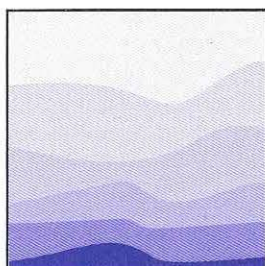
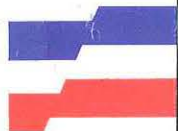


Der Minister für Natur  
und Umwelt  
des Landes  
Schleswig-Holstein



## **Die Seen der oberen Schwentine**

Landesamt für  
Wasserhaushalt  
und Küsten  
Schleswig-Holstein

Landesamt für Wasserhaushalt  
und Küsten Schleswig-Holstein

LW 312 - 5203.71-21 Die Seen der oberen Schwentine

**Die Seen der oberen Schwentine**

(Kreis Ostholstein)

Bericht über die Untersuchung des  
Zustandes und der Benutzung  
der Seen von November 1982 bis November 1983

Kiel 1993

## Zum Geleit

Die Seen in Schleswig-Holstein sind nicht nur durch ihre Zahl - es gibt fast 300 Seen im Land, - sondern auch durch ihre ökologische Vielfalt eine Besonderheit in Mitteleuropa. Namentlich in der ostholsteinischen Landschaft sind die Seen-Ökosysteme wegen ihrer Anzahl und Verteilung typische Elemente. Gemeinsam mit den sie verbindenden Fließgewässern sind die Seen Lebensraum für mindestens 10 % der in Schleswig-Holstein heimischen Tier- und Pflanzenarten - rechnet man die Uferrand-Biotope hinzu kommt man sogar mindestens auf einen 20- bis 30 %igen Anteil an allen in Schleswig-Holstein vorkommenden Organismenarten.

Seen sind nicht nur Lebensräume für eine große Zahl an Arten von Wasserbesiedlern - von den einfachsten Produzenten, den pflanzlichen Algen, über Unterwasser-Blütenpflanzen, über das artenreiche tierische Wasserplankton und die kleinen Organismenarten am Gewässerboden bis hin zu Fischen und Wasservögeln am Ende der Nahrungsketten. Seen sind vielmehr auch für solche Organismen wichtig, die zunächst auf den aquatischen und später auch auf den terrestrischen Bereich - im Ablauf ihres individuellen Lebens - angewiesen sind. Eine besondere Bedeutung kommt gerade für diese "amphibischen" Arten den Ufersäumen zu. Sie bedürfen eines besonderen Schutzes, weil sie einerseits von der Fläche her nur noch gering ausgeprägt sind und gleichzeitig sowohl von Land aus als auch von der Wasserseite her stark belastet werden. Dabei spielt der Bootsverkehr, die Beweidung, der Viehvertritt und der Badebetrieb eine entscheidende Rolle. Je breiter die sich selbstüberlassenen Uferrand-Biotope der Seen erhalten bleiben oder entwickelt werden, desto größere Absicherungen gegen Schadstoffeinträge vom Land und mechanische Belastungen gewährleisten sie. Auch die ständige Regenerationsfähigkeit des Wasserkörpers der Seen nimmt mit der Fläche der bei hohem Wasserstand überschwemmten Uferränder zu.

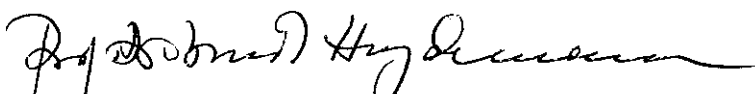
Die meisten schleswig-holsteinischen Seen leiden derzeit unter zu hohen Abschwemmungen von landwirtschaftlich genutzten Flächen oder unter den aus der Luft eingetragenen Nährstoffen. Sichtbare Folgen sind intensive Grün- oder Braunfärbungen durch Algen-Massenentwicklungen im Sommer, zu starke Bildung von Faulschlamm auf dem Seeboden und die Entwicklung sauerstofffreier Zonen fast ohne jegliches Leben in den Tiefen der Gewässer.

Auch der Zustand der oberen Schwentine-Seen ist durch zu hohe Nährstoffbelastung beeinträchtigt. Hinzu kommt hier stellenweise eine sehr intensive Störung der natürlichen Struktur der Uferzonen durch Erholungsnutzung, durch unmittelbar angrenzende landwirtschaftliche Nutzungen wie Beweidung bis in das Wasser hinein und auch durch ökologisch ungünstige Regelungen des Wasserstandes der Seen.

Die jetzt vorliegenden Untersuchungen des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten zeigen deutliche ökologische Unterschiede zwischen den einzelnen Seen und Seen-Abschnitten der oberen Schwentine. Darunter findet sich der Waldsee-Typ wie der "Ukleisee" als mäßig nährstoffreiches Gewässer und der typische "Blaualgensee" wie der "Kleine Eutiner See" mit übermäßigen Nährstoffanreicherungen.

Die Seenkette an der oberen Schwentine muß, wie andere Seen Schleswig-Holsteins auch, in ein übergreifendes Seen-Schutzkonzept eingefügt werden. Dies muß zur Wiederherstellung der Selbstregenerationskraft der Seen führen. Erreicht werden kann dies nur durch Ausbau einer naturnahen Uferstruktur, durch großräumige Ruhezone um die Seen und regelmäßige Überwachung, wo dies nötig erscheint.

Der vorliegende Bericht enthält zahlreiche Hinweise, wie die negativen Einwirkungen auf die Seen vermindert werden können. Zusammen mit den bereits erschienenen Berichten über weitere Schwentine-Seen ist der jetzige Bericht die wesentliche Grundlage für einen ökologisch-wasserhaushaltlichen "Gesamtplan Schwentine", den das Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten in den nächsten Jahren in Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege erstellen soll. Diese Planungen werden dann konkrete Sanierungsmaßnahmen im gesamten Einzugsgebiet der Schwentine-Seen enthalten, bezogen auf die Strukturen der einzelnen Uferabschnitte der Seen und auf stofflich orientierte Maßnahmen des Wasserhaushalts.



Prof. Dr. Berndt Heydemann  
Minister für Natur und Umwelt  
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 wenige jeweils umfassende fachliche Dokumentationen. Das Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten führt deswegen bereits seit 17 Jahren ein Untersuchungsprogramm über den Zustand der Seen durch, innerhalb dessen ein großer Teil der wichtigen Seen in ihren chemischen, physikalischen und zunehmend auch biologischen Daten dargestellt wird. Hierzu werden Erhebungen und Untersuchungen zur Morphologie, zum Wassermengenhaushalt und zum Stoffhaushalt angestellt und biologische Bestimmungen und Kartierungen durchgeführt. Neben den Freiwasseruntersuchungen werden in den letzten Jahren vermehrt 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 sein können.

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. Um den Eintrag gewässerbelastender Nährstoffe abzuschätzen, werden auch die Zu- und Abflüsse beprobt.

Die Daten, die dem Bericht über die Seen der oberen Schwentine zugrundeliegen, wurden in der Zeit von November 1982 bis November 1983 ermittelt. Nähere Erhebungen zur Darstellung der Fisch- und Vogelfauna konnten nicht durchgeführt werden, so daß zu diesen Bereichen nur allgemeinere Aussagen vorliegen. Bei der Bewertung der Seen werden Zooplanktongruppen, so wie auch einzelne Arten, als Bioindikatoren betrachtet, wobei insbesondere die Crustaceen(Krebs-)- und Rotatorien(Rädertier-)-arten den Eutrophierungsgrad anzeigen. In der Folge wurde auf die Aufnahme der weniger aussagekräftigen Benthos(Boden-)-Organismen verzichtet.

Die Auswertung der vorliegenden Daten und die Berichterstattung wurden in wesentlichen Teilen von Dipl.-Biologin Elisabeth Henning übernommen.

Landesamt für Wasserhaushalt  
und Küsten  
Schleswig-Holstein

Peter Petersen

## Die Seen der oberen Schwentine

### Inhalt:

|                                                   | Seite |
|---------------------------------------------------|-------|
| Kurzfassung                                       |       |
| 1. Allgemeine Angaben                             | 1     |
| 2. Wassermengenhaushalt                           | 3     |
| 3. Parameter zur Seenbewertung                    | 13    |
| 3.1 Morphometrie und Hydrometrie                  | 13    |
| 3.2 Seeufer                                       | 16    |
| 3.3 Submerse Makrophyten                          | 17    |
| 3.4 Sichtverhältnisse                             | 18    |
| 3.5 Elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert         | 19    |
| 3.6 Sauerstoff                                    | 21    |
| 3.7 Phosphorverbindungen                          | 22    |
| 3.8 Stickstoffverbindungen                        | 25    |
| 3.9 Phytoplankton                                 | 27    |
| 3.10 Zooplankton                                  | 31    |
| 3.11 Fischerei                                    | 37    |
| 4. Untersuchungsergebnisse für die einzelnen Seen | 38    |
| 4.1 Stendorfer See                                | 38    |
| 4.1.1 Morphometrie und Hydrometrie                | 38    |
| 4.1.2 Vegetation im Uferbereich                   | 40    |
| 4.1.3 Fremdenverkehr                              | 43    |
| 4.1.4 Physikalisch-chemische Beschaffenheit       | 44    |
| 4.1.5 Chlorophyll a                               | 49    |
| 4.1.6 Planktonübersicht                           | 50    |
| 4.1.7 Schutzwürdigkeit                            | 52    |

|       |                                       |     |
|-------|---------------------------------------|-----|
| 4.2   | Sibbersdorfer See                     | 53  |
| 4.2.1 | Morphometrie und Hydrometrie          | 53  |
| 4.2.2 | Vegetation im Uferbereich             | 55  |
| 4.2.3 | Fremdenverkehr                        | 59  |
| 4.2.4 | Physikalisch-chemische Beschaffenheit | 59  |
| 4.2.5 | Chlorophyll a                         | 66  |
| 4.2.6 | Planktonübersicht                     | 67  |
| 4.2.7 | Schutzwürdigkeit                      | 69  |
| 4.3   | Großer Eutiner See                    | 70  |
| 4.3.1 | Morphometrie und Hydrometrie          | 70  |
| 4.3.2 | Vegetation im Uferbereich             | 72  |
| 4.3.3 | Fremdenverkehr                        | 77  |
| 4.3.4 | Physikalisch-chemische Beschaffenheit | 78  |
| 4.3.5 | Chlorophyll a                         | 94  |
| 4.3.6 | Planktonübersicht                     | 97  |
| 4.3.7 | Schutzwürdigkeit                      | 99  |
| 4.4   | Kleiner Eutiner See                   | 101 |
| 4.4.1 | Morphometrie und Hydrometrie          | 101 |
| 4.4.2 | Vegetation im Uferbereich             | 102 |
| 4.4.3 | Fremdenverkehr                        | 105 |
| 4.4.4 | Physikalisch-chemische Beschaffenheit | 105 |
| 4.4.5 | Chlorophyll a                         | 111 |
| 4.4.6 | Planktonübersicht                     | 112 |
| 4.5   | Kellersee                             | 114 |
| 4.5.1 | Morphometrie und Hydrometrie          | 114 |
| 4.5.2 | Vegetation im Uferbereich             | 118 |
| 4.5.3 | Fremdenverkehr                        | 124 |
| 4.5.4 | Physikalisch-chemische Beschaffenheit | 125 |
| 4.5.5 | Chlorophyll a                         | 139 |
| 4.5.6 | Planktonübersicht                     | 141 |
| 4.5.7 | Schutzwürdigkeit                      | 143 |

|       |                                                        |     |
|-------|--------------------------------------------------------|-----|
| 4.6   | Ukleisee                                               | 143 |
| 4.6.1 | Morphometrie und Hydrometrie                           | 143 |
| 4.6.2 | Vegetation im Uferbereich                              | 145 |
| 4.6.3 | Physikalisch-chemische Beschaffenheit                  | 145 |
| 4.6.4 | Chlorophyll a                                          | 154 |
| 4.6.5 | Planktonübersicht                                      | 154 |
| 5.    | Seen im Vergleich                                      | 156 |
| 5.1   | Stickstoffverbindungen                                 | 156 |
| 5.2   | Phosphorverbindungen                                   | 159 |
| 5.3   | Phytoplankton                                          | 159 |
| 5.4   | Zooplankton                                            | 161 |
| 5.5   | Fischerei                                              | 173 |
| 5.6   | Morphometrie und Hydrometrie                           | 176 |
| 6.    | Seenbewertungsindizes                                  | 176 |
| 6.1   | Trophic State Index (TSI) nach Carlson (1977)          | 177 |
| 6.2   | Regionale Abwandlung des TSI nach Osgood (1982)        | 181 |
| 6.3   | Eutrophierungsparameter nach Forsberg u. Ryding (1980) | 183 |
| 6.4   | Schröder-Modell                                        | 186 |
| 6.5   | Eutrophierungsmodell der OECD                          | 189 |
| 7.    | Sanierungs- und Restaurierungsmöglichkeiten            | 191 |
| 8.    | Literaturverzeichnis                                   | 194 |
| 9.    | Datenanhang                                            | 200 |



## Kurzfassung

Der vorliegende Bericht umfaßt die Beschreibung der morphometrischen und hydrologischen Situation sowie die Entwicklung des Nährstoffhaushaltes und der biologischen Produktion der oberen Schwentineseen im Zeitraum November 1982 bis November 1983.

Insgesamt handelt es sich um kalkreiche, nährstoffreiche, mehr oder weniger stark eutrophe Gewässer mit Massenentwicklungen von Phytoplanktonalgen und Rückgang der Unterwasservegetation. Die Phytoplanktonentwicklung zeichnet sich durch Frühjahrs- und Sommerblüten aus, wobei im Frühjahr Kieselalgen, im Sommer Blaualgen dominieren.

Anhand verschiedener Parameter wird versucht, die einzelnen Seen hinsichtlich ihres trophischen Zustandes einzuordnen. Schon aufgrund der morphometrisch-hydrologischen Bedingungen sind der Große Eutiner See, der Kellersee und der Ukleisee weniger stark eutrophierungsgefährdet als Stendorfer, Sibbersdorfer und Kleiner Eutiner See. Dies hängt unter anderem auch davon ab, inwieweit der Wasserkörper stabilen Schichtungen unterworfen ist.

Zieht man zur Beurteilung verschiedene Parameter heran, wie beispielsweise Nährstoffkonzentrationen, Biomasse, Chlorophyll a, Sichttiefe, Artenspektrum des Planktons sowie Unterwasservegetation, so ergibt sich, daß Ukleisee und Kellersee im eutrophen und der Kleine Eutiner See eindeutig im polytrophen Bereich anzusiedeln sind. Beim Sibbersdorfer, Stendorfer und Großen Eutiner See sprechen einige Auswertungen für einen Übergangsbereich eutroph-polytroph, andere für die Einordnung im polytrophen Bereich.

Für die einzelnen Seen können folgende Kurzbeschreibungen gegeben werden:

### Stendorfer See

Erholungsfunktion für die direkt angrenzenden Ortsteile, Umgebung des Sees geprägt von landwirtschaftlich genutzten Flächen. Der See ist nahezu frei von Wasserpflanzen. Hohe Nährstoff- und Chlorophyllkonzentrationen. Bewertung: Eutroph bis polytroph.

### Sibbersdorfer See

Keine Bedeutung für den Fremdenverkehr, die Umgebung ist durch landwirtschaftliche Nutzung geprägt. Die Ufervegetation ist stark beeinträchtigt. Der See ist nahezu frei von Wasserpflanzen. Hohe Nährstoff- und Chlorophyllkonzentrationen. Bewertung: Eutroph bis polytroph.

### Großer Eutiner See

Erholungsfunktion. Die Ufer sind zu 43 % bewaldet, 28 % sind besiedelt und 30 % werden landwirtschaftlich genutzt. Die Unterwasservegetation fehlt in weiten Bereichen. Hinsichtlich der Biomasse und Chlorophyllgehalte liegt er im Übergangsbereich zwischen eutroph und polytroph.

### Kleiner Eutiner See

Keine Bedeutung für den Fremdenverkehr. Die Ufer sind überwiegend besiedelt. Das Nährstoffangebot ist ganzjährig sehr hoch, und entsprechend erreichen die Chlorophyllwerte ein Vielfaches von denen anderer Seen. Ganzjährig Blaualgen dominierend. Unterwasserpflanzen fehlen völlig. Bewertung: Polytroph.

### Kellersee

Erholungsfunktion für Fremdenverkehr. Cirka 68 % des Gesamteinzugsgebietes werden landwirtschaftlich genutzt. Der Uferbereich ist zu 45 % bewaldet, zu 42 % besiedelt, und 13 % werden landwirtschaftlich genutzt. Die Unterwasservegetation ist im Vergleich zu den anderen Seen gut ausgebildet und vielfach flächenhaft vorhanden. Der Kellersee ist noch im eutrophen Bereich einzuordnen.

### Ukleisee

Das direkte Einzugsgebiet ist vollständig bewaldet, Einzelbestände von Unterwasserpflanzen finden sich am West- und Nordufer. Als einziger der hier beschriebenen Seen ist er hinsichtlich der Parameter Biomasse und Chlorophyll a als mesotroph-eutroph anzusprechen.

Die hier vorliegende umfassende einjährige Untersuchung läßt die Frage nach Veränderungen der Seen im Laufe mehrerer Jahre allerdings unbeantwortet. - Die Seen der oberen Schwentine wurden daher im Jahre 1986 in das Seenkontrollmeßprogramm des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten aufgenommen. Das Seenkontrollprogramm hat das Ziel, Tendenzen im Hinblick auf den Nährstoffvorrat in den Seen zu erkennen. Dafür werden im Frühjahr während der Vollzirkulation Proben aus dem See oder dem Seeablauf entnommen und auf wesentliche, den Nährstoffvorrat bestimmende Parameter untersucht.

Die Ergebnisse der in den vergangenen acht Jahren durchgeführten Kontrolluntersuchungen zeigen nur eine geringe Schwankungsbreite. Deutliche Veränderungen des Nährstoffstoffvorrates, d. h. bemerkenswerte Verbesserungen oder Verschlechterungen sind nicht zu erkennen. Hieraus kann geschlossen werden, daß grundlegende Änderungen des Trophiezustandes der Seen seit der Untersuchung nicht eingetreten sind und daß die wesentlichen Aussagen des Seenberichtes den Seezustand weiterhin kennzeichnen.

## 1. Allgemeine Angaben

Die von der oberen Schwentine durchflossenen Seen liegen im östlichen Hügelland der eiszeitlich geformten norddeutschen Landschaft. Die Schwentine entspringt am Bungsberg und nimmt ihren Verlauf in südlicher Richtung, wobei sie nach ca. 6 km sich nach Westen wendend die untersuchten Seen miteinander verbindet: Stendorfer See, Sibbersdorfer See, Großer Eutiner See und Kellersee. Das kaskadenartige System der Schwentine-Seenkette bedingt eine hierarchische Strukturierung der einzelnen Teil-Niederschlagsgebiete, in dem das folgende das jeweils zurückliegende beinhaltet. Das bedeutet, daß die Einzugsgebiete vom höchstgelegenen See (Stendorfer See) bis hin zum Kellersee kontinuierlich größer werden.

Die Abb. 1 zeigt eine Übersicht der mittleren Wasserstände der gesamten Schwentineseen bis hin zum Pegel Preetz.

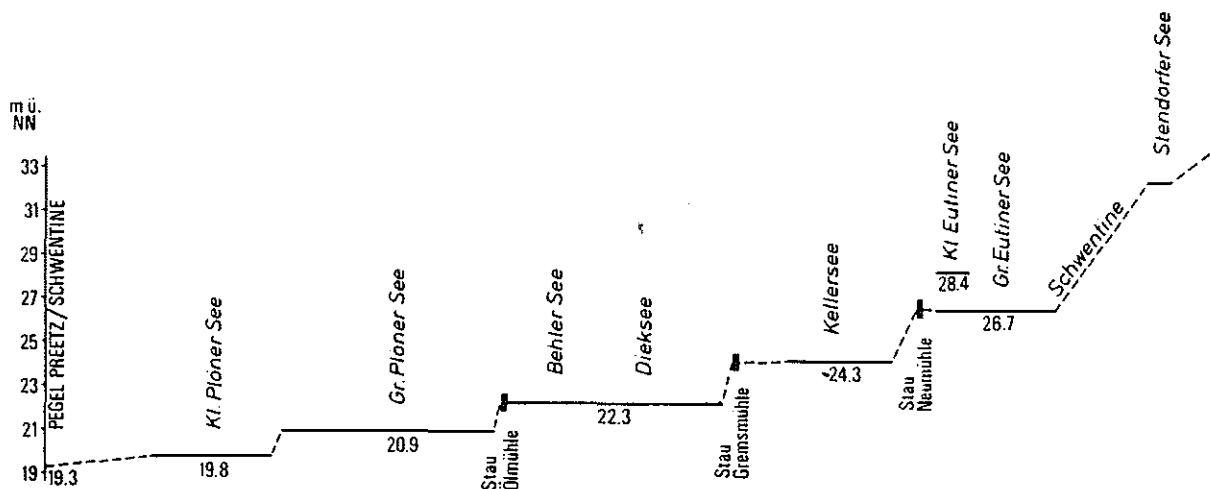


Abb. 1: Schematisches Längsprofil entlang der Schwentine durch die Schwentine-Seen und Eintragung der Staueinrichtungen.

(Angaben des mittleren Wasserstandes nach Muus, Petersen u. König 1973, Abb. nach Treter 1981)

Der Kleine Eutiner See und der Ukleisee werden nicht von der Schwentine durchflossen, sondern entwässern in den Großen Eutiner See bzw. in den Kellersee.

Der Stendorfer See dehnt sich als gradliniges Oval in Nordwest-Südostrichtung fast ohne Buchtenbildung aus. Das Ufer ist bis auf das Gut Stendorf unbebaut, es grenzen Wald und landwirtschaftlich genutzte Flächen an den See.

Der Sibbersdorfer See dagegen ist eher rund mit ausgeprägter Buchtenbildung. Seine Ufer sind im Norden und Südosten locker bebaut. Die nähere Umgebung wird durch landwirtschaftliche Flächen geprägt.

Der Große Eutiner See liegt in Ost-Westrichtung in einer landschaftlich reizvollen Hügellandschaft. Im Westen reicht die Stadt Eutin an das Ufer heran, während das nördliche Ufer bewaldet und das südliche von landwirtschaftlich genutzten Flächen umgeben ist.

Der Kleine Eutiner See entwässert in den Großen Eutiner See über eine völlig verrohrte Verbindung durch den Stadtbereich von Eutin.

Der Kellersee wird im wesentlichen aus drei großen Becken gebildet: der westlichen Bucht von Malente, der schmalen Südbucht bei Fissau sowie der großen Nordostbucht vor Sielbeck-Uklei, wo auch der Ukleisee in den Kellersee entwässert. Die Uferlinie verläuft vielfach geschwungen mit einer Zahl kleinerer Buchten und wird vor allem im Norden durch Waldbestände geprägt, die mit teilweise starker Hangneigung an das Ufer heranreichen.

Eine umfassende Darstellung der morphologischen Entwicklung dieses Gebietes gibt Gripp (1953). Ausschlaggebend für die Oberflächengestaltung der ostholsteinischen Seenplatte war das Vordringen der von Norden bis Nordwesten kommenden Plön-Preetzer und der aus östlicher Richtung kommenden Eutiner Eiszunge. Dabei entstanden in mehreren Vorstoßphasen jeweils eisrandnahe Ablagerungen unterschiedlicher Höhe. Das Gebiet der Schwentineseen ist als Eiszerfallslandschaft zu sehen, die durch einen Wechsel von Moränenablagerungen und lokalen, teils gestauchten Binnensandern charakterisiert ist.

Die Eutiner Gletscherzunge schob das ehemalige große Kellerseebecken von Süden heraus. Es umfaßte auch Sibbersdorfer, Stendorfer, Kleinen und Großen Eutiner See als mit Toteis gefüllte Senken. Diese Seen wurden später durch weniger mächtige Moränen späterer Eisvorstöße von dem Becken des heutigen Kellersees abgetrennt. Die Spuren des ursprünglichen großen Schmelzwassersees lassen sich heute an Uferterrassen erkennen, die sich einige Meter über dem momentanen Wasserspiegel an den ostholsteinischen Seen hinziehen.

Am Kellersee selbst ist die Terrasse am Ost- und Südufer von Sielbeck bis zur Westseite der Halbinsel Prinzenholz deutlich ausgebildet. Am Ostufer des Kellersees ist außerdem Seekreide abgelagert, die früher gewerblich abgebaut wurde, worauf heute noch die Namen "Alte und Neue Kalkhütte" hinweisen. Nach Osten hin sind die Spuren des höheren Wasserstandes beim Redderkrug in geringer Höhe über dem Großen Eutiner See zu entdecken, während Sibbersdorfer und Stendorfer See aufgrund ihrer höheren Lage keine Wasserstandsmarken über dem heutigen Wasserspiegel aufweisen.

## 2. Wassermengenhaushalt

Einzugsgebiete Die unterirdischen Einzugsgebiete sind unbekannt. Das gesamte oberirdische Einzugsgebiet der Schwentine am Auslauf des Kellersees beträgt nach dem "Gewässerkundlichen Flächenverzeichnis von Schleswig-Holstein" einschließlich der Wasserflächen 150.3 km<sup>2</sup>.

Die Abb. 2 zeigt die Teilzeinzugsgebiete folgender Schwentineeseen:

|                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| Kellersee          | 150.3 km <sup>2</sup> |
| Großer Eutiner See | 56.0 km <sup>2</sup>  |
| Sibbersdorfer See  | 31.8 km <sup>2</sup>  |
| Stendorfer See     | 18.4 km <sup>2</sup>  |

Ebenso ist ein Teileinzugsgebiet des Kellersees, die Malenter Au mit einer Größe von 55 km<sup>2</sup> am Pegel Malente, dargestellt.

