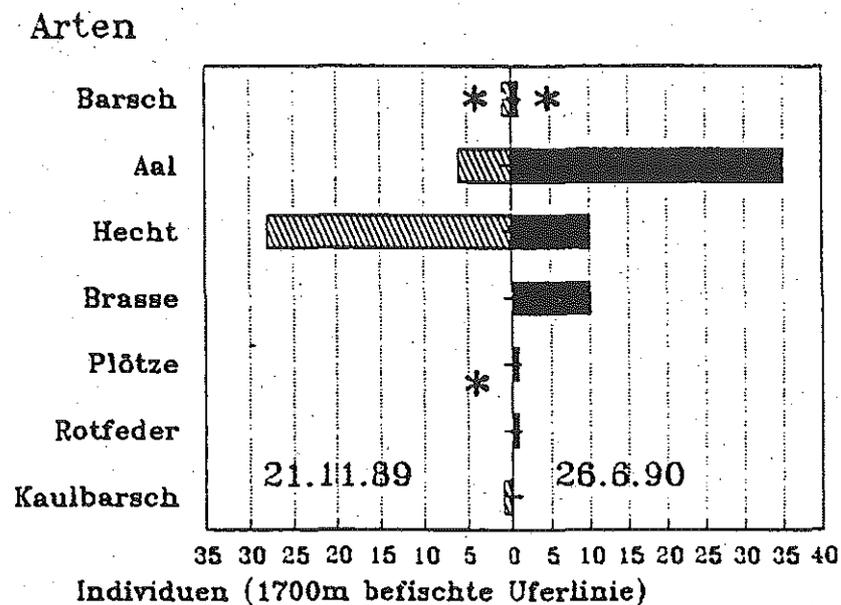
Abb. 44: Lage der Echolotschnitte und des befischten Uferabschnitts im Schluensee

Tab. 13: Artenspektrum der Fischfauna des Schluensees, Laichbestand und Besatzfische ((+) - Laichbestand wahrscheinlich, aber nicht durch Jungfische belegt)

Fischart	eigener Nachweis	Angaben Fischer	Laichbestand	Besatz
Gr. Maräne - <i>Coregonus nasus</i>		+	?	+
Kl. Maräne - <i>C. albus</i>		+	+	
Plötze - <i>Rutilus rutilus</i>	+	+	+	
Rotfeder - <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	+	+	+	
Brasse - <i>Abramis brama</i>	+	+	+	
Schleie - <i>Tinca tinca</i>		+	?	
Hecht - <i>Esox lucius</i>	+	+	?	+
Barsch - <i>Perca fluviatilis</i>	+	+	+	
Kaulbarsch - <i>Acerina cernua</i>	+	+	+	
Quappe - <i>Lota lota</i>		+	(+)	
Aal - <i>Anguilla anguilla</i>	+	+	-	+

Bei der zweimaligen Elektrobefischung eines ca. 1.700 m langen Uferabschnitts im Süden des Schluensees wurde mit einer Individuendichte von 0,3 Fischen / 10 m Uferlinie ein sehr niedriger Wert festgestellt. In anderen Seen beträgt sie in der Regel 1 - 2 Fische / 10 m Uferlinie. Es wurden vor allem Aal, Hecht und im Juni 1990 auch Brassen gefangen sowie im November 1989 einsömmrige Plötzen und Barsche (Abb. 45). Auffällig war insgesamt die extrem kleine Zahl an Karpfenartigen (Cypriniden), die in anderen norddeutschen Seen in sehr großer Dichte vorhanden sind.

Ergebnis der E-Befischung im Schluensee (Vergleich September 89 - Juni 90)



* Im Flachwasser wurde eine größere Zahl von Jungtieren beobachtet (Anzahl war nicht feststellbar)

Abb. 45: Ergebnis der Elektro-Befischung im Schluensee

Die Fangzahlen der Elektrobefischung im Uferbereich sind wahrscheinlich aus verschiedenen Gründen zu niedrig:

Im November 1989 begann gerade die Herbstzirkulation, und die Wassertemperaturen lagen schon relativ niedrig, so daß etliche Fische den im Sommer bevorzugten Uferbereich bereits verlassen hatten und in tieferes Wasser gezogen waren. So bestätigten die Echolotschnitte im Freiwasser im November, daß ein größerer Teil des Fischbestandes sich im Bereich der Sprungschicht zwischen 9 und 16 m Tiefe aufhielt. Kompakte Echosignale unterhalb von 15 m Wassertiefe (Abb. 46) sind wahrscheinlich auf Schwärme von Jungmaränen zurückzuführen. Die in Abb. 47 exemplarisch dargestellten zerstreuten Fischechos wurden wahrscheinlich durch Barsche verursacht.

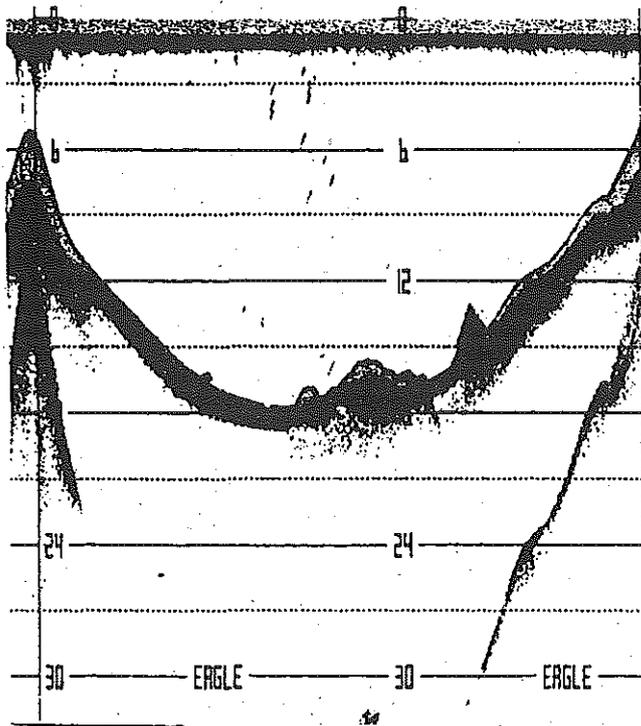


Abb. 46: Echolotschnitt 4 durch den Schluensee

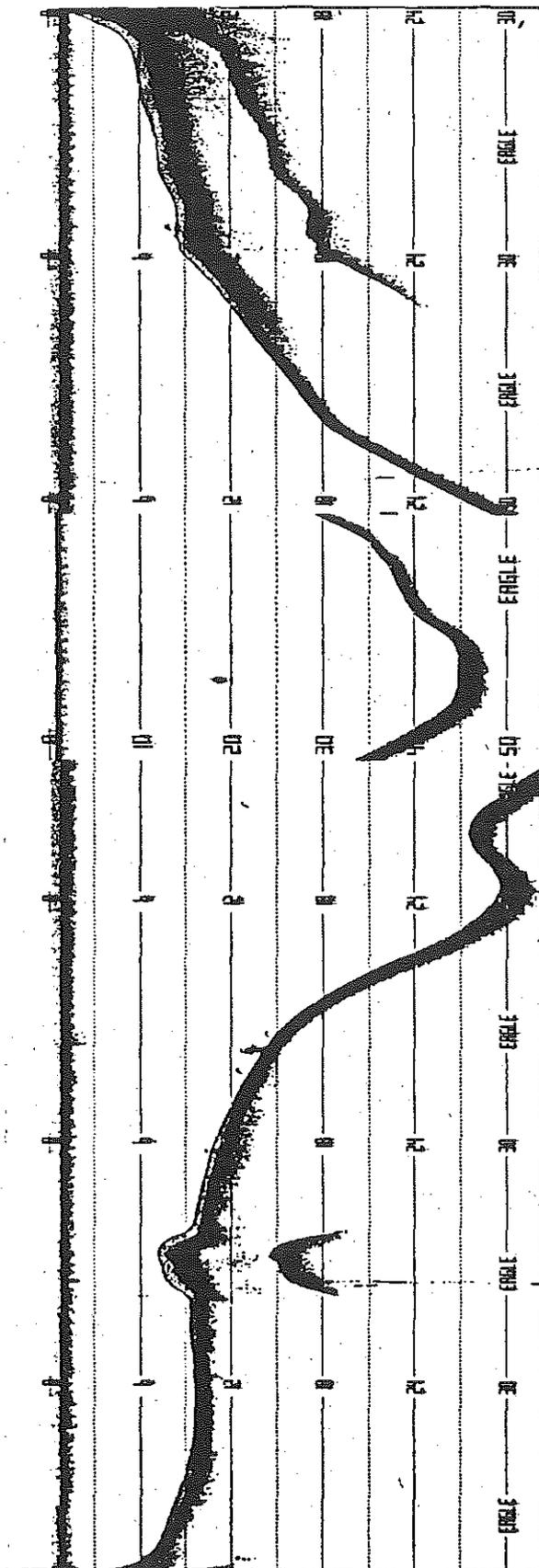


Abb. 47: Echolotschnitt 1 durch den Schluensee

Im Juni 1990 beeinträchtigte eine Massenentwicklung von fädigen Grünalgen den Uferbereich als Lebensraum für Fische, so daß sie auch zu dieser Zeit gezwungen waren, in das Freiwasser auszuweichen. Nach den Echoschnitten stand zu dieser Zeit ein großer Teil der Fische in uferferneren Bereichen des Sees bei 6 m Wassertiefe. Maränenechos waren wiederum in ca. 18 m Tiefe zu erkennen.

Insgesamt war jedoch, wie im Uferbereich, auch die mit dem Echolot registrierte Fischdichte im Freiwasser des Schluensees gering.

Um einen Eindruck von den Nahrungsbeziehungen im Schluensee, z. B. vom Fraßdruck der Fische auf Zooplankton und Bodentiere, zu erhalten, wurden an einigen Jungfischen und an erwachsenen Plötzen Magenuntersuchungen durchgeführt.

Bei den Jungtieren von Plötze und Barsch wurde im Magen vorwiegend Zooplankton (Wasserflöhe, Hüpferlinge, Linsenkrebse) gefunden. Dies ist für viele Jungfische eine typische Nahrung. Karpfenartige gehen erst mit zunehmendem Alter und bei ausreichender Dichte an kleinen Bodentieren auf Bodennahrung über. Bei erwachsenen Plötzen und Brassens wurden dementsprechend vor allem Bodentiere im Magen gefunden (Tab. 14).

Alle untersuchten Tiere hatten einen leicht überdurchschnittlichen Korpulenzfaktor, d. h., sie waren gut ernährt. Auch waren die untersuchten Fische verhältnismäßig lang für ihr Alter. So waren im Schluensee 9 Jahre alte Plötzen im Mittel 29 cm lang, während sie diese Länge in der Regel erst mit 12 Jahren erreichen, ebenso die 52 cm langen, 12 Jahre alten Brassens, die im allgemeinen meist ca. 44 cm lang sind (JENS 1979).

Dieser gute Ernährungs- und Wachstumszustand kann nach SCHUBERT & NEUMANN auf einen unverhältnismäßig hohen Fischfang zurückgeführt werden. Es wäre also für mehr Fische Lebensraum im Schluensee vorhanden, wenn der Fangdruck nicht so groß wäre.

Tab. 14: Nahrungszusammensetzung, Alter und Konditionsfaktoren erwachsener Fische im Schluensee
 KF = Konditionsfaktor = $100 \times \text{Gewicht (g)} / \text{Länge}^3 \text{ (cm)}$
 dKF = Abweichung von "normalen" KF nach JENS (1979)
 Alter 9 + = Tier befindet sich im zehnten Lebensjahr

Länge cm	Gewicht Gramm	Alter Jahre	KF.	dKF.	Mageninhalt
Plötze					
27	249,3	9+	1,27	+0,11	Algen, Sand, Wandermuschel
30	318,8	10+	1,18	+0,02	Bithynia, Wandermuschel, Algen
29	305,3	9+	1,25	+0,07	Bithynia
29	334,6	8+	1,37	+0,19	Sand, Wandermuschel, Hydrobiiden
34	531,7	11+	1,35	+0,08	Weichtiere, Wandermuschel
30	351,0	9+	1,30	+0,09	Schnecken, Algen, Sand
29	309,8	8+	1,27	+0,09	Sand, Bithynia, Köcherfliegen- larven
29	293,0	9+	1,20	+0,02	leer
28	278,4	9+	1,26	+0,08	Algen
30	370,7	8+	1,37	+0,17	Weichtiere, Algen, Sand
29	328,7	9+	1,35	+0,17	leer
30	344,3	9+	1,27	+0,07	Schnecken, Algen, Sand
27	376,7	8+	1,91	+0,75	leer
31	390,8	9+	1,31	+0,05	Sand, Algen, undef.
28	286,7	9+	1,30	+0,12	Bithynia, Wandermuschel, Sand, Algen, Ephemera spec
29	357,5	9+	1,46	+0,22	Algen, Sand, undef.
31	381,8	9+	1,28	+0,02	Weichtiere, Sand, Algen
28	299,7	9+	1,36	+0,18	Wandermuschel, Algen, Sand
29	310,7	10+	1,27	+0,19	Erbsenmuschel, Potamopyrgus jenkinsi, Algen, Bithynia, Sand, Köcherfliegenlarven
Rotfeder					
36	880	11+	1,90		Algen
Brassen					
52	1783	12+	1,26	+0,12	Wandermuschel, Algen, Schnecken, Insektenreste, Asseln, Köcherfliegenlarven
52	2477	12+	1,49	+0,33	Wandermuschel, Eintagsfliegen- larven, Erbsenmuschel, Hüpfer- linge, Schwimmkäferlarven, Schnecken, Asseln, Insekten- reste, Eier undef.

Eine Abschätzung des Fischbestandes und des Fischereiertrages erfolgte auf indirektem Weg, da bei der Befischung nur relativ wenig Fische gefangen wurden. Hierfür wurden verschiedene Ansätze aus der Literatur herangezogen (Tab. 15):

- der Vergleich mit anderen norddeutschen Maränenseen (JENS 1979),
- die Beziehung zwischen Makrozoobenthonbiomasse, der mittleren Tiefe des Sees und dem Fischbestand bzw. dem Fischereiertrag (MATUSZEK 1978). Für die Makrozoobenthonbiomasse des Schluensees wurden Daten von LUNDBECK (1926) herangezogen unter der Annahme, daß der See sich in den letzten Jahrzehnten wenig verändert habe.
- die Beziehung zwischen der mittleren sommerlichen Chlorophyll a-Konzentration im Epilimnion und dem Fischereiertrag (OGLESBY 1977).
- die Beziehung zwischen der mittleren sommerlichen Gesamt-Phosphor-Konzentration im Epilimnion, der mittleren Wassertiefe und dem Fischbestand bzw. dem Fischereiertrag (HANSON & LEGETT 1981).

Tab. 15: Abschätzung des Fischbestandes und des potentiellen Fischereiertrages im Schluensee nach verschiedenen Autoren

Autor	Ansatz- Parameter	Fischbestand kg	Fischereiertrag kg/Jahr
JENS 1979		1350 - 6750	450 - 2250
MATUSZEK 1978	Zoobenthos	13644	414
OGLESBY 1977	Chlorophyll		520
HANSON & LEGETT 1982	Phosphor	9236	533

Alle Ansätze (Tab. 15) führten in etwa zu einem potentiellen, maximal nutzbaren Fischereiertrag von ca. 500 kg Fisch/Jahr. Dies entspricht ca. 4 kg/ha/a. Dieser Wert ist, verglichen mit anderen schleswig-holsteinischen Seen, die Fischereierträge bis 50 kg/ha/a aufweisen, sehr niedrig. Die Angler am Schluensee weichen deshalb gern auf andere Vereinsgewässer aus. Leider führt der Fischer nach eigenen Angaben keine Fangstatistiken. Der Ernährungszustand der Fische weist jedoch auf eine Überfischung des Schluensees hin (s. o.).

Der Fischbestand liegt um ein Vielfaches über dem potentiellen Ertrag, der dem See jährlich entnommen werden darf (Tab. 15). Der Fischbestand des Schluensees wird von SCHUBERT & NEUMANN auf ca. 10000 kg geschätzt.

Zusammenfassend charakterisieren die Autoren den Schluensee als relativ unproduktives Gewässer mit kleinem Fischbestand und als eines der letzten relativ nährstoffarmen Maränengewässer Schleswig-Holsteins.

6.5 Vögel

Die Vogelwelt am Schluensee wird vom Deutschen Bund für Vogelschutz (DBV) laufend beobachtet. Die folgenden Ausführungen beruhen auf einer Zusammenstellung dieser Beobachtungen durch BERND KOOP.

Eine Bestandsübersicht der Vögel am Schluensee gibt Tab. 16.

Tab. 16: Bestandsübersicht über die Vogelwelt am Schluensee bei 4 kompletten Zählungen

	17.1.1989	18.1.1990	16.8.1989	5.9.1990
Haubentaucher	26	21	18	22 Erw. + 4 Fml.
Zwergtaucher	1	5	0	0
Kormoran	0	1	17	11
Graureiher	4	6	1	2
Höckerschwan	8	0	2	0
Singschwan	11	0	-	-
Stockente	140	86	14	0
Reiherente	130	115	140	410 !
Schellente	21	31	0	0
Gänsesäger	29	2	0	0
Zwergsäger	8	4,9	0	0
Bleßralle	280	178	(100)	80
Kiebitz	-	-	-	100
Lachmöwe	35	45	230	160
Eisvogel				1

Brutvögel der Graureiherkolonie der Rixdorfer Tannen fliegen zur Nahrungssuche auch an den Schluensee.

Am Schluensee ist die typische Brutvogelwelt ostholsteinischer Seen vertreten, allerdings ohne Möwenkolonien. Es wurden beobachtet:

auf dem Schluensee:

- Haubentaucher: 1990 - 16 Paare, 9 Familien;
- Stockente: ca. 20 Paare, jedoch mit geringem Bruterfolg;
- Reiherente: alljährlich ca. 20 Paare;
- Tafelente: alljährlich bis 3 Familien;
- Höckerschwan: nicht alljährlich 1 Paar;
- Bleßralle: 40 Paare, bis 20 Familien;
- Teichralle: 2 - 3 Paare am Sophienwarder;
- Wasserralle: bis 5 rufende Exemplare am Sophienwarder;
- Teichrohrsänger: bis 20 singende Männchen;
- Rohrammer: ca. 15 Paare, insbesondere um den Sophienwarder.

in angrenzenden Flächen:

Wald im Süden:

- Habicht: 1 Brutpaar;
- Mäusebussard: 1 Brutpaar;
- Wespenbussard: 1 Revierpaar (1985 u. 1987).

Aufgeforstete Fläche am Ostufer des Sees (die Bestände dürften durch die Vegetationsentwicklung in den nächsten Jahren noch zunehmen):

- Neuntöter: bis 3 Paare;
- Sumpfrohrsänger: bis 8 Sänger;
- Feldschwirl: bis 5 Sänger;
- Rohrammer: 1990 - 8 bis 10 Paare.

An Rastvorkommen, zu denen Mauservorkommen und Bestände zu den Zugzeiten und im Winter zählen, wurden folgende beobachtet:

- Haubentaucher: nur wenige Vögel mausern.

- Graugans: 5.9.1990 - 210 Exemplare, einmaliges Wintervorkommen im Januar 1983 (milder Winter) - ca. 100 Exemplare.
Der Hang am Westufer ist ein immer wieder aufgesuchter Nahrungsplatz. Der Bestand schwankt hier stark, es handelt sich um Vögel des benachbarten Behler Sees.
- Singschwan: Dezember 1984 - bis 22 Exemplare aus dem Raum Kossau nutzten den See als Schlafplatz. Dabei gab es Wechselbeziehungen zum Tresdorfer See.
- Reiherente: August 1989 - erstmals Mauser des Großgefieders von bis zu 140 Exemplaren. 1990 - Mauser des Kleingefieders von bis zu 410 Exemplaren, wohl mit Wechselbeziehungen zum Behler See. Winterbestand bisher maximal 130 Exemplare im Januar 1989.
- Bleßralle: Juli 1989 - Mauserbestand bis 100 Exemplare; Januar 1983 - Winterbestand bis 400 Exemplare.
- Gänsesäger: bis 30 Exemplare am See.
- Kormoran: August, September - bis 20 Exemplare. Damit sind am Schluensee, trotz allgemeiner hoher Bestände im Raum Plön, nur relativ wenig Kormorane vertreten.

Des weiteren wurden von PUCK (1989) bei ihren Untersuchungen am Schluensee noch Bachstelze, Brandgans, Fluß-Seeschwalbe, Fluß-Uferläufer, Sturmmöwe und Tafelente beobachtet.

Die Brutvogel- und Rastvorkommen am Schluensee können zusammenfassend wie folgt bewertet werden:

Für die Vogelfauna am Schluensee ist es von besonderer Wichtigkeit, daß der See im Verbund mit zahlreichen benachbarten Seen, insbesondere mit dem Behler See, dem Tresdorfer See sowie mit Kleingewässern im Raum Kossau - Grebin steht. Aufgrund der vielfältigen Nutzungen der gesamten Seenplatte benötigen die Wasservögel stets Ausweichräume. Allerdings scheint der Angelbetrieb des SFV Plön am Schluensee die Ausbildung größerer Wasservogelkonzentrationen zu stören.

Das Brutvorkommen besonders der Schilfbewohner (Rallen, Rohrsänger und Rohrammer) am Schluensee ist als lokal bedeutend hervorzuheben und auf den relativ gut ausgebildeten Schilfgürtel des Sees zurückzuführen. Die Brutvorkommen der übrigen Arten sind gering. Insbesondere der Haubentaucherbestand hat in den letzten Jahren leicht abgenommen.

7. Gewässerbeschaffenheit der Zuläufe und des Ablaufes

7.1 Chemische Beschaffenheit

Alle drei untersuchten Zuläufe zum Schluensee hatten im Untersuchungszeitraum eine sehr geringe Wasserführung (siehe Kap. 7.2).

Die Temperatur schwankte im Ablauf vom Görnitzer See im Verlauf des Jahres 1989 zwischen 4 und 16 °C und lag damit um 1 - 2 °C höher als in den beiden anderen Zuläufen.

Die pH-Werte lagen im Ablauf des Görnitzer Sees relativ konstant um 7,5. Ein Maximum von 8,3 im April 1989 spiegelt wahrscheinlich ein Frühjahrsalgenmaximum und damit verbundene hohe pH-Werte im Görnitzer See wider. Dies legen auch hohe Chlorophyll a-Konzentrationen (bis 150 µg Chl a/l) in diesem Zulauf nahe. Im Ablauf vom Plußsee lagen die pH-Werte zwischen 7 und 7,5, im Ablauf vom Knipp-Hagels-Teich bei knapp 8.

Die Leitfähigkeit lag im Ablauf des Görnitzer Sees in der ersten Jahreshälfte 1989 mit Werten von über 600 µS/cm recht hoch, in der zweiten Jahreshälfte um 500 µS/cm. Das gleiche Muster zeigten die Chlorid-Konzentrationen mit Werten um 50 bzw. 40 mg Cl/l. Im Ablauf vom Plußsee lagen die Leitfähigkeit um 500 µS/cm und die Chlorid-Konzentrationen bei ca. 40 mg Cl/l. Im Ablauf vom Knipp-Hagels-Teich waren die Leitfähigkeit mit gut 400 µS/cm und die Chlorid-Konzentrationen mit 30 mg Cl/l am niedrigsten. Ende August zur Zeit des größten festgestellten Abflusses, wurde mit 282 µS/cm ein besonders niedriger Wert ermittelt.