## Wasserhaushaltsgrößen

### Niederschlag

Zur Ermittlung der monatlichen Gebietsniederschlagshöhen wurden folgende Meßstationen des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES mit den jeweiligen Gebietsanteilen ausgewertet:

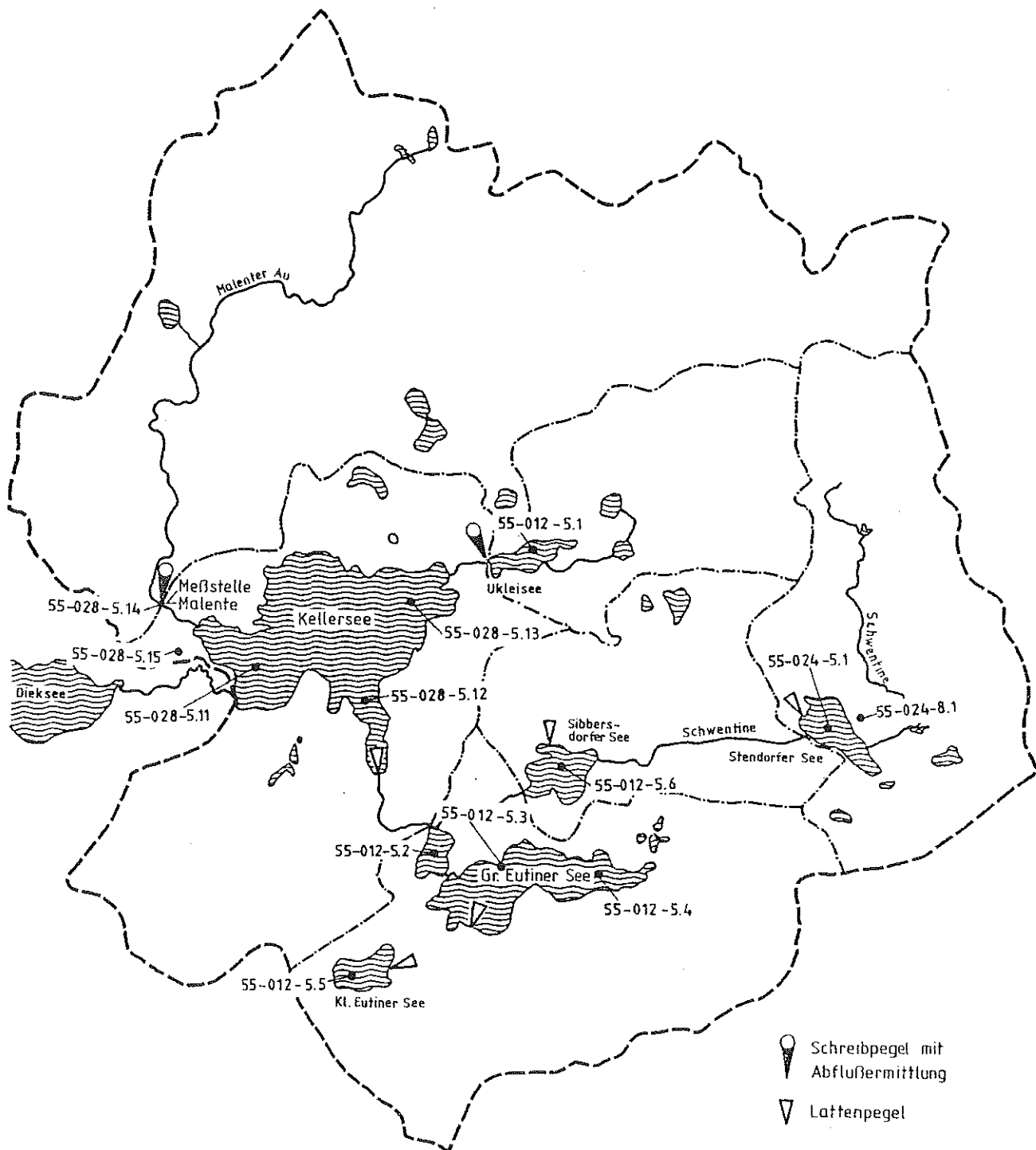


Abb. 2: Teileinzugsgebiete der oberen Schwentineseen, Pegelstandorte und Nummern der Probenahmestellen

|                            |      |
|----------------------------|------|
| Meßstation Lütjenburg      | 10 % |
| Meßstation Mönchneversdorf | 23 % |
| Meßstation Schönwalde      | 17 % |
| Meßstation Eutin           | 50 % |

Der Niederschlag wird in diesen Stationen mit HELLMANN'schen Regennessern gemessen. Der Gebietsniederschlag wurde nach der THIESSEN-Polygonmethode ermittelt (s. Tab. 1).

Tab. 1: Gebietsniederschlag (mm) des Abflußjahres 1983 und langjähriges Mittel 1931 - 60 aus den Stationen Lütjenburg, Mönchneversdorf, Schönwalde und Eutin

| Monate<br>Jahr | N  | D  | J  | F  | M  | A   | M   | J  | J  | A  | S  | O  | Wi  | So  | Ja  | %   |
|----------------|----|----|----|----|----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| Abflußj. 1983  | 54 | 80 | 96 | 48 | 80 | 133 | 120 | 43 | 2  | 14 | 59 | 97 | 491 | 335 | 826 | 111 |
| 1931 - 60      | 60 | 60 | 61 | 52 | 44 | 50  | 54  | 62 | 81 | 88 | 67 | 63 | 327 | 415 | 742 | 100 |

Der Juli 1983 war mit 2 mm (2,5 %) Niederschlag der Monat mit dem geringsten Niederschlag, während im April der höchste Niederschlag von 133 mm (266 %) zu verzeichnen war.

Vergleicht man in Tab. 2 die gefallenen Halbjahresniederschläge mit denen des langjährigen Mittels (100 %), zeigt sich das Winterhalbjahr 1983 mit einer Abweichung von 150 % als zu naß und das Sommerhalbjahr mit 81 % als zu trocken.

Tab. 2: Halbjahresniederschläge des Abflußjahres 1983 sowie langjähriges Mittel 1931 - 60.

|                                     |                                  |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| Wi <sub>31-60</sub><br>327mm = 100% | Wi <sub>83</sub><br>491mm = 150% |
| So <sub>31-60</sub><br>415mm = 100% | So <sub>83</sub><br>335mm = 81%  |

Da sich in den Teileinzugsgebieten die Niederschlagsmeßstellen-bezogenen Gebietsanteile jeweils ändern, sind diese für jeden See besonders ermittelt worden und in Tab. 3 zusammengestellt.



Tab. 3: Gebietsniederschlagshöhen (mm) im Abflußjahr 1983 der verschiedenen Teileinzugsgebiete.

| Ein -<br>zugsgebiet \ Monate | N  | D  | J  | F  | M  | A   | M   | J  | J | A  | S  | O  | Wi  | So  | Ja  |
|------------------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|----|---|----|----|----|-----|-----|-----|
| Gr. Eutiner See              | 51 | 79 | 94 | 48 | 80 | 130 | 118 | 45 | 1 | 14 | 57 | 95 | 482 | 330 | 812 |
| Sibbersdorfer S.             | 50 | 79 | 92 | 51 | 79 | 138 | 122 | 51 | 2 | 16 | 54 | 99 | 489 | 344 | 833 |
| Stendorfer See               | 50 | 78 | 89 | 52 | 77 | 141 | 123 | 53 | 2 | 17 | 51 | 99 | 487 | 345 | 832 |
| Pegel Malente                | 53 | 76 | 91 | 46 | 73 | 133 | 118 | 43 | 1 | 13 | 58 | 95 | 472 | 328 | 800 |

### Lufttemperaturen

Die an der Klimahauptstation Eutin gemessenen Lufttemperaturen werden für das Einzugsgebiet des Kellerses als repräsentativ angenommen. Aus den mehrmals täglich gemessenen Lufttemperaturen wurde die mittlere Monatstemperatur errechnet und in Tab. 4 dem langjährigen Mittel 1931 - 60 der Station Eutin gegenübergestellt.

| Monate \ Jahre  | N   | D   | J    | F    | M   | A   | M    | J    | J    | A    | S    | O   | Wi  | So   | Ja  |
|-----------------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|------|-----|
| Abflußjahr 1983 | 6,3 | 2,5 | 4,9  | -0,7 | 4,1 | 7,7 | 11,3 | 15,1 | 18,9 | 18,2 | 13,6 | 9,6 | 4,1 | 14,4 | 9,3 |
| 1931 - 60       | 4,6 | 1,5 | -0,4 | 0,0  | 2,6 | 7,1 | 11,6 | 15,2 | 17,0 | 16,6 | 13,4 | 8,8 | 2,6 | 13,8 | 8,2 |

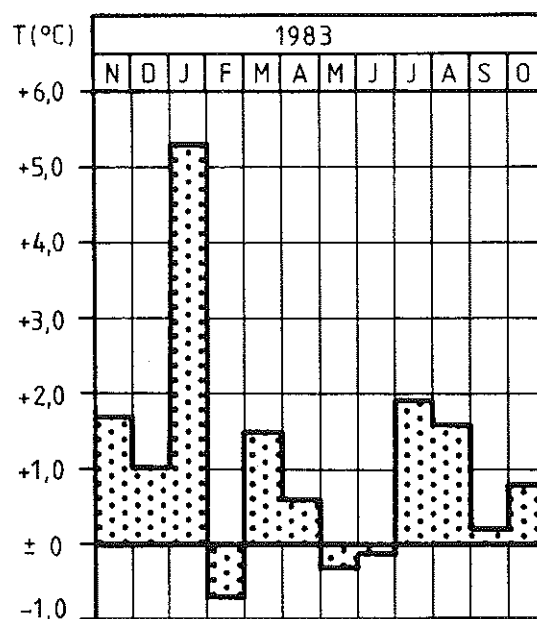


Abb. 3: Abweichung der mittleren Monatstemperatur vom langjährigen Mittel 1931 - 60 der Station Eutin

Die beiden Halbjahre 1983 waren im Vergleich zum langjährigen Mittel zu warm. Im Monat Januar wurde eine mittlere Monatstemperatur von 4,9 °C verzeichnet, während das langjährige Mittel -0,4 °C beträgt. Es war somit der relativ wärmste Monat. Der Februar lag mit -0,7 °C unter dem langjährigen Mittel und war der kälteste Monat.

Betrachtet man das gesamte Abflußjahr 1983, so war dieses im Mittel um 1,1 °C zu warm.

### Verdunstung

Die mit Hilfe eines Class A Tanks gemessenen potentiellen Verdunstungswerte (Meßperiode April - Oktober) sowie die nach PENMAN errechneten sind für das Abflußjahr 1983 in Tab. 5 zusammengestellt.

Tab. 5: a) gemessene Verdunstungswerte der Station Lensahn (Class A)  
b) errechnete Verdunstungswerte nach PENMAN aus meteorologischen Daten der Station Lensahn.

| Monate<br>Verdunstung | N | D | J | F | M  | A  | M  | J   | J   | A  | S  | O  | Wi | So  | Ja  |
|-----------------------|---|---|---|---|----|----|----|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|
| Class A 1983          | / | / | / | / | /  | 34 | 54 | 88  | 113 | 94 | 43 | 22 | /  | 414 | /   |
| PENMAN 1983           | 5 | 2 | 9 | 5 | 21 | 38 | 65 | 100 | 117 | 89 | 45 | 24 | 80 | 440 | 520 |

Die Verdunstungsstation Lensahn besteht seit Juni 1978.

Die für die Sommermonate errechneten mittleren Verdunstungshöhen der 5. Jahresreihe (1979 - 1983) betragen:

|         |        |
|---------|--------|
| Class A | 395 mm |
| PENMAN  | 413 mm |

Somit liegt das betrachtete Sommerhalbjahr 1983 mit 414 mm geringfügig über dem Durchschnitt.

### Wasserstände

Die Wasserstände des Keller- und des Großen Eutiner Sees wurden mit Hilfe von Lattenpegeln einmal täglich gemessen. Die mittleren Wasserstände dieser beiden Seen sind in Tab. 6 zusammengestellt.

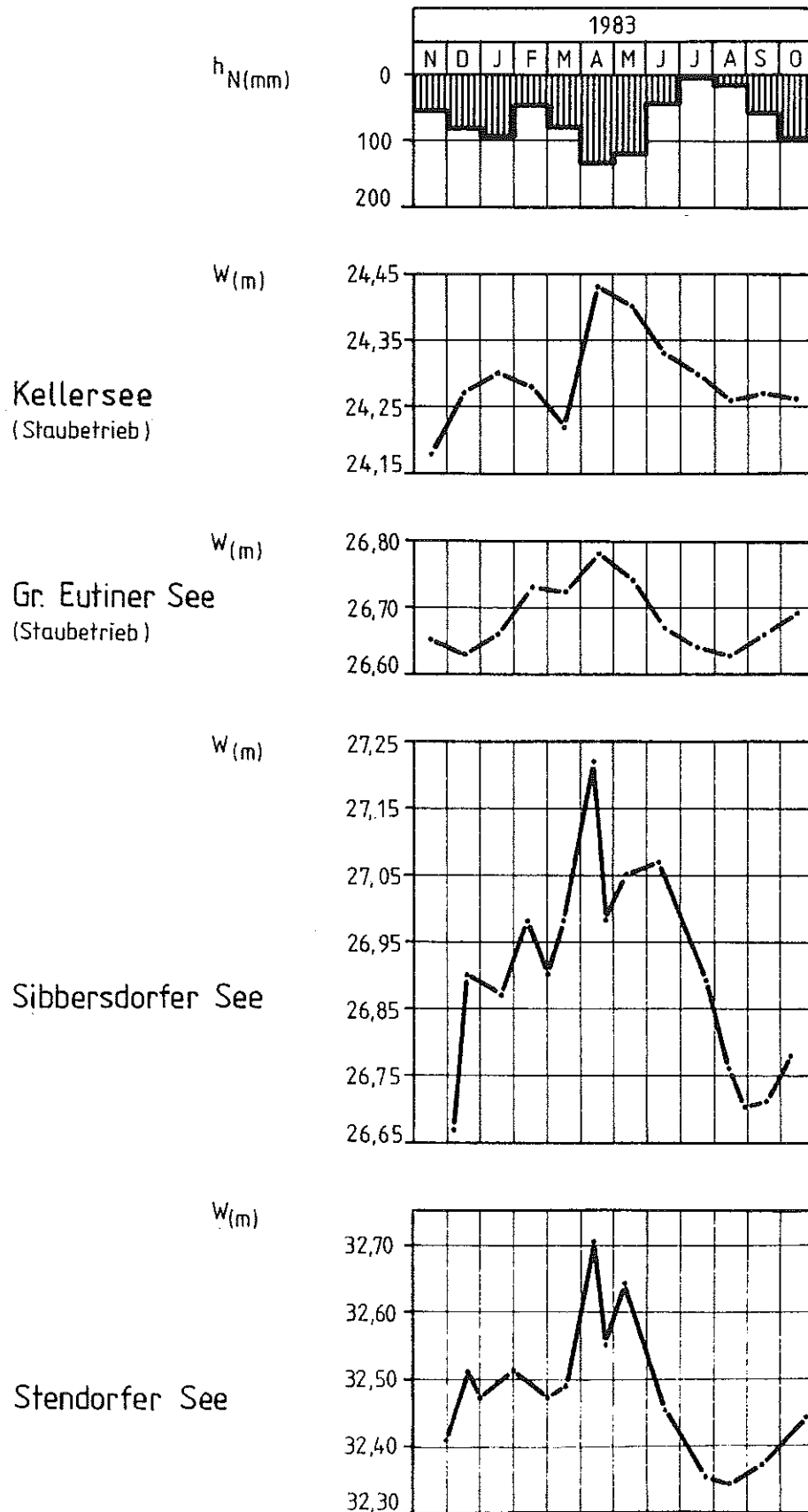


Abb. 4: Monatliche Gebietsniederschlagsmengen ( $h_N$ , mm) und die Wasserstandganglinien ( $W$ , m) der 4 Schwentineseen

Tab. 6: Mittlere Monatswasserstände 1983 des Kellensees und des Großen Eutiner Sees bezogen auf NN.

| Seen \ Monate   | N     | D     | J     | F     | M     | A     | M     | J     | J     | A     | S     | O     | Wi    | So    | Ja    |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kellensee       | 24,18 | 24,27 | 24,30 | 24,28 | 24,22 | 24,43 | 24,40 | 24,33 | 24,30 | 24,26 | 24,27 | 24,26 | 26,28 | 26,30 | 26,29 |
| Gr. Eutiner See | 26,65 | 26,63 | 26,66 | 26,73 | 26,72 | 26,78 | 26,74 | 26,67 | 26,64 | 26,63 | 26,66 | 26,69 | 26,70 | 26,67 | 26,68 |

Die Wasserstände des Sibbersdorfer- und des Stendorfer Sees wurden ein bis zweimal monatlich mit Hilfe eines Lattenpegels im See abgelesen. Die Abb. 4 zeigt den monatlichen Gebietsniederschlag mit den Wasserstandsganglinien der 4 Schwentine-Seen.

#### Zufluß/Abfluß

Wie aus Abb. 2 ersichtlich, ist am Zulauf des Kellensees eine Meßstelle eingerichtet worden. Die Abflußmeßstelle am Pegel "Malente" liegt in der Malenter Au. Bedingt durch die Wasserstände des Kellensees, kann es an dieser Meßstelle gelegentlich zum Rückstau in der Malenter Au kommen.

Tab. 7: Monatliche Zulaufmengen ( $\text{m}^3 \times 10^5$ ), Abflußpenden ( $\text{l/s km}^2$ ) und Abflußhöhen (mm) am Pegel Malente für den Zeitraum Januar - Oktober 1983

| Abfluß \ Monate          | N | D | J    | F    | M    | A    | M    | J    | J    | A    | S    | O    | Wi | So   | Ja |
|--------------------------|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|------|----|
| $\text{m}^3 \times 10^5$ | / | / | 14,7 | 13,9 | 20,5 | 28,0 | 1,91 | 7,90 | 3,60 | 2,14 | 2,73 | 4,80 | /  | 40,2 | /  |
| $\text{l/s km}^2$        | / | / | 10,3 | 10,7 | 14,3 | 20,1 | 13,3 | 5,7  | 2,5  | 1,5  | 1,9  | 3,3  | /  | 4,7  | /  |
| $\Delta (\text{mm})$     | / | / | 27   | 26   | 38   | 52   | 36   | 15   | 7    | 4    | 5    | 9    | /  | 76   | /  |

Um Mengenangaben für das kleine Teileinzugsgebiet des Ukleisees ( $\text{AE}_0 = 12,8 \text{ km}^2$ ) zu bekommen, wurde am Ablauf des genannten Sees eine Abflußmeßstelle eingerichtet. Aus regelmäßigen Messungen der Fließgeschwindigkeiten wurde für die Monate Januar - Oktober der Abfluß berechnet. Bei Absinken des Wasserstandes unter 26,25 m ü. NN findet kein Abfluß mehr statt, da sich am Auslauf eine Staueinrichtung befindet. In den Monaten August und September 1983 sank der Wasserstand des Sees unter diese Marke ab, und es konnte kein meßbarer oberirdischer Abfluß wahrgenommen werden.

Tab. 8: Monatliche Abflußmengen ( $\text{m}^3 \times 10^5$ ), Abflußspenden ( $\text{l/s km}^2$ ) und Abflußhöhen (mm) am Auslauf des Ukleisees für den Zeitraum von Januar - Oktober 1983

| Monate<br>Abfluß         | N | D | J    | F    | M    | A    | M    | J    | J    | A | S | O    |
|--------------------------|---|---|------|------|------|------|------|------|------|---|---|------|
| $\text{m}^3 \times 10^5$ | / | / | 2,86 | 3,44 | 4,53 | 6,90 | 5,35 | 2,40 | 0,42 | * | * | 1,26 |
| $\text{l/s km}^2$        | / | / | 8,8  | 11,7 | 14,0 | 22,0 | 16,5 | 7,7  | 1,3  | * | * | 3,9  |
| A (mm)                   | / | / | 2    | 3    | 4    | 5    | 4    | 2    | 0    | * | * | 1    |

\* kein meßbarer oberirdischer Abfluß

Für die Mengenangaben der restlichen Teileinzugsgebiete einschließlich des Gesamteinzugsgebietes des Kellersees wurden die ermittelten Abflußspenden (Tab. 9) der Meßstelle Preetz (Schwentine) als repräsentativ angenommen.

Tab. 9: Abflußspenden ( $\text{l/s km}^2$ ) der Meßstelle Preetz im Abflußjahr 1983

| Monate<br>Abfluß  | N   | D   | J    | F    | M    | A    | M    | J    | J   | A   | S   | O   | Wi   | So  | Ja   |
|-------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|
| $\text{l/s km}^2$ | 5,7 | 9,2 | 14,8 | 17,3 | 16,7 | 21,1 | 21,5 | 15,5 | 5,4 | 2,6 | 2,4 | 3,4 | 14,1 | 8,5 | 11,3 |

Vergleicht man die monatlichen Abflußspenden des Gesamteinzugsgebietes, nämlich die des Pegel Preetz mit denen von kleineren Einzugsgebieten, in diesem Fall Malente und Ukleisee, kann man folgende Unterschiede feststellen: Kleine Einzugsgebiete reagieren bei Niederschlagsereignissen viel spontaner, während die Spenden von größeren Einzugsgebieten mit Zeitverzug und ausgeglichener ausfallen.

Die Jahresabflußmenge von  $53,33 \times 10^6 \text{ m}^3$  am Auslauf des Kellersees entspricht einer Abflußhöhe von 355 mm, d.h., es sind von dem 1983 gefallen Niederschlag (826 mm) 43 % zum Abfluß gelangt. Bei einem Seevolumen (Kellersee) von  $64,5 \times 10^6 \text{ m}^3$  und einem Abfluß von  $53,3 \times 10^6 \text{ m}^3$  pro Jahr findet theoretisch alle 14 Monate ein Wasseraustausch statt.

Tab. 10: Monatliche Abflüßmengen ( $\text{m}^3 \times 10^6$ ) jeweils am Auslauf der Schwentineseen

| Monate<br>Seen   | N    | D    | J    | F    | M    | A    | M    | J    | J    | A    | S    | O    | Wi    | So    | Ja    |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Stendorfer See   | 0,27 | 0,45 | 0,73 | 0,77 | 0,82 | 1,00 | 1,06 | 0,74 | 0,27 | 0,13 | 0,11 | 0,17 | 4,04  | 2,48  | 6,52  |
| Sibbersdorfer S. | 0,47 | 0,78 | 1,26 | 1,33 | 1,42 | 1,74 | 1,83 | 1,28 | 0,46 | 0,22 | 0,20 | 0,29 | 7,00  | 4,28  | 11,28 |
| Gr. Eutiner See  | 0,83 | 1,38 | 2,22 | 2,34 | 2,50 | 3,06 | 3,22 | 2,25 | 0,81 | 0,39 | 0,35 | 0,51 | 12,33 | 7,53  | 19,86 |
| Kellersee        | 2,22 | 3,70 | 5,96 | 6,29 | 6,72 | 8,22 | 8,66 | 6,04 | 2,17 | 1,05 | 0,93 | 1,37 | 33,11 | 20,22 | 53,33 |

### Wasserbilanz

Tab. 11: Gesamtbilanz (mm) über das Einzugsgebiet der Schwentineseen am Auslauf des Kellersees für das Abflußjahr 1983

| Monate<br>Wasser-<br>haushaltsgrößen | N   | D   | J   | F  | M   | A   | M   | J   | J    | A   | S  | O   | Wi   | So   | Ja  | %   |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|-----|----|-----|------|------|-----|-----|
| $h_N$                                | 54  | 80  | 96  | 48 | 80  | 133 | 120 | 43  | 2    | 14  | 59 | 97  | 491  | 335  | 826 | 100 |
| $h_A$                                | 14  | 25  | 40  | 42 | 45  | 55  | 58  | 40  | 14   | 7   | 6  | 9   | 221  | 134  | 355 | 43  |
| $h_{V \text{ n. PENMAN}}$            | 5   | 2   | 9   | 5  | 21  | 38  | 65  | 100 | 117  | 89  | 45 | 24  | 80   | 440  | 520 | 63  |
| $h_S$                                | +35 | +53 | +47 | +1 | +14 | +40 | -3  | -97 | -129 | -82 | +8 | +64 | +190 | -239 | -49 | -6  |

Die Gesamtbilanz (Tab. 11) ist im Abflußjahr 1983 nicht ganz ausgeglichen. Sie weist ein geringes Defizit von 6 % aus, d.h., der Abfluß und die Verdunstung waren um 49 mm höher als die gefallenen Niederschläge.

Im Winter war eine starke Auffüllphase des Wasservorrates zu verzeichnen, besonders im Monat April, während das folgende trockene Sommerhalbjahr (81 %) diese Vorräte wieder aufbrauchte. Die mittlere Jahreslufttemperatur von 9,3 °C im Jahre 1983 hat den langjährigen Mittelwert von 8,2 °C um 1,1 °C überschritten.

Die Niederschlagsmenge von 826 mm (111 %) überstieg den Mittelwert um 84 mm. Das Niederschlagsmaximum konnte der Monat April mit 266 % verzeichnen. Die für das Gesamteinzugsgebiet repräsentative Abflußspende am Pegel "Preetz" lag im Winterhalbjahr 1983 bei 14,1 l/skm<sup>2</sup> und im Sommerhalbjahr bei 8,4 l/skm<sup>2</sup>, die vergleichbaren langjährigen Werte (1971/82) sind 11,3 l/skm<sup>2</sup> und 6,3 l/skm<sup>2</sup>.

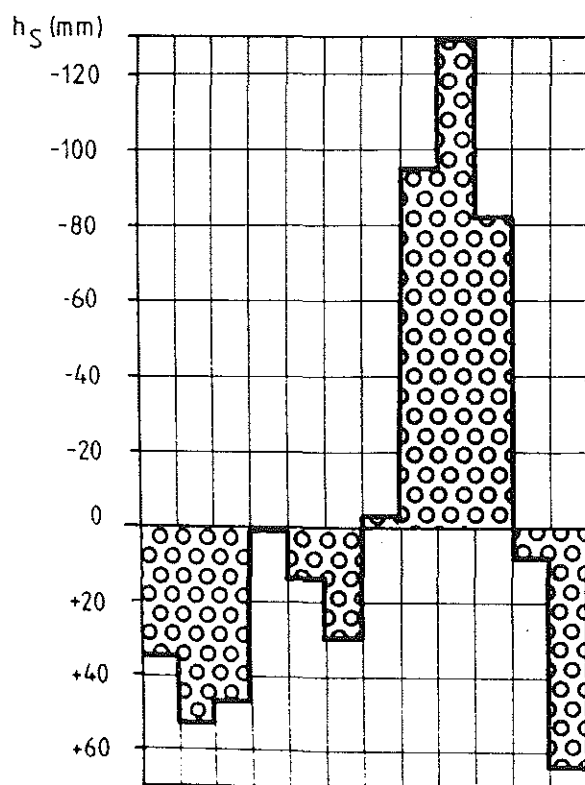
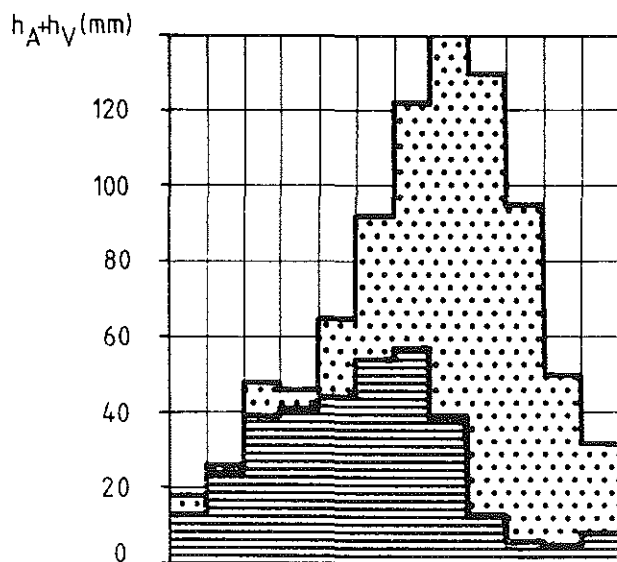
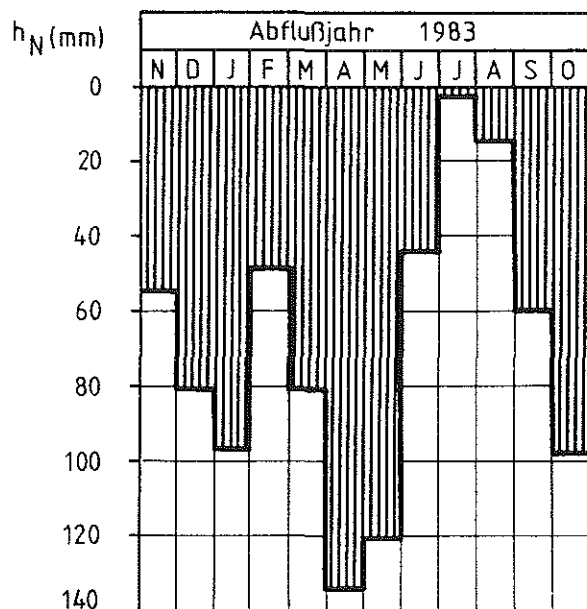


Abb. 5: Gesamtbilanz für das Einzugsgebiet des Kellensees für das Abflußjahr 1983

### 3. Parameter zur Seenbewertung

Die Parameter, die zur Beurteilung des Zustandes von Seen notwendig sind, beinhalten sowohl Untersuchungen der Wassersäule selbst, als auch den Nährstoffeintrag aus dem Einzugsgebiet samt den hydrographischen und morphometrischen Gegebenheiten des Sees. Um zu einer umfassenden Analyse der Seesituation zu kommen, erstreckt sich die Parameterliste über physikalische, chemische, biologische und ökologische Kriterien.

In diesem Kapitel soll die Bedeutung der einzelnen Untersuchungsparameter für die Bewertung eines Sees dargestellt werden.

#### 3.1 Morphometrie und Hydrometrie

Die morphometrischen und hydrometrischen Daten eines Sees können zur Errechnung bestimmter Indizes herangezogen werden, die Hinweise auf die Gefährdung eines Sees gegenüber Eutrophierungserscheinungen wie Algenblüten oder Sauerstoffzehrung in der Tiefe und Übersättigung an der Oberfläche geben.

Dazu zählen im besonderen:

##### 1. Mittlere Tiefe

Die mittlere Tiefe ist bedeutungsvoll für das Mischungsverhalten eines Sees. Eine Trennlinie zwischen geschichteten und ungeschichteten Seen kann bei etwa 4 m angegeben werden, d.h., bei Seen, deren mittlere Tiefe geringer als 4 m ist, ist die Wahrscheinlichkeit des Aufbaus einer sommerlichen Schichtung gering, so daß das ganze Jahr über Nährstoffe aus dem Sediment durch die Wassersäule in die produktive Zone gelangen können. Bei geschichteten Seen mit größerer mittlerer Tiefe dagegen stehen den Primärproduzenten (Algen) nur die Nährstoffe, die von außen in den See gelangen, und Nährstoffe aus dem kurzgeschlossenen Kreislauf zur Verfügung. Es ergibt sich ein grundsätzlich unterschiedliches Muster der Stoffumsetzungen und der Reaktion auf Nährstoffbelastungen in beiden Seetypen.



## 2. Uferentwicklung ( $U_e$ )

Die Uferentwicklung gibt an, wieviel mal größer der Umfang des Sees gegenüber dem eines Kreises gleicher Fläche ist. Sie ist ein Maß für die Gliederung des Seebeckens bzw. den Buchtenreichtum.

$$U_e = \frac{U}{2 (A_o \cdot \pi)^{1/2}}$$

$U_e$  - Uferentwicklung  
 $U$  - Seeumfang  
 $A_o$  - Seeoberfläche

## 3. Volumen zur Uferlänge ( $m^3 \cdot 1000 m^{-1}$ ) : $V/U$

In Ergänzung zur Uferentwicklung kann diese Größe als Maß für die relative Größe des Uferbereichs zum Seevolumen angegeben werden. Hierbei ist ein See umso empfindlicher gegenüber einer Eutrophierung, je kleiner das Verhältnis wird, d.h., je größer die Uferbank im Verhältnis zur Gesamtwassermenge des Sees ist. Da das Litoral die Zone höchster Primärproduktion im See mit größter Zooplankton- u. Fischbiomasse ist (Jonassen 1978, Werner et al. 1977, Keast et al. 1978), wird es verständlich, daß beim Vergleich von Seen mit gleichem Nährstoffangebot im freien Wasserkörper und unterschiedlichem Anteil des Litorals an der gesamten Bodenfläche, solche mit relativ größeren Litoralflächen eine höhere Produktion erwarten lassen. Ein Verhältnis  $V/U = 5$  ist als günstig anzusehen, während Relationen um die Größe  $V/U = 1$  Probleme hervorrufen können. So können z.B. hohe Produktion und dementsprechend starke Abbauprozesse zu großen Schwankungen im Sauerstoffhaushalt führen.

## 4. Jährlicher Wasseraustausch in Prozent ( $\% a^{-1}$ )

Die theoretische Wassererneuerungszeit errechnet sich aus Seevolumen zu jährlicher Abflußmenge des Seeauslaufs. Die Wassererneuerungszeit geht neben der mittleren Tiefe in das Nährstoffbelastungskonzept mit ein (vgl. Kap. 7). Sie soll hier in Prozent der jährlichen Wassererneuerung angegeben werden. In diesen Parameter geht indirekt die Größe des Sees mit ein, da flächenmäßig kleinere Seen meist eine kurzfristigere Wassererneuerungszeit bzw. einen größeren prozentualen Wasseraustausch pro Jahr haben als sehr große Seen.

### 5. Umgebungsfaktor

Der Umgebungsfaktor macht eine Aussage über das Verhältnis der Größe vom Niederschlagsgebiet zur Seefläche (Ohle 1971). Je kleiner dieser Parameter, umso günstiger liegen die Verhältnisse für den See bezüglich der Nährstoffbelastung aus externen Quellen.

### 6. Schindlers Index: Niederschlagsgebiet zu Seevolumen ( $\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$ ).

Im Gegensatz zum Umgebungsfaktor von Ohle wird hier nicht das Verhältnis zweier Flächen gebildet, sondern die Wassermenge bezüglich einer bestimmten Landfläche betrachtet. Ein Index um 50 ist als kritisch zu betrachten, während ein Verhältnis von Fläche zu Volumen von zwei und kleiner als günstig anzusehen ist.

### 7. Landwirtschaftliche Nutzung im Seeneinzugsgebiet

Nicht zu den morphometrischen Parametern gehörend, aber dennoch ausschlaggebend für die Abschätzung der Eutrophierungsgefährdung, ist die Landnutzung im Einzugsgebiet der Seen. Die Eutrophierung wird stark gefördert, sobald mehr als 60 % des direkten Einzugsgebietes ackerbaulich (landwirtschaftlich intensiv) genutzt wird. Die am wenigsten eutrophierungsfördernde Situation liegt bei Einzugsgebieten vor, die zu über 60 % bewaldet sind.

Tab. 12: Morphometrisch u. hydrologisch bedingte Eutrophierungsgefährdung (nach Hillbricht-Ilkowska 1984)

| Parameter u. Einheiten                                                                       | Klasse    |                                  |                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------|------------------------|
|                                                                                              | I         | II                               | III                    |
| Mittlere Tiefe                                                                               | 10        | 5                                | 3                      |
| Volumen: Uferlänge<br>( $V/U$ ) ( $\text{m}^3 \cdot 1000 \text{ m}^{-1}$ )                   | 5         | 3                                | 1                      |
| Wasseraustausch<br>( $\% \text{ a}^{-1}$ )                                                   | < 30      | < 200                            | < 1000                 |
| Schindlers Index<br>(Niederschlagsgebiet :<br>Seevolumen, $\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$ ) | < 2       | < 10                             | < 50                   |
| landwirtschaftl.<br>Nutzung im<br>direkten Seenein-<br>zugsgebiet (%)                        | > 60 Wald | < 60 Wald<br>< 60 Acker-<br>land | > 60<br>Acker-<br>land |

Die Tab. 12 zeigt, wie die Seen aufgrund dieser Eigenschaften in 3 Klassen entsprechend verzögerter Eutrophierung (I), mäßiger Eutrophierungsgefährdung (II) und hoher Empfindlichkeit gegenüber Eutrophierung (III) eingeteilt werden (Hillbricht-Ilkowska 1984). Eine Klasseneinteilung für den in der Bundesrepublik Deutschland üblichen Umgebungsfaktor fehlt darin leider.

### 3.2 Seeufer

Der See und sein Uferbereich stellen eine Einheit dar. An den Kontaktstellen von Wasser und Land findet sich stets eine besonders vielfältige Flora und Fauna, da Vertreter aus beiden Lebensbereichen dort nebeneinander existieren können und zusätzlich auf die Übergangszone spezialisierte Formen auftreten. Die Seen besitzen somit eine hohe ökologische Bedeutung für den Haushalt der Landschaft.

Im östlichen Hügelland treten die Seen in so enge räumliche Beziehung zueinander, daß sogenannte Seenlandschaften entstehen, die vom Wechsel Land-Wasser geprägt sind und in der Bundesrepublik einen hohen Seltenheitswert besitzen.

Verständlicherweise stellen diese Gebiete eine hohe Attraktivität für den Menschen unter den Gesichtspunkten des Erholungs- und Freizeitwertes dar. Auf diese Weise kommt es häufig zu Konflikten zwischen der Erhaltung naturnaher Uferbereiche und den Nutzungsansprüchen durch Erholungsbetrieb, Land- und Forstwirtschaft sowie Siedlungsausweitung. Schon im Mittelalter wurde das weitläufige Netz von Wasserflächen, Sümpfen, Mooren und Brüchen aus landwirtschaftlichen Nutzungsansprüchen heraus durch Entwässerungsmaßnahmen und Wasserspiegelabsenkungen beträchtlich verkleinert.

Das wachsende Fremdenverkehrsaufkommen und die hohe Erholungsnutzung der schleswig-holsteinischen Seen machten die Bereitstellung von Flächen, Wegen und Versorgungseinrichtungen erforderlich, die oft unmittelbare negative Auswirkungen auf Tier- und Pflanzenwelt hervorbrachte.

Die untersuchten Seen liegen im Gebiet der "Holsteinischen Schweiz" und besitzen eine große Anziehungskraft für Fremdenverkehr und Freizeitgestaltung. Durch den geplanten Naturpark, welcher das gesamte Gebiet umfassen und eine Steigerung der Attraktivität herbeiführen soll, sind Konflikte zwischen Naturschutz und der Nutzung der Seen und ihrer Uferbereiche zu erwarten.

### 3.3 Submerse Makrophyten

Die submersen Makrophyten, auch Pflanzen der Tauchblattzone genannt, nehmen eine wichtige Position im Ökosystem See ein. So scheint die Tiefenverteilung der Makrophyten das Auftreten und die Menge bestimmter Bodenbewohner (Zoobenthos) im Litoral zu bestimmen. Die Vegetation schafft ein Substrat mit optimalen physikalischen und chemischen Charakteristika. Da die Benthosbewohner gleichzeitig Fischnährtiere sind, bilden die Pflanzen so indirekt eine wichtige Lebensgrundlage für die Litoralfische. Weiterhin sind sie die Strukturbildner der litoralen Fischweidegründe und Laichplätze.

Zum Phytoplankton hingegen scheint ein Konkurrenzverhältnis zu bestehen, denn wenn sich die Algenbiomasse im Zuge der Eutrophierung vermehrt, so verschlechtert sich das Lichtklima für die Makrophyten, die in der Folge zurückgehen. Letztendlich können die submersen Makrophyten mit zunehmender Eutrophierung nur in geringere Tiefen vordringen, so daß sich die besiedelbare Gesamtfläche verringert.

Nach der Arbeit von Ozimek (1978) lassen sich im wesentlichen drei Gruppen von submersen Makrophyten bezüglich ihrer Empfindlichkeit gegenüber erhöhter Nährstoffanreicherung im See unterscheiden:

#### 1. Arten geringer Empfindlichkeit:

Potamogeton pectinatus, Myriophyllum spicatum, Ceratophyllum demersum, Potamogeton crispus, Potamogeton perfoliatus

Diese Arten haben die größte Resistenz bei einsetzendem Artenrückgang und sind auch deutliche Anzeiger von punktuellen Belastungsquellen wie Drainagen, Abwassereinleitungen usw.

## 2. Arten mittlerer Empfindlichkeit:

Potamogeton lucens, Potamogeton compressus, Potamogeton obtusifolius,  
Ranunculus circinatus, Elodea canadensis, Fontinalis antipyretica

Diese Arten kommen an Belastungsschwerpunkten bzw. in polytrophen Gewässern nicht mehr vor.

## 3. Sehr empfindliche Arten:

Eleocharis acicularis, Chara spp. u.a., Chara aspera, Chara vulgaris,  
Nitellopsis obtusa, Potamogeton pusillus, Potamogeton trichoides,  
Potamogeton gramineus

Diese Arten kommen nur in nicht von Abwasser belasteten Seen vor.

Die Taucharbeiten wurden von Herrn Grube aus Plön durchgeführt. In der Regel wurde mit Tauchgerät gearbeitet. Die Untersuchung umfaßte flächen-deckend das gesamte Litoral.

### 3.4 Sichtverhältnisse

Die Messung der Sichttiefe mittels der Secchi-Scheibe ist eine der am einfachsten durchzuführenden Routinemessungen zur Beurteilung des Seenzustandes. Die Sichttiefe ist umgekehrt proportional zur Summe der Lichtabsorption von Wasser und gelösten Substanzen zum einen und der Konzentration der partikulären Anteile zum anderen. Somit stellt die Secchi-Tiefe ein gutes Maß für die Intensität der Primärproduktion bzw. der vorhandenen Algenbiomasse dar, sofern der Einfluß von mineralischen Schwebstoffen bei Hochwasserereignissen bzw. Eigenfärbung des Seewassers durch Humusstoffe im wesentlichen ausgeschlossen werden kann.

Zusammen mit dem Gehalt an Chlorophyll a und dem Gesamtphosphorgehalt kann die Sichttiefe zur Ermittlung eines multivariaten See-Bewertungsindex nach Carlson genutzt werden (vgl. Kap. 6.1).

Die Sichttiefe als Maß der Lichtschwächung gibt gleichzeitig einen Anhaltspunkt für die Tiefe der euphotischen Zone (Tiefe, die noch 1 % des eingestrahnten Lichtes erhält). Es gilt annähernd:  $z_{eu} = 2.5 \times \text{Sichttiefe}$  (OECD 1982).

Die Sichttiefen sind in Kapitel 4 in den Abbildungen zum Sauerstoffgehalt und in den Diagrammen zum Chlorophyll a-Gehalt wiedergegeben, da zu beiden Größen eine enge Korrelation besteht, die auf diese Art deutlich gemacht wird.

### 3.5 Elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert

Die Leitfähigkeit ist ein Maß für den Elektrolytgehalt eines Gewässers. Im wesentlichen handelt es sich um Bikarbonat-, Sulfat- und Chloridionen. Aber auch Phosphate und Nitrate als Pflanzennährstoffe haben ihren Anteil an der Leitfähigkeit, obwohl sie im Verhältnis zu den ersten drei genannten Salzen vernachlässigbar sind. Da die Karbonate meist den größten Prozentsatz der Ionen stellen, macht die Leitfähigkeit im wesentlichen eine Aussage über den Kalkgehalt eines Gewässers.

Ohle (1959) klassifizierte die schleswig-holsteinischen Binnengewässer aufgrund von mehr als 100 Seenuntersuchungen wie folgt:

|                         | Elektr. Leitfähigkeit<br>$\mu\text{S}/\text{cm}$ | Anteil des Bikarbonats<br>$\text{mval}/\text{l}$ |
|-------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Kalkreiche Seen         | 388                                              | 2.89                                             |
| Seen mittl. Kalkgehalts | 185                                              | 1.25                                             |
| Kalkarme Seen           | 75                                               | 0.26                                             |

Die Korrelation zwischen der elektrischen Leitfähigkeit und dem Bikarbonatgehalt wird in der Abb. 6 (nach Ohle 1959) dargestellt.

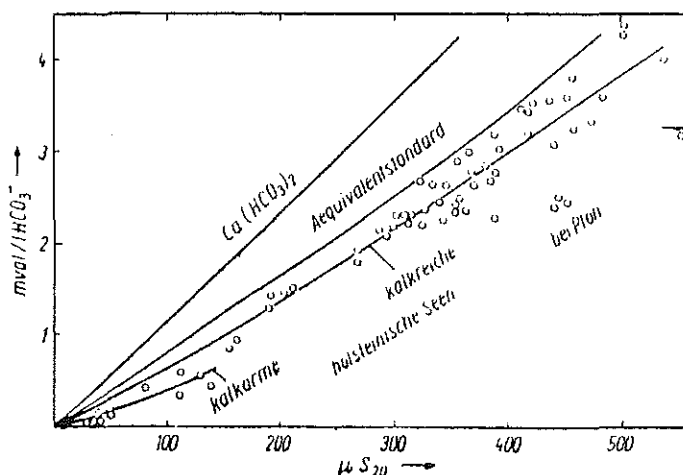


Abb. 6: Relation der elektrolytischen Leitfähigkeit ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) zum Bicarbonatgehalt ( $\text{mval}/\text{l}$ ) der holsteinischen Seen (unterschieden nach kalkarmen, mäßig kalkhaltigen, kalkreichen und denen des Plöner Bereiches) sowie reiner  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -Lösungen und entsprechend dem "Äquivalentstandard" irdischer Gewässer (nach Ohle 1959)

Dabei zeigt sich, daß die schleswig-holsteinischen Seen bezüglich des Bikarbonatgehaltes nicht dem Äquivalentstandard, einer von Clarke (1916) auf statistischem Wege festgestellten ionalen Durchschnittszusammensetzung der Oberflächengewässer der Erde, entsprechen. Die einzelnen Komponenten des Karbonatsystems sind durch chemische Gleichgewichte verknüpft und liegen als Kohlendioxid, Bicarbonat und gelöstes oder festes Karbonat vor. Ihr relativer Anteil im Wasserkörper hängt vom pH-Wert ab. Die Veränderungen des pH-Wertes im Jahresgang eines Sees wiederum werden hauptsächlich von der biologischen Aktivität von Algen und Bakterien bestimmt.

So gibt die zeitliche und räumliche Verteilung der einzelnen anorganischen Kohlenstoffkomponenten bei Kenntnis des pH-Wertes Aufschluß über den Verlauf der Primärproduktion bzw. das Maß des bakteriellen Abbaus in der Tiefe. Im Laufe der sommerlichen Produktionsphase kommt es im Epilimnion zu einem deutlichen Abfall der Bikarbonatkonzentration und damit der Leitfähigkeit im Zuge der sogenannten "biogenen Entkalkung" durch Calcitfällung.

Andererseits wird durch den bakteriellen Abbau im Sediment, der in der Folge einer Algenblüte ebenfalls ansteigt,  $\text{CO}_2$  frei, so daß es dort wieder zu einer Rücklösung von Calciumkarbonat kommt und sich ein Gleichgewicht zwischen Fällung und Lösung einstellt. Dessen Lage ist zum einen von der Intensität der Photosynthese und zum anderen von der mittleren Tiefe der Seen, d.h., der Beziehung Volumen zu Oberfläche, abhängig. Je dicker die über dem Sediment stehende Wasserschicht ist, umso stärker wird das in der Tiefe gebildete Kohlendioxid verdünnt.

Der zweite Effekt des massiven Kohlendioxidverbrauchs bei der Photosynthese besteht letztendlich in der Erhöhung des pH-Wertes. Bei pH-Werten zwischen 7 und 10 ist Bikarbonat die vorherrschende Form im Karbonatsystem, während bei  $\text{pH} > 10.5$  fast nur noch Karbonat vorliegt. Andererseits liegt beim organischen Abbau in der Tiefe bei pH-Werten  $< 6.5$  im wesentlichen Kohlendioxid vor.

Da im schleswig-holsteinischen Seenprogramm die Primärproduktion nicht direkt gemessen wird, können die Komponenten des anorganischen Kohlenstoffs - hier indirekt als elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert gemessen - als Maß für das Algenwachstum mit herangezogen werden. Aus den Untersuchungen geht hervor, daß alle untersuchten Schwentine-Seen zu den kalkreichen stehenden Gewässern gerechnet werden können. Im Vergleich der Ganglinien von pH-Wert und Leitfähigkeit sollte sich immer eine spiegelbildlich symmetrische Abbildung ergeben, wenn man davon ausgeht, daß eine Erniedrigung der Leitfähigkeit immer von einer Erhöhung des pH-Wertes begleitet ist.

Weiterhin ist im Vergleich von Oberfläche zum Tiefenbereich zumindest in geschichteten Seen ein gegenläufiges Verhalten der einzelnen Parameter zu erwarten. Wenn aufgrund erhöhter Photosyntheserate an der Oberfläche der pH-Wert ansteigt und die Leitfähigkeit gleichzeitig fällt, ist in der Tiefe mit einer gewissen Zeitverzögerung durch bakterielle Remineralisierung,  $\text{CO}_2$ -Anstieg und Kalkrücklösung mit einem Anstieg der Leitfähigkeit bzw. Erniedrigung des pH-Wertes zu rechnen.

### 3.6 Sauerstoff

Die Sauerstoffverhältnisse eines Sees werden zum überwiegenden Teil von produktionsbiologischen Prozessen bestimmt. Während der Photosynthese wird bei der Bildung von Kohlenhydraten Sauerstoff gebildet. Andererseits finden gleichzeitig in der Tiefe Prozesse des bakteriellen Abbaus organischer Substanz unter Sauerstoffverbrauch statt. Außerdem veratmen die Algen selbst Sauerstoff, insbesondere während der Dunkelphase.

So kommt es zu einer ausgeprägten Tagesperiodik, zumindest in der Produktionszone des Sees. Maximale Sauerstoffproduktionsraten mit Sauerstoffübersättigung liegen in den Vormittagsstunden, über Mittag kommt es unter Umständen zu einer Reduktion durch Lichthemmung und am frühen Nachmittag zu einer erneuten Erhöhung. Bei hohen Übersättigungsraten am Morgen ist außerdem mit Sauerstoffmangel in der Nacht zu rechnen (Wetzel 1975).



Die Tiefe, in der gerade noch eine Photosynthese mit positiver Bilanz zu erwarten ist, wird als "euphotische" Tiefe bezeichnet. Zu ihrer Ermittlung muß eine Lichtmessung durchgeführt werden, aber als ungefähres Maß zu ihrer Abschätzung kann auch die Sichttiefe gelten. Bei flachen Gewässern ist häufig die ganze Seefläche bis zum Grund unter Lichteinfluß, so daß eine Tiefenzone ohne Nettophotosynthese nicht existiert. Diese Seen sind normalerweise nicht geschichtet, so daß sich scharfe  $O_2$ -Maxima und Minima nicht nachweisen lassen. Auf- und Abbau organischer Substanz verlaufen hier grundsätzlich in räumlicher Nachbarschaft, außerdem wird durch Windeinfluß ständig Sauerstoff eingetragen.

Die alte Trophiestufeneinteilung (LAWA 1976) geht entsprechend der Kopplung von Primärproduktion und Sauerstoffgehalt bei geschichteten Seen im wesentlichen von der Sauerstoffsättigung an der Oberfläche bzw. in der Tiefe aus. Oligotrophe Seen sind demnach am Ende der Stagnationsperiode im Herbst in der Tiefe mindestens mit 70 % Sauerstoff gesättigt, während mesotrophe Seen noch zwischen 30 - 70 % gesättigt sein sollen. Eutrophe Seen dagegen sind durch zeitweilige Übersättigungen an der Oberfläche und Minima in der Tiefe, die von 0 - 30 % Sättigung reichen können, gekennzeichnet. Polytrope Seen erreichen im Sommer regelmäßig hohe Sauerstoffübersättigungen und entwickeln bei Sauerstofffreiheit in der Tiefe anoxische Sedimente und größere Schwefelwasserstoffmengen.

Bei der Darstellung der Sauerstoffgehalte der einzelnen Seen in Kapitel 4 wurden die Meßwerte und die der Temperatur entsprechenden Sättigungswerte aufgetragen. Es ergibt sich daraus eine optische Auflösung des Ausmaßes des Sauerstoffüberschusses bzw. des Sauerstoffdefizits an einer Meßstelle.

### 3.7 Phosphorverbindungen

Phosphor spielt im Stoffwechsel der Organismen als Baustein von lebenswichtigen Zellbestandteilen eine Schlüsselrolle. Im Vergleich zu anderen Bausteinen der Zelle wie Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff ist Phosphor aufgrund der Schwerlöslichkeit seiner Mineralien im Wasser nur in geringen Konzentrationen vorhanden und in vielen Fällen

produktionsbegrenzender Faktor. Eine Erhöhung des Phosphorangebotes wirkt folglich produktionssteigernd, solange nicht ein anderer Faktor limitierend wirkt.