Der Ablauf des Görnitzer Sees wies mit 50 % Sauerstoff-Sättigung im Mittel ein ständiges deutliches Sauerstoff-Defizit auf, ebenso der Ablauf des Plußsees mit etwas höheren Sättigungen (um 65 %). Das Wasser des Ablaufs vom Knipp-Hagels-Teich war hingegen sehr konstant mit 90 % Sauerstoff-Sättigung fast vollständig sauerstoffgesättigt.

Die Konzentrationen an organischem Kohlenstoff lagen in allen drei Zuläufen um 15 mg DOC bzw. TOC/l.

Die Gesamt-Stickstoff-Konzentrationen lagen im Ablauf des Görnitzer Sees relativ konstant um 3 mg N/l mit leicht erhöhten Werten um 4 mg N/l im Winter. Nitrat lag ebenfalls relativ konstant im Mittel bei 0,7 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$. Die Nitrit- und Ammonium-Konzentrationen schwankten hingegen stärker und lagen im Mittel bei 0,05 mg $\text{NO}_2\text{-N/l}$ bzw. 0,54 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$. Besonders hohe Ammonium-Konzentrationen wurden im Januar und Februar 1989 mit 1,2 bzw. 1,8 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ festgestellt.

Im Ablauf des Plußsees schwankten die Gesamt-Stickstoff-Konzentrationen stärker und lagen im Mittel um 4 mg N/l. Ein ausgeprägtes Maximum wurde Ende August 1989 mit ca. 11 mg N/l festgestellt, überwiegend als Nitrat (8,7 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$) vorliegend, zur Zeit des höchsten ermittelten Abflusses. Dies weist auf Auswaschungen aus den umgebenden Flächen durch den Regen hin. Insgesamt lagen die Nitrat-Konzentrationen mit knapp 3 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ deutlich höher als im Ablauf des Görnitzer Sees. Die Konzentrationen von Nitrit und Ammonium schwankten um 0,04 mg $\text{NO}_2\text{-N/l}$ bzw. 0,17 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$.

Im Ablauf vom Knipp-Hagels-Teich schwankten die Gesamt-Stickstoff-Konzentrationen stark mit Werten > 5 mg N/l im Winter. Im Mittel lagen sie bei ca. 3 mg N/l. Die Nitrat-Konzentrationen folgten dem gleichen Muster mit Werten bis 4,5 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ im Winter und Mittelwerten um 1,5 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$. Die Nitrit- und Ammonium-Konzentrationen waren mit 0,03 mg $\text{NO}_2\text{-N/l}$ bzw. 0,11 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ im Mittel recht niedrig. Ein Maximum der Ammonium-Konzentrationen wurde mit 0,7 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ im Oktober 1989 festgestellt.

Die beiden kleineren Zuflüsse wiesen also bei etwa gleichen Gesamt-Stickstoff-Konzentrationen deutlich höhere Nitrat-Konzentrationen auf als der Ablauf des Görnitzer Sees, in dem Nitrat als Pflanzennährstoff wahrscheinlich weitgehend durch die Algen aufgenommen wurde.

Die Gesamt-Phosphor-Konzentration lag im Ablauf des Görnitzer Sees relativ konstant um 0,5 mg P/l, der größte Teil als anorganisches Phosphat. In den beiden anderen Zuläufen lagen die Gesamt-Phosphor-Konzentrationen mit 0,16 - 0,17 mg P/l und die Phosphat-Konzentrationen mit 0,06 bis 0,08 mg $\text{PO}_4\text{-P/l}$ im Mittel deutlich niedriger als im Ablauf des Görnitzer Sees und zu ca. der Hälfte an Partikel gebunden vor.

Tab. 17: Jahresmittelwerte ausgewählter Parameter und chemischer Güteindex in den Zuläufen und im Ablauf des Schluensees

	Ablauf Görnitzer See	Ablauf Pluß- see	Ablauf Knipp- Hagels- Teich	Ablauf Schluen- see
Leitfähigkeit ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	562	472	400	416
Sauerstoffsättigung (% O_2)	52	63	91	93
TOC (mg/l)	17	14	17	6
Gesamt-Stickstoff (mg N/l)	3,00	3,96	3,24	0,67
Nitrat (mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$)	0,68	2,71	1,64	0,11
Ammonium (mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$)	0,48	0,18	0,11	0,09
Gesamt-Phosphor (mg P/l)	0,55	0,16	0,17	0,07
Phosphat (mg $\text{PO}_4\text{-P/l}$)	0,43	0,08	0,05	0,04
Chem. Güteindex	2,3	1,8	1,7	1,4
	deutlich belastet	mäßig belastet	kaum belastet	sehr gering belastet

Zusammenfassend läßt sich das dem Schluensee zufließende Wasser wie folgt charakterisieren:

Die Oberflächenzuläufe machen etwa 20 % des gesamten dem See zufließenden Wassers aus.

Der Ablauf des Görnitzer Sees ist der Ablauf eines zumindest eutrophen Sees, der zudem indirekt Abwasser aus Görnitz erhält. Die Nährstoffkonzentrationen waren hoch und ausgeprägte Sauerstoff-Zehrungsprozesse, wahrscheinlich u. a. durch den Abbau der im Görnitzer See produzierten Biomasse, führten zu geringen Sauerstoff-Sättigungen und relativ hohen Ammonium-Konzentrationen. Der chemische Güteindex deutet auf einen deutlich belasteten Zufluß hin, insbesondere aufgrund der hohen organischen Belastung sowie hoher Phosphor- und Ammoniumkonzentrationen.

Der Ablauf des Plußsees und der Ablauf des Knipp-Hagels-Teiches sind nach dem chemischen Güteindex mäßig bzw. kaum belastet. Sie wiesen für die fruchtbare Gegend typische hohe Gesamt-Stickstoff- und Nitrat-Konzentrationen auf. Der Sauerstoffhaushalt, insbesondere des

Vorfluters am Angelverein, war kaum belastet. Regenereignisse führten in beiden Bächen zu einem Anstieg der Stickstoff-Konzentration durch Auswaschungen aus den umliegenden Flächen.

Das Wasser des Ablaufs des Schluensees glich in seiner chemischen Zusammensetzung stark dem Oberflächenwasser im Schluensee an der tiefsten Stelle (s. Kap. 5.1). Die Nährstoff-Konzentrationen waren mit 0,67 mg N/l bzw. 0,07 mg P/l im Mittel deutlich niedriger als in den Zuläufen.

Die Konzentrationen der verschiedenen Stoffe im See und im Ablauf waren eng korreliert ($r = 0,83 - 0,98$). Der Ablauf des Schluensees ist also gut geeignet, um im Rahmen des Seenkontrollmeßprogramms des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten für den Schluensees repräsentative Proben zur Zeit der Frühjahrszirkulation zu entnehmen und so die weitere Entwicklung bestimmter chemischer Parameter im See zu verfolgen.

7.2 Abfluß und Stofftransport

Die drei untersuchten Zuläufe entwässern knapp 50 % des oberirdischen Einzugsgebietes bzw. 62 % des Landeinzugsgebietes des Schluensees. Der Ablauf vom Görnitzer See war mit ca. 9 l/s im Mittel der größte Zulauf, die Abläufe vom Plußsee und vom Knipp-Hagels-Teich wiesen im Mittel einen Abfluß von je ca. 3 l/s auf. Am Ablauf des Schluensees, der Behler Au, wurde ein Abfluß von im Mittel 80 l/s festgestellt (Abb. 48). Da die Zuläufe also im Mittel nur ca. 15 - 20 % der Wassermenge führen, die am Ablauf des Sees festgestellt wurde, müssen die restlichen 80 % des dem See zufließenden Wassers diffus aus den restlichen 38 % des Landeinzugsgebietes, durch Niederschlag auf die Seefläche sowie wahrscheinlich in bedeutendem Ausmaß aus dem Grundwasser zuströmen. In der chemischen Beschaffenheit des Wassers im Tiefenprofil an der tiefsten Stelle des Schluensees finden sich allerdings keine Hinweise für eine Einschichtung von Grundwasser.

Zwischen dem Abfluß und den Stickstoff- bzw. Phosphor-Konzentrationen war in keinem der Zuläufe ein einheitlicher Zusammenhang erkennbar. Daher können Berechnungen des Stoff-Transports nur für die einzelnen Meßtage erfolgen (Abb. 49). Sowohl für Stickstoff als auch

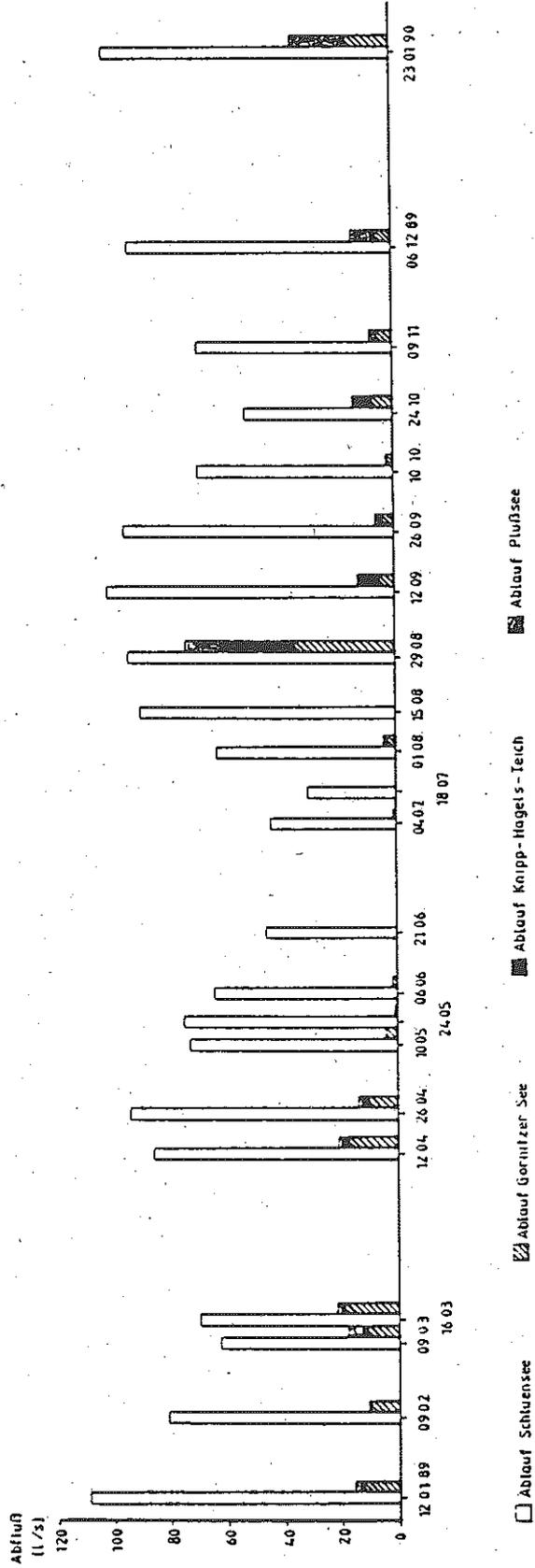
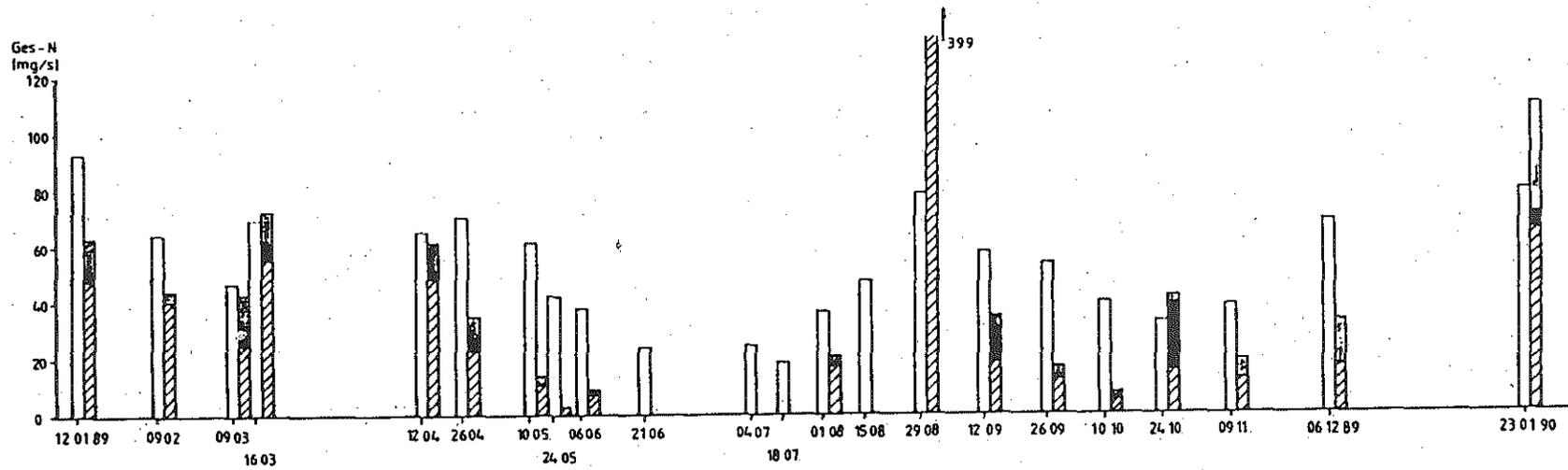
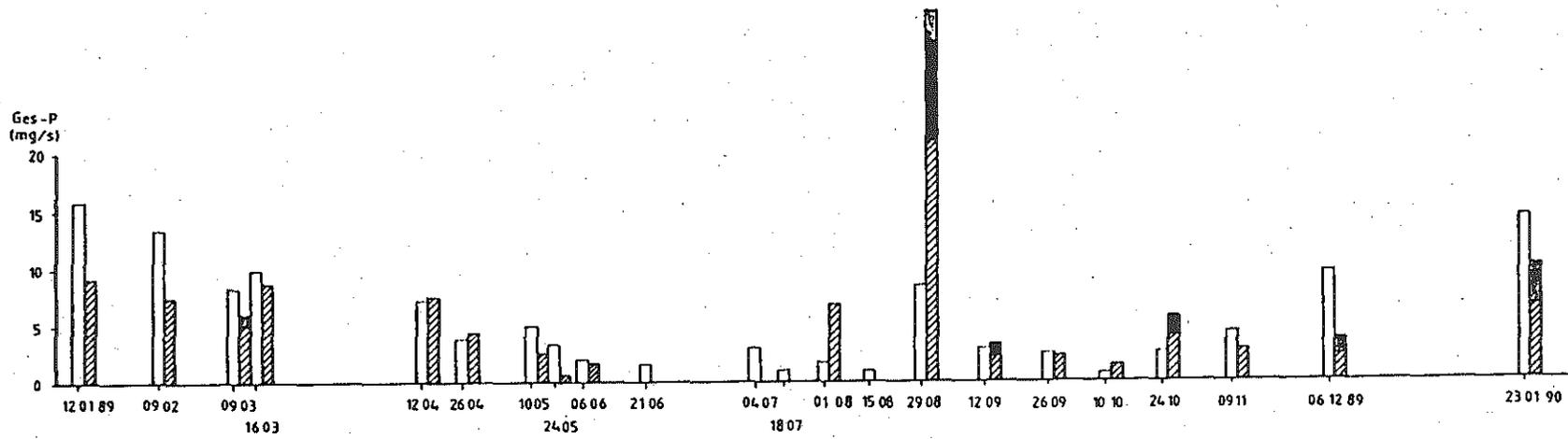


Abb. 48: Abfluß (l/s) in den Zuläufen und im Ablauf des Schluensees



Ablauf Schnuensee
 Ablauf Görnitzer See
 Ablauf Knipp-Hagels-Teich
 Ablauf Plußsee

Abb. 49: Phosphor- und Stickstofftransport (mg/s) in den Zuläufen und im Ablauf des Schluensees

für Phosphor war in den Zuläufen wie im Ablauf der Stofftransport im Frühjahr, Herbst und Winter am größten und im Sommer am niedrigsten. Eine Ausnahme stellt das Maximum im Verlauf des Regenereignisses Ende August 1989 dar, als für alle Zuläufe zusammen der Stofftransport bei ca. 400 mg N/s bzw. 33 mg P/s lag. Dieses Ereignis spiegelte sich jedoch in den N- und P-Konzentrationen im See nicht deutlich wider (siehe Kap. 5.1.7 u. 5.1.8). Im Winter wurden wiederholt hohe Werte um 60 - 100 mg N/s bzw. 10 mg P/s festgestellt. Davon brachte im Mittel der Ablauf des Görnitzer Sees mit ca. 70 % des Stickstoff-Transports und 85 % des Phosphor-Transports aller Zuläufe den Löwenanteil in den Schluensee.

Der festgestellte Stickstoff- und Phosphor-Transport im Ablauf des Schluensees lag etwa in der gleichen Größenordnung wie in den Zuläufen insgesamt (Abb. 49). In Anbetracht der Tatsache, daß die untersuchten Zuläufe nur 20 % des zufließenden Wassers beisteuerten und daß in den restlichen 80 % diffus oberflächlich, durch Niederschlag und aus dem Grundwasser zufließenden Wassers ebenfalls Stickstoff und Phosphor enthalten waren, verblieb etwa die dem Schluensee diffus zufließende Stoffmenge im Schluensee (siehe Kap. 8). Stickstoff ging dem See allerdings z. T. durch Denitrifikation an die Luft verloren. Der See fungierte also insbesondere für Phosphor als Nährstofffalle, d. h., die Phosphormenge im See und seinem Sediment steigt zur Zeit kontinuierlich an.

Eine Hochrechnung des festgestellten Stofftransportes auf ein Jahr nach Gleichung 1, Kap. 8.1, ergibt, daß durch die Behler Au aus dem Einzugsgebiet ca. 190 kg P/a und 1700 kg N/a abfließen. Das entspricht auf das Landeinzugsgebiet bezogen einem Verlust von 0,4 kg P/ha/a und 3,3 kg N/ha/a.

8. Stoffverluste im Einzugsgebiet und Belastungssituation des Schluensees

8.1 Abschätzung der Stoffeinträge aus dem Landeinzugsgebiet und aus Niederschlägen in den See

In den Schluensee werden nach Angaben des Umweltamtes des Kreises Plön keine Abwässer direkt eingeleitet. Soweit überschaubar, scheint dies auch in der Vergangenheit nicht der Fall gewesen zu sein. Das Dorf Görnitz mit ca. 100 Einwohnern verfügt über Hauskläranlagen, die in den Görnitzer See entwässern und über dessen Ablauf auch den Schluensee beeinflussen können (s. u.). Das ebenfalls im Einzugsgebiet des Schluensees gelegene Gut Behl führt seine Abwässer in den Ablauf des Schluensees, die Behler Au. Die Nährstoffzufuhr aus dem größten Teil des Einzugsgebietes ist daher vor allem auf landwirtschaftliche Flächennutzung zurückzuführen.

Eine Bilanzierung der Wasser- und Stoffbewegungen innerhalb des Einzugsgebietes des Schluensees ist nur sehr unzulänglich möglich, da zum einen nur gut 60 % des Land-Einzugsgebietes durch Zuläufe in den See entwässern, während knapp 40 % diffus entwässern (siehe Kap. 4.1, Tab. 19). Zum anderen sind die flächenbezogenen Abflüßmengen am Ablauf des Schluensees mit 13 - 15 l/s km² im Jahresmittel deutlich höher als die an den Zuläufen festgestellten mit mittleren Werten von 3 - 7 l/s km². Hieraus kann auf einen beträchtlichen, im Rahmen dieser Untersuchung nicht quantifizierbaren Zustrom aus dem Grundwasser in den Schluensee geschlossen werden. Relativ genau können hingegen die Wassermengen und Stofffrachten in der mit einem Schreibpegel bestückten Behler Au, dem Ablauf des Schluensees, berechnet werden.

Der Stoffeintrag aus dem Einzugsgebiet in den Schluensee (Tab. 19) wurde grob abgeschätzt:

- für die Zuläufe: nach Hochrechnung der 2 x monatlich ermittelten Stofffrachten auf ein Jahr nach der Gleichung 1:

$$S_f \text{ (t/a)} = S_z \text{ (mg/l)} \times \text{Abfluß (l/s)} \times t$$

- S_f : Stofffracht pro Jahr
- S_z : Stoff-Konzentration im Zufluß (ca. 22 Einzelmess. im Jahr)
- Abfluß : z. Zt. der Ermittlung von S_z (ca. 22 Einzelmess. im Jahr)
- t : Zeitdauer, über die S_z und Abfluß interpoliert wurden

- für diffus entwässernde Bereiche und die Zuläufe: nach der Flächennutzungsart bzw. Punktquellen, für die in der Literatur verschiedene Stoff-Exportkoeffizienten angegeben sind (siehe Tab. 18).

Bei beiden Vorgehensweisen kann der Fehler aufgrund der Schwankungsbreiten und vorzunehmenden Verallgemeinerungen sehr groß sein.

Tab. 18: Phosphor- und Stickstoffexportkoeffizienten für verschiedene Flächennutzungen (kg/ha/a) und Punktquellen (kg/a bzw. kg)

Nutzungsart	Exportkoeffizient (kg/ha/a)		Quelle
	mittel	Bereich	
Acker	P: 0,5	0,07 - 2	SCHWERTMANN 1973
	N: 20	20 - 70	LW 1991
Grünland	P: 0,2	0,1 - 0,8	ALLEN & KRAMER 1972
	N: 10	5 - 15	BUCKSTEEG & HOLLFELDER 1975 LW 1991
Wald	P: 0,05	0,01 - 0,183	DILLON & KIRCHNER 1975
	N: 7	5 - 10	LW 1991
Gewässer *	P: 0		
	N: 0		
versiegelte Flächen	P: 2	2 - 12	LW 1991
	N: 20	17 - 35	LW 1991
Niederschlag (bei Eutin)	P: 0,5		Meßprogramm LW 1990
	N: 13		Meßprogramm LW 1990

Punktquellen:

Einwohner (Mehrkammersystem)	P: 0,2 kg/a	HAMM 1976
	N: 0,3 kg/a	
Einwohner in unmittelbarer Ufernähe (Mehrkammersystem)	P: 0,85 kg/a	
	N: 2 kg/a	
Dungeinheit	P: 0,13 kg	MELFF 1988
	N: 0,8 kg	MELFF 1988

* Bei den Gewässern im Einzugsgebiet des Schluensees wird von einem Nährstoff-Rückhalt ausgegangen.

Im folgenden soll vertretend für viele andere Stoffe der Transport von Stickstoff und Phosphor dargestellt werden.

Der prozentuale Flächenanteil der verschiedenen Nutzungsarten am Teileinzugsgebiet wurde aufgrund der Top. Karten 1728 und 1828 geschätzt. Für die Abschätzung flächennutzungsabhängiger Einträge wurden für die Teileinzugsgebiete der Zuläufe die mittleren Export-Koeffizienten (Tab. 18) verwendet. Für die diffus in den Schluensee entwässernden Flächen wurden aufgrund der geringen Größe des Einzugsgebietes und der steilen, die Erosion begünstigenden Ufer die doppelten mittleren Exportkoeffizienten bzw., wenn die doppelten mittleren Koeffizienten über den hohen Werten lagen, die in Tab. 18 angegebenen hohen Werten veranschlagt.

Für die Einwohner des Dorfes Görnitz wurden aufgrund der Entfernung zum See die niedrigeren N- und P-Einträge aus Tab. 18 veranschlagt. Für die Einwohner im diffus entwässernden Einzugsgebiet, die z. T. in unmittelbarer Ufernähe wohnen, wurden die entsprechend höheren Werte (Tab. 18) zugrunde gelegt.

Die Dungeinheiten wurden Gemeindestatistiken des MELFF (1988) entnommen. Eine Dungeinheit entspricht etwa einem Rind (älter als zwei Jahre) bzw. ca. 80 kg N und 13 kg P. Nach HAMM (1976) erreicht ca. 1 % des für Großvieheinheiten veranschlagten Phosphors die Gewässer. Dieser Wert wurde auch für die Phosphor- und Stickstoff-Gehalte der Dungeinheiten veranschlagt, obwohl Stickstoff wahrscheinlich besser transportiert wird als Phosphor.

Die nach den Flächennutzungsarten und nach den Messungen an den Zuläufen abgeschätzten Phosphor-Frachten (Tab. 19) stimmen für den Ablauf Knipp-Hagels-Teich sehr gut überein (29 bzw. 22 kg P/a), für den Ablauf Plußsee liegt die nach der Flächennutzung abgeschätzte Fracht von 41 kg P/a mehr als doppelt so hoch wie der aufgrund der Messungen ermittelte Wert von 16 kg P/a. Hier wird die Unsicherheit bei der Ermittlung der Frachten deutlich. Entgegengesetzt ist der Unterschied zwischen beiden Abschätzungen für den Ablauf Görnitzer See. Hier ergaben die Messungen mit 174 kg P/a den mehr als doppelten Wert der flächennutzungsabhängigen Abschätzung (65 kg P/a). Die Differenz von

Tab. 19: Abschätzung der Phosphor- und Stickstoffeinträge aus dem Landeinzugsgebiet. (Zuläufe und diffuse Einträge) in den Schluensee (' geschätzt, " abgeschätzt nach Flächennutzung und Punktquellen)

	Ablauf Görnitzer See	Ablauf Knipp- Hagels-Teich	Ablauf Plußsee	Zuläufe gesamt	diffuse Einträge	Summe Zuläufe ' diff. Eintr.
Einzugsgebiet (ha)	134	55	106	295	182	477
% des ges. Land-EZG des Sees	28	12	22	62	38	100
Flächennutzung (% des Teileinzugsgebietes):						
Acker	30	78	50	46	80	59
Grünland	50	15	10	29	10	22
Wald	5	0	25	11	10	11
Gewässer	10	7	15	11	0	7
Siedlung	5	0	0	2	0	1
Punktquellen im Teileinzugsgebiet:						
Einwohner	100'				10'	110'
Dungeinheiten	71	44	84	199	108	307
Frachten, abgeschätzt nach Flächennutzungen u. Punktquellen:						
kg P/a	65	29	41	135	177	312
kg P/ha/a	0,5	0,5	0,4	0,5	1,0	0,7
kg N/a	1912	976	1419	4307	6385	10692
kg N/ha/a	14	18	13	15	35	22
Frachten, abgeschätzt nach Messungen an den Zuläufen:						
kg P/a	174	22	16	212	177"	389
kg P/ha/a	1,3	0,4	0,2	0,7	1,0"	0,8
kg N/a	975	314	454	1742	6385"	8127
kg N/ha/a	7	6	4	6	35"	13

109 kg Phosphor müßte vor Ort genauer geklärt werden. Möglicherweise übertrifft der Eintrag von Abwasser aus Görnitz den zugrundegelegten Schätzwert. Die diffusen Einträge aus dem Einzugsgebiet in den Schluensee werden aufgrund der Flächennutzungen auf 177 kg P/a geschätzt. Durch die hohen gemessenen Phosphor-Frachten des Ablaufes Görnitzer See erhöht sich die abgeschätzte Phosphor-Fracht aus dem gesamten Landeinzugsgebiet von 312 kg P/a (abgeschätzt nach den Flächennutzungen) auf 389 kg P/a. Etwa ein Viertel der 389 kg P stammen also möglicherweise indirekt aus der Abwasserbelastung des Görnitzer Sees, die Hälfte aus dem diffus in den Schluensee entwässernden Einzugsgebiet. Durch Niederschläge auf die Seefläche (61 kg P/a) erhöht sich der Gesamt-Phosphoreintrag in den Schluensee auf 450 kg P/a (Tab. 20).

Die Stickstoff-Frachten (Tab. 19) sind in allen Zuläufen, nach den Messungen abgeschätzt, um 1/3 bis 2/3 niedriger als nach den Flächennutzungen abgeschätzt. Hier kommen neben Unsicherheiten der Abschätzung Stickstoffumsetzungen in den Gewässern zum Tragen, bei denen Stickstoff u. a. als N_2 an die Atmosphäre abgegeben wird und so dem System verloren geht. Solche Denitrifikationsprozesse wurden auch im Schluensee beobachtet (siehe Kap. 5.1.7). Für alle Zuläufe zusammen wurde aufgrund der Flächennutzung ein Stickstoff-Eintrag von 4.107 kg N/a bzw. aufgrund der Messungen an den Zuläufen von 1.742 kg N/a ermittelt. Der nach der Flächennutzung abgeschätzte diffuse Eintrag macht so mit 6.385 kg N/a den Löwenanteil des gesamten Stickstoff-Eintrages von 8 - 10 t N/a aus dem Landeinzugsgebiet in den Schluensee aus. Durch Niederschläge auf die Seefläche gelangen zusätzlich 1.693 kg N/a in den See (Tab. 20).

Insgesamt wird die jährliche Belastung des Schluensees durch sein oberirdisches Einzugsgebiet und Niederschläge grob auf ca. 450 kg P/a und 10 t N/a abgeschätzt (Tab. 20). Das entspricht, auf die Seefläche bezogen, einer relativ geringen Belastung von 0,35 g P/m²/a bzw. 7,9 g N/m²/a. Die Stoffeinträge betragen etwa 20 % des mittleren Phosphor-Gehaltes (ca. 1.800 kg P) und 70 % des Stickstoff-Gehalts (14 t N) des Schluensees.

Tab. 20: Abschätzung der Phosphor- und Stickstoffeinträge aus dem Landeinzugsgebiet und aus Niederschlägen in den Schluensee sowie Phosphor- und Stickstoffaustrag aus dem See am Ablauf (* nur gelöster Anteil, ' geschätzt, " nach Meßprogramm LW 1990)

	Stoffeinträge		Grund- wasser	Summe der Ein- träge aus dem ges. EZG	Stoffaustrag
	Summe Zulaufe ' diff. Eintr.	Niederschlag auf Seefläche			Ablauf Schluensee (Gut Behl)
Einzugsgebiet (ha)	477		?	604	641
% des ges. Land-EZG des Sees	100				
Flächennutzung (% des Teileinzugsgebietes):					
Acker	59				48
Grünland	22				18
Wald	11				8
Gewässer	7				25
Siedlung	1				1
Punktquellen im Teileinzugsgebiet:					
Einwohner	110'				110'
Dungeinheiten	307				323
Frachten, abgeschätzt nach Flächennutzungen u. Punktquellen:					
kg P/a	312	61*"		364	
kg P/ha/a	0,7	0,5		0,6	
kg N/a	10692	1693*"		12185	
kg N/ha/a	22	13		20	
Frachten, abgeschätzt nach Messungen an den Zu- und Abläufen bzw. für diff. Einträge nach Flächen- nutzungen:					
kg P/a	389	61*"	?	450	190
kg P/ha/a	0,8	0,5		0,7	0,3
kg N/a	8127	1693*"	?	9820	1682
kg N/ha/a	13	13		16	3

8.2 Nährstoffbelastungskonzept nach VOLLENWEIDER & KEREKES (1980)

Da Phosphor in vielen Seen Regelfaktor für das Algenwachstum ist, wurde in Modellen versucht, die seeinterne Phosphor-Konzentration mit der Phosphor-Zufuhr aus dem Einzugsgebiet in Beziehung zu setzen. In dem stark vereinfachten Nährstoffbelastungsmodell von VOLLENWEIDER (1976) (Gleichung 2) werden dabei die Morphologie des Gewässers (mittlere Tiefe z) sowie die hydraulische Belastung des Sees (theoretische Wasseraufenthaltszeit T_w) mit berücksichtigt. Beide Größen haben wichtige Konsequenzen für die Stoffumsetzungen in einem See.

Gleichung 2:

$$P_E = \frac{L \times T_w}{z (1 + T_w^{1/2})}$$

L = jährliche P-Belastung
pro Seefläche ($\text{g}/\text{m}^2/\text{a}$)

z = mittlere Tiefe (m)

T_w = theoretische Wasseraufenthaltszeit (a)

P_E = erwartete seeinterne Phosphor-
konzentration (mg/l)

Für den Schluensee ergeben sich folgende Werte (siehe Charakteristische Daten sowie Tab. 20):

$$T_w = 8,6 \text{ a}$$

$$z = 16,3 \text{ m}$$

$$L = 0,35 \text{ g P}/\text{m}^2/\text{a}$$

$$P_E = \frac{L \times T_w}{z (1 + T_w^{1/2})} = 0,05 \text{ mg P/l}$$

$$P_E \text{ tatsächlich} = 0,09 \text{ mg P/l}$$

Aufgrund der abgeschätzten Nährstoffzufuhr aus dem Einzugsgebiet und Niederschlägen in den Schluensee wäre also nach dem Modell von VOLLENWEIDER (1976) im See eine mittlere Phosphor-Konzentration von $0,05 \text{ mg P/l}$ zu erwarten. Tatsächlich wurde im Mittel mit $0,09 \text{ mg P/l}$ knapp die 2-fache Konzentration festgestellt. Hier zeigen sich die

Grenzen des Modells und von Abschätzungen. Die Größenordnungen stimmen jedoch überein. Offen bleibt die Bedeutung des Grundwassers sowie ob und in welchem Maß die Phosphor-Belastung aus dem Einzugsgebiet unterschätzt wurde. Als mögliche Fehlerquellen kommen z. B. in Betracht:

- Die Schwankungsbreite von Frachten, besonders in kleinen Zuläufen, können sehr groß sein (siehe Abb. 48).
- Die verwendeten flächennutzungsabhängigen Phosphor-Exportkoeffizienten können zu niedrig sein, da das Einzugsgebiet des Schluensees relativ klein, der Weg von der Fläche bis zum See also kurz ist, und da die Ufer steil sind und damit eine Erosion begünstigen.
- Evtl. wurden wichtige punktuelle Phosphor-Quellen nicht berücksichtigt.

8.3 Der Schluensee als Nährstoffalle und Stoffverluste des Einzugsgebietes

Phosphor- und Stickstofftransport am Auslauf des Schluensees lagen mit 190 kg P/a und 1,7 t N/a in etwa gleicher Höhe wie in den 3 Zuläufen zusammen und niedriger als die für das gesamte Landeinzugsgebiet und Niederschläge abgeschätzten Frachten von 450 kg P/a und ca. 10 t N/a (Tab. 19, 20). Aus Kap. 8.2 folgt zudem, daß die abgeschätzte Phosphor-Belastung von 450 kg P/a wahrscheinlich ein zu niedriger Wert ist. Es fließen also aus dem Schluensee in etwa so viel Phosphor und Stickstoff ab, wie ihm durch die Zuläufe zufließen. Die diffusen Einträge sowie aus Niederschlägen und Grundwasser verbleiben im See. Der See fungiert so, insbesondere für mehr als die Hälfte des ihm jährlich zufließenden Phosphors, als Nährstoffalle. Stickstoff wurde wahrscheinlich zum großen Teil, wie 1989 im Schluensee festgestellt (siehe Kap. 5.1.7), durch Denitrifikation eliminiert.

Die dem See zugeführten Nährstoffe reichern sich z. T. im Wasser an, wie auch Vergleiche mit älteren Daten belegen (siehe Kap. 5.1), sowie im Sediment. Von dort aus können sie, wenn der See weiter eutrophiert und der Sauerstoffvorrat des Tiefenwassers stärker aufgezehrt wird, wieder freigesetzt werden und zur internen Düngung des Sees beitragen.

In einem Jahr verlassen ca. 200 kg Phosphor und 1,7 t Stickstoff das Einzugsgebiet des Schluensees. Sie und mit ihnen viele andere Stoffe gehen also dem Gebiet verloren und tragen zur Eutrophierung bzw. Belastung der flußabwärts gelegenen Gewässer, zuletzt der Ostsee bei.

Gleichzeitig wird der Boden des Einzugsgebietes ausgelaugt, wenn der Stoffverlust nicht ständig, z. B. durch Düngung, wieder ausgeglichen wird.

8.4 Bewertung der Belastungssituation des Schluensees

Aufgrund seines relativ kleinen Einzugsgebietes - das Verhältnis von Landeinzugsgebiets- zu Seefläche beträgt 4 : 1 - und seiner großen Tiefe - sie ermöglicht zum einen einen weitgehenden Abbau von absinkendem organischen Material im Wasser, zum anderen ist das nährstoffreiche Sediment von der durchlichteten Zone getrennt - hat der Schluensee eine geringe Tendenz zur Eutrophierung. So fiel er in den 30er Jahren dieses Jahrhunderts als "verhältnismäßig nährstoff- und planktonarm" auf (OHLE 1939/40) und ist auch heute einer der klarsten Seen Schleswig-Holsteins (siehe Kap. 9.2).

Auch in der relativ langen theoretischen Wassererneuerungszeit von mehr als 8 Jahren spiegelt sich die geringe hydraulische Beeinflussung des Schluensees durch seine Umgebung wider. Gleichzeitig verbleiben die eingetragenen Stoffe jedoch zum großen Teil im See und werden nur zum geringen Teil wieder ausgespült (siehe Kap. 8.3). Mehr als die Hälfte des jeweils aus dem Einzugsgebiet zufließenden Phosphors und beträchtliche Stickstoff-Mengen reichern sich im See an und tragen so zur Steigerung der Produktivität des Schluensees bei.

Insgesamt ist die Flächenbelastung mit $0,35 \text{ g P/m}^2/\text{a}$ und $7,9 \text{ g N/m}^2/\text{a}$ nicht hoch. Zudem bedingt das jahreszeitliche Muster zumindest der Stoffbelastung aus den Zuläufen mit den höchsten Frachten außerhalb der Vegetationsperiode zusammen mit der großen Tiefe des Sees, daß zur Zeit im Sommer das Planktonwachstum immer noch durch Nährstoffe, vor allem durch Phosphor, limitiert wird (siehe Kap. 5.1.8). Trotzdem verdeutlichen Vergleiche mit früheren Untersuchungen eine zunehmende Entkoppelung von sauerstoffproduzierenden und -verbrauchenden Prozessen, und der Aufbau organischer Substanz übertrifft durch die Produktionssteigerung in den letzten 30 - 50 Jahren die Abbaukapazität im See.

Damit steht der Schluensee an einer kritischen Schwelle. Falls seine Entwicklung in der bisherigen Richtung - weitere Steigerung der Produktivität - weitergeht, wird die Planktontrübe zunehmen, die Ufervegetation zurückgehen, das Nahrungsnetz entkoppelt und der Tiefenbereich des Sees über längere Zeiträume im Jahr lebensfeindlich werden. Zudem könnte die dann einsetzende interne Düngung den Schluensee in einen eu- bis hypertrophen Zustand überführen. Solche Bedingungen sind heute schon in vielen schleswig-holsteinischen Seen gegeben.

9. Bewertung des Zustandes des Schluensees

9.1 Trophie-Modelle

Eine Möglichkeit, einen See zu bewerten, basiert auf der Trophie, d. h., der Intensität des pflanzlichen Wachstums, die in einem See möglich ist. Diese ist u. a. vom Nährstoffgehalt abhängig, aber auch von der Morphologie des Sees mit allen Konsequenzen für den Sauerstoffhaushalt.

Die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) hat in einer Richtlinie zur Bewertung der Gewässergüte 1976 eine Einstufung vorgeschlagen, die vor allem das Nährstoffangebot, Planktonproduktion und Sichttiefe sowie den Sauerstoffhaushalt eines Sees beschreibend charakterisiert:

Trophiestufen der Seen

Oligotrophe Seen:

Klare nährstoffarme Seen mit geringer Planktonproduktion, die am Ende der Stagnationsperiode auch in der Tiefe noch mit über 70 % Sauerstoff gesättigt sind.

Mesotrophe Seen:

Seen mit geringem Nährstoffangebot, mäßiger Planktonproduktion und Sichttiefen von über 2 m, die im Tiefenwasser am Ende der Stagnationsperiode zu 30 - 70 % mit Sauerstoff gesättigt sind.

Eutrophe Seen:

Nährstoffreiche, im Tiefenwasser am Ende der Stagnationsperiode sauerstoffarme (0 - 30 % Sättigung), im Oberflächenwasser zeitweise mit Sauerstoff übersättigte Seen mit Sichttiefen von meist unter 2 m und hoher Planktonproduktion.

Polytrophe Seen:

Seen mit sehr hohem, stets frei verfügbarem Nährstoffangebot; Tiefenwasser schon im Sommer sauerstofffrei mit zeitweiser Schwefelwasserstoffentwicklung; Oberflächenwasser zeitweise stark mit Sauerstoff übersättigt; Sichttiefe sehr gering; Massenentwicklung von Phytoplankton.

Demnach würde der Schluensee mit relativ hohen Sichttiefen (meist > 2 m), aber mit sauerstoffarmen bis -freien Verhältnissen im Tiefenwasser gegen Ende der sommerlichen Schichtungsphase und zeitweisen Sauerstoff-Übersättigungen im durchlichteten Bereich im Übergangsbereich zwischen mesotropher und eutropher Stufe liegen.

Das strenger definierte System nach FORSBERG & RYDING (1980) wurde an 30 schwedischen abwasserbelasteten Seen unterschiedlicher Tiefe entwickelt. Hier werden für die Bewertung Oberflächenproben (0 - 2 m) aus den Sommermonaten (Juni bis September) herangezogen. Die Beziehungen sind aufgrund des vergleichbaren Nährstoffspektrums und ähnlicher Seegrößen und -tiefen gut auf schleswig-holsteinische Verhältnisse übertragbar.

Tab. 21: Einstufung von Seen nach FORSBERG & RYDING (1980)

	Ges-N (mg/l)	Ges-P (mg/l)	Chlorophyll a (mg/m ³)	Sichttiefe (m)
Oligotroph	< 0,400	< 0,015	< 3	> 4
Mesotroph	0,400 - 0,600	0,015 - 0,025	3 - 7	2,5 - 4
Eutroph	0,600 - 1,500	0,025 - 0,100	7 - 40	1,0 - 2,5
Hypertroph	> 1,500	> 0,100	> 40	< 1,0
Schluensee	0,520	0,017	6,3	3,8

Nach FORSBERG & RYDING wäre der Schluensee mesotroph (Tab. 21). Abb. 50 zeigt jedoch, daß er nahe dem Übergangsbereich zum eutrophen Bereich liegt. Auch nach dem auf der Untersuchung von mehr als 100 Seen basierende System der OECD (1982) wird der Schluensee als im Übergangsbereich zwischen mesotrophem und eutrophem Zustand bewertet.

Aus Abb. 50 geht hervor, daß der Schluensee in dem Bereich der Chlorophyll a / Phosphor - Beziehung liegt, in dem mit steigender Phosphorkonzentration die Chlorophyll a-Konzentration aller Wahrscheinlichkeit nach steigen würde. Insofern wird hier der in Kap. 8.4 erwähnte labile Zustand des Schluensees deutlich. Eine Erhöhung der Phosphorzufuhr würde die Transparenz des Schluensees sichtbar verschlechtern. Eine Entlastung des Sees, d. h., eine Senkung der Phosphorkonzentration, hingegen müßte ebenfalls sichtbaren Erfolg zeigen.

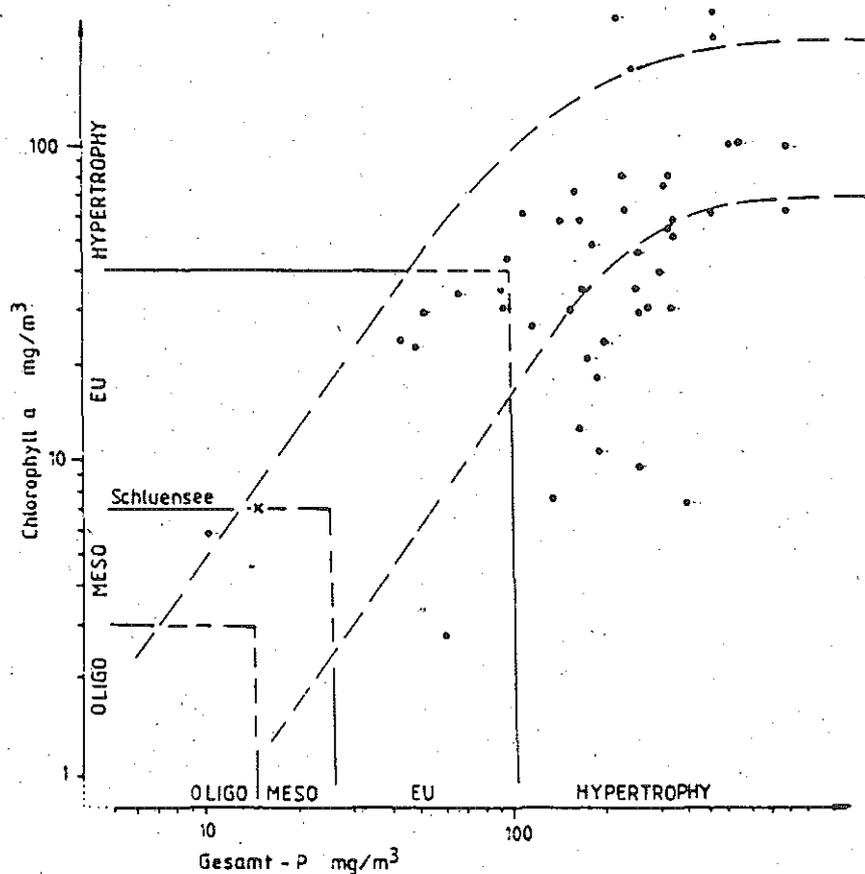


Abb. 50: Beziehung zwischen Chlorophyll a-Konzentration und Gesamt-Phosphor-Konzentration im Oberflächenwasser (0 - 2 m) im Sommer (Juni bis September) nach FORSBERG & RYDING (1980).
 x: Lage des Schlensees in diesem System
 ••: Lage der bisher vom Landesamt untersuchten schleswig-holsteinischen Seen im System

9.2 Der Schlensee im regionalen Zusammenhang

Welche Stellung nimmt nun der Schlensee im regionalen Kontext ein? In Anlehnung an die Kategorien von FORSBERG & RYDING (1980) ist in Abb. 51 die Häufigkeitsverteilung der bisher vom Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten untersuchten Seen in den verschiedenen Klassen dargestellt. In der linken Spalte sind jeweils alle Seen zusammengefaßt (n = 58), rechts nur die tieferen Seen mit einer mittleren Tiefe > 7 m (n = 16). Es wird deutlich, daß der größte Teil der untersuchten Seen zur eutrophen bis hypertrophen Stufe gehört, wobei die Gruppe der tiefen Seen tendenziell eine bessere Gewässerqualität aufweist als die

Gruppe aller Seen. Ebenso wird deutlich, daß der Schluensee (schraffierte Säulen) zu den am wenigsten produktiven Seen der bisher untersuchten Seen gehört.