In der Phosphoranalytik werden gewöhnlich drei Fraktionen der Phosphorverbindungen unterschieden:

- Gesamtposphorgehalt der unfiltrierten Probe (TP)
- Phosphorgehalt der filtrierten Probe  
Die filtrierte Probe enthält neben dem gelösten Phosphat die kondensierten Polyphosphate (waschmittelbürtige P-Verbindungen, Abbau- und Exkretionsprodukte der Organismen).
- gelöster reaktiver Phosphor (soluble reactive phosphorus = SRP)  
Diese Fraktion wurde bislang als Orthophosphat bezeichnet, enthält aber neben dem Orthophosphat auch Phosphor, der an eine niedermolekulare organische und an eine kolloidale Fraktion gebunden ist.

Entsprechend lassen sich für das Phosphorsystem im See folgende P-Komponenten darstellen:

#### 1. Gelöster reaktiver Phosphor (SRP)

In dieser Form kann der Phosphor direkt von den Algen aufgenommen werden; die Schwankungen seiner Konzentration im Jahreszyklus spiegeln die Phasen der Primärproduktion wider.

#### 2. Kondensierter Phosphor

Dieser P-Anteil umfaßt den Phosphorgehalt der filtrierten Probe abzüglich des gelösten reaktiven Phosphors. Er erhöht sich beim Zusammenbruch von Phytoplanktonpopulationen, d.h., eine Erhöhung dieser Komponente ist immer Ausdruck von verstärkter Exkretions- und Abbautätigkeit.

#### 3. Partikulärer Phosphor

Der P-Anteil, der in den Zellen und der Biomasse des freien Wasserkörpers, also im Plankton und assoziierten Bakterien, festgelegt ist, wird aus der Differenz des P-Gehaltes von unfiltrierter und filtrierter Probe ermittelt. Ein Anstieg dieser Fraktion tritt bei Produktionsmaxima bzw. Algenmassenentwicklungen auf.

#### 4. Gesamtphosphor (TP)

Der Gesamtphosphor umfaßt alle vorigen Komponenten von 1. bis 3. Zu seiner Bestimmung wird der P-Gehalt der unfiltrierten Probe analysiert.

Die Algen nutzen bevorzugt Orthophosphat (vgl. SRP) als Phosphorquelle. Zu Zeiten eines Überangebotes an Phosphor im freien Wasser wird ein Speicher aus Polyphosphat in der Zelle angelegt (Luxusverbrauch), der ein Populationswachstum später selbst dann ermöglicht, wenn der P-Gehalt im Wasser bereits unter der Nachweisgrenze liegt. Blaualgen verfügen darüber hinaus über die Möglichkeit, in tiefere, nährstoffreichere Zonen im See abzusinken, um sich dort einen Speicher anzulegen und erhöhen so ihre Konkurrenzfähigkeit gegenüber anderen Arten.

Ein großer Anteil, oft mehr als 95 % des gesamten Phosphors der trophogenen Zone (Oberflächenzone), in der der Aufbau von Biomasse größer ist als der Abbau, ist in der partikulären Substanz, das sind vor allem Planktonalgen, gespeichert.

Vom Zooplankton werden partikuläre P-Komponenten gefressen und gelöste P-Verbindungen, von denen 85 - 90 % aus Orthophosphat bestehen, wieder ausgeschieden. Diese Nährstoffe stehen Phytoplankton und Bakterien umgehend wieder zur Verfügung. Dieser Prozess liefert bis zu 44 % des vom Phytoplankton benötigten Phosphors während der Phasen der Phytoplanktonentwicklung (Larow u. Mc Waught 1978) und wird im Gegensatz zum Abbauweg über Sedimentation und Mineralisation von organischem Material als "kurzgeschlossener Kreislauf" bezeichnet. Diese P-Mobilisierung kann entscheidenden Einfluß auf das Wachstum und die Sukzession von Phytoplankton ausüben.

Eine ähnliche Wirkung wie das Zooplankton bezüglich P-Freisetzung scheinen auch die Fische zu haben (Lamarra 1975, Sternik 1978), wobei jedoch erst vorläufige Aussagen möglich sind. Weiterhin werden durch die Tätigkeit von Bakterien durchschnittlich insgesamt 80 - 90 % des Primärproduktes innerhalb des Epilimnions remineralisiert, so daß nur ein geringer Teil des Primärproduktes - oft weniger als 1 % - ins Sediment gelangt.

Der Austausch von Phosphor durch die Sediment-Wasser-Grenzfläche wird durch Redox-Prozesse bestimmt, die von Sauerstoffgehalt, der Löslichkeit und den Sorptionsmechanismen, den Stoffwechselaktivitäten von Bakterien und Pilzen und der Wasserbewegung durch physikalische und biotische Aktivitäten abhängig sind. Zwischen 19 - 43 % des im Sediment befindlichen anorganischen Phosphors sind austauschbar; wobei die Austauschbarkeit mit dem Kalkgehalt ansteigt (Williams et al. 1979).

Solange das Wasser über dem Sediment einen Sauerstoffgehalt von mindestens 1 mg/l aufweist, wird eine oxidierte Mikrozone an der Sediment-Wasser Grenzfläche erhalten; die Sedimente darunter sind gewöhnlich in reduziertem Zustand. Wenn das Hypolimnion in hochproduktiven Seen jedoch anoxisch wird, geht die oxidierte Mikrozone verloren und ab einem Redoxpotential von  $E = 200 \text{ mV}$  führen bakterielle Reduktionsprozesse zu einer Freisetzung von Phosphat- und Eisenionen. Der gelöste Phosphor kann sich in hoher Konzentration im anaeroben Hypolimnion ansammeln.

Umgekehrt kann auch mit der Zufuhr von Sauerstoff durch ein Zirkulationsereignis die Ausfällung von Phosphat aus dem Freiwasser durch die Bildung von Fe-III-Hydroxophosphaten und Hydroxylapatit erfolgen, wobei der Kalkgehalt des Gewässers für das Ausmaß des letzteren P-Eliminierungsmechanismus ausschlaggebend ist (Rossknecht 1980).

Die Dynamik des Phosphorkreislaufs wird im wesentlichen durch die schnelle Austauschbarkeit von partikulärem P-Anteil mit dem gelösten reaktiven Phosphat bestimmt. Verglichen damit nehmen sich Phosphorzufuhr von außen und Verluste durch Sedimentation relativ bescheiden aus. Da letzere Vorgänge aber kontinuierlich ablaufen, gewinnen sie über längere Zeiträume hinsichtlich des vorhandenen Phosphorvorrats an Bedeutung.

### 3.8 Stickstoffverbindungen

Stickstoff ist genau wie Kohlenstoff, Wasserstoff und Phosphor einer der wesentlichen Bestandteile des Zelleiweißes der Lebewesen. Als Nährstoff hat er ebenso wie Phosphor Einfluß auf die Produktivität der Binnengewässer.

Der Stickstoffkreislauf setzt sich aus komplexen biochemischen Prozessen zusammen, so daß der Stickstoff in verschiedenen Formen vorliegt:

- a) gelöster molekularer Stickstoff
- b) Ammonium
- c) Nitrit und Nitrat
- d) organische Stickstoffkomponenten
  - gelöst als Amine, Nucleotide, Proteine (DON) oder Bruchstücke von Huminsäuren mit geringem N-Gehalt bzw.
  - partikulär als Zellbestandteile des Planktons (PON)

Wie bei den P-Verbindungen wurde im Seenprogramm die gesamte unfiltrierte Probe (TN), die filtrierte Probe und die anorganischen Stickstoffverbindungen betrachtet, wobei die Differenz zwischen unfiltrierter und filtrierter Probe den partikulären Anteil (PON) ausmacht. Die filtrierte Probe enthält wiederum die organischen Stickstoffverbindungen und die anorganischen Bestandteile, so daß sich aus der Differenz des Gesamtstickstoffgehaltes der filtrierten Probe und dem Anteil mineralischen Stickstoffs die Höhe des gelösten organischen Stickstoffs (DON) ergibt. Diese letzte Fraktion umfaßt im Süßwasser mehr als 50 % des gesamten gelösten Stickstoffs. Mehr als die Hälfte davon wiederum besteht aus Polypeptiden und anderen komplexen Stickstoffverbindungen.

Die Umsetzungen im Stickstoffkreislauf können in den Grundzügen wie folgt beschrieben werden:

Durch Stickstofffixierung können Blaualgen und Bakterien molekularen Stickstoff in organische Verbindungen überführen. Diese Art der N-Aufnahme erfolgt aber i.d.R. erst dann, wenn die energetisch günstiger assimilierbaren Verbindungen Ammonium und Nitrat in der Produktionszone stark abgenommen haben. Die überwiegende Aufnahme von Stickstoff durch Organismen erfolgt in der Form von Ammonium und Nitrat.

Zentrale Funktion bei den Umsetzungen im Stickstoffkreislauf ist dem Ammonium zuzuschreiben, da es abhängig von der Tiefenzone seines Vorkommens Ausgangspunkt für verschiedene biochemische Prozesse sein kann bzw. selbst Endprodukt beim Abbau organischen Materials ist. Es kann im gesamten Wasserkörper und Sediment bei Sauerstoffanwesenheit durch

nitrifizierende Bakterien in Nitrat überführt werden. Bei anhaltender Sauerstoffzehrung kann Nitrat wiederum als Oxidationsmittel zum Abbau organischen Materials genutzt werden.

Die direkte Wirkung von tierischen Bewohnern des Freiwasserraums und des Sediments im Stickstoffkreislauf ist im Vergleich zur Bedeutung von Mikroorganismen sehr klein. Als Ausnahme ist die Exkretion der Zooplankter während eines Klarwasserstadiums und die damit verbundene Ammoniumfreisetzung im kurzgeschlossenen Kreislauf zu erwähnen. Der gleiche Effekt wird auch durch die Nährstofffreisetzung eines großen Fischbestandes bewirkt.

Eine Bilanz des Stickstoffhaushaltes ist ungleich schwieriger durchzuführen als bei den Phosphorverbindungen, da das Stickstoffsystem des Wassers in offener Kreislaufbeziehung zu der Atmosphäre steht: neben der Zufuhr von Stickstoffverbindungen aus Oberflächen- und Grundwasser bzw. der Wechselwirkung des Wasserkörpers mit dem Sediment durch Rücklösung oder Ablagerung muß auch die Stickstoffaufnahme aus der Atmosphäre durch N-Fixierung von Algen und Bakterien bzw. der Verlust bei der bakteriellen Denitrifikation aus anaeroben Zonen berücksichtigt werden.

### 3.9 Phytoplankton

#### Chlorophyll a

Chlorophyll a und Phaeophytingehalte dienen als Maß der vorhandenen Algenbiomasse. Der Chlorophyllgehalt des Phytoplanktons schwankt stark je nach Art, Alter der Zellen und Umgebungsbedingungen wie Licht und Temperatur, so daß er für die Abschätzung der Photosyntheseleistung und somit als direkte Aussage zur Produktivität eines Gewässers nicht geeignet ist. Chlorophyll als Maß der vorhandenen Biomasse erhält aber zentrale Bedeutung im Rahmen der verschiedensten Indizes zur Seenklassifizierung, die oftmals auf der engen Beziehung zwischen Phosphorkonzentration und Chlorophyllkonzentration im Epilimnion zur Seenbeurteilung beruhen (siehe Kap. 6).

In den Untersuchungen des Landesamtes wurde das Chlorophyll nach der Methode von Nusch u. Palme (1975) analysiert und die Chlorophyllwerte für Phaeophytin korrigiert. Am Ansteigen der Phaeophytinwerte zeigt sich jeweils deutlich der Beginn des Zusammenbruchs der Algenpopulation. Nach Untersuchungen von Meffert u. Overbeck (1985) im Plußsee kann der Anteil der Phaeopigmente an Chlorophyll-a von ca. 15 % bis auf ca. 200 % beim Algenabbau und in metalimnischen Wasserschichten zunehmen.

Eine quantitative Analyse des Phytoplanktons auf der Basis einer Utermöhl-Zählung wird im Seenprogramm nicht durchgeführt. Für den vorliegenden Bericht konnten jedoch zur qualitativen Phytoplanktonanalyse Netzproben (50 µm) aus 1 m Tiefe herangezogen werden.

Da sich aufgrund der biotischen und abiotischen Faktoren des limnischen Lebensraumes spezielle Algengemeinschaften einstellen, soll der Versuch unternommen werden, die Phytoplanktonorganismen als Indikatoren für die Trophielage stehender Gewässer zu verwenden.

Nach Cronberg (1982) lassen sich folgende Tendenzen in der Population feststellen:

1. Mit zunehmender Eutrophierung werden kleine Arten durch große ersetzt (Verhältnis Oberfläche : Volumen ist aufgrund der höheren Nährstoffverfügbarkeit kein Selektionsfaktor mehr).
2. Die Biomasse nimmt mit der Trophiestufe zu, die Artenzahl dagegen ab.
3. Beim Auftreten von Algenblüten wird die Diversität gering und die Lebensgemeinschaft wird durch geringe Artenzahl instabil.
4. Planktongemeinschaften sind für bestimmte Nährstoffverhältnisse spezifisch (bei Verschmutzung oder Restaurierung kommt es zu einem Artenwechsel).
5. Neben den Nährstoffen wirken sich klimatische Faktoren, Keimung von Dauerzellen und Wechselwirkungen im Nahrungsnetz (z.B. Nahrungsbeziehungen zwischen Fischen und Zooplankton) aus. Nahrungsansprüche von Fischen und Zooplanktern wirken regulierend auf die Häufigkeit und Artenzusammensetzung von Phytoplankton in stehenden Gewässern.

6. Der Zeitpunkt des Maximums einer bestimmten Algengruppe in der Vegetationsperiode ist ebenfalls von der Trophiestufe abhängig.

In diesem Zusammenhang ergibt sich folgendes Zustandsbild:

Tab. 13: Phytoplanktonsukzession in Seen unterschiedlicher Trophiestufe

|          | oligotroph          | eutroph        | polytroph     |
|----------|---------------------|----------------|---------------|
| Frühjahr | Chrysophyceae       | Diatomophyceae | Cryptophyceae |
| Sommer   | Diatomophyceae      | Chlorophyceae  |               |
|          | Chlorophyceae       |                |               |
|          | Cryptophyceae       |                |               |
| Herbst   | wenige Cyanophyceae | Diatomophyceae | Cryptophyceae |
| Winter   | Chrysophyceae       |                |               |

Wenn man einzelne Algengruppen als Indikatoren für die Eutrophierung betrachtet, so kommt den Blaualgen dabei eine hervorragende Bedeutung zu.

#### Blaualgen

Sie erhalten im Zuge der Eutrophierung große Konkurrenzvorteile und sind von allen taxonomischen Gruppen die einzigen, die im Verlauf des Sommers und mit zunehmender Trophiestufe ein beständiges Biomassewachstum zeigen. Auch bezüglich der Artenzahl zeigen die Blaualgen mit zunehmender Nährstoffkonzentration eine Zunahme und die Tendenz zum Ersatz der kleinen Arten.

Unter niedrigen Nährstoffbedingungen konkurrieren Kieselalgen und/oder Grünalgen mit Blaualgen. Kieselalgen unterliegen aber bei wachsender Nährstoffzufuhr der Konkurrenz der Blaualgen. Blaualgen haben stark hemmende Effekte auf Kieselalgen, so daß die Blüten beider Gruppen nie synchron erfolgen.

Weiterhin haben Blaualgendauerzellen in hochproduktiven Seen mit anaerobem Sediment bessere Überlebenschancen als in sauerstoffhaltigem Milieu.



Typische Arten für hocheutrophe bis hypertrophe stehende Gewässer sind:

Microcystis spp.

Oscillatoria agardhii

Aphanizomenon flos-aquae

Anabaena solitaria f. smithii

Beim Blaualgenvorkommen ist auf den Unterschied zwischen stickstoff-fixierenden und nicht fixierenden Arten hinzuweisen. Hochproduktive Seen lassen sich nach der Phytoplanktonstruktur in zwei Gruppen unterteilen (Leonardson u. Rippl 1980):

- a) Nicht fixierende Blaualgen mit Ammonium als Stickstoffquelle (Microcystis-Seen)
- b) Stickstoffoxidierende Blaualgen mit atmosphärischem Stickstoff als wichtigster Stickstoffquelle (Aphanizomenon-Seen)

#### Kieselalgen

Da die Kieselalgen im Sommer mit den Blaualgen in Konkurrenz treten, kommt es mit wachsender Eutrophierung zu einem Frühjahrs- und Herbstmaximum, während sie in nährstoffärmeren Gewässern ein Sommermaximum mit geringer Biomasse erreichen.

Die Kieselalgen kommen bei Temperaturen von 0.1 °C bis 24 °C vor und haben ihren Optimalbereich von 8 - 18 °C. Das Wachstum ist abhängig von der SiO<sub>2</sub>-Konzentration, die zeitweilig limitierend wirken kann.

Die Artenzahl der pennaten Kieselalgen ist in verschiedenen Trophiestufen mehr oder weniger unverändert, weshalb sie nicht in dem Maß wie Blaualgen als Indikatoren herangezogen werden können. Außerdem treten von Jahr zu Jahr große Schwankungen in der Artenzusammensetzung ein.

Arten mit sehr hohem Nährstoffbedarf sind vor allem zentrale Kieselalgen wie Melosira spp. oder Stephanodiscus hantzschii. Als Arten mit niedrigem Nährstoffbedarf gelten Cyclotella spp. als einzige Ausnahmen der zentralen Kieselalgen und Asterionella formosa.

### Grünalgen

Im nährstoffarmen See erreichen die Grünalgen ein Sommermaximum, welches sich mit zunehmender Eutrophierung in den Frühling verlagert. Im Zuge der Eutrophierung steigt die Zahl der chlorococcalen Arten, während die Zahl der Jochalgen qualitativ und quantitativ abnimmt.

Viele Pediastrum- und Scenedesmus-Arten sind eher Aufwuchsorganismen oder Bodenalgen und gelangen hauptsächlich während der Zirkulationsphasen in den Wasserkörper. Die einzelnen Pediastrum-Arten haben sehr unterschiedliche Nährstoffansprüche, wobei Pediastrum boryanum am polytrophen Ende der Skala steht. Leider wurde bei der vorliegenden Phytoplanktonanalyse nicht bis zur Art bestimmt, so daß beispielsweise mit Pediastrum spec. eine Wertung als Indikator für die Trophielage der Seen nicht möglich ist. Staurostrum spp. als Jochalgen dagegen können als Arten mit geringen Nährstoffansprüchen betrachtet werden.

### 3.10 Zooplankton

Jedes Ökosystem wird durch die Gegebenheiten der belebten und der nicht belebten Umwelt bestimmt. Beide sind durch wechselseitige Rückkopplungsmechanismen miteinander verknüpft. Das bedeutet aber, daß die Lebensgemeinschaft nicht nur das Ergebnis ihrer unbelebten Umwelt ist, sondern umgekehrt auch selbst ihren Lebensraum verändert.

Das Zustandsbild und die Produktivität eines Sees wird also letztendlich nicht nur durch die Zufuhr von Nährstoffen aus externen Quellen bestimmt, sondern auch durch die Wechselwirkung der Organismen innerhalb der Nahrungskette festgelegt. Bei hochproduktiven Seen tritt eine Verschiebung in der Artenzusammensetzung der Phyto- und Zooplanktongemeinschaft ein, so daß es zu einer Anhäufung von Phytoplanktonbiomasse kommt, die vom Zooplankton nicht konsumiert werden kann.

Der Energieeinfluß innerhalb des Ökosystems wird heute mehr als eine Funktion der Größe der Organismen und ihrer Ernährungsart als ihrer taxonomischen Einordnung gesehen (Sprules 1980). Mit fortschreitender Eutrophierung bedeutet das für die Zooplanktongemeinschaft eine Verschiebung des Größenspektrums zu kleineren Formen, die in ihrer Gesamtheit eine geringere Filtrationsleistung erbringen. In der Folge erhöht sich die Algenbiomasse, vor allem des freißbaren Nanoplanktons, mit sehr

hoher Wachstumsrate. Gleichzeitig ist aber die Wiederfreisetzung von Phosphaten und Ammonium im kurzgeschlossenen Kreislauf bei kleinem Zooplankton stark erhöht, so daß der Vorrat an pflanzenverfügbaren Nährstoffen erhöht und das Algenwachstum wiederum verstärkt wird.

Das Größenspektrum der vorhandenen Plankter ist also mit ausschlaggebend für den Stoffumsatz und das Erscheinungsbild des Sees. Es ist deshalb sinnvoll, die biologischen Verschiebungen als Indizien für die Seenbewertung mit heranzuziehen.

Planktonproben wurden monatlich im Rahmen der Seenbeprobung genommen. Es handelte sich dabei um oberflächennahe Proben mit einem 55 µm-Planktonnetz. Durch die Fangmethode des wiederholten Durchstreifens der oberflächlichen Wasserschicht kann ein Volumenbezug nicht hergestellt werden, so daß eine quantitative Auswertung der Proben nicht vorgenommen werden konnte. Allerdings sind die Mengenverhältnisse der einzelnen Arten zueinander davon nicht betroffen, so daß Biomasseverhältnisse von Indikatorgruppen und relative Biomassewerte ermittelt werden konnten.

Es sollen sowohl für die Bewertung des Sees aussagekräftige Zooplanktongruppen als auch einzelne Arten in den verschiedenen Seen betrachtet werden. Die Bestimmung der Zooplanktonproben erfolgte im MPI in Plön durch Dr. W. Hofmann, ebenso die Ermittlung der Trockengewichte der einzelnen Arten, die als Basis für die Errechnung der relativen Biomasseanteile diente.

Die Zusammensetzung des Zooplanktons hängt im wesentlichen von der Intensität des Fraßdruckes, der von den planktivoren Fischen ausgeht und besonders die großen Zooplankter betrifft, ab. Gleichzeitig wirkt sich das gröbenselektive Beuteverhalten der wirbellosen Räuber, die selbst unter dem Fraßdruck der Fische stehen und kleinere Zooplankter fressen, auf das Arten- und Größenspektrum aus (Brooks u. Dodson 1965, Dodson 1974).

In nährstoffreichen Gewässern mit hohem Fischbestand existieren gewöhnlich kleine pflanzenfressende Zooplankter und wirbellose Räuber nebeneinander. Wenn der Fischfraßdruck fehlt, existieren die wirbellosen Räuber zusammen mit großen herbivoren Zooplanktern.

Aus diesen Gesetzmäßigkeiten der Artenverteilung im Freiwasser lassen sich für die Eutrophierung folgende Tendenzen ableiten:

1. Mit wachsender Nährstoffzufuhr erhöht sich der Fischbestand, und der Fraßdruck auf wirbellose Räuber und pflanzenfressendes Zooplankton verstärkt sich.
2. In der Folge wird die Durchschnittsgröße der Zooplankter geringer.
3. Es kommt zu einer Artenumverteilung in Form einer Sukzession von calanoiden Copepoden zu Cladoceren (Mc Naught 1975).
4. Der Anteil der Großfiltrierer geht drastisch mit zunehmender Eutrophierung zurück.
5. Die Rotatorien mit ihrer sehr geringen Körpergröße bilden die durch Eutrophierung am stärksten geförderte Zooplanktongruppe. Als Nahrungsgrundlage können die Mikrofiltrierer sowohl Bakterien über die Detritusnahrungskette als auch Nanoplanktonalgen verwerten. Sie bedürfen aber einer relativ hohen Nahrungsdichte, um konkurrenzfähig zu sein. Andererseits sind sie aufgrund ihrer Kleinheit vor Fischfraßdruck geschützt.
6. Die räuberischen Zooplankter (Cyclops-Arten) erhalten als dichteabhängige Räuber durch die Vermehrung - vor allem der Rotatorien - Selektionsvorteile und reagieren positiv auf den Eutrophierungsprozeß.

Neben der Untersuchung der oben genannten tendenziellen Effekte gibt es auch Versuche der Darstellung der ökologischen Valenz und des Indikatorwertes einzelner Crustaceen- und Rotatorienarten bezüglich des Eutrophierungsgrades (Brooks 1969, Karabin 1983). Die Einteilung von Karabin (1985) wurde für das polnische Seenprogramm entwickelt und gilt für den gesamten Faunenbereich der baltischen Tieflandebene, so daß diese Indikatorarten auch für die Seenbewertung in Schleswig-Holstein verwendet werden können.

Karabin unterteilt die typischen Zooplankter der untersuchten Seen in drei Gruppen, und zwar in

- A) Arten, die bei Eutrophierung in ihrer Häufigkeit zurückgehen bzw. ganz verschwinden,
- B) Arten, die bei Eutrophierung in ihrer Häufigkeit zunehmen und
- C) Arten, die keine Veränderung in ihrer Verteilung zeigen und so als Indikatoren der Eutrophierung von Gewässern ungeeignet sind.

Zu den Arten unter A), die bei zunehmender Eutrophierung zurückgehen, zählen:

Rotatorien: Chromogaster ovalis, Conochilus hippocrepis,  
Ascomorpha ecaudis, Gastropus stylifer

Crustaceen: Heterocope appendiculata, Bosmina berolinensis,  
Bythotrephes longimanus, Daphnia longispina hyalina,  
Daphnia longispina v. galeata, Daphnia cristata,  
Daphnia cucullata

Die Arten unter B), die mit der Eutrophierung zunehmen, umfassen:

Rotatorien: Keratella cochlearis f. tecta, Keratella quadrata,  
Pompholyx sulcata, Filinia longiseta, Anureopsis fissa,  
Trichocerca pusilla, Brachionus spp.

Crustaceen: Mesocyclops leucharti, Mesocyclops oithonoides,  
Diaphanosoma brachyurum, Chydorus sphaericus, Bosmina coregoni f. thersites, Bosmina longirostris

Von den Rotatorienarten der Gruppe B sind die folgenden drei am häufigsten und entscheiden über den Biomasseanteil dieser Gruppe am Gesamtrotatorienplankton:

Keratella cochlearis tecta

Keratella quadrata

Pompholyx sulcata

Die Dominanz der drei genannten Arten soll in polytrophen (meist polymiktischen) Seen mit hohem Phosphorgehalt (100 - 300 µg/l TP oder mehr) von Anureopsis fissa und Trichocerca pusilla abgelöst werden.