MEFFERT & WULFF (1987) fanden bei der stichprobenartigen Untersuchung (3 Beprobungen) von 13 ostholsteinischen Seen eine sehr enge Beziehung zwischen Chlorophyll a-Konzentration und mittlerer Seetiefe ($\log \text{Chl a} / \log \text{mittl. Tiefe}$: $r = -0,895$). Bei den ca. 60 vom Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten untersuchten Seen wurde eine etwas schwächere, aber immer noch starke Korrelation zwischen Chlorophyll a-Konzentration bzw. Sichttiefe und mittlerer Tiefe festgestellt (Tab. 22, Abb. 52). Zwischen Nährstoff-Konzentrationen im Oberflächenwasser und Morphologie hingegen bestanden deutlich schwächere Korrelationen (Tab. 22, Abb. 52). Die tieferen Seen sind also nicht unbedingt nährstoffärmer als die flachen. Vielmehr wird in den tieferen Seen im Schnitt weniger Chlorophyll a pro Phosphor oder Stickstoff gebildet. Dies bedeutet wahrscheinlich, daß in den tieferen Seen die Verluste durch Absinken des Planktons größer als in flachen Seen sind, so daß bei gleicher Planktonproduktion die Seen transparenter sind.

Tab. 22: Korrelationsfaktoren zwischen den Jahresmitteln der Gesamt-Phosphor-, Gesamt-Stickstoff-, Chlorophyll a-Konzentration bzw. der Sichttiefe und der mittleren Tiefe

	$\log (\text{Ges-P})$	$\log (\text{Ges-N})$	$\log (\text{Chl a})$	$\log (\text{Sichttiefe})$
\log (mittl. Tiefe)	- 0,396	- 0,548	- 0,762	+ 0,780

Auch in Abb. 51 wird deutlich, daß der Schluensee für seine Tiefe relativ geringe Stickstoff- und Phosphor-Konzentrationen aufwies, also auch in der Gruppe von Seen mit ähnlicher Morphologie verhältnismäßig nährstoffarm war.

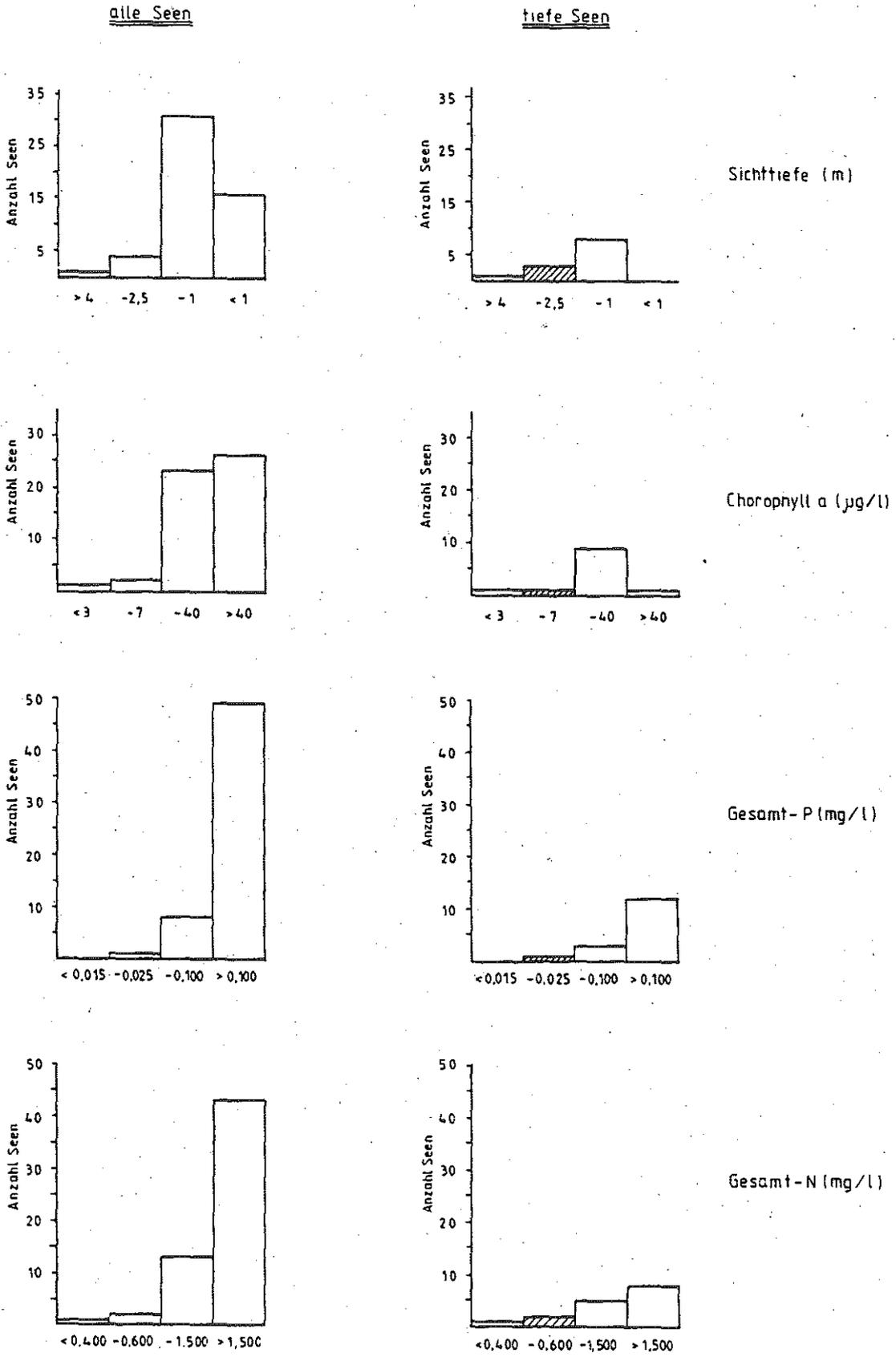


Abb. 51: Häufigkeitsverteilung der bisher vom Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten untersuchten Seen in Klassen von Jahresmitteln verschiedener Nährstoff- und Chlorophyll a-Konzentrationen bzw. Sichttiefen. Die Gruppe, in der der Schlensee liegt, ist schraffiert dargestellt.

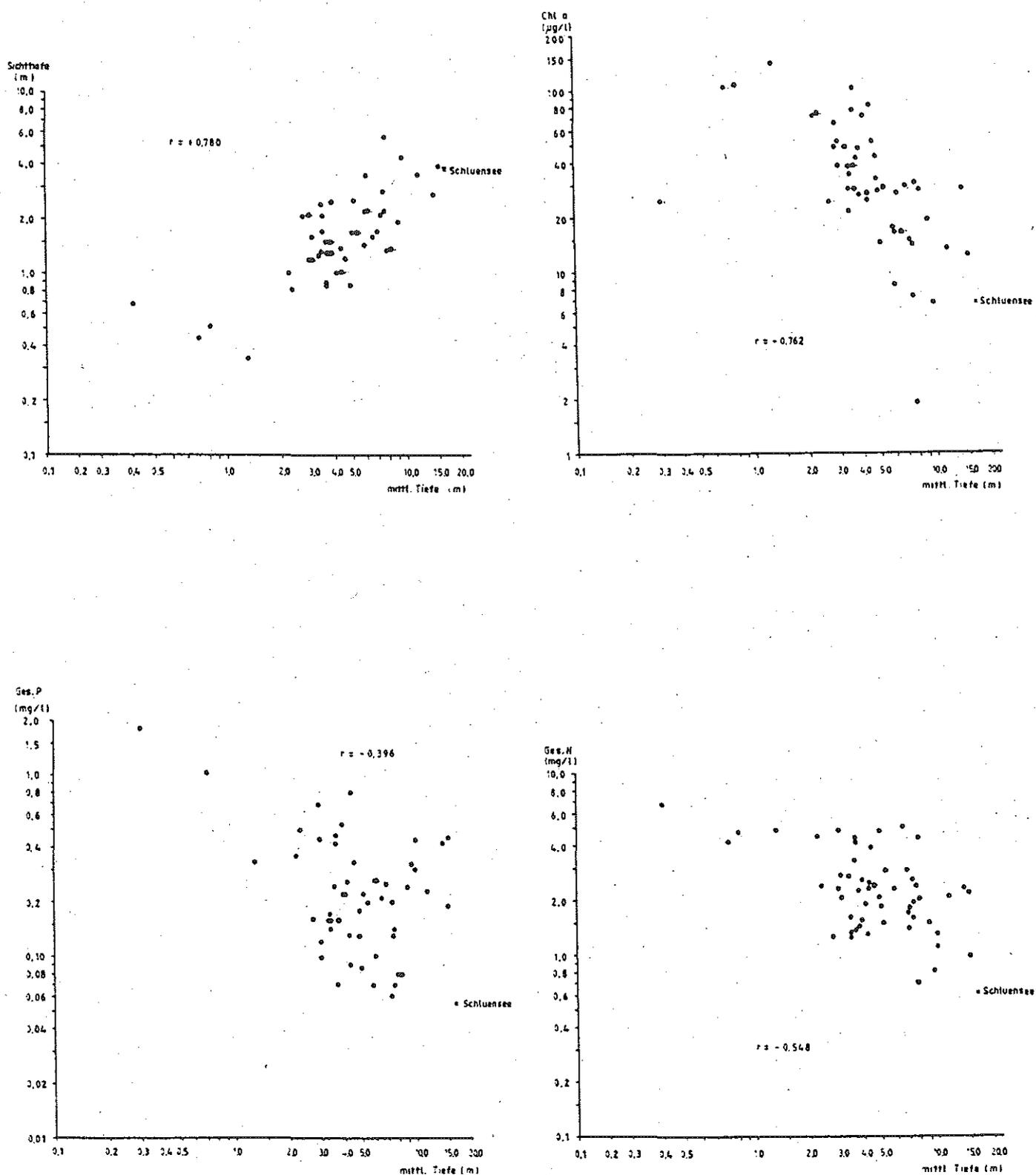


Abb. 52: Beziehung zwischen den Jahresmitteln verschiedener Parameter und der mittleren Tiefe der vom Landesamt untersuchten schleswig-holsteinischen Seen

10. Vorschläge zum Schutz und zur Erhaltung des Schluensees

Der Schluensee ist in einem in Bezug auf Wasserqualität für schleswig-holsteinische Verhältnisse relativ guten Zustand. Er ist einer der klarsten Seen, er ist einer der letzten Maränen-Seen des Landes, seine Ufervegetation ist nahezu lückenlos - wenn auch schmal - und er unterliegt bisher nur einer Freizeitnutzung in Bezug auf Angelsport (Verbandsbetreuung) und einer begrenzten Einflußnahme vor allem durch zwei Badestellen. Allerdings zeigen Vergleiche mit früheren Untersuchungen deutliche Eutrophierungstendenzen des Schluensees. Es gilt auf jeden Fall, den ökologischen Zustand des Schluensees zumindest so zu stabilisieren, wie wir ihn heute vorfinden. Das bedeutet, daß der See vor wesentlichen seiner derzeitigen Belastungen geschützt werden muß.

Eine Hauptquelle bzgl. der Nährstoffbelastung des Sees ist die intensive landwirtschaftliche Nutzung des Einzugsgebietes. Hier erfolgen Stoffausträge in die Zuläufe und diffus direkt in den Schluensee. Die diffusen Einträge werden noch verstärkt durch viele steile, erosionsfördernde Agrarflächen im anliegenden Bereich der Ufer sowie durch z. T. nicht abgezaunte Viehweiden, die zu direkten Fäkal-einträgen sowie durch Viehvertritt ebenfalls zu Bodenerosion und Zerstörung der Uferökosysteme führen. Auch durch Viehverbiß wird der Röhrichtgürtel beeinträchtigt.

Zur Entlastung des Schluensees von landwirtschaftlich bedingten Einträgen und Beeinträchtigungen werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- Abzäunung aller Weiden etwa in einem Abstand von 3 - 5 m zum Ufer, evtl. mit Ausnahme der nördlichsten Weide am Westufer, die von besonderer Bedeutung für die Vogelwelt, insbesondere die Graugänse, am Schluensee ist (siehe 6.5). Diese sollte dann aber nur extensiv, z. B. als Wiese mit 1 - 2maliger Mahd im Jahr, bewirtschaftet werden.
- Abtrennung des diffus entwässernden, landwirtschaftlich genutzten Ufers vom See durch einen Pufferstreifen (siehe hierzu LW 1989). Der Streifen sollte in Anlehnung an das Uferrandstreifenprogramm des Ministeriums für Natur, Umwelt und Landesentwicklung des Landes

Schleswig-Holstein ca. 10 m breit sein. Die Mindestbreite beträgt aufgrund der Steilheit der Ufer (bis > 8 %) nach KRAMBECK (1990) ca. 6 m. Der Pufferstreifen könnte z. B. der Sukzession überlassen werden, mit Gehölzen bepflanzt oder extensiv als Streuwiese genutzt werden. Wichtig ist auf jeden Fall die langfristige Anlage eines solchen Streifens. Würde er nach wenigen Jahren wieder in landwirtschaftliche Nutzung genommen, z. B. umgebrochen werden, würde dies zu einer sprunghaften Nährstofffreisetzung führen.

- Eine extensive Bewirtschaftung aller landwirtschaftlichen Nutzflächen im Bereich der steilen Ufer sollte wesentlich zur Entlastung des Sees beitragen.

Zu den landwirtschaftlichen Einträgen kommen die Folgen einer indirekten Abwasserbelastung aus dem Dorf Görnitz. Nach Angaben des Umweltamtes des Kreises Plön besteht bereits die Planung, Görnitz zusammen mit Grebin an eine zentrale Abwasserentsorgung außerhalb des Einzugsgebietes des Schluensees anzuschließen. Allerdings hat die Realisierung dieser Planung bisher nachrangige Priorität.

Die Zuläufe des Schluensees werden insgesamt als noch nicht so kritisch angesehen, als daß an ihnen, bis auf die genannte Abwasserentsorgung beim Ablauf Görnitzer See, Maßnahmen der Renaturierung vorgenommen werden müßten.

Die Freizeitnutzung des Schluensees sollte höchstens auf dem derzeitigen Niveau beibehalten werden. Es sollten also keine weiteren Einrichtungen für Erholungszwecke angelegt werden.

Nicht zuletzt sollte für die Fischfauna ein Bewirtschaftungsplan erstellt werden, um eine Überfischung des Bestandes mit allen negativen Konsequenzen zu vermeiden.

11. Literaturverzeichnis

Allen, H.E. & Kramer, J.R. (1972):

Nutrients in natural waters. -

J. Wiley Sons, New York

Bucksteeg, K. & Hollfelder, F. (1975):

Phosphor und Gewässerschutz, Bau-intern. -

Wasser u. Abwasser 6, 115 - 120

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

Ehrenberg, H. (1957):

Die Steinfafauna der Brandungsufer ostholsteinischer Seen. -

Arch. Hydrobiol. 53, 87 - 159

Forsberg, C. & Ryding, S. (1980):

Eutrophication parameters and trophic state indices in 30 swedish
waste-receiving lakes. -

Arch. Hydrobiol. 89, H. 1/2, 189 - 207

Gripp, K. (1953):

Die Entstehung der ostholsteinischen Seen und ihre Entwässerung. -

Schr. d. geogr. Inst. Kiel, Bd. 5, 11 - 26

Gripp, K. (1964): Erdgeschichte von Schleswig-Holstein. -

Wachholtz-Verlag Neumünster

Grote, A. (1936):

Ist das absolute Defizit das Maß des biogenen Sauerstoffverbrauchs
im See? -

Arch. Hydrobiol. 29, 410 - 544

Grube, D. (1989):

Aufnahme und Kartierung der submersen Makrophytenvegetation des Schluensees. -

Bericht im Auftrag des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein, unveröffentl.

Hagedorn, H. (1969):

Die vertikale Verteilung von Thiamin, Bakterien und Phytoplankton in drei ostholsteinischen Seen. -

Ber. d. Dt. Bot. Ges. 82, 223 - 234

Hamm, A. (1976):

Zur Nährstoffbelastung von Gewässern aus diffusen Quellen:

Flächenbezogene P-Abgaben - eine Ergebnis- und Literaturzusammenstellung. -

Z.f. Wasser- u. Abwasser-Forsch., 9. Jg. Nr. 1, 4 - 10

Hanson, J.M. & Legett, W.C. (1981):

Empirical Prediction of Fish Biomass and Yield. -

Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 39, 257 - 263

Hofmann, W. (1981):

Limnologische Untersuchungen an Seen des Kreises Plön. -

Jb. Heimatkunde Kreis Plön 11, 159 - 176

Jens, G. (1979):

Die Bewertung der Fischgewässer. -

Hamburg, Berlin, 160 S.

Krambeck, C. (1990):

Randstreifen und Gewässerschutz. -

Entwurf im Auftrag des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein, unveröffentl.

LAWA (1976):

Gewässergütekarte Deutschlands. -

Stuttgart, 16 S.

- LW (Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein) (1977):
Wassermengenbericht
- LW (Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein) (1989):
Kompensationsstreifen entlang der Ufer und Gewässerschutz. -
Bericht D 10, 60 S.
- LW (Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein) (1991):
Grundsätze zum Schutz und zur Regeneration von Gewässern. -
Bericht D 11
- Lemmermann, E. (1903):
Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. 15. Das Phytoplankton
einiger Plöner Seen. -
Forschungsberichte aus der Biolog. Station zu Plön 10, 116 - 171
- Lundbeck, J. (1926):
Die Bodentierwelt norddeutscher Seen. -
Arch. Hydrobiol. Suppl. 7, 1 - 473
- Matuszek, J.E. (1978):
Empirical prediction of fish yields of large North American lakes. -
Trans. Am. Fish. Soc. 107, 86 - 99
- Meffert, M.E. & Wulff, W.R. (1987):
Morphometrie und Chlorophyllproduktion von ostholsteinischen Seen. -
Z. Wasser-Abwasser-Forsch. 20, 13 - 15
- MELFF (Der Minister für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und
Fischerei des Landes Schleswig-Holstein) (1989):
Berechnung der Dungeinheiten für Fest- und Flüssigmist in den
Betrieben nach Kreisen, Ämtern und Gemeinden in Schleswig-Holstein.
Unveröffentl.
- Nusch, E.A. (1980):
Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment
determination. -
Arch. Hydrobiol. Beih. 14, 14 - 36

OECD (1982):

Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. -
OECD, Paris

Oglesby, R.T. (1977):

Relationship of fish yield to lake phytoplankton standing crop,
production and morphoedaphic factor. -
J. Fish. Res. Board Can. 34, 2255 - 2270

Ohle, W. (1934):

Chemische und physikalische Untersuchungen norddeutscher Seen. -
Arch. Hydrobiol. 26, 386 - 464, 584 - 658

Ohle, W. (1939/40):

Über den Kaliumgehalt der Binnengewässer. -
Von Wasser 14, 158 - 174

Ohle, W. (1951):

Der labile Zustand ostholsteinischer Seen. -
Fischw. 1, 343 - 349

Ohle, W. (1962):

Der Stoffhaushalt der Seen als Grundlage einer allgemeinen
Stoffwechselfynamik der Seen. -
Kieler Meeresforschungen 18, 107 - 120

Ohle, W. (1964):

Interstitiallösungen der Sedimente, Nährstoffgehalt des Wassers
und Primärproduktion des Phytoplanktons in Seen. -
Helgol. Wiss. Meeresunters. 10, 411 - 429

Ohle, W. (1965):

Nährstoffanreicherung der Gewässer durch Düngemittel und
Meliorationen. -
Münchener Beiträge 12, 54 - 83

Puck, S. (1989):

Faunistisch-floristische Bestandsaufnahme im Uferbereich des Schluensees. -

Bericht im Auftrag des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein, unveröffentl.

Sauer, F. (1937):

Die Makrophytenvegetation ostholsteinischer Seen und Teiche. -

Arch. Hydrobiol. Suppl 6, 431 - 592

Schermer, E. (1931):

Die Molluskenfauna der ostholsteinischen Seen. -

Arch. Hydrobiol. 22, 259 - 305

Schubert, C. & Neumann, M. (1990):

Fischereibiologische Untersuchung des Schluensees. -

Bericht im Auftrag des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein, unveröffentl.

Schwertmann, U. (1973):

Der landwirtschaftliche Anteil am Phosphateintrag in Gewässer (Literaturübersicht) und die Bedeutung des Bodens hierfür. -

Z.f. Wasser- und Abwasserforsch. 6: 190 - 195

Strodtmann, S. (1896):

Planktonuntersuchungen in holsteinischen und mecklenburgischen Seen. -

Forschungsber. aus der biol. Station zu Plön, Teil 4, 273 - 287

Treter, U. (1981):

Zum Wasserhaushalt schleswig-holsteinischer Seengebiete. -

Berlin: Selbstverl. d. Inst. f. phys. Geograph. d. FU Berlin (Berliner Geogr. Abh. 33).

Ungemach, H. (1960):

Sedimentchemismus und seine Beziehung zum Stoffhaushalt in 40 europäischen Seen. -

Diss. Univ. Kiel, 420 S.

Utermöhl, H. (1925):

Limnologische Planktonstudien. -
Arch. Hydrobiol. Suppl. 5, 1 - 527

Vollenweider, R.A. (1976):

Advances in defining critical loading levels for phosphorus in
lake eutrophication. -
Mem. Ist. Hydrobiol. 33, 53 - 83

Vollenweider, R.A. & Kerekes, J. (1980):

The loading concept as a basis for controlling eutrophication. -
Progress in Water Technol. 12, 5 - 39

Zevenboom, W., de Vaate, A.B. & Mur, L.R. (1982):

Assessment of factors limiting growth rate of *Oscillatoria*
agardhii in hypertrophic Lake Wolderwijd, 1978, by use of
physiological indicators. -
Limnol. Oceanogr. 27 (1), 39 - 52

Bestimmungsliteratur Plankton:

Flößner, D. (1972):

Krebstiere, Crustacea: Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda,
Fischläuse, Branchiura. -
Die Tierwelt Deutschlands 60, Jena, 501 S.

Geitler, L. (1932):

Cyanophyceae. -
Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich
und der Schweiz, Bd. 14, Akad. Verlagsgesellschaft mbH Leipzig,
481 S.

Hindek, F. (ed.) (1978):

Sladkovodne Riasy. -
Nakladatelstvo, Bratislava, 724 S.

Huber-Pestalozzi, G. (1968 - 1983):

Das Phytoplankton des Süßwassers. -
Die Binnengewässer, Bd. 16, Stuttgart

Kiefer, F. (1978):

Freilebende Copepoda. -
Die Binnengewässer 26 (2), 1 - 343

Koste, W. (1978):

Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. -
Berlin, Stuttgart, Bd. I u. II

Germain, H. (1981):

Flore des Diatomées, Diatomophycées. -
Paris, 444 S.

- 12. Datenanhang
- 12.1 Erläuterungen
 - 12.1.1 Umrechnungsfaktoren und Methodik
 - 12.1.2 Kennziffer
 - 12.1.3 Wetter
 - 12.1.4 Farbe, Trübung, Geruch
 - 12.1.5 Gewässergüteindex chemisch
- 12.2 Ergebnisse der Seemeßstelle
 - 12.2.1 Allgemeine Daten
 - 12.2.2 Farbe, Trübung, Geruch
 - 12.2.3 Sichttiefe (m)
 - 12.2.4 Wassertemperatur (°C)
 - 12.2.5 pH-Wert
 - 12.2.6 Leitfähigkeit ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
 - 12.2.7 Chlorid (mg/l)
 - 12.2.8 Sauerstoffgehalt (mg/l) und Sauerstoffsättigung (%)
 - 12.2.9 Kohlenstoff (gesamt, organ.) (mg/l)
 - 12.2.10 Kohlenstoff (organ. filtriert) (mg/l)
 - 12.2.11 Gesamtstickstoff (mg N/l)
 - 12.2.12 Nitrat-Stickstoff (mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$)
 - 12.2.13 Nitrit-Stickstoff (mg $\text{NO}_2\text{-N/l}$)
 - 12.2.14 Ammonium-Stickstoff (mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$)
 - 12.2.15 Gesamtphosphor (mg P/l)
 - 12.2.16 Gelöster reaktiver Phosphor (mg $\text{PO}_4\text{-P/l}$)
 - 12.2.17 Chlorophyll a und Phaeophytin ($\mu\text{g/l}$)
 - 12.2.18 Phytoplankton (mm^3/l)
 - 12.2.19 Zooplankton (Ind/l)
 - 12.2.20 Seekarte
 - 12.2.21 Tiefe/Volumen- und Tiefe/Flächen-Beziehung im Schluensee
- 12.3 Ergebnisse der Zu- und Abläufe
 - 12.3.1 Ablauf Görnitzer See
 - 12.3.2 Ablauf Knipp-Hagels-Teich
 - 12.3.3 Ablauf Plußsee
 - 12.3.4 Behler Au (Ablauf Schluensee)

12. Datenanhang

12.1 Erläuterungen

12.1.1 Umrechnungsfaktoren und Methodik

Parameter		angeg. Einheit	Umrechnung	Methode
Temperatur		°C	+ 273,15 = K	DIN 38404-C4
pH-Wert		-	-	DIN 38404-C5
Leitfähigkeit		µS/cm	· 0,1 = mS/m	DIN 38404-C8
Sauerstoff	(O ₂)	mg/l	· 31,3 = mmol/m ³	DIN 38408-G21
Sättigungsindex	% (O ₂)	%		
Gesamt-N	(N)	mg/l	· 71,4 = mmol/m ³	¹⁾
NH ₄ -N	(N)	mg/l	· 71,4 = mmol/m ³	DIN 38406-E5 mit CFA ²⁾
NO ₃ -N	(N)	mg/l	· 71,4 = mmol/m ³	mit Nitrit nach Reduktion mit Cadmium-Reduktor
NO ₂ -N	(N)	mg/l	· 71,4 = mmol/m ³	DIN 30405-D10 mit CFA
Gesamt-P	(P)	mg/l	· 32,2 = mmol/m ³	¹⁾
PO ₄ -P	(P)	mg/l	· 32,3 = mmol/m ³	DIN 38405-D11 mit CFA
Chlorid	(Cl)	mg/l	· 28,2 = mmol/m ³	DIN 38405-D1-1
Kohlenstoff	(C)	mg/l	· 83,3 = mmol/m ³	DIN 38409-H3-1
Chlorophyll a		µg/l	-	NUSCH (1980)

¹⁾ oxidierender Druckaufschluß mit K₂S₂O₈ nach Koroleff,
weiter wie NO₃ bzw. PO₄ mit CFA (Continuous Flow Analyzer)

Für die Berechnung der volumengewichteten Mittelwerte wurden die Stoffkonzentrationen in den verschiedenen untersuchten Tiefen mit dem Wasservolumen der entsprechenden Schicht (Kap. 12.2.21) verrechnet und anschließend für Epi- und Hypolimnion gemittelt. Die Lage der Grenze zwischen den beiden Wasserkörpern wurde anhand der Temperaturprofile (Kap. 12.2.4) für jeden Meßtag ermittelt: 08.05. - 21.06.1989: 6 m
18.07. - 14.08.1989: 8 m
29.08. - 25.09.1989: 12 m
10.10. - 09.11.1989: 14 m

12.1.2 Kennziffer

Gekennzeichnet werden die Meßstellen durch die statistischen Kennziffern der Gemeinden Schleswig-Holstein, einer Schlüsselnummer der Art der Probe und einer laufenden Nummer.

Daraus ergibt sich:

- Ziffer 1 - 2 : zweistellige Kennziffer des Kreises oder der kreisfreien Stadt
- Ziffer 3 - 4 - 5 : dreistellige Kennziffer der Gemeinde oder des Ortsteiles
- Ziffer 6 : Art der Probe, die wie folgt verschlüsselt ist:
- 5 = oberirdisches Gewässer, roh
 - 8 = Abwassereinleitung

Wetter, Farbe, Geruch und Trübung werden im Ergebnisteil ebenfalls verschlüsselt eingetragen.

Kreis-Gemeinde-Kennziffer

- | | |
|------------|----------------------------------|
| 57-045-5.1 | Schluensee, tiefste Stelle |
| 57-022-5.1 | Ablauf vom Görnitzer See |
| 57-022-5.2 | Ablauf vom Schluensee, Behler Au |
| 57-067-5.1 | Ablauf vom Plußsee |
| 57-067-5.2 | Ablauf vom Knipp-Hagels-Teich |

12.1.3 Wetter

Die erste Zahl gibt das Wetter in der Stunde der Probeentnahme, die zweite Zahl das Wetter in den 12 Stunden vor der Probeentnahme an.

Dabei bedeutet: 1 = kein-, 2 = leichter-, 3 = mittlerer-,
4 = starker Niederschlag, 5 = Schneeschmelze.

12.1.4 Farbe (filtrierte Probe), Trübung, Geruch

Die Ergebnisse werden in einer zweistelligen Zahl angegeben, dabei entspricht die erste Zahl der Farbstärke und die zweite dem Farbton.

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

Geruch

<u>Stärke:</u>	1 ohne	<u>Art:</u>	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 org. Säuren
			7 Mineralöl-Produkte
			8 Chlor
			9 Schwefelwasserstoff, Mercaptan

Trübung

<u>Stärke:</u>	1 ohne
	3 sehr schwach (fast klar)
	5 schwach
	7 mittel
	9 stark (undurchsichtig)
	0 sonstige

12.1.5 Gewässergüteindex chemisch

Der Gewässergüteindex chemisch zeigt die Belastung eines Gewässers mit Nährstoffen und organischen Inhaltsstoffen an.

Die Berechnung erfolgt durch Mittelwertbildung aus den Indizes nachfolgend aufgeführter Parameter:

organisch gebundener Kohlenstoff, unfiltriert, filtriert

Gesamtstickstoff unfiltriert, filtriert

Ammoniumstickstoff

Gesamtphosphor unfiltriert, filtriert

Phosphatphosphor

(CSB unfiltriert, nur alternativ für TOC, falls TOC fehlt)

Sofern C, N und P-Werte von unfiltrierten und filtrierten Proben vorliegen, werden diese jeweils mit dem arithmetischen Mittel beider Indizes in den Güteindex chemisch einbezogen.

Der Gewässergüteindex chemisch als Maß der Belastung eines Gewässers mit organischen Stoffen sowie mit Nährsalzen kann wie folgt interpretiert werden:

1,0 - 1,4 nicht belastet bis sehr gering belastet

1,5 - 1,7 kaum belastet

1,8 - 2,2 mäßig belastet

2,3 - 2,6 deutlich belastet

2,7 - 3,1 stark belastet

3,2 - 3,4 sehr stark belastet

3,5 - 4,0 außerordentlich stark belastet

Berechnung des Güteindex chemischorgan. C (TOC)

unfiltriert

<u>C mg/l</u>	<u>Index</u>
0 - 4	1,0 - 1,6
4 - 10	1,6 - 2,2
10 - 15	2,2 - 2,6
15 - 20	2,6 - 2,9
20 - 45	2,9 - 4,0
>45	4,0

organ. C (DOC)

filtriert

<u>C mg/l</u>	<u>Index</u>
0 - 4	1,0 - 1,8
4 - 10	1,8 - 2,4
10 - 15	2,4 - 2,8
15 - 22	2,8 - 3,2
22 - 40	3,2 - 4,0
>40	4,0

Gesamt-Stickstoff

unfiltriert

<u>N mg/l</u>	<u>Index</u>
0 - 2	1,0 - 1,5
2 - 5	1,5 - 2,0
5 - 10	2,0 - 2,5
10 - 15	2,5 - 3,0
15 - 25	3,0 - 4,0
>25	4,0

Gesamt-Phosphor

unfiltriert

<u>P mg/l</u>	<u>Index</u>
0 - 0,4	1,0 - 2,0
0,4 - 1,0	2,0 - 2,8
1,0 - 1,5	2,8 - 3,2
1,5 - 2,0	3,2 - 3,6
2,0 - 2,5	3,6 - 4,0
>2,5	4,0

filtriert:

<u>N mg/l</u>	<u>Index</u>
0 - 2	1,0 - 1,6
2 - 5	1,6 - 2,2
5 - 10	2,2 - 2,8
10 - 21	2,8 - 4,0
>21	4,0

filtriert:

<u>P mg/l</u>	<u>Index</u>
0 - 0,2	1,0 - 2,0
0,2 - 0,6	2,0 - 2,7
0,6 - 1,2	2,7 - 3,3
1,2 - 2,2	3,3 - 4,0
>2,2	4,0

Ammonium-Stickstoff

<u>N</u> mg/l	<u>Index</u>
0 - 0,4	1,0 - 2,2
0,4 - 0,8	2,2 - 2,7
0,8 - 1,6	2,7 - 2,9
1,6 - 3,1	2,9 - 3,2
3,1 - 6,2	3,2 - 3,5
6,2 - 12,4	3,5 - 4,0
>12,4	4,0

Phosphat-Phosphor

<u>P</u> mg/l	<u>Index</u>
0 - 0,1	1,0 - 2,0
0,1 - 0,5	2,0 - 2,8
0,5 - 1,0	2,8 - 3,3
1,0 - 2,0	3,3 - 4,0
>2,0	4,0

CSB unfiltriert

<u>O₂</u> mg/l	<u>Index</u>
0 - 10	1,0 - 1,6
10 - 30	1,6 - 2,3
30 - 50	2,3 - 2,8
50 - 90	2,8 - 3,5
90 - 120	3,5 - 4,0
>120	4,0

CSB (unfiltriert) wird nur alternativ für TOC verwendet,
wenn TOC fehlt

12.2 Ergebnisse der Seemeßstelle 57-045-5.1

- 12.2.1 Allgemeine Daten
- 12.2.2 Farbe, Trübung, Geruch
- 12.2.3 Sichttiefe (m)
- 12.2.4 Wassertemperatur (°C)
- 12.2.5 pH-Wert
- 12.2.6 Leitfähigkeit ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
- 12.2.7 Chlorid (mg/l)
- 12.2.8 Sauerstoffgehalt (mg/l) und Sauerstoffsättigung (%)
- 12.2.9 Kohlenstoff (gesamt, organ.) (mg/l)
- 12.2.10 Kohlenstoff (organ. filtriert) (mg/l)
- 12.2.11 Gesamtstickstoff (mg N/l)
- 12.2.12 Nitrat-Stickstoff (mg $\text{NO}_3\text{-N}/\text{l}$)
- 12.2.13 Nitrit-Stickstoff (mg $\text{NO}_2\text{-N}/\text{l}$)
- 12.2.14 Ammonium-Stickstoff (mg $\text{NH}_4\text{-N}/\text{l}$)
- 12.2.15 Gesamtphosphor (mg P/l)
- 12.2.16 Gelöster reaktiver Phosphor (mg $\text{PO}_4\text{-P}/\text{l}$)
- 12.2.17 Chlorophyll a und Phaeophytin ($\mu\text{g}/\text{l}$)
- 12.2.18 Phytoplankton (mm^3/l)
- 12.2.19 Zooplankton (Ind/l)
- 12.2.20 Seekarte
- 12.2.21 Tiefe/Volumen- und Tiefe/Flächen-Beziehung im Schluensee

12.2.1 ALLGEMEINE DATEN

Datum	Uhrzeit	Niederschlag	Lufttemperatur (°C)	Bewölkung	Windrichtung	Windstärke
09.01.89	12.00	2/2	7.6	stark	SW	4 - 5
06.02.89	11.00	1/2	9.1	stark	SW	6 - 7
06.03.89						
16.03.89	9.30	1/1	5.5	gering	SW	3 - 4
11.04.89	11.30	1/1	10.4	stark	SW	4 - 5
26.04.89	13.00	2/2	5.4	stark	NW	4 - 5
08.05.89	10.00	1/1	12.0	aufgelockert	W	3 - 4
24.05.89	12.30	1/1	24.9	wolkenlos	S	3 - 4
05.06.89	10.00	1/2	10.9	stark	SW	3 - 4
21.06.89	13.00	1/1	23.3	gering	O	3 - 4
18.07.89	10.00	2/2	15.7	wechselnd wolbig	NW	7 - 8
27.07.89	9.00	1/2	20.4	stark	W	3 - 4
14.08.89	9.30	1/1	19.6	aufgelockert	W	2 - 3
29.08.89	11.30	1/3	17.7	aufgelockert	NW	3 - 4
12.09.89	12.30	1/1	15.9	gering	O	4 - 5
25.09.89	10.30	1/1	17.3	stark	SO	1 - 2
10.10.89	12.00	2/2	9.6	stark-aufgelockert	NW	3 - 4
24.10.89	12.00	1/2	13.2	aufgelockert	W	4 - 5
09.11.89	13.00	1/2	9.4	stark	SW	5 - 6
06.12.89	12.00	2/2	7.4	stark	W	3 - 4
23.01.90	13.00	1/2	7.9	stark	W	6 - 7

12.2.2 FARBE, TRÜBUNG, GERUCH

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	10.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	05.06.89	21.06.89
Tiefe (m) 1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1
4	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1
7	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1
10	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1
15	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1
25	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1
35	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1
42										1/3/1
45	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	

Datum	18.07.89	27.07.89	14.08.89	29.08.89	12.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89	23.01.90
Tiefe (m) 1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1
4	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1
7	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1
10	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1
15	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1
25	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1
35	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/99	1/3/99	1/3/1	1/3/1
42	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/1	1/3/99	1/3/99	1/3/99	1/3/1	1/3/1

12.2.3 SICHTTIEFE (m)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	11.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	31.05.89	05.06.89	12.06.89	22.06.89
	5,5	6,5	5	4,1	1,8	1,7	1,6	1,8	2,6	4,75	6	6,6

Datum	18.07.89	27.07.89	14.08.89	29.08.89	12.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89	23.01.90
	3,5	3	2,5	3,25	2,75	2	4,75	5,75	5,5	3,5	5,5

12.2.4 TEMPERATUR (°C)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	11.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	31.05.89	05.06.89	12.06.89	21.06.89
Tiefe (m) 0							10,9		16,0	15,7	17,6	
1	4,7	4,1	10,4	6,6	6,2	7,7	10,8	16,9	16,0	15,7	17,5	22,5
2							10,7		16,0	15,7	17,2	
3							10,5		16,0	15,6	16,3	
4	4,7	4,2	7,2	6,6	6,0	7,8	10,4	15,7	15,9	15,6	15,8	19,7
5							10,3		15,9	16,3	15,5	
6							10,0		10,9	12,4	15,0	
7	4,7	4,4	6,5	5,6	6,0	7,6	8,4	10,8	10,5	10,6	11,9	12,9
8							7,9		9,8	9,6	9,6	
9							7,8		8,4	8,5	8,9	
10	4,7	4,4	5,2	5,1	5,9	7,4	7,7	7,9	8,1	8,0	8,3	9,0
11							7,5		7,6	7,6	7,7	
12							7,5		7,4	7,3	7,4	
13							7,3		7,3	7,0	7,0	
14							7,3		6,9	6,8	6,8	
15	4,7	4,4	4,7	5,0	5,6	6,6	6,9	6,9	6,9	6,7	6,6	7,2
16							6,7		6,8	6,5	6,5	
17							6,7		6,5	6,4	6,4	
18							6,6		6,4	6,3	6,3	
19							6,3		6,3	6,3	6,3	
20							6,2		6,3	6,2	6,3	
21							6,0		6,3	6,2	6,2	
22							6,0		6,3	6,2	6,1	
23							5,9		6,2	6,1	6,1	
24							5,9		6,2	6,1	6,1	
25	4,7	4,4	4,7	4,9	5,6	5,9	5,9	6,2	6,1	6,1	6,1	6,5
26							5,9		6,1	6,1	6,1	
27							5,8		6,1	6,0	6,1	
28							5,8		6,0	6,0	6,0	
29							5,8		6,0	5,9	6,0	
30							5,8		5,9	5,9	6,0	
31							5,8		5,9	5,9	5,9	
32							5,8		5,9	5,9	5,9	
33							5,8		5,9	5,9	5,9	
34							5,8		5,9	5,9	5,9	
35	4,6	4,2	4,4	4,8	5,5	5,9	5,8	6,2	5,9	5,9	5,9	6,2
36							5,8		5,9	5,9	5,9	
37							5,8		5,9	5,9	5,9	
38							5,8		5,9	5,9	5,9	
39							5,7		5,9	5,9	5,9	
40							5,8		5,9	5,9	5,9	
41							5,7		5,9	5,9	5,9	
42							5,7		5,9	5,9	5,9	6,2
43							5,7		5,8	5,8	5,9	
44							5,7					
45	4,6	4,2	4,4	4,7	5,5	5,9	5,7	6,3				

12.2.5 P H - W E R T (Feldmessung)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	10.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	05.06.89	21.06.89
Tiefe (m) 1	7,99	8,07	8,29	8,32	8,70	8,94	8,92	8,88	8,50	8,77
4	8,02	8,08	8,29	8,31	8,70	8,94	8,92	8,54	8,50	8,74
7	8,03	8,07	8,29	8,31	8,70	8,94	8,84	8,55	8,16	8,05
10	8,02	8,10	8,26	8,30	8,68	8,92	8,82	8,31	8,10	7,66
15	7,86	8,08	8,26	8,28	8,58	8,69	8,70	8,23	8,08	7,58
25	7,99	8,09	8,25	8,27	8,52	8,40	8,32	8,12	7,93	7,50
35	7,98	8,09	8,26	8,26	8,52	8,38	8,19	8,07	7,92	7,65
42										7,68
45	7,92	8,08	8,23	8,19	8,52	8,30	8,12	8,06	7,86	

Datum	18.07.89	27.07.89	14.08.89	29.08.89	12.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89	23.01.90
Tiefe (m) 1	8,57	8,75	8,62	8,31	8,48	8,89	8,22	8,17	8,18	7,88	7,94
4	8,57	8,68	8,63	8,29	8,44	8,59	8,22	8,17	8,09	7,91	7,96
7	8,56	8,16	8,28	8,19	8,35	8,08	8,21	8,17	8,10	7,91	7,95
10	7,86	7,84	7,60	7,99	7,76	7,72	8,21	8,17	8,09	7,88	7,95
15	7,88	7,84	7,61	7,66	7,59	7,55	7,74	8,14	7,82	7,88	7,93
25	7,74	7,84	7,57	7,67	7,67	7,53	7,62	7,57	7,52	7,88	7,96
35	7,81	7,64	7,54	7,61	7,48	7,58	7,65	7,48	7,54	7,89	7,91
42	7,68	7,55	7,61	7,61	7,53	7,70	7,54	7,46	7,54	7,95	7,90
45											

12.2.6 LEITFÄHIGKEIT (Feldmessung) (uS/cm)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	10.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	05.06.89	21.06.89
Tiefe (m) 1	432	442	447	442	439	437	432	405	400	393
4	437	442	447	444	439	437	432	406	400	397
7	436	442	448	444	439	444	432	436	441	436
10	434	441	448	438	438	435	436	445	444	448
15	435	442	447	442	440	441	437	446	445	452
25	437	442	453	443	441	445	446	448	446	449
35	436	442	448	447	442	446	453	446	446	451
42										455
45	446	442	448	449	447	446	479	471	449	

Datum	18.07.89	27.07.89	14.08.89	29.08.89	12.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89	23.01.90
Tiefe (m) 1	412	402	401	402	405	395	417	424	425	430	428
4	414	405	399	401	446	402	417	423	424	433	426
7	415	422	412	406	407	408	417	421	424	433	428
10	452	452	452	420	416	421	417	425	423	433	424
15	453	452	453	453	454	451	460	445	436	433	426
25	449	452	452	454	455	452	461	453	467	433	426
35	456	451	452	449	458	458	461	465	465	432	428
42	495	456	464	482	464	511	479	511	477	495	426
45											

12.2.7 CHLORID (mg Cl/l)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	10.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	05.06.89	21.06.89
Tiefe (m) 1	39	44	44	25	42	41	42	42	42	42
4	39	46	45	41	41	41	42	42	42	42
7	39	41	42	41	41	41	42	41	42	41
10	39	43	43	41	41	41	42	41	42	41
15	38	43	43	42	42	41	42	41	41	41
25	38	41	43	42	41	41	42	41	42	41
35	38	45	44	41	42	41	42	42	41	41
42										41
45	39	48	41	41	41	41	42	41	41	

Datum	18.07.89	27.07.89	14.08.89	29.08.89	12.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89	23.01.90
Tiefe (m) 1	42	43	44	42	42	42	42	42	42	42	43
4	42	44	44	42	42	42	42	42	42	42	42
7	42	44	43	42	43	42	42	43	42	42	42
10	41	42	43	41	43	42	42	42	42	42	42
15	41	41	42	42	42	42	42	42	42	43	42
25	40	41	42	42	44	42	42	42	42	43	42
35	42	41	42	42	46	42	42	42	42	43	43
42	41	41	42	42	43	42	41	42	43	42	43
45											