Die ökologische Bedeutung der einzelnen Rotatorienarten drückt sich im wesentlichen in unterschiedlichen Nahrungsansprüchen aus. So gibt es Rotatorien, die sich ausschließlich von Nanophytoplankton ernähren (z.B. Polyarthra spp., Synchaeta spp.). Die Mehrzahl dagegen ernährt sich von einer Bakterien- und Detritussuspension, z.B. Anuraeopsis fissa, Keratella cochlearis, Conochilus unicornis, Brachionus angularis, Pompholyx sulcata und Filinia longiseta. Weiterhin können alle übrigen Brachionus-Arten beides als Nahrungsgrundlage haben.

Mit zunehmender Eutrophierung gewinnt die Detritusnahrungskette an Bedeutung, so daß die Detritusfresser Selektionsvorteile haben. Das Nahrungsangebot im See ist somit von entscheidender Bedeutung für die Zusammensetzung der Rotatoriengesellschaft.

Für die Crustaceen stellt Karabin eine Indikatorfunktion weniger für das Vorhandensein oder Fehlen verschiedener Arten fest, sondern hebt die Bedeutung des relativen Biomasseanteils einzelner Arten hervor.

So entscheiden in mesotrophen Seen im wesentlichen Daphnia cucullata und die übrigen Daphnia-Arten über die Gesamtbiomasse der Crustaceen bei den Indikatorarten der Gruppe A. Mit wachsender Eutrophierung gehen sie in der Biomasse zurück und werden von anderen Arten abgelöst.

Von den Crustaceen der Gruppe B entsprechen die Arten Mesocyclops oithonoides, Mesocyclops leuckarti, Diaphanosoma brachyurum und Chydorus sphaericus - was den Biomasseanteil betrifft - der Bedeutung von Daphnia cucullata in Gruppe A. Der Indikatorwert der genannten Arten ist allerdings nur im mesotrophen Bereich signifikant.

In polymiktischen, polytrophen Seen versagen die Crustaceengruppen als Indikatororganismen, da keine Relation zwischen dem TP-Gehalt und dem Artenauftreten mehr besteht. Beispielsweise ist das Auftreten von Eudiaptomus-Arten vom trophischen Seenzustand völlig unabhängig. Andererseits kann sich auch eine veränderte Artendominanz herausstellen:

Mesocyclops wird im hocheutrophen polymiktischen See von Bosmina longirostris abgelöst. Ebenso wächst hier auch die Bedeutung von Chydorus sphaericus, der aber ab Gesamtposphorgehalten über 300 µg/l wieder verschwindet.

Eine signifikante Korrelation über Biomasse-Dominanz und Trophiestufe der Seen besteht nach Auffassung von Karabin nur im Verhältnis der Biomasse von Cyclopoiden zu Cladoceren. Da die Korrelation zwischen Biomasse der Crustaceen und TP-Anstieg im oberen Eutrophierungsbereich nicht mehr eindeutig ist, wird diesem Verhältnis als Indikator für die Veränderung der Gruppenstruktur des Zooplanktons große Bedeutung zugeschrieben.

Da das Verhältnis Cyclopoidea : Cladocera im Jahresverlauf sehr unterschiedliche Werte aufweist, wurde, wie von Karabin vorgeschlagen, ein Verhältniswert aus der sommerlichen Schichtung betrachtet. Während im mesotrophen Bereich < 50 µg/l TP die Cladocerenbiomasse vier Mal größer sein soll als die Cyclopoidea-Biomasse, wächst mit zunehmender Eutrophierung der Cyclopoidea-Biomasseanteil proportional. Bei Seen mit 50 - 100 µg/l TP ist ihre Biomasse gleich oder 1.5 x größer als die Cladocerenbiomasse. Der Anstieg der Cyclopoidea-Biomasse steigt aber nur bis zum maximalen TP-Gehalt von 100 - 300 µg/l. Ab diesem Nährstoffgehalt ist eher eine Abnahme der Biomasse zu verzeichnen. Bei TP-Gehalten über 300 µg/l haben die Cladoceren wiederum die doppelte Biomasse.

Bei den Crustaceen läßt sich zu den Individuenzahlen der Zooplankter im Gegensatz zu der Biomasse keine Relation zu der Seentrophie herstellen.

Anders sieht es bei den Rotatorien aus. Während sie in Seen mit einem TP-Gehalt < 50 µg/l 40 - 50 % aller Individuen ausmachen, erreichen sie in Seen von 100 - 300 µg/l und darüber Individuenzahlen von über 90 %. Die relative Biomasse der Rotatorien wächst in der Folge mit zunehmender Trophie, wenn auch nicht in dem Maße wie die Individuenzahlen, da die kleinsten Arten bei hoher Trophie dominieren.

### 3.11 Fischerei

Im nördlichen Mitteleuropa sind ca. 50 - 75 Fischarten im Süßwasser beheimatet. Davon kommen nach Barthelmes (1981) etwa 27 Arten regelmäßig in größeren Seen vor, und von diesen werden wiederum nur sehr wenige fischereilich genutzt. Kleinere Seen enthalten oft nur wenige Arten.

Wenn man davon ausgeht, daß sich im Zuge der Eutrophierung eines Sees auch die fischereilichen Grundbedingungen ändern, so erscheint es sinnvoll, zur Beurteilung eines Sees auch die vorhandene Fischfauna bzw. die Fischbiomasse zu berücksichtigen. Die Bedeutung der Fische für das gesamte Ökosystem geht sogar noch weiter, denn die Fischpopulation übt als biotischer Einflußfaktor einen bedeutenden Rückkopplungseffekt auf das Gesamtsystem aus. Die fischereiliche Bewirtschaftung in unseren Seen stellt somit einen wichtigen Faktor für das Zustandsbild eines Sees dar.

Die Trophie eines Sees hängt zwar (im wesentlichen) von der Nährstoffzufuhr aus dem Einzugsgebiet ab, aber auch in starkem Maße von den biogenen Umsetzungen im Wasserkörper selbst. In oligotrophen Seen ist die Phytoplanktonkonzentration relativ gering. Es handelt sich zum größten Teil um Nanoplankton, welches vom Zooplankton direkt verwertet wird. In solchen Seen dominieren lachsartige Fische, die im Übergangsbereich von Oligotrophie zu Mesotrophie von Coregoniden abgelöst werden.

Im Zusammenhang mit Nährstoffeintrag und entsprechenden trophischen Veränderungen wie Sauerstoffmangel in der Tiefe oder  $H_2S$ -Bildung nimmt die Verbreitung dieser Arten ab, während der Anteil an Barsch- und Karpfenartigen steigt. Die Artenzahl in den eutrophen Seen nimmt ab, die Biomasse aber insgesamt zu. Die Erträge der Fischerei steigen gleichzeitig an. Diese Phase wird allerdings von einer weiteren Reduktion der Artenzahl und dann von einer Abnahme der Gesamtbiomasse der Fische und der Fischereierträge gefolgt.

Bei einem polytrophen See verschieben sich die Beziehungen innerhalb der Nahrungskette so, daß es beim Phytoplankton zu einer Anhäufung von Biomasse kommt, die vom Zooplankton nicht konsumiert werden kann. Durch gezielte fischereiliche Bewirtschaftungsmaßnahmen, die eine Verminderung des Weißfischbestandes und die Verhinderung der Verbutterung der Fische



zum Ziel haben, wird eine effektivere Kontrolle des Phytoplanktonwachstums durch das Zooplankton gewährleistet. Gleichzeitig wird so die Nährstoffzirkulation innerhalb des Nahrungsnetzes vermindert (siehe auch "Biomaniipulation" in "Bewertung des Zustandes von Seen" LW (1986)).

#### 4. Untersuchungsergebnisse für die einzelnen Seen

Die Beprobungen der Schwentineseen erfolgte über ein ganzes Jahr im Schnitt einmal monatlich, und zwar bei der Mehrzahl der Parameter in 1 m Tiefe und 1 m über Grund. Dazu zählen: Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoff, Stickstoffverbindungen und Phosphorverbindungen.

Chlorophyll a, Phytoplankton und Zooplankton wurden nur an der Oberfläche entnommen, wobei die Plankter ausschließlich als Netzproben aufgenommen wurden. Die Vegetationsaufnahmen im Uferbereich wurden in den Sommermonaten flächendeckend durchgeführt.

Die Untersuchungsergebnisse des gesamten Programms finden sich im Anhang (Kap. 9).

##### 4.1 Stendorfer See

Der Stendorfer See ist der erste, der von der Schwentine in ihrem Oberlauf durchflossen wird. Das Oval des Sees erstreckt sich von Nord-West nach Südost. Die Schwentine mündet im südöstlichen Teil und verläßt den See wieder auf der Westseite. Einen weiteren Zufluß gibt es nicht.

##### 4.1.1 Morphometrie und Hydrometrie

Das Einzugsgebiet des Stendorfer Sees beträgt 18,4 km<sup>2</sup> und ist zum größten Teil bewaldet bzw. landwirtschaftlich als Ackerland oder extensiv bewirtschaftetes Grünland genutzt. Die einzige größere Ortschaft ist Kasseedorf in 1 km Entfernung mit der Siedlung Heischkate, die nahe an das östliche Ufer heranreicht wie Stendorf selbst mit Gut und Schloß am Westufer nördlich des Schwentineauslaufs.

Der See selbst hat eine Größe von 0,54 km<sup>2</sup> mit einer mittleren Tiefe von 3,9 m und ein Volumen von  $2,1 \times 10^6$  m<sup>3</sup>. Die Gesamtlänge der Uferlinie





Luftbild des Stendorfer Sees  
Aufnahmedatum: 9. 8. 1983  
Freigegeben durch L. A. H. Nr. 870/83



beträgt 3,3 km, woraus sich eine Uferentwicklung ( $U_e$ ) von 1,3 ableitet (vgl. Kap. 3.1). Die charakteristischen Daten des Sees sind auch in Tab. 14 zusammengestellt.

Die theoretische Wasseraufenthaltszeit, die wie die mittlere Tiefe entscheidend für die Reaktion eines Wasserkörpers gegenüber Nährstoffzufuhr ist, beträgt beim Stendorfer See 0,32 Jahre, d.h., das Wasser wird fast alle vier Monate ausgetauscht.

Tab. 14: Charakteristische Daten des Stendorfer Sees

|                                                                             |                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Topographische Karte (1 : 25.000)                                           | : 1830                                          |
| Flußsystem                                                                  | : Schwentine                                    |
| Kreis                                                                       | : Ostholstein                                   |
| Gemeinde                                                                    | : Kasseedorf                                    |
| Lage des Einzugsgebietes                                                    |                                                 |
| Rechtswert                                                                  | : 441460 - 441840                               |
| Hochwert                                                                    | : 600226 - 601000                               |
| Größe des oberirdischen Einzugsgebietes                                     | : 18,4 km <sup>2</sup>                          |
| Höhe über NN                                                                | : 32,6 m                                        |
| Niedrigster Wasserstand in der Zeit<br>von Nov. 1982 - Okt. 1985 am 15.8.83 | : 32.34 m ü. NN                                 |
| Höchster Wasserstand in der Zeit<br>von Nov. 1982 - Okt. 1985 am 11.4.83    | : 32.70 m ü. NN                                 |
| Seeoberfläche ( $A_o$ )                                                     | : 0,54 km <sup>2</sup>                          |
| Mittlere Tiefe                                                              | : 3,9 m                                         |
| Maximale Tiefe                                                              | : 7,9 m                                         |
| Volumen ( $V$ )                                                             | : $2,1 \times 10^6$ m <sup>3</sup>              |
| Gesamtlänge der Uferlinie ( $U$ )                                           | : 3,3 km                                        |
| Uferentwicklung ( $U_e$ )                                                   | : 1,3                                           |
| Umgebungsarealfaktor                                                        | : 34,1                                          |
| Volumen zur Uferlänge ( $V/U$ )                                             | : $0,64 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ m}^{-1}$ |
| Theoretische Wassererneuerungszeit                                          | : 0,32 a<br>(= 312 % a <sup>-1</sup> )          |
| Schindlers Index (Niederschlagsgebiet : Seevolumen)                         | : $8,1 \text{ m}^2 \times \text{m}^{-3}$        |

### Flächenaufteilung

Ähnlich wie beim Sibbersdorfer See ist die Umgebung des Stendorfer Sees von landwirtschaftlich genutzten Flächen im Osten und Westen geprägt. Sie nehmen ca. die Hälfte der Uferlinie ein. Ein etwas geringerer Anteil der Flächen in Ufernähe, nämlich 40 %, sind bewaldet. Im Süden grenzen die Waldgebiete Hohes Holz und Kieferngehege mit zum Teil reinen Nadelholzbeständen und zum anderen neueren Mischholzaufforstungen an den See. Gut und Schloß Stendorf nehmen 10 % der Uferlinie ein und zählen insgesamt 80 Einwohner. Die Ortschaft Kasseedorf mit 504 Einwohnern liegt ca. 1 km östlich vom See. Deren Neubausiedlung Heischkate hat sich allerdings bis auf 200 m in Richtung Seeufer ausgeweitet.

#### 4.1.2 Vegetation im Uferbereich

Die Kartierung der Ufervegetation ist in Abb. 7 dargestellt.

### Röhrichte

Der Stendorfer See ist von einem geschlossenen Röhrichtgürtel umgeben, der im Westen maximal 15 m Breite erreicht und durch Schilf (Phragmites australis) geprägt ist. Teichbinse (Schoenoplectus lacustris) und Rohrkolben (Typha angustifolia) sind an vielen Stellen vorgelagert.

Im Bereich des Gutes Stendorf ist das Schilf teilweise vom Rohrkolben verdrängt, oder es haben sich Ersatzgemeinschaften mit Weidenröschen (Epilobium hirsutum) oder Brennessel (Urtica dioica) ausgebildet.

Am südlichen Ufer gibt es ferner zwei größere Flächen, die als Großseggenried einzuordnen sind. Es handelt sich um eine ca. 2 ha große Fläche ganz im Süden des Sees mit Sumpfsegge (Carex acutiformis), Mädesüß (Filipendula ulmaria), Kohldistel (Cirsium oleraceum), Waldsimse (Scirpus sylvestris), Wasserschwaden (Glyceria maxima), Binse (Juncus effusus) und der Sumpfdotterblume (Phalaris arundinacea).

Schwimblattzonen sind nur spärlich ausgebildet, und zwar in der Bucht im Nordwesten und im Süden. Sie bestehen hauptsächlich aus der Weißen Seerose (Nymphaea alba) und vereinzelt Exemplaren der Gelben Teichrose (Nuphar luteum).

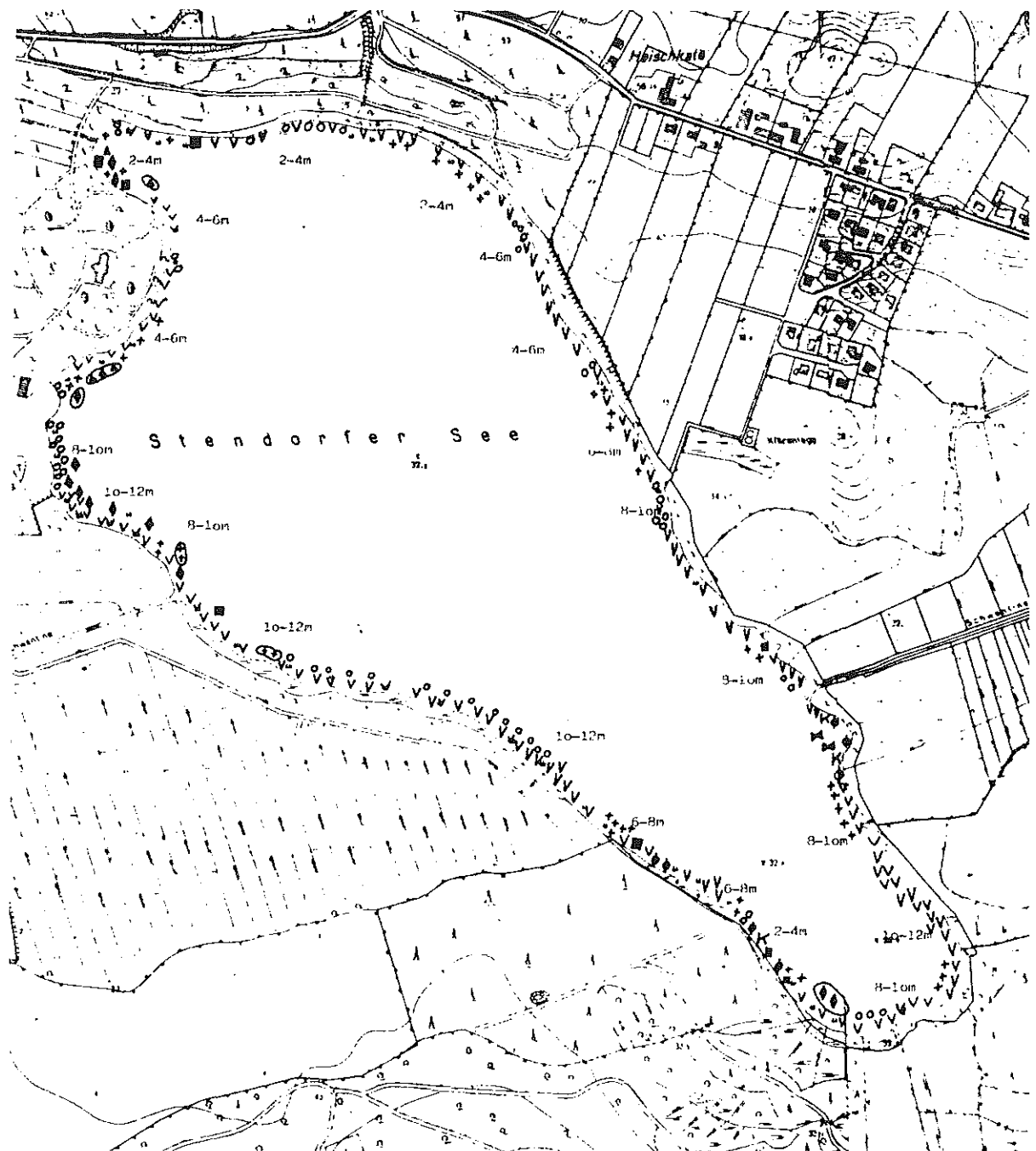


Abb. 7: Kartierung der Ufervegetation des Stendorfer Sees, Legende siehe folgende Seite

|                                 |         |                               |     |
|---------------------------------|---------|-------------------------------|-----|
| <i>Acorus calamus</i>           | K K     | <i>Potamogeton trichoides</i> | Y Y |
| <i>Alisma gramineum</i>         | ♥ ♥     | <i>Potamogeton zizii</i>      | т т |
| <i>Carex</i> spsp.              | ♂ ♂     | <i>Poa palustris</i>          | Y Y |
| <i>Ceratophyllum demersum</i>   | ✕ ✕     | <i>Ranunculus circinatus</i>  | ◎ ◎ |
| <i>Chara</i> spec.              | ^ ^     | <i>Scirpus lacustris</i>      | + + |
| <i>Eleocharis palustris</i>     | ↑ ↑     | <i>Sparganium erectum</i>     | ↗   |
| <i>Elodea canadensis</i>        | ∞ ∞     | <i>Sparganium ramosum</i>     | ☐ ☐ |
| <i>Glyceria maxima</i>          | III III | <i>Sparganium</i> spsp.       | * * |
| <i>Iris pseudacorus</i>         | ◇ ◇     | <i>Stachys palustris</i>      | S   |
| <i>Juncus</i> spsp.             | w w     | <i>Typha angustifolia</i>     | ○ ○ |
| <i>Menyanthes</i> spsp.         | M       | <i>Typha latifolia</i>        | ● ● |
| <i>Myriophyllum spicatum</i>    | χ χ     | <i>Zannichellia palustris</i> | ⋈ ⋈ |
| <i>Nuphar luteum</i>            | ▲ ▲     |                               |     |
| <i>Nymphaea alba</i>            | ◆ ◆     |                               |     |
| <i>Phalaris arundinacea</i>     | † †     |                               |     |
| <i>Phragmites communis</i>      | v v     |                               |     |
| <i>Polygonum amphibium</i>      | h h     |                               |     |
| <i>Potamogeton crispus</i>      | ± ±     |                               |     |
| <i>Potamogeton nitens</i>       | xx xx   |                               |     |
| <i>Potamogeton obtusifolius</i> | ⊠ ⊠     |                               |     |
| <i>Potamogeton pectinatus</i>   | ‡ ‡     |                               |     |
| <i>Potamogeton perfoliatus</i>  | ‡ ‡     |                               |     |
| <i>Potamogeton praelongus</i>   | ↔ ↔     |                               |     |
| <i>Potamogeton rubescens</i>    | ✕ ✕     |                               |     |

### Bruchwälder

An das Großseggenried im Süden des Sees schließt sich nach Osten ein feuchtnasser Schwarzerlenbruch auf ca. 0,5 - 1 ha Fläche an, auf den im Norden ein Buchen-Mischwald folgt. Über eine Reihe von Schwarzerlen und Baumweiden am Ufer entlang ist diese Fläche mit einem feucht bis trockenen Schwarzerlenbestand im Südwesten des Sees verbunden. Entlang des Nordostufers zieht sich ein Saum von sehr alten Buchen, Eschen und Schwarzerlen, die unterhalb der alten Abrasionskante verlaufen und das Ufer vom ackerbaulich genutzten Hinterland abgrenzen. Am Nordufer verbreitert sich der Mischwaldsaum und zieht sich bis zum Bereich des Stendorfer Gutes, wo ein sehr alter Baumbestand, bestehend aus Esche, Bergulme, Schwarzerle, Linde, Kastanie, Kirsche, Weide und Spitzahorn das Ufer säumt.

### Submerse Makrophyten

Der Stendorfer See muß nach den Ergebnissen von Grube als nahezu frei von submersen Makrophyten bezeichnet werden. Es fand sich nur ein Bestand von Zanichellia pallustris im südöstlichen Seeteil unterhalb der Schwentineeinmündung, der offensichtlich auch schon im Rückgang begriffen war.

#### 4.1.3 Fremdenverkehr

Der Stendorfer See hat hauptsächlich für die direkt angrenzenden Ortsteile Erholungsfunktion. Darüber hinaus wurden im Sommerhalbjahr 1983 über 3700 Übernachtungen in Kasseedorf registriert.

Von der Badestelle am Ostufer führt ein Trampelpfad zur Heischkate und eine Abzweigung am Ostufer direkt an der Uferkante entlang nach Norden bis zur kleinen Straße Stendorf-Kasseedorf. Weitere Wanderwege um den See gibt es nicht, so daß das Ufer außer im Osten und im Bereich des Gutes Stendorf für die Öffentlichkeit nicht zugänglich ist.

### Wassersport

Die Bewohner der Heischkate und von Kasseedorf selbst suchen im Sommer gern die Badestelle am Ostufer nördlich des Schwentinezulaufs auf. Auch von einzelnen Surfern wird der See genutzt, die die Badestelle als Einstieg benutzen.

Der See ist seit 1984 an eine Sportanglergruppe verpachtet, während er vorher in der Hand eines Fischpächters war. Die Boote der Angler liegen im Bereich des Stendorfer Gutes und des Schlosses.

## 4.1.4 Physikalisch chemische Beschaffenheit

### Temperatur

Die Temperatur entwickelt sich von einem Minimum bei 3.2 °C im Dezember an der Oberfläche und der Tiefe gleichmäßig bis zu einer Temperatur von 17.7 °C im Juni. Erst ab diesem Zeitpunkt tritt eine Schichtung mit einem geringen Dichtegradienten von 22.7 °C an der Oberfläche und 20.1 °C in der Tiefe auf, die aber nur im Juli und August Bestand hat. Ab Mitte September kühlt sich die gesamte Wassersäule wieder gleichmäßig ab.

Da eine inverse Schichtung im Winter gar nicht auftritt und die sommerliche Schichtung nur schwach ausgebildet und mit einem geringen Dichtegradienten entsteht, kann der Stendorfer See - zumindest in dem Jahr 1983 - als polymiktisch gelten.

### Sichttiefe

Nach der Herbstzirkulation und dem Zusammenbruch der Algenpopulation liegt die Sichttiefe im Herbst bei 4.5 m (Abb. 8). Sie geht mit dem Einsetzen der Erwärmung und Wachstumsperiode im März auf 2 m zurück (der Meßwert für Februar liegt nicht vor). Der Sichttiefenrückgang ist begleitet von einem Anstieg des Chlorophyll a-Gehaltes als Maß für die Biomasse (vgl. Abb. 12). Die Sichttiefe verändert sich während der nächsten Monate bis Ende Mai nicht. Die Erhöhung der Sichttiefe im Juni läuft einem Biomasserückgang parallel. Es handelt sich um ein nicht allzu stark ausgeprägtes "Klarwasserstadium". Ab Juli setzt das sommer-



liche Produktionsmaximum ein, die Sichttiefen gehen auf 1 m zurück. Erst im November wird wieder eine Sichttiefe von 3 m erreicht.

Die Darstellung der Sichttiefen ist bei allen Seen zusammen mit den Jahresgängen des Chlorophyll a-Gehaltes und den Sauerstoffgehalten an der Oberfläche abgebildet.

Die pH-Werte an der Oberfläche spiegeln die beiden Produktionsmaxima im März und Juni, mit dazwischen liegenden deutlichem pH-Rückgang Ende Mai, wider.

### Sauerstoff

Die Abb. 8 und 9 zeigen den Jahresgang der Sauerstoffgehalte an der Oberfläche und im Tiefenbereich des Sees.

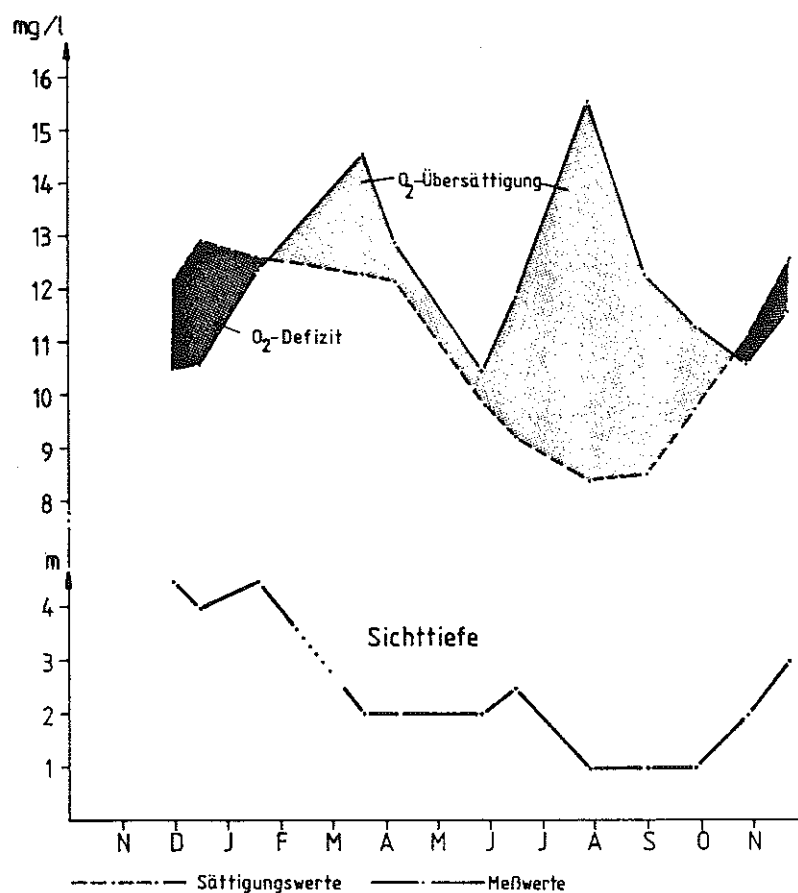


Abb. 8: Sauerstoffgehalt (mg/l) im Stendorfer See an der Oberfläche, Sauerstoffgehalt bei 100 % Sättigung sowie O<sub>2</sub>-Defizit bzw. -Übersättigung und Sichttiefe (m) im Jahresgang 1982/83

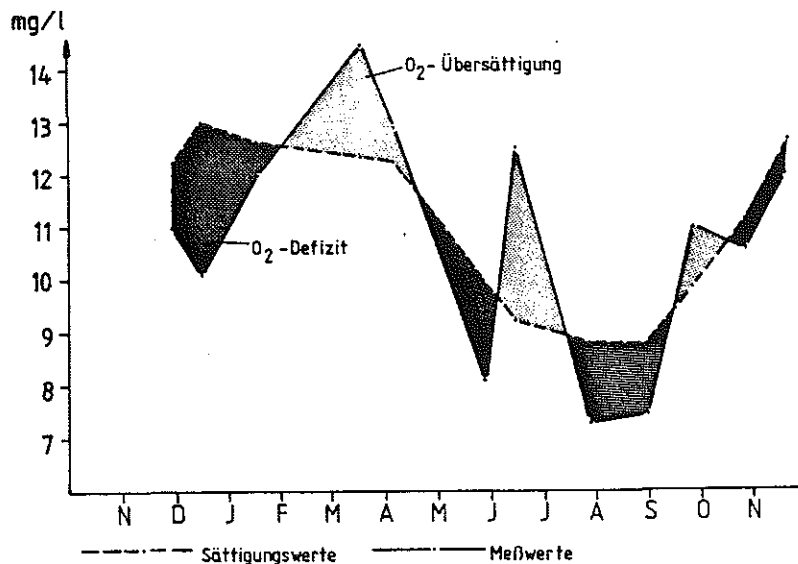


Abb. 9: Sauerstoffgehalt (mg/l) im Stendorfer See in 5 m Tiefe, Sauerstoffgehalt bei 100 % Sättigung sowie O<sub>2</sub>-Defizit bzw. -Übersättigung im Jahresgang 1982/83

Der Beginn der Untersuchung ist von einem Sauerstoffdefizit nach der herbstlichen Durchmischung in der gesamten Wassersäule gekennzeichnet. Im Februar kommt es zu Eisbildung und die danach einsetzende Frühjahrs-vollzirkulation führt zu ausgeglichenen Sauerstoffverhältnissen. Mit gleichzeitigem Beginn der photosynthetischen Produktion kommt es im März zu einer Übersättigung von 118 %, die sich aufgrund der noch fehlenden Schichtung auf die gesamte Wassersäule erstreckt.

Von April bis Ende Mai liegen an der Oberfläche relativ ausgeglichene Sauerstoffverhältnisse vor, während sich in der Tiefe ein leichtes Defizit ausbildet. Offensichtlich setzt eine leichte sommerliche Schichtung ein, die aber im Juni wieder ausgeglichen wird, was am Sauerstoff- und Temperaturbild nachvollziehbar ist. In der Tiefe kommt es nämlich zu einem erneuten Sauerstoffeintrag, der der Menge des an der Oberfläche vorhandenen entspricht. Im Juli hat sich erneut eine Schichtung gebildet, die bis zum September anhält, so daß sich in der Tiefe wieder ein Defizit aufbaut. Die Oberfläche dagegen ist von wachsender Übersättigung geprägt, die Ende Juli ein Maximum von 185 % erreicht.

Ende September bricht die thermische Schichtung schon wieder zusammen. An der Oberfläche und in der Tiefe liegen gleiche Sauerstoffverhältnisse vor, die sich von leichter Übersättigung zu einem leichten Defizit im Oktober verschieben, da die Algenpopulation zusammengebrochen ist und Abbauvorgänge dominierend sind.

### Phosphorverbindungen

Die Jahresgänge der Phosphorverbindungen an der Oberfläche und in der Tiefe verlaufen bei diesem See mit Ausnahme vom Juli relativ parallel (Abb. 10 und 11).

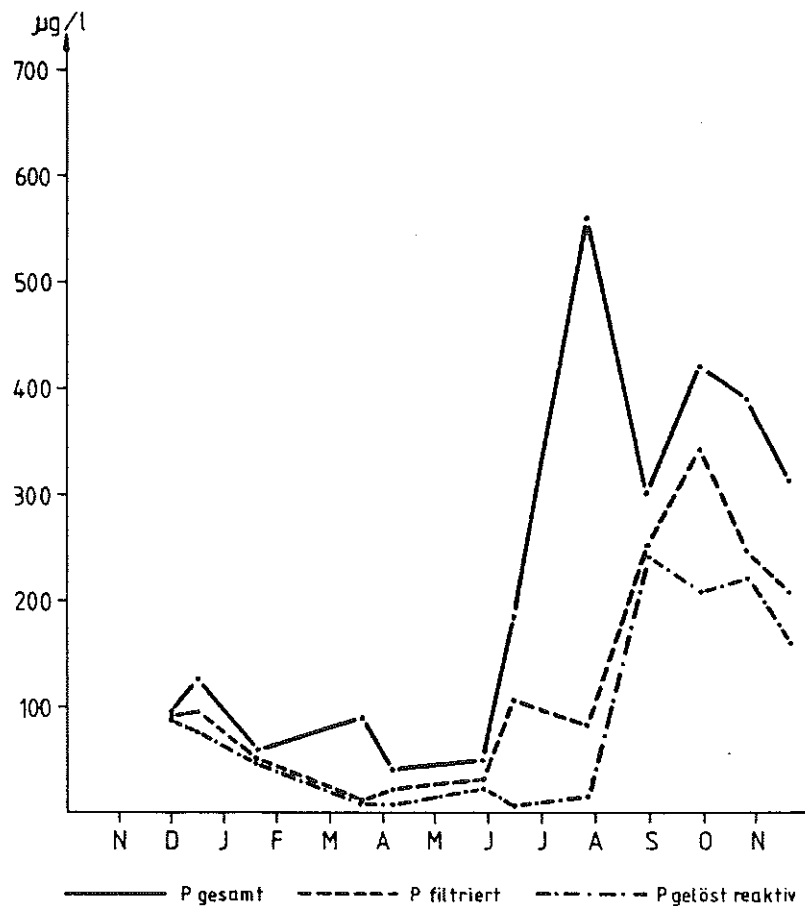


Abb. 10: Konzentration von verschiedenen Phosphorverbindungen (µg P/l) im Stendorfer See an der Oberfläche im Jahresgang 1982/83

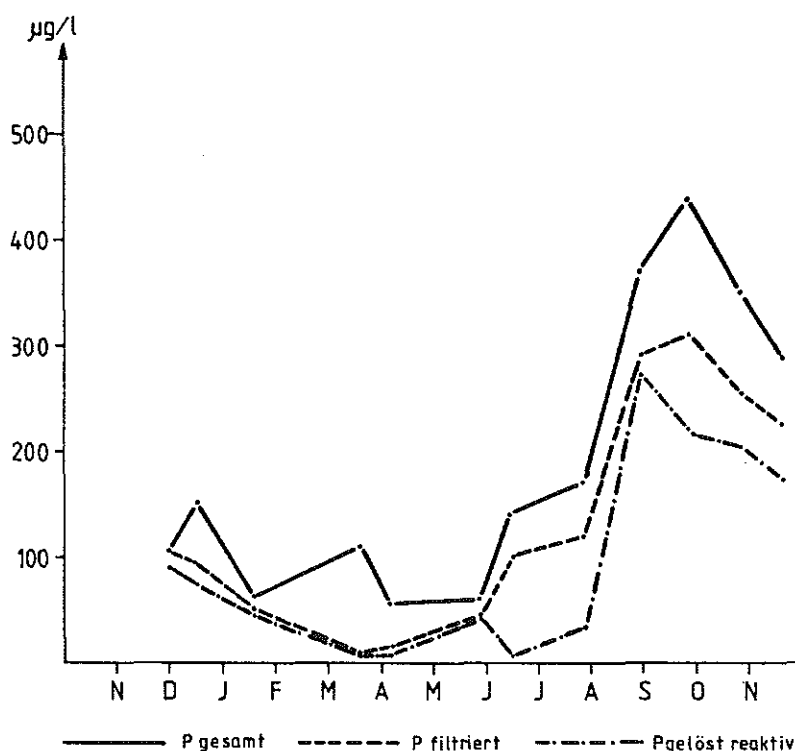


Abb. 11: Konzentration von verschiedenen Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) im Stendorfer See in 5 m Tiefe im Jahresgang 1982/83

Während im Winter und im März zwei kleinere Maxima der partikulären Substanz an der Oberfläche und in der Tiefe in gleichem Maße auftreten, erschöpft sich der Gehalt an gelöstem reaktiven Phosphat bis zum März fast vollständig.

Erst im Juli kommt es zu einer schwachen thermischen Schichtung, die bis Ende August andauert, und damit zu einem Phosphormaximum, das durch einen Anstieg der partikulären P-Anteile, ausgelöst wurde. Dieser Anstieg läßt sich auch an einer Erhöhung des Chlorophyll-a-Gehaltes verfolgen. Im August erfolgt eine drastische Verringerung des hohen partikulären Anteils bei gleichzeitigem Anstieg des gelösten reaktiven Phosphates. Gleichzeitig ist auch eine starke Abnahme der kondensierten P-Fraktion zu verbuchen.

In der Zeit der Schichtung erfolgt vermutlich gleichzeitig mit Einsetzen der Sauerstoffzehrung im Tiefenwasser eine verstärkte  $\text{PO}_4$ -Freisetzung aus dem Sediment. Mit einem Durchmischungsereignis, welches vermutlich im September stattfindet, werden die Phosphorgehalte an der Oberfläche und in der Tiefe einander angeglichen. In der Tiefe ist sogar der partikuläre Anteil höher. Entsprechend kommt es auch zu einer Verminderung des Chlorophyll-Anteils. Allerdings sei erwähnt, daß der starke Rückgang der partikulären P-Fraktion im August anhand der Chlorophyll-Messungen nicht nachvollziehbar ist.

Der  $\text{PO}_4$ -Rückgang mit der Durchmischung im September läßt sich sowohl mit einer Verdünnung des Tiefenwassers durch nährstoffärmeres Oberflächenwasser als auch durch erneute P-Bindung an das Sediment während der Sauerstoffzufuhr erklären.

#### Stickstoffverbindungen

Die Interpretation der gemessenen Stickstoffverbindungen ist aufgrund der ungewöhnlichen Ganglinien, die in allen Seen vergleichbar waren, nicht möglich. Eine zusammenfassende Betrachtung, alle Seen betreffend, findet sich im vergleichenden Kapitel 5.

#### 4.1.5 Chlorophyll a

Im Laufe des Frühjahrs steigt der Chlorophyll a-Gehalt bis Ende Mai zu einem Maximum von 26  $\mu\text{g/l}$  an (vgl. Abb. 12). Berichtigt man allerdings nicht für Phaeophytin, so liegt das Frühjahrs-Maximum bereits im April.

Im Juni zeichnet sich innerhalb von zwei Wochen ein starker Rückgang des Chlorophyll-Gehaltes mit gleichzeitiger Zunahme der Sichttiefe ab. Bei der nächsten Messung im Juli läßt sich ein enormer Biomasseanstieg verzeichnen. Das Sommermaximum der Algenentwicklung erfolgt in direktem Anschluß an den Zusammenbruch der Frühjahrsblüte. Ab Juli geht bis November der Chlorophyll-Gehalt kontinuierlich zurück, wobei ein extrem hoher Phaeophytingehalt in diesem letzten Untersuchungsmonat auftritt.

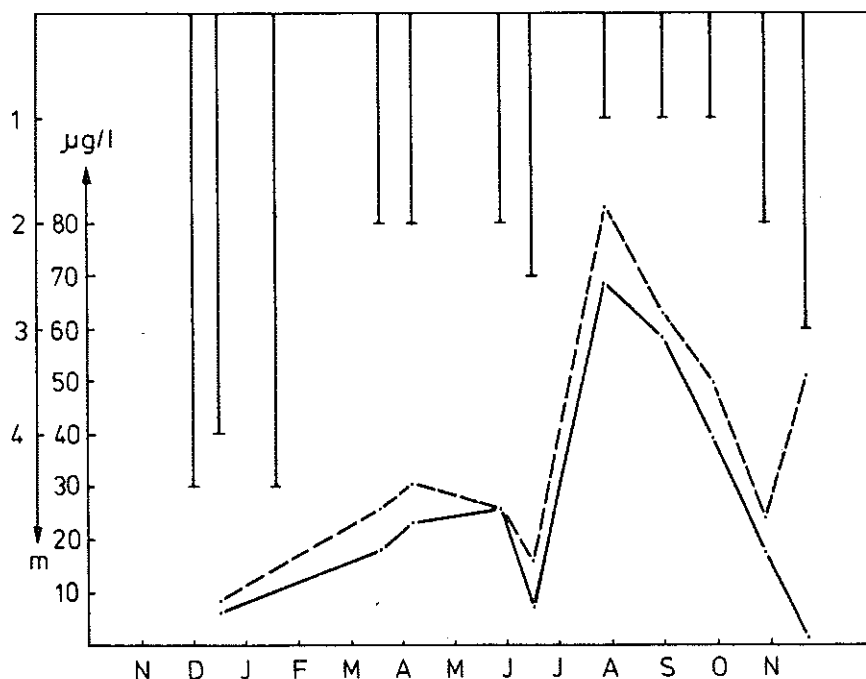


Abb. 12: Gehalt an Chlorophyll a ( $\mu\text{g/l}$ , —), an Chlorophyll a + Phaeophytin ( $\mu\text{g/l}$ , - - - -) sowie Sichttiefe (m) im Stendorfer See im Jahresgang 1982/83

#### 4.1.6 Planktonübersicht

##### Phytoplankton

Die Frühjahrsblüte setzt sich im wesentlichen aus Kieselalgen zusammen, wobei einige wenige Arten in gleichbleibender Dichte auch im übrigen Jahr gefunden werden. Dazu gehören Asterionella formosa, Fragilaria crotonensis, Melosira granulata und Stephanodiscus astraea.

Stephanodiscus zeigt den ganzen Winter über bis zum April hohe Zelldichten mit einer Massenentwicklung im März. Ab April wird diese Art in ihrer Massenentwicklung von Asterionella formosa abgelöst, die im April und Mai Massenentwicklung zeigt. Im Juni, während der Zeit des Chlorophyll-Minimums, steigt die Dichte von Fragilaria crotonensis sehr stark an, obwohl sie im Vormonat nicht nachweisbar war.

Aus der großen Gruppe der Grünalgen ist Pediastrum spec. zu erwähnen, welche das ganze Jahr über in geringer Zelldichte vorhanden ist. Viele Pediastrum-Arten sind benthisch oder periphytisch und gelangen im wesentlichen während der Zirkulationsphasen in den Wasserkörper. Ihr ganzjähriges Auftreten ist durch die polymiktischen Verhältnisse im See erklärbar.

Die Sommerblüte ab Juli wird fast ausschließlich von Blaualgen gebildet, die ab Mai erstmals in den Netzfängen auftauchen, und zwar gleichzeitig  $N_2$ -fixierende und nicht- $N_2$ -fixierende Arten. Es handelt sich hauptsächlich um Aphanizomenon spec. und Microcystis spec., obwohl auch Anabaena (nur im Juli in größerer Dichte) gefunden wurde. Während Anabaena und Aphanizomenon zur Stickstofffixierung imstande sind, ist Microcystis dazu nicht in der Lage und so auf die Zufuhr von Ammonium oder Nitrat aus dem Wasser angewiesen.

Als weitere Art, die auffällig zur Sommerblüte beiträgt, ist Ceratium hirundinella aus der Gruppe der Dinoflagellaten mit einem Verbreitungsmaximum im August zu erwähnen.

Als Arten, die auch im Herbst, Winter und zeitigen Frühjahr in geringer, aber stabiler Dichte erhalten bleiben, sind Microcystis bei den Blaualgen, Asterionella formosa, Fragilaria crotonensis, Melosira granulata und Stephanodiscus astraea bei den Kieselalgen und Pediastrum bei den Grünalgen zu nennen.

### Zooplankton

Von November bis März ist der relative Rotatorienanteil am Gesamtplankton sehr niedrig und steigt im April auf über 60 % der Gesamtindividuenzahl. Im Juni kommt es zu einem Rückgang und von Juli bis August zu einem erneuten Maximum, diesmal mit über 90 % der Individuen.

Während im Herbst und Winter Keratella cochlearis die dominante Rotatoriengruppe darstellt, wird das Aprilmaximum im wesentlichen von Filina terminalis, Synchaeta tremula und in geringerem Maße von Keratella quadrata gebildet. Das Augustmaximum wiederum wird ausschließlich von

Keratella cochlearis hervorgerufen, während im Juli noch Notholca labis und Pompholyx sulcata daran Anteil haben. Im September dagegen sind neben Keratella noch Asplanchna priodonta und Filinia longiseta am Rotatorienplankton beteiligt.

Das Crustaceenmaximum liegt in den Wintermonaten. Von November 1982 bis Januar 1983 stellen Daphnia galeata, Bosmina coregoni und Eudiaptomus graciloides um 80 % des Anteils der Crustaceen-Individuen am Gesamtplankton. Ab März geht der Crustaceen-Anteil zurück, aber der Zahlenanteil der Cyclops-Arten wird bedeutungsvoller. Während des Sommermaximums der Rotatorien im Juli ist Mesocyclops leuckarti die einzige zahlenmäßig bedeutende Crustaceen-Art.

Auf eine abschließende Bewertung des Stendorfer Sees wird an dieser Stelle verzichtet und auf das Kapitel Seen im Vergleich (Kap. 5) verwiesen.

#### 4.1.7 Schutzwürdigkeit

Da die Erholungsnutzung am Stendorfer See sich fast ausschließlich auf die Badestelle am Ostufer nördlich der Schwentine beschränkt und die Ufer außer im Osten schlecht zugänglich sind, existiert ein geschlossener Röhrichtstreifen rund um den See. Erwähnenswert ist auch das Vorhandensein eines 10 - 20 m breiten Erlen-Weidensaumes an den langen Strecken des Ost- und Westufers, wo das Hinterland als Acker- oder Weideland genutzt wird. Ein solcher Streifen bietet einen gewissen Schutzeffekt vor Nährstoffeintrag aus den umgebenden Flächen.

Als ökologisch bedeutende Fläche kann die gesamte südliche Bucht zwischen Schwentinemündung bis hin zu dem mäßig feuchten Erlenbruch im Südwesten betrachtet werden. Die Bucht ist bevorzugter Aufenthaltsort für Wasservögel, und das ausgeprägte Verlandungsgebiet ist ein geeigneter Brutplatz. Die Bedeutung der Bucht steigt durch die vielfältige Gliederung des Hinterlandes mit kleinen feucht-nassen Erlenbruchwäldern, Weidenbuschsäumen, Großseggenriedern und extensiv genutzten Feuchtwiesen.



Besondere Beachtung muß in diesem Zusammenhang einem Fischteich südöstlich des Stendorfer Sees zukommen, dessen Ablauf in die südliche Bucht mündet. Die Unterhaltung dieses Grabens sollte möglichst so erfolgen, daß keine Vertiefung und damit Entwässerung in den Großseggenriedern erfolgt.

#### 4.2 Sibbersdorfer See

Nachdem die Schwentine - in ihrem Lauf begradigt - die Strecke zwischen Stendorfer See bis Sibbersdorfermühle in einer weiten Talaue zurückgelegt hat, windet sie sich auf den letzten beiden Kilometern vor der Mündung in den Sibbersdorfer See zwischen den Moränenzügen im Osten entlang.

##### 4.2.1 Morphometrie und Hydrometrie

Der See entspricht in der Größe von 0,55 km<sup>2</sup> in etwa dem Stendorfer See. Seine Form ist jedoch eher rundlich mit ausgeprägterer Buchtenbildung, so daß sich eine Uferentwicklung von 1,4 ergibt. Das Gesamteinzugsgebiet ist mit 31,8 km<sup>2</sup> fast doppelt so groß wie das des Stendorfer Sees, was durch die kaskadenartige Staffelung der Einzugsgebiete der durch die Schwentine verbundenen Seen bedingt ist. Die Einzugsgebiete der flußabwärts gelegenen Seen beinhalten nämlich jeweils die davor liegenden Gebiete. Das Niederschlagsgebiet des Sibbersdorfer Sees setzt sich aus folgenden Teileinzugsgebieten zusammen:

Stendorfer See  
Sagauer See  
und Sibbersdorfer See.

Das direkte Seeneinzugsgebiet beider Seen ist dagegen mit Werten um 6 km<sup>2</sup> nahezu identisch. Es wird größtenteils als Acker- oder Weideland genutzt.

Die mittlere Tiefe des Sibbersdorfer Sees ist mit 3,4 m etwas geringer als die des Stendorfer Sees. Die theoretische Wassererneuerungszeit beträgt 0,17 Jahre, d.h., es findet etwa alle zwei Monate ein Wasseraustausch statt.

Die charakteristischen Daten des Sees sind in Tab. 15 aufgeführt.

Tab. 15: Charakteristische Daten des Sibbersdorfer Sees

|                                                                              |                                             |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Topographische Karte (1: 25.000)                                             | : 1829                                      |
| Flußsystem                                                                   | : Schwentine                                |
| Kreis                                                                        | : Ostholstein                               |
| Gemeinde                                                                     | : Eutin                                     |
| Lage des Einzugsgebietes                                                     |                                             |
| Rechtswert                                                                   | : 401040 - 441840                           |
| Hochwert                                                                     | : 600226 - 601000                           |
| Größe des oberirdischen Einzugs-<br>gebietes                                 | : 31,8 km <sup>2</sup>                      |
| Höhe über NN                                                                 | : 26,9 m                                    |
| Niedrigster Wasserstand in der Zeit<br>von Nov. 1982 - Okt. 1985 am 2.5.1984 | : 26.68 m ü. NN                             |
| Höchster Wasserstand in der Zeit<br>von Nov. 1982 - Okt. 1985 am 5.4.83      | : 27.19 m ü. NN                             |
| Seeoberfläche (Ao)                                                           | : 0,55 km <sup>2</sup>                      |
| Mittlere Tiefe                                                               | : 3,4 m                                     |
| Maximale Tiefe                                                               | : 5,8 m                                     |
| Volumen (V)                                                                  | : 1.91 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>     |
| Gesamtlänge der Uferlinie (U)                                                | : 3,8 km                                    |
| Uferentwicklung (Ue)                                                         | : 1,4                                       |
| Umgebungsarealfaktor                                                         | : 57,8                                      |
| Volumen zur Uferlänge (V/U)                                                  | : 0,5 m <sup>3</sup> x 1000 m <sup>-2</sup> |
| Theoret. Wassererneuerungszeit                                               | : 0,17 a<br>(= 590 % a <sup>-1</sup> )      |
| Schindlers Index (Niederschlags-<br>gebiet : Seevolumen)                     | : 16,6 m <sup>2</sup> x m <sup>-3</sup>     |

#### Flächenaufteilung

Der Sibbersdorfer See liegt nördlich des Großen Eutiner Sees und daher in direkter Nachbarschaft eines erschlossenen Erholungsgebietes, aber dennoch abseits der überörtlichen Verkehrsanbindung, ist also für den Individualverkehr nicht erschlossen und somit für den Fremdenverkehr nicht von Bedeutung. Stattdessen ist die direkte Umgebung des





Luftbild des Sibbersdorfer Sees  
Aufnahmedatum: 9.8.1983  
Freigegeben durch L. A. H. Nr. 870/83



Sibbersdorfer Sees stark durch landwirtschaftliche Nutzung geprägt. Insgesamt werden 77 % der Uferlinie von landwirtschaftlichen Flächen gesäumt, davon etwa 2/5 als Ackerflächen am Süd- und Nordufer. Im Westen (Schwentineablauf) und Osten (Schwentinezufuß) dagegen grenzt intensiv beweidetes Grünland an den See.

Nur auf einer schmalen Uferstrecke im Südosten des Sees grenzen der Staatsforst Eutin und private Nadelholzaufforstungen ans Ufer. Auf der Landzunge im Nordwesten des Sees befinden sich mächtige Buchen/Eichen-Altbestände und im Nordosten grenzt ein schmaler Schwarzpappelstreifen ans Ufer. Insgesamt werden nur 13 % der gesamten Uferlinie von forstlichen Flächen eingenommen.

Die einzige direkt am See liegende Ortschaft ist Sibbersdorf im Osten mit ca. 150 Einwohnern, einschließlich mehrerer Einzelhäuser im Südosten, die direkten Zugang zum See haben, und einer Großgärtnerei im Norden, so daß sich ein Anteil der besiedelten Fläche von 11 % ergibt. Im Westen liegt Fissau mit seiner Neubausiedlung Sandfeld, die sich von Süden her bis auf 250 m an das Ufer angenähert hat.

Wie der Uferbereich selbst, ist das gesamte direkte Einzugsgebiet des Sees mit Ausnahme von kleinen Waldflächen im wesentlichen landwirtschaftlich, und zwar zum größten Teil ackerbaulich genutzt.