12.2.8 SAUERSTOFF (mg O₂/l)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	10.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	31.05.89	05.06.89	12.06.89	21.06.89
Tiefe (m) 0							13,6		11,9	10,3	12,6	
1	11,5	10,4	12,7	11,5	12,1	14,6	13,8	11,8	11,8	10,2	12,7	8,8
2							13,8		11,8	10,1	13,0	
3							13,8		11,8	10,1	13,5	
4	11,3	11,3	10,9	11,6	13,9	13,2	13,7	13,1	11,8	10,1	13,0	8,1
5							13,7		11,8	10,1	12,2	
6							13,6		9,8	10,5	11,3	
7	11,5	11,7	12,4	11,1	13,9	12,9	12,6	9,7	8,8	7,7	8,6	8,1
8							12,3		7,7	6,1	7,4	
9							12,1		7,2	6,5	7,2	
10	10,2	11,0	12,4	10,6	13,8	14,7	12,0	7,8	7,2	6,6	7,4	7,3
11							11,8		8,0	7,0	8,6	
12							11,8		8,4	7,8	8,9	
13							11,7		8,4	8,1	8,9	
14							11,7		8,7	8,0	8,8	
15	9,1	11,6	10,6	11,4	13,3	11,1	11,4	9,3	8,7	8,1	8,3	7,4
16							11,2		8,7	8,7	8,6	
17							11,3		8,6	8,6	8,9	
18							11,2		8,6	8,6	8,7	
19							11,1		8,6	8,4	8,4	
20							11,1		8,7	8,8	8,3	
21							11,1		8,7	8,7	9,0	
22							11,0		8,7	8,5	9,0	
23							11,1		8,9	8,5	8,6	
24							11,1		8,9	8,4	8,4	
25	10,0	10,8	13,3	10,7	12,4	10,0	10,9	9,2	8,8	8,2	8,1	7,4
26							10,8		8,7	8,2	7,9	
27							10,8		8,5	8,1	7,9	
28							10,8		8,3	8,0	7,8	
29							10,7		8,2	7,5	7,6	
30							10,7		8,1	7,4	7,1	
31							10,7		8,0	7,3	6,8	
32							10,5		7,9	7,3	6,5	
33							10,6		7,9	7,2	6,2	
34							10,4		7,8	7,0	5,8	
35	10,4	12,0	12,4	10,5	12,7	12,4	10,2	9,1	7,7	6,9	5,8	5,4
36							10,2		7,4	6,6	5,7	
37							10,2		7,3	6,4	5,4	
38							10,2		7,3	5,9	5,1	
39							10,0		7,3	5,4	4,4	
40							10,2		7,2	5,2	4,2	
41							10,1		6,8	4,8	4,2	
42							9,7		7,2	3,8	4,0	4,1
43							9,5		6,8	0,7	0,4	
44							9,5					
45	10,6	11,9	12,1	10,6	12,7	7,4	9,5	8,9				

SAUERSTOFF-SÄTTIGUNG (%)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	11.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	31.05.89	05.06.89	12.06.89	21.06.89
Tiefe (m) 0							123		122	105	131	
1	92	81	117	96	100	125	126	125	121	104	132	103
2							125		121	103	133	
3							125		121	103	135	
4	90	89	93	94	114	114	123	135	121	103	130	91
5							122		121	102	121	
6							121		91	101	111	
7	92	93	104	90	115	111	109	90	80	69	80	79
8							104		69	55	66	
9							103		62	56	62	
10	81	87	100	86	113	126	101	68	62	56	62	54
11							99		68	59	72	
12							99		71	66	73	
13							98		71	67	72	
14							97		73	67	71	
15	73	91	84	91	109	93	93	78	73	67	67	63
16							92		72	70	69	
17							93		71	69	71	
18							92		70	69	70	
19							90		70	69	67	
20							91		71	71	66	
21							90		71	71	72	
22							90		71	69	72	
23							90		72	69	68	
24							90		72	68	67	
25	79	85	106	86	101	83	88	76	71	66	64	62
26							87		71	66	63	
27							86		69	65	63	
28							86		67	64	62	
29							85		67	61	60	
30							85		66	61	57	
31							85		65	59	54	
32							84		64	59	52	
33							85		64	58	49	
34							84		63	57	46	
35	83	94	98	84	103	102	82	76	62	56	46	44
36							82		60	53	45	
37							82		59	51	43	
38							82		59	47	41	
39							80		59	44	34	
40							81		58	42	34	
41							80		55	39	34	
42							78		58	31	32	33
43							77		54	6	3	
44							77					
45	84	93	96	85	104	64	77	74				

12.2.9 GESAMT-ORGANISCHER KOHLENSTOFF (mg TOC/l)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	10.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	05.06.89	21.06.89
Tiefe (m) 1	4,6	4,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,0	4,0	4,5	5,0
4	4,6	4,4	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,5
7	4,7	4,3	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,5	5,0
10	4,9	4,4	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	5,0	4,5
15	4,8	4,5	5,0	4,0	4,5	5,0	4,0	4,0	4,5	4,5
25	4,6	4,4	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5
35	5,1	4,4	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
42										4,0
45	5,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,5	4,0	6,0	4,5	

Datum	18.07.89	27.07.89	14.08.89	29.08.89	12.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89
Tiefe (m) 1	4,7	5,3	5,5	7,0	5,0	6,0	4,0	5,0	5,5	5,0
4	5,1	5,3	5,5	5,5	5,0	6,0	4,0	5,0	5,0	4,0
7	4,7	5,1	5,0	5,5	4,5	5,5	4,0	5,0	5,0	4,5
10	4,2	4,6	4,5	6,0	4,5	5,0	4,0	5,5	5,5	4,0
15	4,3	4,2	4,5	5,5	4,0	4,5	< 4,0	5,0	5,0	4,5
25	3,9	4,7	5,0	5,5	4,5	4,0	< 4,0	4,5	4,5	4,0
35	3,7	4,6	4,5	6,0	4,5	5,0	< 4,0	4,5	4,5	4,5
42	3,8	4,4	4,5	5,0	4,5	5,0	4,0	4,5	5,0	4,5
45										

12.2.10 GELÖSTER ORGANISCHER KOHLENSTOFF (mg DOC/l)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	10.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	05.06.89	21.06.89
Tiefe (m) 1	4,5	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5
4	4,4	4,4	4,0	4,0	4,0	4,5	4,0	4,0	5,0	5,5
7	4,7	4,3	3,0	3,5	4,0	4,5	4,5	4,0	4,5	4,5
10	4,6	4,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	4,0
15	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,0	4,0	4,0	4,5
25	4,5	4,4	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
35	4,6	4,4	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
42										4,0
45	4,8	4,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,0	4,5	4,5	

Datum	18.07.89	27.07.89	14.08.89	29.08.89	12.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89
Tiefe (m) 1	4,7	5,2	5,0	5,5	5,0	6,0	4,0	4,5	5,0	5,0
4	4,5	5,3	5,5	5,5	4,5	5,5	4,0	5,0	5,0	4,0
7	4,3	5,1	5,0	5,5	4,5	5,0	4,0	5,0	5,0	4,5
10	4,2	4,7	4,5	5,0	4,5	4,5	4,0	4,5	5,0	4,0
15	3,9	4,5	4,5	5,0	4,0	4,5	< 4,0	5,0	5,0	4,5
25	4,0	4,5	4,5	5,5	4,0	4,0	< 4,0	4,5	4,5	4,0
35	3,7	4,4	4,5	5,5	4,0	4,5	< 4,0	4,5	4,5	4,5
42	3,8	4,4	4,0	5,0	4,0	4,5	< 4,0	4,5	5,0	4,0
45										

12.2.11 GESAMT-STICKSTOFF (mg N/l)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	10.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	05.06.89	21.06.89
Tiefe (m) 1	0,835	0,766	0,818	0,880	0,779	0,636	0,717	0,482	0,502	0,451
4	0,803	0,798	0,818	0,844	0,696	0,576	0,709	0,581	0,581	0,485
7	0,803	0,734	0,850	0,828	0,686	0,589	0,773	0,523	0,524	0,503
10	0,803	0,734	0,755	0,825	0,750	0,616	0,674	0,400	0,581	0,563
15	0,803	0,734	0,818	0,821	0,741	0,629	0,628	0,523	0,495	0,722
25	0,836	0,766	0,787	0,821	0,767	0,696	0,699	0,710	0,716	0,903
35	0,836	0,766	0,818	0,782	0,715	0,737	0,749	0,658	0,788	1,079
42										1,299
45	0,771	0,734	0,787	0,799	0,710	0,768	0,812	0,736	0,835	

Datum	18.07.89	27.07.89	14.08.89	29.08.89	12.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89	23.01.90
Tiefe (m) 1	0,530	0,530	0,504	0,510	0,528	0,566	0,511	0,503	0,522	0,697	0,714
4	0,521	0,539	0,485	0,527	0,521	0,574	0,647	0,479	0,476	0,625	0,702
7	0,502	0,508	0,452	0,506	0,550	0,500	0,585	0,508	0,502	0,594	0,739
10	0,499	0,463	0,378	0,522	0,419	0,462	0,566	0,471	0,488	0,530	0,723
15	0,758	0,782	0,672	0,682	0,673	0,680	0,760	0,495	0,511	0,606	0,716
25	0,837	0,909	0,861	0,908	0,859	0,784	0,932	0,773	0,805	0,607	0,706
35	0,963	1,015	0,954	0,982	0,913	0,838	1,060	0,939	0,973	0,615	0,739
42	1,045	1,016	1,172	1,179	1,160	1,039	1,340	1,130	1,500	0,616	0,708
45											

12.2.12 N I T R A T (mg NO₃-N/l)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	10.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	05.06.89	21.06.89
Tiefe (m) 1	0,268	0,346	0,328	0,290	0,145	0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
4	0,295	0,296	0,353	0,258	0,129	0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
7	0,294	0,321	0,365	0,320	0,135	0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
10	0,293	0,296	0,328	0,321	0,121	0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
15	0,296	0,295	0,340	0,337	0,129	0,052	< 0,100	0,127	< 0,100	< 0,100
25	0,295	0,295	0,315	0,323	0,123	0,117	< 0,100	0,287	0,334	0,410
35	0,295	0,294	0,353	0,295	0,140	0,128	0,163	0,255	0,400	0,499
42										0,513
45	0,306	0,294	0,340	0,339	0,132	0,139	0,121	0,282	0,405	

Datum	18.07.89	27.07.89	14.08.89	29.08.89	12.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89	23.01.90
Tiefe (m) 1	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	0,343
4	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	0,349
7	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	0,339
10	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	0,336
15	< 0,100	0,364	< 0,100 ?	0,311	0,341	0,266	0,252	< 0,100	0,076	< 0,100	0,337
25	0,520	0,461	< 0,100 ?	0,506	0,433	0,399	0,292	0,370	0,171	< 0,100	0,344
35	0,605	0,524	0,448	0,424	0,282	0,174	0,094	0,128	< 0,100	< 0,100	0,331
42	0,560	0,495	0,277	0,194	0,056	0,029	0,050	0,132	< 0,100	< 0,100	0,303
45											

12.2.13 N I T R I T (mg NO₂-N/l)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	10.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	05.06.89	22.06.89
Tiefe (m) 1	0,004	0,003	< 0,002	0,011	0,003	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,005	0,003
4	0,004	0,003	0,002	0,013	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,005	0,003
7	0,005	0,003	0,002	0,011	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	0,005
10	0,006	0,003	< 0,002	0,010	0,004	0,006	< 0,002	< 0,002	0,004	0,009
15	0,006	0,004	< 0,002	0,009	< 0,002	0,006	< 0,002	< 0,002	0,007	0,005
25	0,004	0,004	< 0,002	0,008	0,004	0,006	0,017	< 0,002	0,005	0,005
35	0,004	0,005	< 0,002	0,006	0,004	0,007	0,023	< 0,002	0,006	0,007
42										0,009
45	0,006	0,005	< 0,002	0,007	0,007	0,008	0,028	0,005	0,009	

Datum	18.07.89	27.07.89	14.08.89	29.08.89	12.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89	23.01.90
Tiefe (m) 1	0,003	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	0,004	0,004	0,008	0,006	0,003	0,004
4	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,005	0,003	0,007	0,007	< 0,002	0,003
7	0,003	< 0,002	0,002	< 0,002	< 0,002	0,004	0,003	0,008	0,006	0,003	0,004
10	0,004	< 0,002	0,002	< 0,002	< 0,002	0,003	0,003	0,006	0,007	0,004	0,004
15	0,005	< 0,002	0,002	0,009	0,004	0,006	0,002	0,006	0,036	0,003	0,006
25	0,008	0,007	< 0,002	0,009	0,007	0,021	0,060	0,080	0,119	< 0,002	0,002
35	0,009	0,011	0,029	0,046	0,080	0,089	0,104	0,017	0,003	< 0,002	< 0,002
42	0,009	0,016	0,100	0,119	0,134	0,103	0,005	0,005	0,002	< 0,002	0,040
45											

12.2.14 AMMONIUM (mg NH₄-N/l)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	11.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	05.06.89	22.06.89
Tiefe (m) 1	0,065	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,059	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,083	0,050
4	0,068	< 0,050	< 0,050	0,050	0,057	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,218	0,055
7	0,068	< 0,050	< 0,050	0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,095	0,065
10	0,059	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,051	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,083	0,085
15	0,077	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,079	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,072	0,053
25	0,080	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,058	0,051
35	0,091	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,059	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,062	0,077
42										0,085
45	0,100	< 0,050	< 0,050	0,057	0,060	< 0,050	0,093	0,093	0,085	

Datum	18.07.89	27.07.89	14.08.89	29.08.89	12.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89	23.01.90
Tiefe (m) 1	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,109	0,132	0,050
4	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,109	0,135	0,072
7	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,107	0,136	< 0,050
10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,108	0,128	< 0,050
15	0,064	0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,111	0,120	< 0,050
25	0,053	0,076	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,079	0,098	0,136	0,197	0,126	< 0,050
35	0,067	0,127	0,135	0,152	0,199	0,313	0,356	0,557	0,649	0,119	< 0,050
42	0,106	0,179	0,337	0,433	0,482	0,459	0,823	0,724	1,140	0,120	< 0,050
45											

12.2.15 G E S A M T - P H O S P H O R (mg P/l)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	10.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	05.06.89	21.06.89
Tiefe (m) 1	0,137	0,122	0,133	0,110	0,096	0,063	0,079	0,026	0,029	0,020
4	0,137	0,124	0,121	0,111	0,082	0,053	0,065	0,048	0,036	0,026
7	0,122	0,104	0,127	0,111	0,074	0,051	0,052	0,052	0,058	0,029
10	0,114	0,132	0,115	0,105	0,096	0,056	0,058	0,059	0,095	0,090
15	0,114	0,132	0,115	0,111	0,085	0,053	0,050	0,066	0,075	0,111
25	0,122	0,117	0,115	0,111	0,090	0,069	0,091	0,082	0,096	0,132
35	0,114	0,118	0,121	0,111	0,076	0,069	0,096	0,079	0,114	0,193
42										0,258
45	0,114	0,111	0,121	0,111	0,076	0,094	0,124	0,035	0,136	

Datum	18.07.89	27.07.89	14.08.89	29.08.89	12.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89	23.01.90
Tiefe (m) 1	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,023	0,020	< 0,020	< 0,020	0,025	0,066	0,100	0,108
4	< 0,020	0,020	< 0,020	0,019	0,020	0,022	0,020	0,034	0,053	0,095	0,105
7	< 0,020	0,022	< 0,020	0,023	< 0,020	0,010	0,028	0,022	0,065	0,099	0,114
10	0,022	0,026	0,029	0,024	< 0,020	0,027	0,020	0,023	0,055	0,098	0,109
15	0,198	0,116	0,111	0,123	0,126	0,135	0,127	0,027	0,106	0,102	0,116
25	0,134	0,139	0,158	0,168	0,174	0,190	0,194	0,202	0,283	0,101	0,107
35	0,164	0,168	0,201	0,209	0,228	0,288	0,279	0,365	0,460	0,128	0,111
42	0,180	0,169	0,289	0,312	0,356	0,341	0,439	0,647	0,606	0,120	0,115
45											

12.2.16 P H O S P H A T (mg PO₄-P/l)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	10.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	05.06.89	21.06.89
Tiefe (m) 1	0,086	0,111	0,082	0,092	0,047	< 0,005	0,011	< 0,005	< 0,005	< 0,005
4	0,081	0,068	0,080	0,083	0,047	< 0,005	0,016	< 0,005	< 0,005	< 0,005
7	0,088	0,072	0,080	0,092	0,045	0,012	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
10	0,086	0,085	0,080	0,083	0,050	0,012	0,023	< 0,005	< 0,005	0,090
15	0,089	0,079	0,084	0,083	0,045	0,031	0,037	< 0,005	< 0,005	0,111
25	0,082	0,077	0,078	0,090	0,044	0,041	0,074		0,096	0,132
35	0,089	0,094	0,108	0,083	0,045	0,046	0,096	0,057	0,114	0,192
42										0,258
45	0,089	0,072	0,080	0,092	0,046	0,052	0,124	0,068	0,136	

Datum	18.07.89	27.07.89	14.08.89	29.08.89	12.09.89	25.09.89	10.10.89	24.11.89	09.11.89	06.12.89	23.01.90
Tiefe (m) 1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,014	< 0,005	0,029	0,094	0,100
4	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,027	0,091	0,097
7	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,023	0,089	0,099
10	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,023	0,092	0,097
15	0,183	0,109	0,094	0,092	0,123	0,105	0,114	< 0,005	0,062	0,098	0,098
25	0,125	0,127	0,144	0,145	0,172	0,172	0,137	0,194	0,211	0,094	0,096
35	0,160	0,159	0,185	0,205	0,226	0,260	0,245	0,355	0,350	0,093	0,096
42	0,174	0,431	0,255	0,274	0,337	0,323	0,437	0,421	0,510	0,088	0,099
45											

12.2.17 CHLOROPHYLL A (ug Chl a/l)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	10.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	31.05.89	05.06.89	12.06.89	21.06.89
Tiefe (m) 1	0,55	1,11	7,03	7,68	19,06	21,83	13,32	3,70	1,30	1,30	3,15	1,11
4	0,37	0,92	6,66	7,77	19,98	22,37	14,80	6,29	1,30	1,30	7,77	1,85
7	0,55	0,74	5,92	7,22	18,87	22,94	14,80	14,06	18,87	0,55	4,07	3,52
10	0,74	1,11	5,18	7,22	19,11	22,94	12,95	3,70	2,78	0,55	0,93	3,15
15	0,55	0,74	5,18		19,24	8,51	7,77	2,22	1,30	0,55	0,74	1,30
25	0,37	0,92	4,62	6,29	20,72	6,66	5,17	0	0,37	0,37	0	0,55
35	0,37	1,30	2,41	4,62	20,35	11,47	1,85	0,74	0,37	0,37	0,19	0,74
42												0,74
45	0,74	3,51	2,40		22,57	16,28	1,48	0,37	0,37	0,49	0	

Datum	18.07.89	27.07.89	14.08.89	29.08.89	12.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89	23.01.90
Tiefe (m) 1	5,55	6,48	3,52	7,40	14,80	12,95	5,55	3,89	4,81	2,72	0,37
4	5,74	5,74	4,44	9,25	16,28	11,60	5,18	4,62	4,63	2,59	0,37
7	5,55	4,26	4,07	3,70	9,44	5,68	5,18	4,07	4,63	3,19	0,37
10	4,07	4,26	2,78	3,15	4,44	2,72	4,44	3,89	4,44	3,19	0,55
15	1,67	2,22	1,30	0,74	0,74	0,99	1,48	4,07	3,89	3,52	0,55
25	0,19	0,74	0,74	0,19	0,37	0	0,55	0,55	0,55	3,37	0,55
35	0,37	0,00	0,37	0	0	0	0	0,37	0,37	3,19	0,37
42	0,74	0,37	0	0	0	0	0	1,91	0,37	3,33	0,37
45											

PHAEOPHYTIN (ug/l)

Datum	09.01.89	06.02.89	06.03.89	16.03.89	10.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	31.05.89	05.06.89	12.06.89	21.06.89
Tiefe (m) 1	1,01	0	1,03	1,39	2,92	4,95	2,03	2,28	1,18	1,31	0,89	1,23
4	0,80	0	1,01	1,07	3,42	4,99	3,07	2,55	1,05	1,05	1,33	1,01
7	0,62	0,30	1,62	1,50	4,84	3,58	2,85	2,84	4,01	1,79	1,39	1,17
10	0,30	0	1,19	1,11	4,31	3,32	3,70	3,58	2,17	1,92	0,64	1,15
15	0,62	0,04	9,00		3,90	3,97	3,90	3,50	1,83	2,18	0,56	0,40
25	0,80	0	1,49	1,38	4,76	2,70	2,18	3,12	2,10	1,71	0,78	0,36
35	0,80	0	2,02	1,88	4,87	2,83	2,31	2,64	1,97	1,45	1,13	0
42												0
45	0,32	0	1,98		3,69	3,74	2,53	2,25	1,71	1,59	0,52	

Datum	18.07.89	27.07.89	14.08.89	29.08.89	12.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89	23.01.90
Tiefe (m) 1	0,43	1,07	0,79	2,87	2,88	3,95	2,77	3,93	1,17	2,30	0,80
4	0,90	1,16	1,28	2,71	2,18	4,18	2,88	2,21	1,36	2,61	0,80
7	1,21	1,73	2,04	2,28	2,27	3,69	2,88	1,78	1,49	1,93	0,80
10	0,87	1,34	2,43	1,54	1,80	2,67	3,62	2,10	1,41	2,32	0,62
15	0,94	0,90	1,57	1,34	0,71	1,79	1,12	1,78	1,32	2,08	0,49
25	0,73	0,17	0,69	0,99	0,67	1,73	0,49	0,23	0	2,26	0,49
35	0,41	0,52	0,80	0,65	0,78	1,30	0,78	0	0	2,32	0,67
42	0	0,15	0,91	0,52	1,04	1,30	0,52	1,12	0	2,08	0,67
45											

12.2.18 PHYTOPLANKTON (mm3/l)

Art	Datum	06.03.89	16.03.89	16.03.89	10.04.89	26.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	24.05.89	31.05.89	31.05.89	05.06.89
	\Tiefe		1 m	10 m	1 m	1 m	10 m	1 m	1 m	7 m	1 m	7 m	1 m
CYANOPHYCEAE:													
Anabaena circinalis + planctonica													
Anabaena flos-aquae													
Anabaena planctonica													
Anabaena spp.													x
Aphanizomenon elenkinii													
Aphanizomenon flos-aquae													
Coelosphaerium sp.													
Gomphosphaeria sp.													
Merismopedia sp.													
Microcystis aeruginosa													
Microcystis sp.													
Oscillatoria prolifica													
Oscillatoria/Limnithrix sp.													
Planktothrix agardhii													
CHRYSOPHYCEAE:													
cf Chrooculina sp.													
Dinobryon sociale var. americanum													
Dinobryon sociale Cysten													
BACILLARIOPHYCEAE:													
Asterionella formosa		x	x		x	x	0,27	x			x	x	
Centrales, klein, zart					0,98	0,43			x				
Centrales spp.		x	x		x				x				
Cyrtopleura sp.			x										
Cyclotella sp.			x		x								
Diatoma elongatum			x										
Diatoma vulgare			x										
Fragilaria capucina			x					x					
Fragilaria construens			x										
Fragilaria crotonensis			x		x	x		x					
Melosira ambigua						x							
Melosira granulata			x										
Melosira varians					x			x					
Melosira sp.			x										
Nitzschia actinastroides			x			x							
Nitzschia sp.			x										
Stephanodiscus cf. astrea		x	0,27	0,16	3,18	x		x			x	x	
Stephanodiscus sp.			x										
Surirella cf. spiralis													
Synedra acus			x										
Synedra sp.								x					
Tabellaria fenestrata			x										
Pennales spp.		x	x		x	x		x			x	x	
HAPTOPHYCEAE:													
Chrysochromulina sp.			x										
CRYPTOPHYCEAE:													
Cryptomonas erosa			x			x	0,27						
Cryptomonas sarasonii													
Cryptomonas ovata													
Cryptomonas spp.					0,06	0,09		0,04			x	x	0,14
Katablepharis sp.							0,05	0,03					
Rhodomonas cf. lacustris			0,19	0,06									
Rhodomonas lens			0,18	0,24	0,47	1,16	1,19	0,99			x	x	
Rhodomonas minuta			0,12	0,07	0,09	0,36	0,22	0,19	0,12	0,12	0,1	0,02	0,02