#### 4.2.2 Vegetation im Uferbereich

##### Röhrichte

Obwohl die Ufer des Sibbersdorfer Sees relativ flachscharig sind, ist der Röhrichtgürtel nur relativ schmal und lückenhaft ausgebildet.

Durch intensive Beweidung von Schafen und Kühen fast am gesamten See mit Ausnahme der bebauten Parzellen und des Nordufers hat die Ufervegetation durch Viehvertritt und Viehverbiß starke Veränderungen erfahren. Teilweise verlaufen die Weidezäune im Wasser, um den See direkt als Tränke zu nutzen. Das Ostufer ist in der Folge weitgehend ohne Bewuchs.

In den durch Beweidung unbeeinflussten Uferbereichen im Südosten und Norden und entlang des Ufers der 1 ha großen Möweninsel ist das Schilf die Leitform des Röhrichts. Am Westufer dagegen haben sich Pflanzen-Gemeinschaften mit Teichbinse, Rohrkolben und Kalmus (Schoenoplectus lacustris, Typha angustifolia, Acorus calamus) ausgebildet. Am Südufer kommt vor allem Rohrglanzgras (Phalaris arundinacea) zusammen mit der Scharfen Segge (Carex acutiformis) vor. Am Schwentineausfluß im Südosten sind dagegen Schilf und Rohrkolben die vorherrschenden Arten.

Der Schilfgürtel in der kleinen nordwestlichen Bucht erreicht mit 15 m die größte Röhrichtbreite am See überhaupt. Seewärts ist eine ausgedehnte Schwimmblattzone mit Weißer Seerose und Gelber Teichrose (Nymphaea alba und Nuphar luteum) vorgelagert, während sich landeinwärts ein Großseggenried mit flächenhaft ausgeprägtem Kleinseggenrasen anschließt. Dort kommen auch die gefährdeten Arten Fieberklee (Menyanthes trifoliata), Sumpfdreizack (Triglochin palustre), Fadenbinse (Juncus filiformis) und Sumpffarn (Thelypteris palustris) vor. Somit handelt es sich um einen Uferbereich mit vollständig ausgeprägter Zonierung. Die Verlandungszone geht ohne Abgrenzung durch einen Weidezaun in Weideland über.

#### Bruchwälder

Am Sibbersdorfer See gibt es zwei kleine (je 1/2 ha) feuchtnasse Bruchwaldgebiete, und zwar an der Südseite der kleinen Bucht im Nordwesten des Sees und südlich des Schwentineausflusses. Das Nordufer ist von Schwarzerlen und Weiden gesäumt, im Nordosten folgt landwärts ein 20 bis 30 m breiter Schwarzpappelstreifen.

#### Submerse Makrophyten

Auch hier kann vom Fehlen der Unterwasservegetation ausgegangen werden mit Ausnahme eines winzigen Vorkommens von Zannichellia pallustris im Westen des Sees oberhalb des Schwentineablaufes.

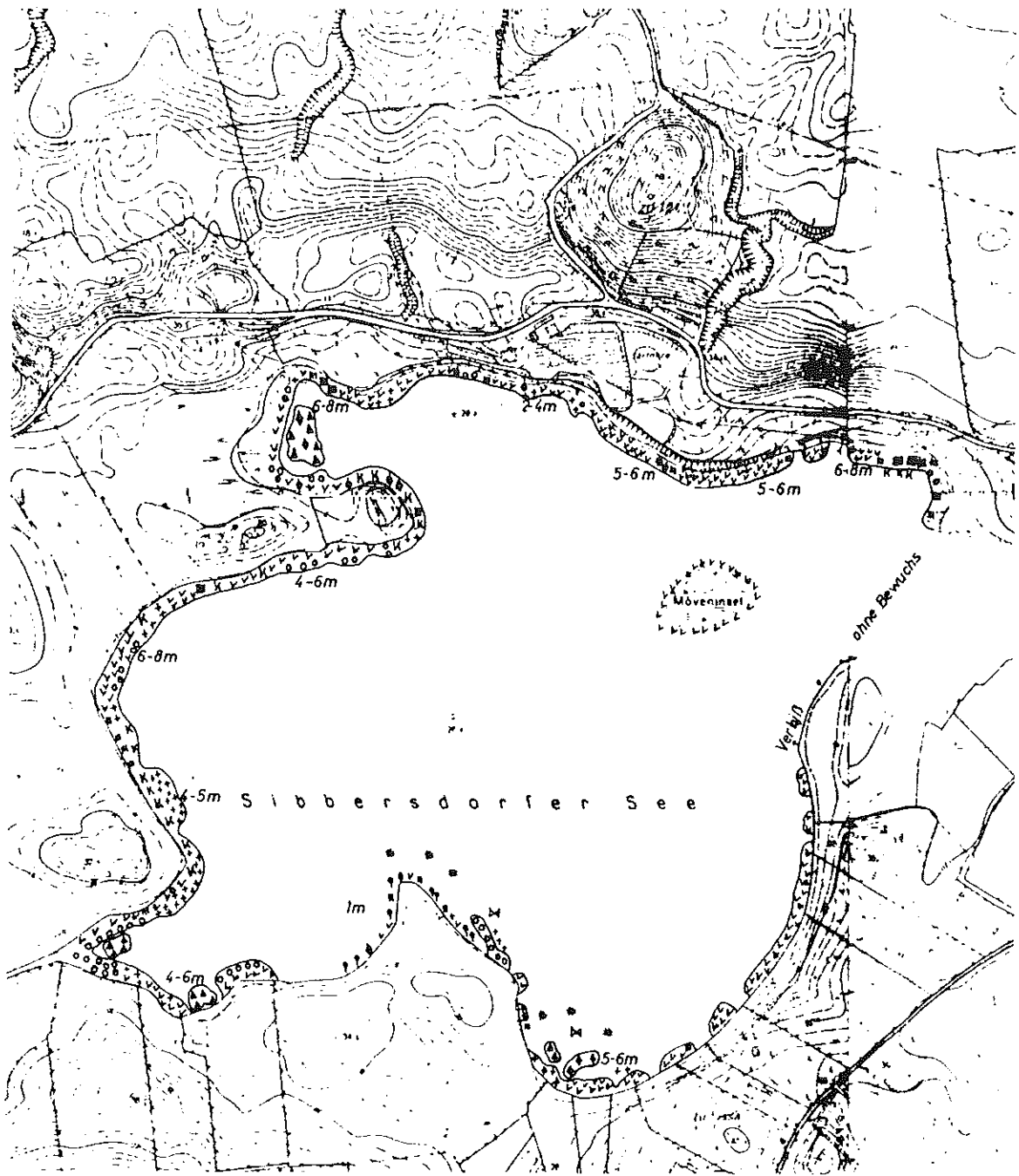


Abb. 13: Kartierung der Ufervegetation des Sibbersdorfer Sees, Legende siehe folgende Seite

|                          |         |                        |     |
|--------------------------|---------|------------------------|-----|
| Acorus calamus           | K K     | Potamogeton trichoides | Y Y |
| Alisma gramineum         | ♥ ♥     | Potamogeton zizii      | т т |
| Carex spsp.              | φ φ     | Poa palustris          | Y Y |
| Ceratophyllum demersum   | ✕ ✕     | Ranunculus circinatus  | ◎ ◎ |
| Chara spec.              | ^ ^     | Scirpus lacustris      | + + |
| Eleocharis palustris     | ↑ ↑     | Sparganium erectum     | ↗ * |
| Elodea canadensis        | ∞ ∞     | Sparganium ramosum     | ☐ * |
| Glyceria maxima          | III III | Sparganium spsp.       | * * |
| Iris pseudacorus         | ◇ ◇     | Stachys palustris      | S   |
| Juncus spsp.             | w w     | Typha angustifolia     | ○ ○ |
| Menyanthes spsp.         | M       | Typha latifolia        | ● ● |
| Myriophyllum spicatum    | λ λ     | Zannichellia palustris | ⋈ ⋈ |
| Nuphar luteum            | ▲ ▲     |                        |     |
| Nymphaea alba            | ◆ ◆     |                        |     |
| Phalaris arundinacea     | † †     |                        |     |
| Phragmites communis      | v v     |                        |     |
| Polygonum amphibium      | h h     |                        |     |
| Potamogeton crispus      | ‡ ‡     |                        |     |
| Potamogeton nitens       | xx xx   |                        |     |
| Potamogeton obtusifolius | ⊠ ⊠     |                        |     |
| Potamogeton pectinatus   | ‡ ‡     |                        |     |
| Potamogeton perfoliatus  | ‡ ‡     |                        |     |
| Potamogeton praelongus   | ↔ ↔     |                        |     |
| Potamogeton rubescens    | ✕ ✕     |                        |     |

#### 4.2.3 Fremdenverkehr

Wie schon erwähnt, liegt der Sibbersdorfer See im Schatten der erschlossenen Erholungsgebiete von Eutin. Seine Umgebung ist allein durch landwirtschaftliche Nutzung geprägt. Insgesamt werden von acht privaten Gastgebern in Sibbersdorf 44 Betten angeboten.

#### Wassersport

Aufgrund seiner geringen Größe ist der See zum Segeln ungeeignet. Auch Surfer werden nur vereinzelt beobachtet. Er wird im wesentlichen von Anglern befahren. Angelscheine werden vom Pächter vergeben. Uferangeln ist untersagt.

Am Nordufer östlich der Großgärtnerei, deren Gewächshäuser bis auf ca. 20 m an die Uferkante heranragen, gibt es eine kleine, nicht ausgewiesene Badestelle. Desweiteren besitzt der See nur sechs Stege. Ein Rundwanderweg in Ufernähe ist nicht vorhanden, so daß der See für die Öffentlichkeit nicht zugänglich und von Fremdenverkehrsnutzung weitgehend verschont geblieben ist.

#### 4.2.4 Physikalisch-chemische Beschaffenheit

##### Temperatur

Der Sibbersdorfer See zeigt prinzipiell die gleiche Temperaturcharakteristik wie der Stendorfer See, nur daß die Erwärmung im Frühjahr geringfügig schneller verläuft. Die Maximaltemperatur wurde im Juli mit 23.4 °C an der Oberfläche gemessen und liegt somit über der vom Stendorfer See.

Ab September kühlt sich die gesamte Wassersäule wieder gleichmäßig ab. Auch in diesem flachen See sind die Zirkulationsphasen nicht auf Herbst und Frühjahr beschränkt; die Schichtung ist nur während der wärmsten Phase im Sommer ausgebildet, wenn auch geringe Gradienten sich früher einstellen und länger aushalten als im Stendorfer See.

Im Winter ist jedenfalls keine inverse Schichtung zu erkennen, weshalb der See allenfalls als monomiktisch zu bezeichnen ist, wenn man die sommerliche Schichtung von Juni bis September als stabil ansieht.



### Sichttiefe

Der Untersuchungsbeginn im Herbst ist wie im Stendorfer See durch eine Sichttiefe von 4.5 m charakterisiert (Abb. 14). Im weiteren Verlauf des Jahres geht die Sichttiefe in zwei großen Schüben bis auf 1 m zurück. Die Messung im März zeigt noch 2.5 m Sichttiefe, die sich bis zum Juni hält. Bis Anfang August erfolgt dann durch die sommerliche Algenproduktion des Sees eine weitere Abnahme bis auf 1 m. Erst ab November ist wieder ein geringer Anstieg der Sichttiefe zu verzeichnen.

Die Sichttiefenaufzeichnung bei diesem See zeigt sehr deutlich, daß eine Aussage über die Produktionsspitzen im Jahresverlauf bei einem zeitlichen Abstand von teilweise zwei Monaten ohne die Aufnahme weiterer Parameter für die Primärproduktion wie Chlorophyllgehalt oder Sauerstoffmessung keinerlei Aussagekraft besitzt.

### pH-Werte und elektrische Leitfähigkeit

Wie im Stendorfer See ist der Dezember nach der vollendeten Herbstzirkulation von einem starken Abfall des pH-Wertes (von 8.8 auf 7.8) und einem gleichzeitigen Anstieg der Leitfähigkeit von 414 auf 487  $\mu\text{S} \times \text{cm}^{-1}$  gekennzeichnet (s. Kap. 9 Datenanhang).

Das erste Produktionsmaximum im März ist nur durch einen leichten pH-Anstieg markiert, während April, Mai und Juni sich durch gleichbleibende pH-Werte (vgl. auch gleichbleibende Sichttiefe) auszeichnen. Das nächste Produktionsmaximum wird mit einem pH-Wert von 9.2 im August erreicht - entsprechend fällt die Leitfähigkeit ab, um im Oktober mit beginnender Herbstzirkulation und fallendem pH-Wert wieder anzusteigen.

Der pH-Wert in der Tiefe verläuft bis einschließlich Mai parallel zu der Entwicklung an der Oberfläche, allein die Abnahme der Leitfähigkeit während des Produktionsmaximums im März ist in der Tiefe stärker ausgeprägt. Im Juni und Juli ist im Gegensatz zur Oberfläche eine Abnahme des pH-Wertes zu verzeichnen, was auf verstärkter Remineralisierung und Kalkrücklösung während der kurzen Schichtungsperiode beruht. Erstaunlicherweise steigt schon im August wieder der pH-Wert, obwohl die

thermische Schichtung noch andauert. In der Tiefe verläuft der Anstieg beständig bis zum November, wo das Jahresmaximum mit  $\text{pH} = 9.1$  erreicht wird.

Der Jahresmittelwert der elektrischen Leitfähigkeit beträgt im Sibbersdorfer See  $459 \mu\text{S} \times \text{cm}^{-1}$ .

### Sauerstoff

Die Sauerstoffverhältnisse im Sibbersdorfer See (Abb. 14 + 15) zeigen grundsätzlich den gleichen Verlauf wie im Stendorfer See.

Nach der Herbstzirkulation liegt ein Sauerstoffdefizit in der gesamten Wassersäule vor, welches sich bis zur Eisbedeckung im Februar ausgeglichen hat. Das erste Maximum der Übersättigung liegt mit 111 % im März und dehnt sich auf die ganze durchmischte Wassersäule aus. Bis Ende Mai sind dann in der gesamten Wassersäule ausgeglichene Sauerstoffverhältnisse vorhanden.

Die Temperaturschichtung bleibt bis Anfang September, mit einem ganz kleinen Gradienten sogar bis Oktober erhalten. Während sich an der Oberfläche wachsende Sauerstoffübersättigungen aufbauen, erfährt die Tiefe ein Sauerstoffdefizit von 48 % Sättigung im Juli, welches sich aber Mitte August schon wieder ausgeglichen hat. Zu diesem Zeitpunkt existiert an der Oberfläche ein Maximum von 220 % Sauerstoffsättigung. Die Sauerstoffsättigung ab August in der Tiefe läßt sich entweder durch Eintrag von Sauerstoff von der Oberfläche oder durch Sauerstoffproduktion einer Blaualgenpopulation erklären, die sich bei den geringen Lichtintensitäten in 4 m, jedoch mit guter Nährstoffversorgung entwickeln kann. Die zweite Erklärung erscheint aufgrund der im September stark ansteigenden Chlorophyllwerte und der andererseits noch vorhandenen thermischen Schichtung sinnvoller.

Ab Oktober bewegen sich die Sauerstoffwerte leicht über dem Bereich der Sättigung, im November ist die Wassersäule mit 111 % Sättigung ausgeglichen, die Herbstzirkulation ist vollzogen.

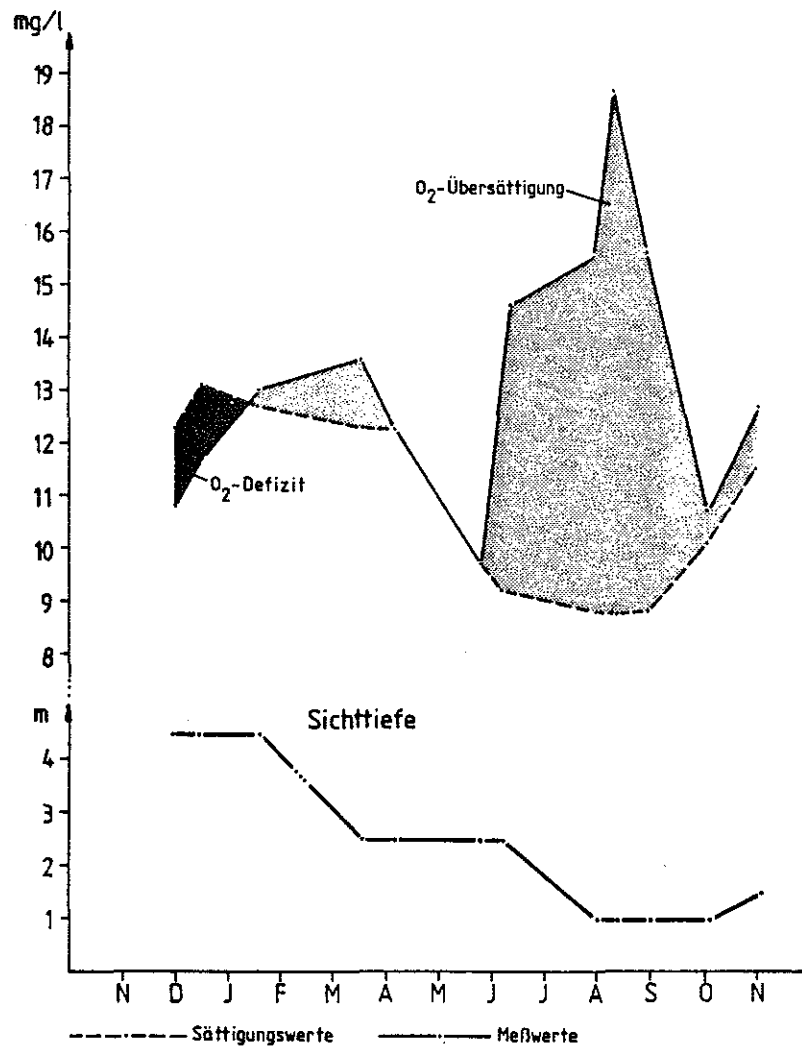


Abb. 14: Sauerstoffgehalt (mg/l) im Sibbersdorfer See an der Oberfläche, Sauerstoffgehalt bei 100 % Sättigung sowie O<sub>2</sub>-Defizit bzw. -Übersättigung und Sichttiefe (m) im Jahresgang 1982/83

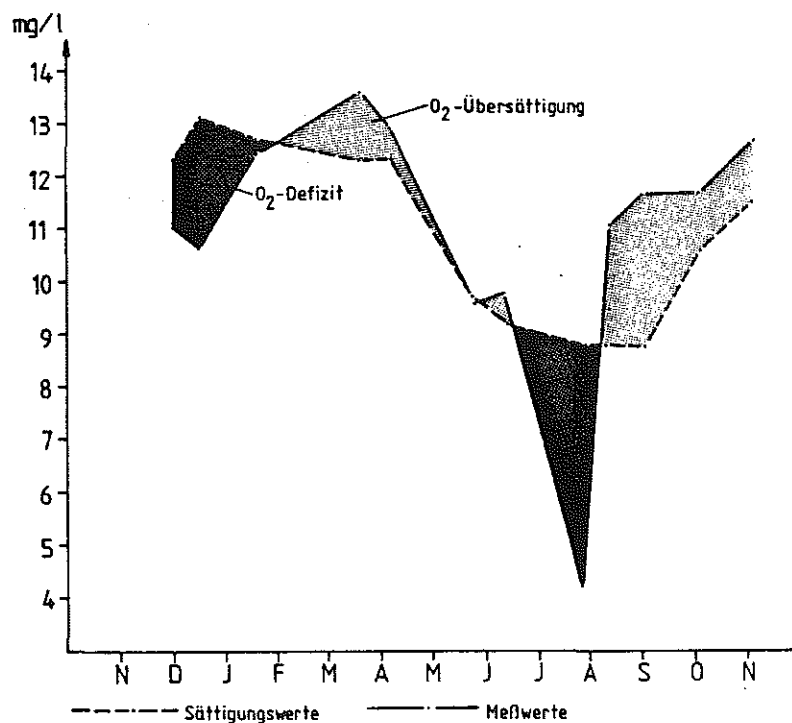


Abb. 15: Sauerstoffgehalt (mg/l) im Sibbersdorfer See in 4 m Tiefe, Sauerstoffgehalt bei 100 % Sättigung sowie  $O_2$ -Defizit bzw. -Übersättigung im Jahresgang 1982/83

### Phosphorverbindungen

Zu Beginn der Untersuchungen nach der Herbstzirkulation Ende November liegt der gesamte vorhandene Phosphor als reaktives gelöstes Phosphat (SRP) in einer Konzentration von  $165 \mu\text{g/l}$  vor (Abb. 16 u. 17). Schon im Dezember ist der SRP-Anteil zugunsten der Neuproduktion partikulärer Substanz auf  $75 \mu\text{g/l}$  zurückgegangen. Diese baut sich im Januar wieder ab, und der SRP-Anteil steigt. Gleichzeitig ist dessen Konzentration an der Oberfläche höher als in der Tiefe, was auf eine sich aufbauende inverse Schichtung vor der Eisbildung im Februar schließen läßt.

Von März bis Juni verlaufen Oberflächen- und Tiefenkurven mit sehr geringem SRP-Gehalt parallel.

Ab Juni steigt der Anteil der partikulären Substanz im Zuge der Sommeralgenblüte kontinuierlich an. Dagegen bildet sich in der Tiefe schon ab Juli ein erstes Maximum mit steiler Steigung. Es könnte sich um Blaualgen handeln, die aufgrund ihres geringen Lichtbedürfnisses (bei der noch nicht vorhandenen Selbstbeschattung) sich zunächst in größerer Tiefe aufhalten, aufgrund der Nährstoffverhältnisse dort Konkurrenzvorteile haben und so das Maximum an der Oberfläche schon vorbereiten.

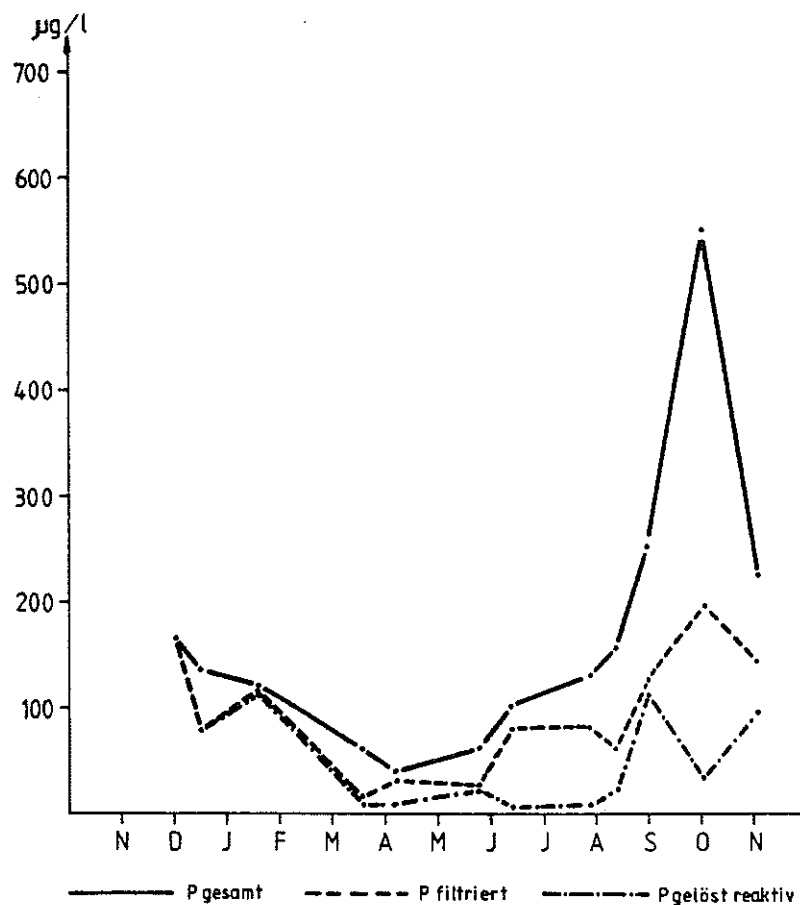


Abb. 16: Konzentration verschiedener Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) im Sibbersdorfer See an der Oberfläche im Jahresgang 1982/83

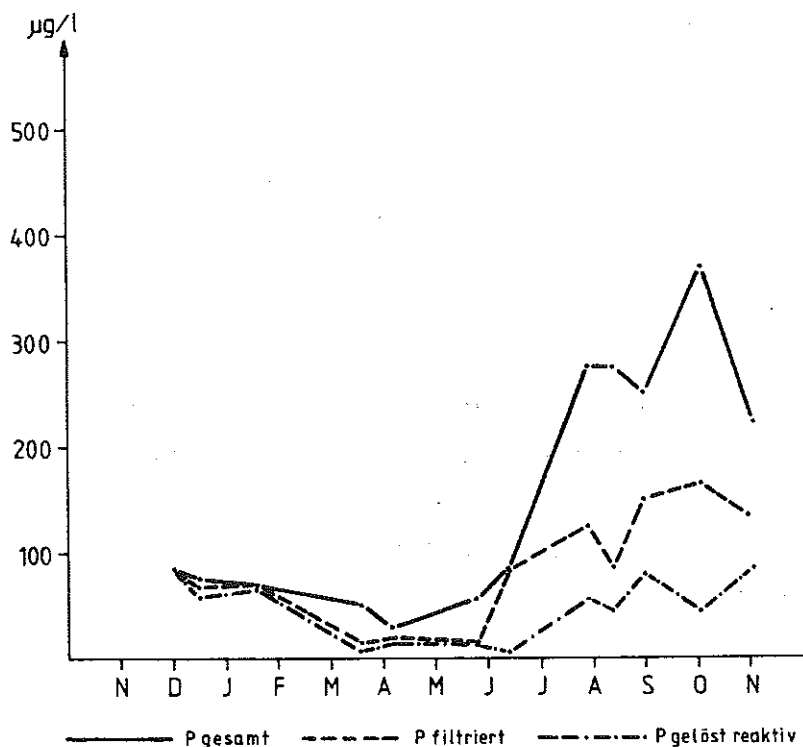


Abb. 17: Konzentration verschiedener Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) im Sibbersdorfer See in 4 m Tiefe im Jahresgang 1982/83

Weiterhin macht sich hier ein Zirkulationsereignis bemerkbar, welches schon im August eingetreten sein muß (vgl. Abb. 14 und 15) und die Algenbiomasse über die Wassersäule verteilt, was sich von den P-Anteilen der partikulären Substanz ableiten läßt. Nach dieser Durchmischung entwickelt sich bei hohen Wassertemperaturen und guter Phosphorversorgung an der Oberfläche ein Maximum der partikulären P-Verbindungen innerhalb eines Monats, welches sich auch in der Tiefe fortsetzt und einen Gesamtphosphorwert von  $550 \mu\text{g/l}$  hervorbringt.