PHYTOPLANKTON (mm3/l) (Fortsetzung)

Art	Datum	06.03.89	16.03.89	16.03.89	10.04.89	26.04.89	26.04.89	08.05.89	24.05.89	24.05.89	31.05.89	31.05.89	05.06.89
	Tiefe		1 m	10 m	1 m	1 m	10 m	1 m	1 m	7 m	1 m	7 m	1 m
DINOPHYCEAE:													
Ceratium hirundinella		x	x		x	x		x			x	x	0,02
Gymnodinium helveticum			x		x	x		x	x				x
Gymnodinium sp.											x	x	
Peridinium sp.						x					x	x	
CHLOROPHYCEAE:													
Actinastrum hantzschii			x			x							
Ankistrodesmus falcatus			x										
Ankyra cf. judayi													
Ankyra sp.													x
Carteria sp.													x
Chlamydomonadales			x		x				x		x	x	
Chloroconium sp.													
Closterium sp.													
Coelastrum cambricum													
Coelastrum microporum					x			x					
Coelastrum reticulatum													
Cosmarium sp.													
Dictyosphaerium pulchellum													
Dictyosphaerium sp.					x	x			x				
Eudorina sp.													
Euglena sp.								x			x	x	
Lagerheimia genevensis											x	x	
Lagerheimia subsalsa													
Lagerheimia sp.													
Micractinium sp.					x								
Monoraphidium contortum			x		x	x		x					
Monoraphidium minutum													
cf. Mougeotia sp.													
Oocystis lacustris													
Oocystis marasonii													
Oocystis spp.						x					x	x	x
Pandorina norum					x								
Pediastrum boryanum			x		x	x		x			x	x	x
Pediastrum duplex													
Pediastrum tetras													
Phacus sp.													
Scenedesmus sp.			x			x							
Scenedesmus acuminatus						x		x			x	x	
Scenedesmus acutus											x	x	
Scenedesmus cf. quadricauda					x			x			x	x	
Sphaerocystis Schroeteri						x					x	x	0,01
Spirogyra sp.													
Staurastrum sp.		x	x			x		x			x	x	
Tetraedron caudatum								x					
Tetraedron minimum			x			x							
Trachelomonas sp.													
Volvocales							0,48						
SCHSTIGE:	Flagellaten					x			0,36	0,51	0,23	0,86	0,04
SUMME (mm3/l):			0,76	0,53	4,78	2,04	2,48	1,25	0,48	0,63	0,33	0,88	0,23

PHYTOPLANKTON (mm³/l) (Fortsetzung)

Art	Datum 12.06.89		12.06.89		21.06.89		21.06.89		18.07.89		18.07.89		18.07.89		27.07.89		27.07.89		14.08.89		14.08.89	
	Tiefe	1 m	4 m	1 m	7 m	1 m	7 m	1 m	7 m	10 m	1 m	7 m	10 m	1 m	7 m	1 m	10 m	1 m	10 m	1 m	10 m	
CYANOPHYCEAE:																						
Anabaena circinalis + planctonica								x							x				x			
Anabaena flos-aquae															x				x			
Anabaena planctonica																						
Anabaena spp.																				0,11		0,02
Aphanizomenon elenkini																						
Aphanizomenon flos-aquae															x					0,05		
Coelosphaerium sp.															x					x		
Gomphosphaeria sp.															x							
Merismopedia sp.						x		x														
Microcystis aeruginosa																						
Microcystis sp.																						
Oscillatoria prolifica																					x	
Oscillatoria/Limnethrix sp.																					0,03	
Planktothrix agardhii																						
CHRYSOPHYCEAE:																						
cf Chromulina sp.						x				x												
Dinobryon sociale var. americanum									0,43	0,36	0,04	1,89	0,05							x		
Dinobryon sociale Cysten									0,13	0,11	0,02	0,92	0,13									
BACILLARIOPHYCEAE:																						
Asterionella formosa																x					x	
Centrales, Klein, zart																						x
Centrales spp.																x						
Cymatopleura sp.																						
Cyclotella sp.																						
Diatoma elongatum																						
Diatoma vulgare																						
Fragilaria capucina																						
Fragilaria construens																						
Fragilaria crotonensis																						
Fragilaria ambigua									x	1,33		0,74	1,81	0,22							0,49	
Melosira ambigua									x													
Melosira granulata																					x	
Melosira varians																						
Melosira sp.																						x
Nitzschia actinastroides																						
Nitzschia sp.																						
Stephanodiscus cf. astrea																						
Stephanodiscus sp.																						
Surirella cf. spiralis																						
Synedra acus																						
Synedra sp.																						
Tabellaria fenestrata																						
Pennales spp.																x					x	
HAPTOPHYCEAE:																						
Chrysochromulina sp.																x					x	
CRYPTOPHYCEAE:																						
Cryptomonas erosa										x												
Cryptomonas marssonii										x												
Cryptomonas ovata										x												
Cryptomonas spp.		0,41	0,64	0,12	0,35	0,38	0,15	0,18	0,12	0,12	0,12	0,12	0,08	0,05								
Katablepharis sp.																						
Rhodomonas cf. lacustris																						
Rhodomonas lens																						x
Rhodomonas minuta		0,05	0,05	0,13	0,03	0,09	0,05	0,04	0,16	0,01	0,08	0,01	0,08	0,03								

PHYTOPLANKTON (mm³/l) (Fortsetzung)

Art	Datum	12.06.89	12.06.89	21.06.89	21.06.89	18.07.89	18.07.89	18.07.89	27.07.89	27.07.89	14.08.89	14.08.89
	(Tiefe)	1 m	4 m	1 m	7 m	1 m	7 m	10 m	1 m	7 m	1 m	10 m
DINOPHYCEAE:												
<i>Ceratium hirundinella</i>		x	x	0,1	0,17	0,2	0,15		0,25	0,06	0,21	0,01
<i>Gymnodinium helveticum</i>						x					x	
<i>Gymnodinium</i> sp.									x			
<i>Peridinium</i> sp.									x		x	
CHLOROPHYCEAE:												
<i>Actinastrum hantzschii</i>												
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>												
<i>Ankyra</i> cf. <i>judayi</i>		0,05	0,05			x						
<i>Ankyra</i> sp.												
<i>Carteria</i> sp.												
Chlamydomonadales						x					x	
<i>Chlorogonium</i> sp.												
<i>Closterium</i> sp.												
<i>Coelastrum czabriticum</i>												
<i>Coelastrum microporum</i>												
<i>Coelastrum reticulatum</i>												
<i>Cosmarium</i> sp.						x			x		x	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>						x						
<i>Dictyosphaerium</i> sp.												
<i>Eudorina</i> sp.												
<i>Euglena</i> sp.												
<i>Lagerheimia genevensis</i>											x	
<i>Lagerheimia subsalsa</i>											x	
<i>Lagerheimia</i> sp.									x			
<i>Micractinium</i> sp.												
<i>Monoraphidium contortum</i>									x		x	
<i>Monoraphidium minutum</i>												
cf. <i>Mougeotia</i> sp.												
<i>Oocystis lacustris</i>											x	
<i>Oocystis marssonii</i>						x						
<i>Oocystis</i> spp.		x	x	x		0,05			x			
<i>Pandorina morum</i>												
<i>Pediastrum boryanum</i>						x						
<i>Pediastrum duplex</i>												
<i>Pediastrum tetras</i>												
<i>Phacus</i> sp.											x	
<i>Scenedesmus</i> sp.									x		x	
<i>Scenedesmus acuminatus</i>									x			
<i>Scenedesmus acutus</i>												
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>quadricauda</i>									x			
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>		x	x	x		x						
<i>Spirogyra</i> sp.												
<i>Staurastrum</i> sp.		x	x	x		x			x		x	
<i>Tetraedron caudatum</i>												
<i>Tetraedron minimum</i>											x	
<i>Trachelomonas</i> sp.												
Volvocales												
SONSTIGE:												
Flagellaten		0,4	0,34	0,14	0,14	0,17			x		0,03	0,03
SUMME (mm³/l):		0,91	1,08	0,49	0,69	1,45	2,15	0,28	4,08	2,18	0,81	0,63

PHYTOPLANKTON (mg/l) (Fortsetzung)

Art	Datum	29.08.89	29.08.89	12.09.89	12.09.89	25.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89	23.01.90
	Tiefe	1 m	4 m	1 m	7 m	1 m	7 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m
CYANOPHYCEAE:												
Anabaena circinalis + planctonica		x		x	0,26	0,78	0,06	x				
Anabaena flos-aquae		x		x	0,03	0,16	0,02					
Anabaena planctonica		x				x						
Anabaena spp.		0,14		0,39				0,14	0,02	x		
Aphanizomenon elenkinii								x				
Aphanizomenon flos-aquae		0,05	0,14	0,13	0,11	x	0,02	x	x	x	x	x
Coelosphaerium sp.											x	
Gomphosphaeria sp.												
Merismopedia sp.		x										
Microcystis aeruginosa									x	x	x	x
Microcystis sp.						x						
Oscillatoria prolifica						0,16						
Oscillatoria/Limnolothrix sp.		x		x	0,06	x	0,04	0,06	0,03	x	x	x
Planktothrix agardhii				x							x	
CHRYSOPHYCEAE:												
cf. Chrooculina sp.												
Dinobryon sociale var. americanum		x		x		x		x				
Dinobryon sociale Cysten						x						
BACILLARIOPHYCEAE:												
Asterionella formosa		x		x		x		x	0,07	0,23	0,16	0,003
Centrales, Klein, zart										x		
Centrales spp.		x		x		x			x			x
Cymatopleura sp.												
Cyclotella sp.												
Diatoma elongatum									x			
Diatoma vulgare												
Fragilaria capucina												
Fragilaria construens												
Fragilaria crotonensis		x		x		x		x	x	0,49	x	x
Melosira ambigua											x	x
Melosira granulata										x		
Melosira varians											x	
Melosira sp.												
Nitzschia actinastroides								x				
Nitzschia sp.												
Stephanodiscus cf. astrea									x	x	0,66	x
Stephanodiscus sp.												
Surirella cf. spiralis		x										
Synedra acus												
Synedra sp.												
Tabellaria fenestrata												
Pennales spp.		x		x				x				x
HAPTOPHYCEAE:												
Chrysochromulina sp.												
CRYPTOPHYCEAE:												
Cryptomonas erosa				x								
Cryptomonas marssonii												0,012
Cryptomonas ovata										x		
Cryptomonas spp.		0,07	0,14	0,15	0,1	0,08	0,05	0,31	0,28	0,32	0,2	
Katablepharis sp.												
Rhodomonas cf. lacustris		x										
Rhodomonas lens		x		x		x		x	x	x	0,02	0,008
Rhodomonas minuta		0,2	0,1	x		0,28		0,02	0,05	0,08	0,02	0,005

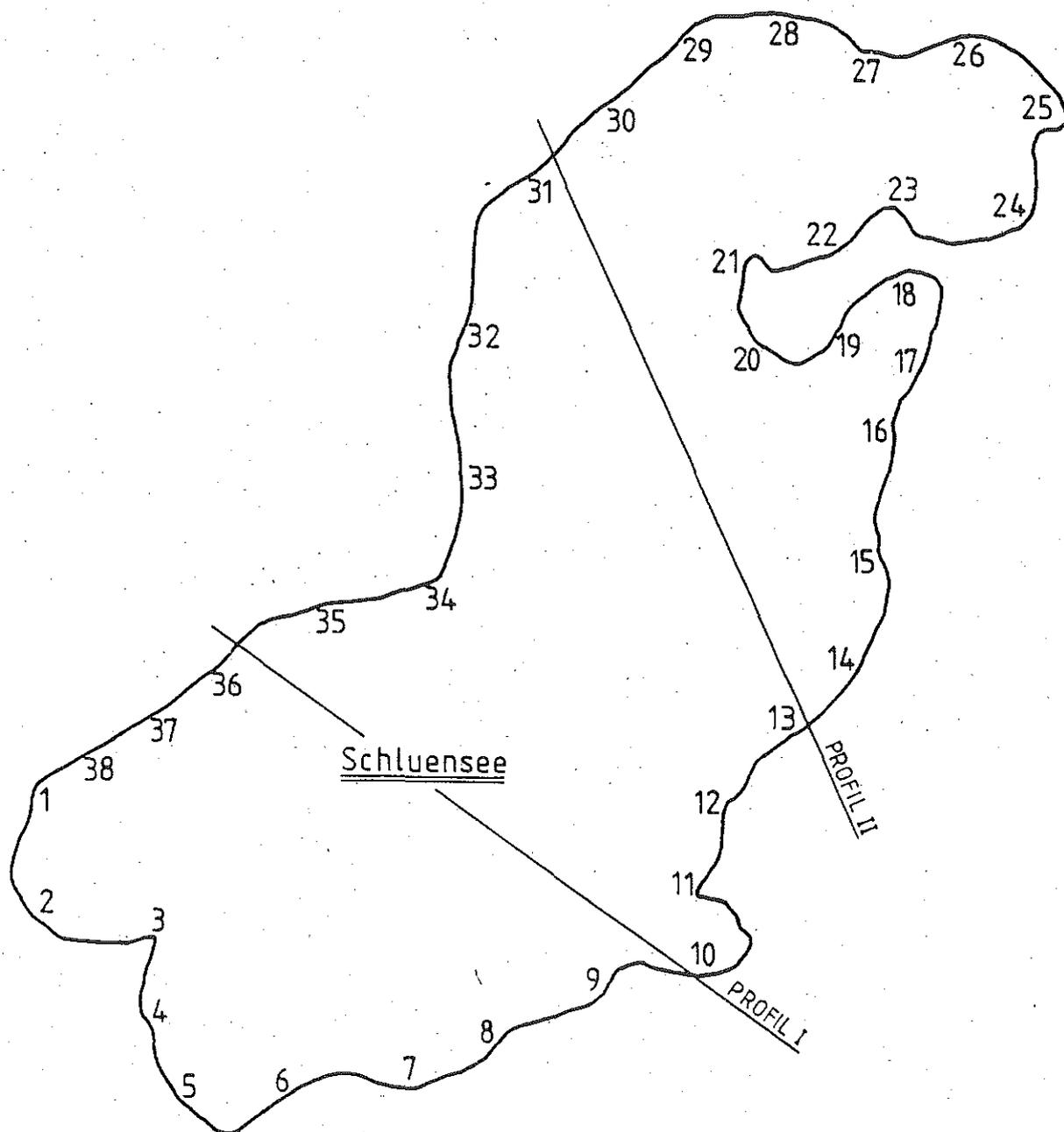
PHYTOPLANKTON (mm³/l) (Fortsetzung)

Art	Datum	29.08.89	29.08.89	12.09.89	12.09.89	25.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89	23.01.90
	Tiefe	1 m	4 m	1 m	7 m	1 m	7 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m
DINOPHYCEAE:												
Ceratium hirundinella		0,42	0,63	1,88	0,48	1,02	0,2	x	x			x
Gymnodinium helveticum						x		x	x	x	x	0,056
Gymnodinium sp.		x		x								
Peridinium sp.				x		0,57	0,11	x	x			
CHLOROPHYCEAE:												
Actinastrum bantzschii						x						x
Ankistrodesmus falcatus												
Ankyra cf. judayi												
Ankyra sp.												
Carteria sp.												
Chlamydomonadales									x			x
Chlorogonium sp.												x
Closterium sp.												x
Coelastrum cambricum								x				
Coelastrum microporum									x	x		
Coelastrum reticulatum										x		
Cosmarium sp.						x						
Dictyosphaerium pulchellum												
Dictyosphaerium sp.						x						
Eudorina sp.						x			x			x
Euglena sp.												
Lagerheimia genevensis		x		x		x						
Lagerheimia subsalsa												
Lagerheimia sp.				x				x				
Micractinium sp.												
Monoraphidium contortum		x		x				x				
Monoraphidium minutum									x	x		
cf. Mougeotia sp.				x	0,15	x	0,06	x	x			
Oocystis lacustris												
Oocystis marssonii												
Oocystis spp.								x	x		x	
Pandorina morum						x					x	
Pediastrum boryanum				x					x	x	x	x
Pediastrum duplex				x		x			x	x		
Pediastrum tetras				x								
Phacus sp.												
Scenedesmus sp.		x		x		x						x
Scenedesmus acuminatus												x
Scenedesmus acutus												
Scenedesmus cf. quadricauda										x		
Sphaerocystis schroeteri										x		
Spirogyra sp.										x		
Staurastrum sp.		x						x			x	x
Tetraedron caudatum												
Tetraedron minimum								x				
Trachelomonas sp.									x			
Volvocales												
SOMITICE:	Flagellaten	x	0,08		0,09	0,11			0,04			0,055
SUMME (mm³/l):		0,88	1,09	2,55	1,28	3,16	0,56	0,53	0,49	1,12	1,06	0,139

12.2.19 ZOOPLANKTON (End/1) (Fortsetzung)

Art	Datum	27.07.89	14.08.89	29.08.89	12.09.89	25.09.89	10.10.89	24.10.89	09.11.89	06.12.89	23.01.90
CRUSTACEA: cf. <i>Acanthocyclops</i> sp.							x				
<i>Cyclops abyssorum</i>		x	x	x							
<i>Cyclops kolensis</i>											
<i>Cyclops strenuus</i> -Typ											x
<i>Cyclops vicinus</i>							x				
<i>Cyclops</i> spp.							x				
<i>Diaacyclops bicuspidatus</i>										x	
<i>Thermocyclops oithonoides</i>		cf. x									
<i>Cyclops vicinus</i>											
Cyclopiden (Cop u. Ad)		10	16,72	16,64	14,4	25,8	45,8	45,4	20,1	8,1	19,4
Cyclopiden (Weibchen mit Eiern)		1,04	2,4	5,76	3	2,5	0,2				0,1
Summe Cyclopiden		11,04	19,12	22,4	17,4	28,3	46	45,4	20,1	8,1	19,5
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Cop u. Ad)		1,6	5,92	7,52	4,7	6,2	9,1	8,7	7,6	7,3	9
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (W u E)		0,48	0,48	1,12	0,6	0,5	1,6	0,6	0,2	0,9	
Summe Eudiaptomiden		2,08	6,4	8,64	5,3	6,7	10,7	9,3	7,8	8,2	9
Nauplien (Cyc u. Cal)		26	72,32	41,6	55,7	58,2	20,2	7,7	16,6	11,5	15
Summe Copepoden		39,12	97,84	72,64	78,4	93,2	76,9	62,4	44,5	27,8	43,5
<i>Bosmina longirostris</i>					0,1						
<i>Bythotrephes longimanus</i>		0,08									
<i>Chydorus sphaericus</i>											
<i>Daphnia cucullata</i>		0,08	0,24	0,24		0,6	0,8	1,8	1,8	2,2	
<i>Daphnia hyalina/galeata</i>		0,48	0,16	0,56	2	1	1	2,7	2,3	4,3	0,2
<i>Daphnia longispina</i>		0,24	1,2	0,32		0,9	1,8	1,5	0,5	0,6	
<i>Daphnia</i> spp. juvenil		0,24	0,4	0,24			1,8	1,1	0,4	0,2	
<i>Daphnia</i> spp.		0,48	1,6								
<i>Leptodora kindti</i>		0,4	0,16	0,32	0,16		0,1				
Summe Cladoceren		2	3,76	1,68	2,26	2,5	5,5	7,1	5	7,3	0,2
ROTATORIA: <i>Acanthocyclops fissa</i>							1				
<i>Asplanchna priodonta</i>		1,76	3,12	0,6	0,35	2,15	0,5				0,2
<i>Brachionus angularis</i>		0,21		0,32							
<i>Brachionus</i> sp.						x					
<i>Conochilus natans</i>											
<i>Conochilus unicornis</i>				13,76	9,6	3,2	23,7		1,3		
<i>Euchlanis</i> sp.					11,5		1,3	0,3			
<i>Filinia longiseta</i>											
<i>Filinia terminalis</i>			0,32	2,9	0,6	0,6					
<i>Gastropus hyptopus</i>		0,42									
<i>Kallicottia longispina</i>		0,21	4,16	0,32	2,6			0,3	0,6		1
<i>Keratella cochlearis</i>		46,08	120,64	21,44	68,5	119	100,8	95	104	57,3	26,2
<i>Keratella cochlearis</i> var. tecta					x	x	x				
<i>Keratella quadrata</i>		3,2	49,6	3,2	1,3	0,6	0,3	0,6	0,6	1	1,3
<i>Notholca acuminata</i>											
<i>Polyarthra</i> spp.											
<i>Polyarthra</i> cf. vulgaris				0,64	1,3						
<i>Polyarthra</i> cf. dolichoptera		1,28	10,56	6,4	3,8	2,6	1	1,3			
<i>Pompholyx sulcata</i>		7,25	83,84	50,88	65,9	33,9	13,4	4,5	4,2	1	0,3
<i>Synchaeta pectinata</i>											
<i>Synchaeta</i> sp.		14,5		3,2	5,1						
<i>Trichocerca capucina</i>			9,6	2,6	8,3	14,1	2,9	0,6			0,3
<i>Trichocerca similis</i>		0,64	4,8	1,6							
<i>Trichocerca</i> spp.							0,3				
Rotatorien div. spp.		1,92		2,9	15,4	14,7	7,7	2,2	0,6		
Summe Rotatorien		77,47	286,64	110,76	194,25	190,85	153,5	104,8	111,3	59,3	29,3
SONSTIGE: Ciliaten (div. spp.)			x			x	x	x	x	x	x
<i>Coleps hirsutus</i>											
<i>Epistylis rotans</i>				0,64		x				x	x
<i>Pintinnopsis</i> sp.			x					1	0,3	6,4	1
<i>Chaoborus</i> sp.					0,04						
<i>Chironomidae</i> sp.						x					
Summe Sonstige		0	0	0,64	0,04	0	0	1	0,3	6,4	1

12.2.20 Seekarte mit Lage der Geländequerschnitte aus Abb. 5 und der Aufnahmen der Unterwasservegetation (Kap. 6.2.2)



12.2.21 Tiefe/Volumen- und Tiefe/Flächen-Beziehung im Schluensee

Maßstab 1 : 5.000

Tiefe m	Fläche m ²	Volumen m ³	Gesamt-Volumen m ³
0	1.259.775		20.951.618
2	1.144.687	2.404.462	18.547.155
4	1.087.020	2.231.707	16.315.448
6	1.028.362	2.115.382	14.200.065
8	951.142	1.979.505	12.220.560
10	831.600	1.782.742	10.437.818
12	734.332	1.565.932	8.871.885
14	660.577	1.394.910	7.476.975
16	586.575	1.247.152	6.229.822
18	510.840	1.097.415	5.132.407
20	442.777	953.617	4.178.790
22	386.595	829.372	3.349.417
24	330.165	716.760	2.632.657
26	278.932	609.097	2.023.560
28	231.412	510.345	1.513.215
30	190.080	421.492	1.091.722
32	157.905	347.985	743.737
34	124.987	282.892	460.845
36	77.467	202.455	258.390
38	48.262	125.730	132.660
40	27.225	75.487	57.172
42	11.632	38.857	18.315
44	2.227	13.860	4.455
46	0	4.455	

12.3 Ergebnisse der Zu- und Abläufe

12.3.1 Ablauf Görnitzer See 57-022-5.1

12.3.2 Ablauf Knipp-Hagels-Teich 57-067-5.2

12.3.3 Ablauf Plußsee 57-067-5.1

12.3.4 Behler Au (Ablauf Schluensee) 57-022-5.2

12.3.1 Ablauf Görnitzer See 57-022-5.1

Datum	Uhrzeit	Niederschlag	Lufttemperatur (°C)	Bewölkung	Windrichtung	Windstärke	Farbe/Trübung/Geruch
12.01.89	16.00	1/1	4.5	wolkenlos	-	0	52/7/1
09.02.89	8.50	1/1	3.0	bedeckt	SO	2 - 3	52/7/1
09.03.89							
16.03.89	11.20	1/1	8.7	heiter	NW	1 - 2	52/7/1
12.04.89	11.15	1/1	14.6	bedeckt	SO	1 - 2	52/7/1
26.04.89	10.30	1/3	5.8	stark	NW	4	52/7/1
10.05.89	14.00	1/1	14.6	heiter	W	1 - 2	52/7/1
24.05.89	13.30	1/1	24.6	wolkenlos	SO	2 - 3	52/7/1
06.06.89	15.10	1/2	17.1	bedeckt	W	1 - 2	37/7/52
21.06.89							
04.07.89							
18.07.89							
31.07.89	10.15	1/1	14.0	stark bewölkt	SW	4 - 5	32/5/1
15.08.89							
29.08.89	11.40	1/1	14.2	heiter	NW	2 - 3	37/5/1
12.09.89	14.40	1/1	15.7	heiter	O	2 - 3	72/7/1
26.09.89	14.00	1/2	12.1	bedeckt	W	2 - 3	52/5/1
10.10.89	9.40	1/2	8.4	bedeckt	-	-	52/5/1
24.10.89	9.25	1/2	11.8	teilweise bewölkt	SW	2 - 3	52/5/55
09.11.89	10.20	1/2	9.5	leicht bewölkt	-	-	52/5
06.12.89	10.00	2/1	8.0	bedeckt	-	-	52/7/1
23.01.90	11.10	1/2	7.8	bedeckt	SW	2 - 3	52/5/1

Ablauf Görnitzer See 57-022-5.1

Datum	Temp. °C	pH (Feld)	Leitf. uS/cm	Cl mg/l	O2 mg/l	O2 %	TOC mg/l	DOC mg/l	Ges-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	NO2-N mg/l	Ges-P mg/l	PO4-P mg/l	Chl a ug/l	Phaeo ug/l	Abfluß m3/s
12.01.89	5,0	7,69	650	46	5,8	46	15,9	15,9	3,688	0,848	1,827	0,020	0,695	0,619	0,55	0,49	0,013
09.02.89	5,2	7,20	662	54	7,3	59	15,8	15,8	4,045	1,639	1,228	0,035	0,754	0,701	56,24	20,72	0,010
09.03.89	8,9	7,78	598	48	9,4	84		14,5	2,287	0,651	0,168	0,029	0,442	0,309	65,49	32,53	0,011
16.03.89	6,6	7,87	613	54	6,8	57		14,5	2,896	0,700	0,318	0,023	0,455	0,300	79,55	37,45	0,019
12.04.89	10,9	8,27	597	43	9,0	84	14,5	13,0	2,842	0,119	0,025	0,013	0,444	0,332	149,48	58,54	0,017
26.04.89	8,2	7,68	617	49	7,4	64	19,0	15,5	2,317	0,347	0,074	0,029	0,425	0,384	91,02	34,04	0,010
10.05.89	15,7	7,50	658	57	3,8	39	16,0	14,5	2,761	0,826	0,148	0,079	0,624	0,416	44,40	23,20	0,004
24.05.89	17,4	7,38	712	47	3,6	38	13,5	13,0	2,782	0,883	0,513	0,140	0,601	0,544	24,42	17,18	0,001
06.06.89	13,1	7,37	655	44	4,2	40	14,0	14,0	3,575	1,046	0,648	0,126	0,807	0,732	35,15	11,91	0,002
21.06.89																	-
04.07.89	15,6	7,43	338	27	7,0	72	11,2	10,5	1,512	0,593	0,190	0,031	0,204	0,104			-
18.07.89																	-
31.07.89	14,2	7,36	468	35	4,8	48	17,9	12,6	5,649	1,645	1,617	0,026	2,201	1,522	6,37	5,15	0,003
15.08.89																	-
29.08.89	13,1	7,28	421	43	5,8	56	22,0	21,0	4,360	0,477	0,485	0,037	0,597	0,279	179,82	54,70	0,035
12.09.89	15,6	7,39	468	41	4,9	50	25,0	21,0	3,640	0,397	0,093	0,072	0,432	0,151	210,11	43,60	0,005
26.09.89	16,1	7,27	508	44	2,3	24	23,0	22,0	3,080	0,100	1,090	0,030	0,574	0,462	28,12	10,36	0,004
10.10.89	10,0	7,49	563	51	4,2	38	14,0	14,0	2,830	0,501	0,240	0,046	0,711	0,707	33,30	4,14	0,002
24.10.89	12,4	7,40	528	46	3,7	36	19,5	19,0	2,290	0,225	0,328	0,038	0,564	0,463	59,20	6,32	0,007
09.11.89	6,9	7,58	544	44	4,9	42	18,5	18,0	2,550	0,616	0,375	0,032	0,539	0,513	46,62	1,94	0,005
06.12.89	3,8	7,27	565	43	6,7	61	18,0	16,5	3,520	0,601	0,426	0,154	0,442	0,351	64,38	18,82	0,005
23.01.90	6,4	7,60	606	41	6,2	52	22,7	21,6	4,330	2,120	0,050	0,048	0,425	0,351	37,74	12,44	0,015

12.3.2 Ablauf Knipp-Hagels-Teich 57-067-5.2

Datum	Uhrzeit	Niederschlag	Lufttemperatur (°C)	Bewölkung	Windrichtung	Windstärke	Farbe/Trübung/Geruch
12.01.89	15.30	1/1	5.3	wolkenlos	-	0	52/5/1
09.02.89							
09.03.89							
16.03.89	11.35	1/1	8.2	heiter	W	1 - 2	52/5/1
12.04.89	10.30	1/1	14.6	bedeckt	SO	1 - 2	52/5/1
26.04.89	10.00	1/2	8.5	stark	NW	4	1/1/1
10.05.89	13.10	1/1	15.8	heiter	W	1 - 2	1/3/1
24.05.89							
06.06.89	15.40	1/2	13.4	bedeckt	W	1 - 2	32/3/1
21.06.89							
04.07.89							
18.07.89							
31.07.89	9.30	2/1	14.0	stark bewölkt	SW	4 - 5	32/5/1
15.08.89							
29.08.89	11.00	1/1	13.8	heiter	NW	2 - 3	39/7/1
12.09.89	15.10	1/1	16.4	heiter	O	3 - 4	52/5/1
26.09.89	13.00	1/2	13.4	bedeckt	-	-	52/5/1
10.10.89	9.00	1/2	7.3	bedeckt	-	-	52/5/1
24.10.89	8.40	1/2	12.2	heiter	-	-	72/7/1
09.11.89							
05.12.89							
23.01.90	10.15	1/2	8.1	bedeckt	SW	2 - 3	32/5/1

Ablauf Knipp-Hagels-Teich 57-067-5.2

Datum	Temp. °C	pH (Feld)	Leitf. uS/cm	Cl mg/l	O2 mg/l	O2 %	TOC mg/l	DOC mg/l	Ges-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	NO2-N mg/l	Ges-P mg/l	PO4-P mg/l	Abfluß m3/s
12.01.89	4,4	8,09	455	27	11,8	94	14,0	14,0	5,459	4,540	0,058	0,012	0,080	0,038	0,001
09.02.89															-
09.03.89	8,6	7,92	446	24	10,5	92		11,5	3,445	2,570	0,053	0,030	0,107	0,029	0,002
16.03.89	6,5	8,05	448	42	10,3	86		13,0	5,325	4,002	0,057	0,034	0,080	0,037	0,001
12.04.89	10,2	7,99	440	27	10,6	97	11,5	11,0	3,288	2,056	0,060	0,020	0,073	0,030	0,001
26.04.89	7,9	8,08	432	24	10,2	88	12,5	12,5	2,267	1,375	< 0,050	0,028	0,054	< 0,005	0,002
10.05.89	11,6	7,74	385	29	9,3	88	12,5	12,0	1,834	0,915	< 0,050	0,014	0,094	0,028	0,0002
24.05.89															-
06.06.89	11,2	7,74	357	27	9,5	89	16,5	16,5	1,949	0,379	0,070	0,014	0,197	0,117	0,0002
21.06.89															-
04.07.89															-
18.07.89															-
31.07.89	14,4	8,05	382	29	8,6	87	20,7	20,2	1,943	0,480	< 0,020	0,007	0,152	0,128	0,001
15.08.89															-
29.08.89	12,0	7,76	282	23	9,7	93	20,5	19,0	4,050	1,680	0,265	0,040	0,339	0,060	0,026
12.09.89	15,0	7,66	384	31	9,0	92	18,0	18,0	3,270	1,120	< 0,050	0,048	0,161	< 0,005	0,007
26.09.89	14,3	7,99	400	30	9,1	91	19,0	18,5	2,190	0,581	0,074	0,021	0,189	0,070	0,001
10.10.89	8,8	7,84	427	33	10,8	95	16,5	16,0	3,210	0,778	0,064	0,029	0,346	0,072	0,0002
24.10.89	12,6	7,99	396	30	9,6	93	22,5	16,5	3,890	0,841	0,679	0,097	0,275	0,028	0,006
09.11.89															-
06.12.89															-
23.01.90	6,7	8,11	439	25	10,9	91	17,5	16,7	5,170	4,140	0,025	0,015	0,054	0,026	0,001

12.3.3 Ablauf Plußsee 57-067-5.1

Datum	Uhrzeit	Niederschlag	Lufttemperatur (°C)	Bewölkung	Windrichtung	Windstärke	Farbe/Trübung/Geruch
12.01.89	15.15	1/1	5.3	wolkenlos	O	0	52/3/1
09.02.89	8.30	1/1	3.0	bedeckt	SO	2 - 3	52/3/1
09.03.89							
16.03.89	11.50	1/1	8.2	heiter	W	1 - 2	52/5/1
12.04.89	10.45	1/1	14.6	bedeckt	SO	1 - 2	52/5/1
26.04.89	10.15	1/2	8.4	stark	NW	2	32/3/1
10.05.89	13.30	1/1	15.8	heiter	W	1 - 2	39/7/1
24.05.89							
06.06.89	16.00	1/2	13.5	bedeckt	W	1 - 2	52/3/1
21.06.89							
04.07.89	8.30	1/1	17.3	wolkenlos	NO	2 - 3	1/3/1
18.07.89							
31.07.89	9.55	2/1	14.0	stark bewölkt	SW	4 - 5	32/5/1
15.08.89							
29.08.89	11.20	1/1	13.8	heiter	NW	2 - 3	32/5/1
12.09.89	15.25	1/1	16.4	heiter	O	3 - 4	52/5/1
26.09.89	13.30	1/2	13.4	bedeckt	-	-	52/3/1
10.10.89	9.20	1/2	7.3	bedeckt	-	-	1/3/1
24.10.89	9.10	1/2	12.2	heiter	-	-	52/5/1
09.11.89	9.50	1/2	9.5	leicht bewölkt	-	-	32/3/-
06.12.89	9.15	2/1	5.8	bedeckt	-	-	1/3/1
23.01.90	10.40	1/2	8.2	bedeckt	SW	2 - 3	1/1/1

Ablauf Plußsee 57-067-5.1

Datum	Temp. °C	pH (Feld)	Leitf. uS/cm	Cl mg/l	O2 mg/l	O2 %	TOC mg/l	DOC mg/l	Ges-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	NO2-N mg/l	Ges-P mg/l	PO4-P mg/l	Abfluß m3/s
12.01.89	5,0	7,27	617	49	7,2	58	14,7	14,5	6,344	5,212	0,231	0,034	0,119	0,102	0,002
09.02.89	4,7	6,46	509	43	7,2	57	13,4	13,4	3,894	2,961	0,187	0,037	0,163	0,069	0,001
09.03.89	7,0	7,24	341	30	10,4	88		10,0	2,227	1,322	0,053	0,010	0,208	0,139	0,005
16.03.89	6,1	7,51	587	52	6,7	54		15,5	5,913	4,620	0,372	0,049	0,120	0,060	0,002
12.04.89	9,8	7,60	411	36	9,4	86	11,5	11,5	3,066	1,860	0,144	0,025	0,135	0,005	0,003
26.04.89	7,8	7,24	543	47	8,1	70	19,0	19,0	3,692	2,296	0,241	0,040	0,104	0,022	0,002
10.05.89	11,6	7,30	549	45	6,9	65	15,0	12,5	5,295	3,400	0,162	0,038	0,362	0,014	0,001
24.05.89															-
06.06.89	11,7	7,05	470	36	6,1	58	13,5	13,5	2,632	1,570	0,152	0,047	0,124	0,063	0,001
21.06.89															-
04.07.89	15,6	7,43	338	27	7,0	72	11,2	10,5	1,512	0,593	0,190	0,031	0,204	0,104	0,001
18.07.89															-
31.07.89	13,9	7,48	476	30	6,5	64	16,4	14,6	3,198	1,165	0,271	0,104	0,250	0,098	0,001
15.08.89															-
29.08.89	13,4	7,16	498	41	5,0	49	21,0	21,0	10,852	8,740	0,311	0,077	0,216	0,136	0,013
12.09.89	12,5	7,20	476	31	6,5	64	11,0	10,0	6,150	5,120	0,064	0,055	0,126	0,058	0,001
26.09.89	13,5	7,18	413	30	6,6	65	12,0	12,0	3,160	2,310	0,088	0,033	0,148	0,063	0,001
10.10.89	9,1	7,30	401	29	8,5	76	9,0	9,0	3,040	1,830	0,067	0,028	0,149	0,061	0,001
24.10.89	12,1	7,21	492	36	3,2	30	20,0	20,0	2,618	1,445	0,050	0,046	0,073	0,041	0,001
09.11.89	8,5	7,27	364	31	5,9	53	12,5	12,5	2,050	1,170	0,102	0,025	0,129	0,053	0,003
06.12.89	5,1	7,03	610	28	7,8	63	10,5	10,5	1,680	0,422	0,241	0,017	0,167	0,139	0,009
23.01.90	4,5	7,61	313	28	9,1	72	14,8	14,3	2,040	0,749	0,025	0,013	0,190	0,169	0,019

12.3.4 Behler Au (Ablauf Schluensee) 57-022-5.2

Datum	Uhrzeit	Niederschlag	Lufttemperatur (°C)	Bewölkung	Windrichtung	Windstärke	Farbe/Trübung/Geruch
12.01.89	16.20	1/1	4.5	bedeckt	-	0	1/3/1
09.02.89	9.15	1/1	3.0	bedeckt	SO	2 - 3	1/1/1
09.03.89							
16.03.89	10.45	1/1	7.7	heiter	NW	1 - 2	1/3/1
12.04.89	11.45	1/1	16.0	heiter	SO	1 - 2	32/3/1
26.04.89	10.50	1/2	5.9	stark	NW	4	1/1/1
10.05.89	14.30	1/1	16.4	bedeckt	W	2 - 3	1/3/1
24.05.89	14.10	1/1	24.1	wolkenlos	SO	2 - 3	1/3/52
06.06.89	14.10	1/2	14.6	bedeckt	W	1 - 2	1/3/1
21.06.89	14.00	1/1	26.4	teilw. bedeckt	S	1 - 2	1/3/52
04.07.89	10.00	1/1	21.5	wolkenlos	NO	1 - 2	1/3/1
18.07.89	14.00	1/1	18.2	heiter	N	4 - 5	1/3/1
31.07.89	10.40	1/1	15.0	stark bewölkt	SW	4 - 5	1/3/1
15.08.89	14.00	1/1	26.6	heiter	S	2 - 3	1/3/1
29.08.89	12.00	1/1	14.1	heiter	NW	2 - 3	1/3/1
12.09.89	14.10	1/1	16.4	heiter	O	2 - 3	1/3/1
26.09.89	14.30	1/2	14.3	bedeckt	-	-	1/3/1
10.10.89	10.10	1/2	8.8	bedeckt	N	1 - 2	1/1/1
24.10.89	10.00	1/2	11.1	teilweise bewölkt	SW	1 - 2	1/1/1
09.11.89	10.50	1/2	9.4	leicht bewölkt	-	-	32/3/-
06.12.89	10.30	2/1	7.7	bedeckt	-	-	1/1/1
23.01.90	11.30	1/2	7.6	bedeckt	SW	2 - 3	1/1/1

Behler Au (Ablauf Schluensee) 57-022-5.2

Datum	Temp. °C	pH (Feld)	Leit. uS/cm	Cl mg/l	O2 mg/l	O2 %	TOC mg/l	DOC mg/l	Ges-N mg/l	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	NO2-N mg/l	Ges-P mg/l	PO4-P mg/l	Chl a ug/l	Phaeo ug/l	Abfluß m3/s
12.01.89	5,0	7,89	435	42	11,0	89	5,0	4,8	0,848	0,316	0,124	0,004	0,145	0,122	12,58	13,42	0,109
09.02.89	4,5	7,39	430	42	12,3	98	9,7	9,7	0,788	0,357	0,062	0,005	0,166	0,125	1,30	0,79	0,081
09.03.89	6,4	7,95	435	42	14,2	119		4,0	0,742	0,266	< 0,050	0,006	0,132	0,093	6,85	0,83	0,063
16.03.89	5,3	8,09	436	42	12,3	102		4,0	0,992	0,375	0,078	0,002	0,138	0,094	6,85	5,18	0,070
12.04.89	7,8	8,54	435	42	13,9	120	4,0	4,0	0,750	0,181	0,103	0,009	0,084	< 0,005	17,02	4,04	0,086
26.04.89	8,2	8,58	443	41	10,1	88	5,0	5,0	0,745	< 0,100	0,103	0,010	0,039	0,022	15,91	6,19	0,094
10.05.89	13,7	8,71	423	44	10,8	107	4,5	4,5	0,836	< 0,100	< 0,050	< 0,002	0,067	0,015	6,66	4,52	0,073
24.05.89	18,6	8,59	397	42	10,8	119	5,5	4,0	0,561	< 0,100	< 0,050	< 0,002	0,044	0,008	2,59	2,87	0,075
06.06.89	15,8	8,46	394	42	10,8	112	5,5	5,0	0,589	< 0,100	0,081	0,006	0,031	0,020	1,30	1,96	0,064
21.06.89	22,9	7,98	394	42	8,1	97	5,0	5,0	0,524	< 0,100	0,091	0,007	0,034	0,015	1,11	0,84	0,046
04.07.89	19,4	7,81	402	42	8,3	92	5,0	4,7	0,563	< 0,100	0,198	0,008	0,070	0,019			0,044
18.07.89	17,1	7,41	411	42	8,4	89	5,3	5,5	0,589	< 0,100	0,073	0,004	0,032	< 0,005	2,40	1,09	0,031
31.07.89	17,8	7,76	442	41	6,8	73	5,9	5,7	0,583	< 0,100	< 0,050	0,002	0,027	< 0,005	3,19	2,32	0,063
15.08.89	20,2	7,78	401	42	9,6	108	5,0	5,0	0,530	< 0,100	0,070	0,006	< 0,020	< 0,005	0,55	2,32	0,090
29.08.89	15,6	7,56	397	40	6,8	70	7,5	7,0	0,835	0,141	0,102	0,009	0,090	0,048	4,44	2,71	0,094
12.09.89	16,7	8,01	409	46	8,0	85	6,5	5,5	0,570	< 0,100	< 0,050	0,003	0,029	< 0,005	7,03	3,37	
26.09.89	16,5	8,40	396	43	8,9	94	6,0	6,0	0,567	< 0,100	0,080	0,004	0,025	< 0,005	2,22	2,46	0,095
10.10.89	12,3	7,82	412	42	7,3	70	4,5	4,0	0,578	< 0,100	0,077	0,005	< 0,020	< 0,005	1,67	1,98	0,069
24.10.89	12,3	7,44	421	42	7,4	71	7,0	5,5	0,633	< 0,100	0,164	0,009	0,050	0,045	1,67	0,68	0,052
09.11.89	9,8	7,81	416	42	8,5	76	5,5	5,0	0,560	< 0,100	0,132	0,009	0,062	0,033	1,67	1,71	0,069
06.12.89	5,9	7,65	431	43	8,5	70	5,0	4,5	0,734	< 0,100	0,127	0,003	0,103	0,097	2,41	1,63	0,093
23.01.90	4,5	7,81	433	42	11,1	88	10,2	9,6	0,763	0,341	< 0,050	0,009	0,139	0,130	0,55	1,47	0,103

SEENBERICHTE DES LANDESAMTES
FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN

NR.	BZEICHNUNG	ERSCHEINUNGS- Jahr	Preis DM
B	<u>Seenberichte</u>		
B 1**	Untersuchung des Zustandes und der Benutzung des Bültsees	Dez. 1975	3,--
B 2**	Untersuchung über den Zustand des Westensees, Bossees und Ahrenssees	Sept. 1977	10,--
B 3**	Untersuchung über den Zustand des Ratzeburger Sees, Domsees, Küchensees	Dez. 1977	10,--
B 4**	Ihlsee	Okt. 1978	11,--
B 5**	Einfeld See	Juli 1979	11,--
B 6**	Redingsdorfer See	Nov. 1979	10,--
B 7**	Blunker See	Dez. 1979	11,--
B 8**	Neversdorfer See	1980	12,--
B 9**	Bistensee	1981	10,--
B 10**	Wittensee	1981	10,--
B 11**	Langsee	1981	10,--
B 12**	Garrensee	1981	10,--
B 13**	Hemmelsdorfer See	1981	10,--
B 14**	Mözener See	1982	12,--
B 15**	Postsee	1982	10,--
B 16**	Bornhöveder Seenkette	1982	20,--
B 17**	Bothkamper See	1982	10,--
B 18**	Dobersdorfer See	1982	12,--
B 19**	Schwansener See	1983	12,--
B 20**	Sankeimarker See	1983	12,--
B 21**	Nortorfer Seenkette	1984	21,--
B 22**	Dieksee	1984	19,--
B 23	Hohner See	1985	19,--
B 24	Bordesholmer See	1987	20,--
B 25**	Passader See	1988	20,--
B 26	Kronsee und Fuhlensee	1988	20,--
B 27	Südensee	1989	20,--
B 28	Lanker See	1989	20,--
B 29	Gudower See/Sarnekwower See	1989	20,--
B 30	Schluensee	1993	20,--

** Berichte vergriffen

Bestellungen bitte an:

Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein,
Saarbrückenstraße 38, 2300 Kiel 1, Tel.: (0431) 6649-124