Anfang September sind für die partikulären P-Verbindungen die Verhältnisse im gesamten See ausgeglichen. Dies bedeutet für die Tiefe einen Rückgang dieses Parameters und gleichzeitig eine Abnahme der Gesamtphosphorwerte. An der Oberfläche dagegen steigt Gesamtphosphor aufgrund des Anstiegs von gelöstem reaktiven Phosphor.

Auffallend ist, daß während des gesamten Sommers sich die Gehalte von SRP und kondensierten P-Verbindungen immer gegenläufig entwickeln.

Im November sind die Oberflächen- und Tiefenverhältnisse an P-Verbindungen wieder vollkommen ausgeglichen, die Biomasse (als P-part.) ist wieder zurückgegangen, ebenso der kondensierte Phosphor. Der SRP ist angestiegen.

#### 4.2.5 Chlorophyll a

Der Chlorophyll a-Verlauf (Abb. 18) in der ersten Jahreshälfte entspricht dem des Stendorfer Sees, obwohl die Konzentrationen insgesamt etwas niedriger sind. Im Juni kommt es ebenfalls zu einem Chlorophyll-Minimum, welches sich aber nicht in einer Erhöhung der Sichttiefe bemerkbar macht.

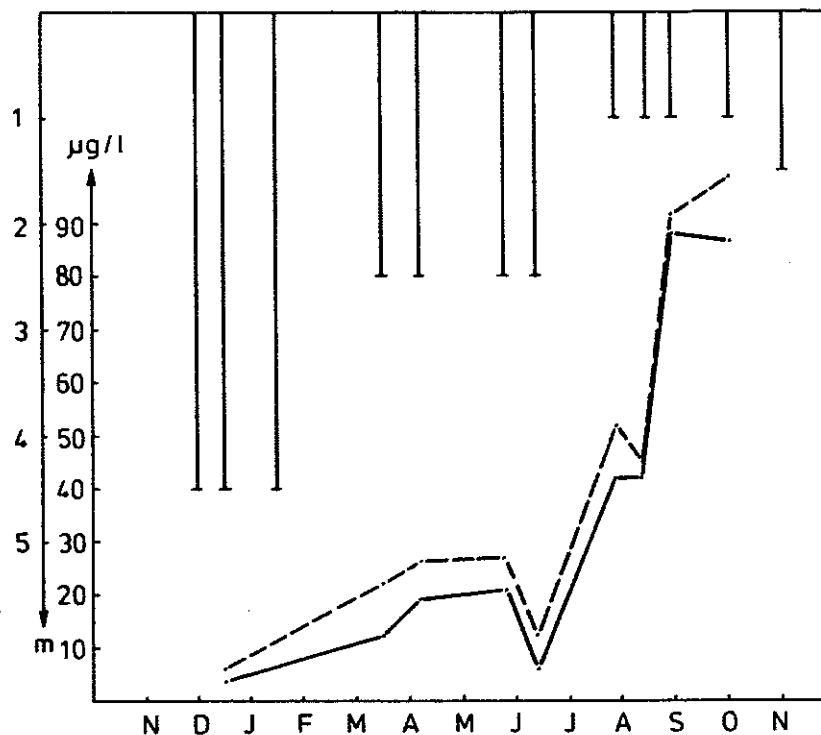


Abb. 18: Gehalt an Chlorophyll a ( $\mu\text{g/l}$ , —), an Chlorophyll a + Phaeophytin ( $\mu\text{g/l}$ , - - - - -) sowie Sichttiefe (m) im Sibbersdorfer See im Jahresgang 1982/83

Ab Juli steigen die Konzentrationen bis zu einem Maximum Anfang September von 88 µg/l Chl a. Im Oktober geht der Gehalt etwas zurück, wohingegen der Phaeophytingehalt stark ansteigt. Leider liegen vom November keine Chlorophyllwerte vor, so daß aus dem Jahresgang nicht ersichtlich wird, wie schnell die angehäuften Biomasse im Herbst sedimentiert und abgebaut wird.

#### 4.2.6 Planktonübersicht

##### Phytoplankton

In Übereinstimmung mit den Chlorophyll a-Gehalten lassen sich auch aufgrund der vorhandenen Algen eine Frühjahrs- und eine Sommerproduktionsphase unterscheiden.

Das Frühjahrsmaximum wird im wesentlichen von Kieselalgen bestimmt. Schon im Winter ist Stephanodiscus astraea in großer Dichte vorhanden und erreicht sein Verbreitungsmaximum im April. Ab Januar taucht Asterionella formosa auf, die sich mit ihrem Maximum von März bis Mai anschließt. Ab Mai wiederum entwickelt Fragilaria crotonensis größere Zelldichten und erreicht ihr Maximum wie auch im Sibbersdorfer See in der Zeit der geringsten Chlorophyll-Konzentration.

Melosira granulata ist das ganze Jahr über mit konstanter mäßiger Zelldichte nachzuweisen, entwickelt aber im Oktober ein Maximum ihrer Verteilung.

Bei den Blaualgen, die im wesentlichen an der Sommerblüte beteiligt sind, ist Microcystis das ganze Jahr über mit relativ großer Zelldichte im Winter vertreten. Aphanizomenon als stickstofffixierende Blaualge kommt schon ab Juni mit größeren Zelldichten an der Oberfläche vor, während Microcystis erst ab Juli stärker wird und bis November nachzuweisen ist.

Zu erwähnen bleibt noch, daß auch im Sibbersdorfer See ab Juni Dinophyceen, und zwar Ceratium hirundinella und Peridinium spec., während der Sommerblüte auftreten.



Die Grünalgen fallen während der Frühjahrsblüte der Diatomeen im wesentlichen aus. Eine Ausnahme macht Pediastrum spec., welches das ganze Jahr über in geringer Zelldichte nachzuweisen ist. Weiterhin zu erwähnen ist Pandorina morum, welche erst ab Mai regelmäßig nachzuweisen ist.

Im Sibbersdorfer See fällt auf, daß keine der vorkommenden Kieselalgenarten im September auftreten. Es kann sich dabei um inhibitorische Effekte handeln, die von den Blaualgen ausgehen und sich auf Diatomeen und Grünalgen auswirken und sowohl den Blaualgen als auch offensichtlich den Dinoflagellaten Selektionsvorteile verschaffen.

### Zooplankton

Der Sibbersdorfer See weist von den Schwentineseen das artenreichste Rotatorienplankton auf. Im Frühjahr kommt es je im April und im Juni zu zwei kleineren Maxima, die einen Rotatorienindividuenanteil von 65 % bzw. 69 % des Gesamtzooplanktons umfassen. Ein länger anhaltendes Maximum, welches erst im August einsetzt, erreicht Individuenanteile über 90 %. Die Rotatorienbiomasse am Gesamtzooplankton beträgt in der Sommerphase zwischen Juni und September 58 %. Selbst zum Ende der Untersuchung im November liegt der relative Rotatorienanteil noch über 50 %, was aber nicht nur durch vergleichbar höhere Rotatorienbiomasse, sondern auch durch geringere Crustaceen-Biomasse bedingt ist.

Wie auch beim Stendorfer See liegt der relative Individuenanteil der Crustaceen im Herbst und Winter zwischen Oktober 1982 und Januar 1983 weit über 80 %. Im wesentlichen sind Eudiaptomus graciloides und in geringerem Maße Daphnia galeata an diesem Maximum beteiligt. Ab Januar wächst der Anteil von Cyclops spp. Im April und Mai ist Daphnia galeata die dominante Art, wobei Daphnia hyalina im Mai einmalig einen Individuenanteil von 21 % am Crustaceenplankton erreicht. Ab dem August-Minimum gehen die Daphnia-Arten völlig zurück, Mesocyclops leuckarti bildet den wesentlichen Individuenanteil der verbleibenden Arten; ab September kommt in größerer Zahl Chydorus sphaericus und im November auch Bosmina longirostris dazu.

#### 4.2.7 Schutzwürdigkeit

Der Sibbersdorfer See liegt im Landschaftsschutzgebiet "Holsteinische Schweiz". Die Ufer waren überwiegend durch beweidetes Grünland geprägt, bis im Frühjahr 1983 ein Teil der Uferwiesen im Süden umgebrochen wurde. Die breiten flachen Uferbänke des Sees mit ausgeprägter Buchtenbildung bieten gute Voraussetzungen für die Ausbildung von Verlandungszonen. Beispiel einer voll erhaltenen Uferzonierung bietet die Bucht im Nordwesten. Voraussetzung für deren Erhaltung ist allerdings eine Abgrenzung landeinwärts zu den Weidegebieten mit Zäunen.

Durch die uneingeschränkte intensive Beweidung bis zur Wasserlinie hat das Ostufer seinen gesamten Uferbewuchs verloren, und im Westen konnten sich nur Ersatzgemeinschaften etablieren. Das Umbrechen einer Uferwiese im Süden des Sees erhöht die Gefahr der Einschwemmung von Düngemitteln in das ohnehin eutrophe Gewässer.

Die Uferwiesen und die ans Ufer grenzenden landwirtschaftlichen Flächen sollten nur extensiv genutzt oder ganz aus der Nutzung genommen werden, um eine Regenerierung der gesamten Ufervegetation in den Verlandungszonen in Richtung auf eine vollständige Zonierung zu bewirken. Der weitgehend von der Erholungerschließung unberührte See kann aufgrund seiner ornithologischen Bedeutung als Brut- oder Rastplatz und seiner ökologischen Funktion der Erhaltung von Lebensgemeinschaften und Lebensräumen bestimmter Pflanzen und Tiere im Sinne des § 16 LPfLegG dienen.

Für die Wasservögel hat der Sibbersdorfer See den Rang eines national bedeutenden Gewässers als Brut-, Rast- und Winterquartier. Auf der Möweninsel, die vom Pächter von Zeit zu Zeit gemäht wird, brüten ca. 500 Lachmöwenpaare. Weiterhin brüten am Sibbersdorfer See Schnatterenten, Tafelenten, Reiherenten, Schellenten, Flußseeschwalben, Haubentaucher und neuerdings einige Graugänse.

Neben der starken Beweidung sind die Uferbereiche des Sibbersdorfer Sees durch die jährliche Absenkung des Wasserspiegels im frühen Frühjahr aufgrund der Staubetätigung unterhalb des Großen Eutiner Sees, die sich bis zum Sibbersdorfer See zurücksetzt, beeinträchtigt. Bei dem flachen Ufer stellen sich über 50 cm breite trockengefallene Zonen mit jungen

Schilfsprößlingen ein.

Dies wirkt sich durch die Schmalbandigkeit der Vegetationszonen an hochproduktiven Seen und die Beanspruchung des Ufers durch Vertritt und Verbiß umso stärker auf die Belastung des Röhrichs aus. Durch eine erst kürzlich erfolgte Tieferlegung des Straßendurchlasses der Schwentine in Sandfeld wurden die Effekte der Wasserspiegelabsenkung des Großen Eutiner Sees auf den Sibbersdorfer See noch verstärkt.

#### 4.3 Großer Eutiner See

##### 4.3.1 Morphometrie und Hydrometrie

Der große Eutiner See erhält Zufluß von der Schwentine, nachdem sie Stendorfer und Sibbersdorfer See durchflossen hat. Allerdings liegen Zu- und Abfluß im nordwestlichen Teilbecken des Großen Eutiner Sees in der sogenannten Fissauer Bucht nur wenige Meter auseinander. Dieser Seeteil ist mit dem restlichen Seebecken nur durch einen schmalen Durchgang, der von einer Brücke überspannt wird, verbunden.

Während die Fissauer Bucht bis zur Badeanstalt maximal 4 m Tiefe erreicht, schließt sich nach einem Tiefenabfall in der Einschnürung zwischen den beiden Teilbecken im südöstlichen Hauptbecken ein Tief von maximal 16,2 m vor dem nördlichen Ufer an. Im südwestlichen Teil, der durch die Ortslage Eutin geprägt ist, liegen zwei Inseln. Nach Osten hin wird der See allmählich immer flacher und schmaler, so daß die Bucht vor der Redderkoppel nur noch 2,8 m Wassertiefe hat.

Der Einfluß der Schwentine dürfte durch die Einschnürung der Fissauer Bucht eingeschränkt sein, obwohl es sicherlich je nach Temperaturschichtung zu unterschiedlichen Strömungsverhältnissen kommen kann. Die relative Abtrennung der beiden Seeteile, einmal Fissauer Bucht im Nordwesten und Hauptbecken in Ost-West-Richtung, zeigt sich auch bei den Ergebnissen zum Wasserchemismus (s. Kap. 4.3.5). Insofern dürfte auch der theoretischen Wassererneuerungszeit für diesen See, insbesondere für das Hauptbecken, keine allzu große Bedeutung beigemessen werden.

Das Hauptbecken erhält im Westen im Bereich der Stadtlage weiteren Zufluß vom Kleinen Eutiner See, welcher völlig verrohrt durch das Stadt-



Luftbild des Großen Eutiner Sees  
Aufnahmedatum: 9. 8. 1983  
Freigegeben durch L. A. H. Nr. 870/83

gebiet von Eutin verläuft. Als weitere kleine Zuflüsse sind im Süden bzw. Osten zu nennen (von Ost nach West):

Schäfergraben

Zarnekauer Graben

Pulverbek

Die charakteristischen Daten des Großen Eutiner Sees sind in Tab. 16 aufgelistet.

Tab. 16: Charakteristische Daten des Großen Eutiner Sees

|                                                      |                                               |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Topographische Karte (1 : 25.000)                    | : 1829                                        |
| Flußsystem                                           | : Schwentine                                  |
| Kreis                                                | : Ostholstein                                 |
| Gemeinde                                             | : Eutin                                       |
| Lage des Einzugsgebietes                             |                                               |
| Rechtswerte                                          | : 440794 - 441546                             |
| Hochwerte                                            | : 599825 - 600372                             |
| Größe des oberirdischen Einzugsgebietes              | : 56,2 km <sup>2</sup>                        |
| Höhe über NN                                         | : 26,67 m                                     |
| Niedrigster Wasserstand von 1960 - 1985 im Aug. 1963 | : 26.34 m ü. NN                               |
| Niedrigster Wasserstand von 1960 - 1985 im Dez. 1966 | : 26.95 m ü. NN                               |
| Seeoberfläche (Ao)                                   | : 2,18 km <sup>2</sup>                        |
| Mittlere Tiefe                                       | : 5,1 m                                       |
| Maximale Tiefe                                       | : 16,2 m                                      |
| Volumen (V)                                          | : 11,18 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>      |
| Gesamtlänge der Uferlinie (U)                        | : 11,3 km                                     |
| Uferentwicklung (Ue)                                 | : 2,2                                         |
| Umgebungsarealfaktor                                 | : 25,8                                        |
| Volumen zur Uferlänge (V/U)                          | : 0,99 m <sup>3</sup> x 1.000 m <sup>-1</sup> |
| Theoretische Wassererneuerungszeit                   | : 0,56 a<br>( = 178 % a <sup>-1</sup> )       |
| Schindlers Index (Niederschlagsgebiet: Seevolumen)   | : 5,03 m <sup>2</sup> x m <sup>-3</sup>       |

### Flächenaufteilung

Die Ufer des großen Eutiner Sees sind zu 43 % bewaldet, 28 % der Uferlinie ist durch Bebauung und Besiedlung beeinflusst und 30 % der Flächen unterliegen landwirtschaftlicher Nutzung.

Das Bild des gesamten Nordufers wird von Waldbeständen des Eutiner Staatsforstes geprägt. Im Osten überwiegt der Nadelbaumanteil (Fichte), während der Mischwald im Westen zunehmend auch von Buchenaltbeständen geprägt ist. Im Süden liegt nur ein kleiner Buchen-Altbestand durchmischt mit Eichen und Eschen auf der Höhe von Pulverbeck.

Das Südwestufer wird von den Siedlungsflächen der Stadt Eutin begrenzt (27 % der Uferlinie). Nach Osten anschließend folgen landwirtschaftlich genutzte Flächen: neben kleineren Flächen, die als Ackerland genutzt werden, finden sich in Seenachbarschaft im wesentlichen Grünländereien, die nur in Pulverbeck und Redderkrug im Südosten durch Einzelbebauung unterbrochen werden.

Die Stadt Eutin mit ihrem über 13000 Einwohnern ist ein Mittelzentrum in Ostholstein und bildet den zentralen Siedlungskern direkt am See. Der Ortsteil Fissau mit nahezu 1500 Einwohnern erstreckt sich nordwestlich des Großen Eutiner Sees bis zum Kellersee. Deren Siedlung Sandfeld hat sich etwa in der Mitte des Nordufers dem Seeufer bis auf einen Waldsaum von ca. 100 m genähert. Das ehemalige Blindenheim Pulverbeck am Südufer besteht aus fünf Gebäuden und beherbergt 40 Bewohner, während am Redderkrug ca. 12 Häuser und der gleichnamige Hotelkomplex stehen.

Prinzipiell lassen sich am Großen Eutiner See großflächige Strukturbereiche abgrenzen: das Nordufer ist bewaldet, der Westteil besiedelt und das Südufer einschließlich des schmal auslaufenden Ostens im wesentlichen landwirtschaftlich extensiv genutzt.

#### 4.3.2 Vegetation im Uferbereich

##### Röhrichte

Das Nordufer des Großen Eutiner Sees besitzt auf seiner ganzen Länge einen geschlossenen Röhrichtgürtel, der unterhalb der Gieselershöhe im Bereich des alten Anlegers maximal 20 bis 25 m Breite erreicht. Als

Leitform ist das Schilf (Phragmites australis) anzugeben. Wasserseits ist stellenweise die Teich-Binse (Schoenoplectus lacustris) oder der schmalblättrige Rohrkolben (Typha angustifolia) vorgelagert. Ein weiterer sehr ausgedehnter Schilfbestand existiert in der Fissauer Bucht des Sees im Durchflußbereich der Schwentine, der landeinwärts in Groß- und Kleinseggenbereiche übergeht.

Am Südufer ist der Röhrichtgürtel dagegen lückig und schmal mit Ausnahme der Bucht östlich von Eutin, wo sich das Schilf nehrungsartig ins Wasser schiebt. Teilweise haben sich Ersatzgemeinschaften gebildet mit Arten, die als Stickstoffzeiger angesehen werden können, wie Großer Schwaden (Glyceria maxima), Scharfe Seege (Carex acutiformis) und Brennessel (Urtica dioica).

#### Schwimblattzonen

Die größte Schwimblattzone des Großen Eutiner Sees mit Weißer Seerose und Gelber Teichrose liegt am Westufer der Fissauer Bucht und setzt sich fort bis zum Durchflußbereich der Schwentine. Im übrigen See gibt es nur einige kleinere Bestände in windgeschützten Buchten am Nordufer und am östlichen Seeende. Der dort sich anschließende Verlandungsbereich mit Schilf und folgender Großseggenzone wird von dem See-Rundwanderweg durchschnitten.

#### Bruch- und Quellwälder

Das Nordufer wird von einem Schwarzerlengürtel gesäumt, der streckenweise feucht-nassen Bruchwaldcharakter annimmt und im östlichen Bereich dichten Unterwuchs aus Waldschachtelhalm (Equisetum sylvaticum) aufweist. Im Bereich der Fissauer Bucht erstreckt sich ein auf Torf stockender Schwarzerlenbestand nördlich der Schwentine. Das Seeufer wird im Westen dieser Bucht durch einen Schwarzerlenbestand vom Hinterland abgegrenzt. An den Erlensaum schließt sich extensiv genutztes Grünland mit Beständen des Knabenkrautes (Dactylorhiza majalis) landeinwärts an.

Nördlich des Bruchwaldes an der Schwentine liegt eine 2 - 3 ha große Sumpfdotterblumenwiese mit seltenen Arten wie Sumpfsterndmiere (Stellaria palustris) und Rasensegge (Carex cespitosa). Im Süden gibt es nur im Bereich der Mündung des Zarnekauer Grabens einen feuchten Erlenbruch.



Sonst säumen in der Bucht östlich von Eutin alte Eschen, Schwarzerlen und Baumweiden in Einzelreihen bis nach Pulverbeck das Ufer.

#### Submerse Makrophyten

Auch der Große Eutiner See entbehrt in großen Teilen jeglicher Unterwasservegetation. Lediglich im südöstlichen flachen Seeteil vor dem Redderkrug finden sich über mehrere Aufnahmeorte verteilt Bestände des Teichfadens Zannichellia palustris und im Osten anschließend Potamogeton pectinatus sowie Potamogeton perfoliatus.

Im übrigen See finden sich nur an einzelnen Stellen punktuelle Makrophytenvorkommen:

- Potamogeton pectinatus und Potamogeton perfoliatus gegenüber der Fasaneninsel am Südufer
- Potamogeton perfoliatus an der Landzunge am Nordufer, die die erste Bucht abgrenzt
- Zannichellia palustris südlich vom Hafen und im abgeschlossenen nordwestlichen Seeteil vor der Schwimmhalle.

Die Ergebnisse bezüglich der submersen Vegetation in den oben genannten Seen bezeugen einen hochgradig nährstoffbelasteten Zustand, in dem die Unterwasserpflanzen nicht mit dem Phytoplankton konkurrieren konnten. Nur die robustesten Arten wie Potamogeton pectinatus und Potamogeton perfoliatus konnten sich halten. Offensichtlich ist Zannichellia palustris, welche bei Ozimek unerwähnt bleibt, in diese Gruppe mit einzureihen.



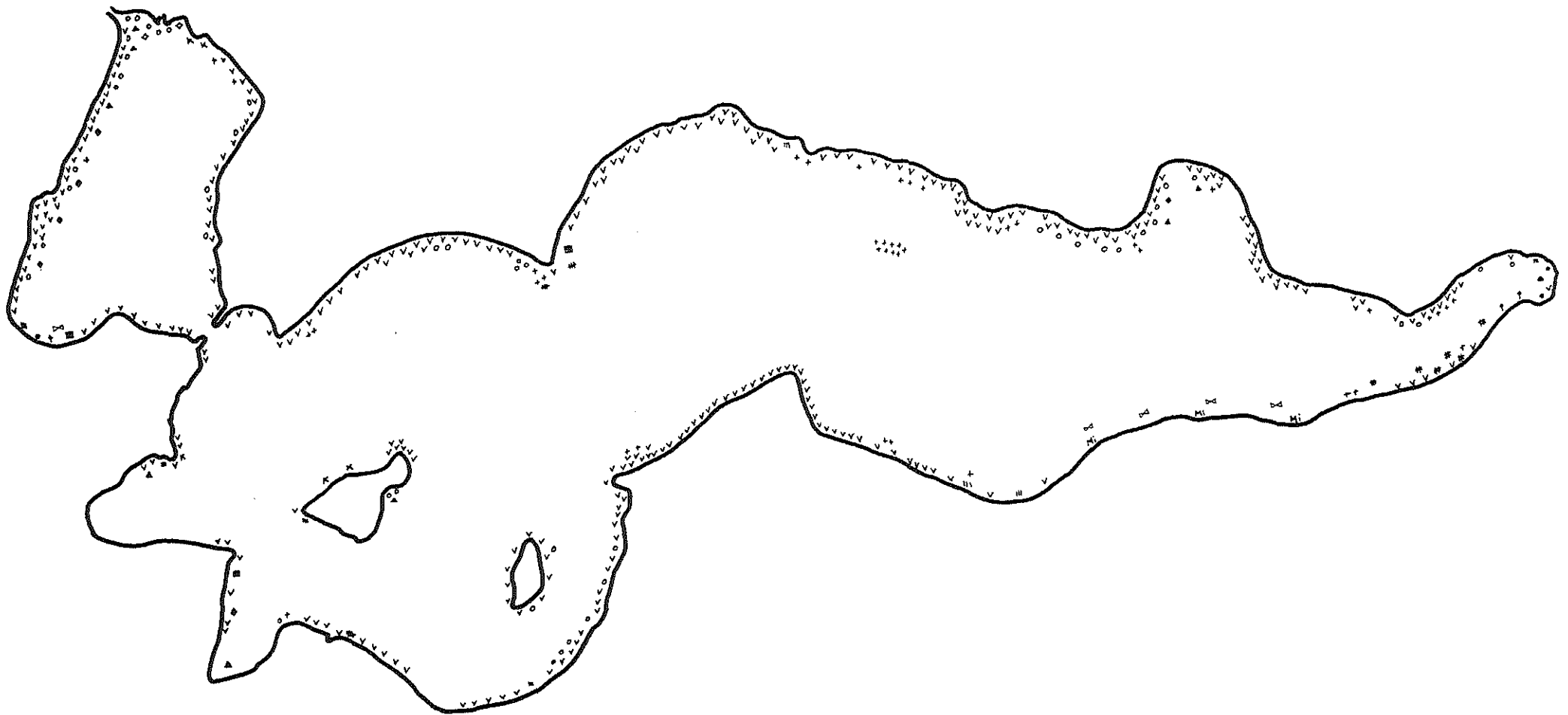


Abb. 19: Kartierung der Ufervegetation des Großen Eutiner Sees,  
Legende siehe folgende Seite

|                          |         |                        |     |
|--------------------------|---------|------------------------|-----|
| Acorus calamus           | K K     | Potamogeton trichoides | Y Y |
| Alisma gramineum         | ♥ ♥     | Potamogeton zizii      | Π Π |
| Carex spsp.              | Φ Φ     | Poa palustris          | Y Y |
| Ceratophyllum demersum   | X X     | Ranunculus circinatus  | ⊙ ⊙ |
| Chara spec.              | Λ Λ     | Scirpus lacustris      | + + |
| Eleocharis palustris     | ↑ ↑     | Sparganium erectum     | ↗ * |
| Elodea canadensis        | ∞ ∞     | Sparganium ramosum     | ☒ ☒ |
| Glyceria maxima          | III III | Sparganium spsp.       | * * |
| Iris pseudacorus         | ◇ ◇     | Stachys palustris      | S   |
| Juncus spsp.             | W W     | Typha angustifolia     | ○ ○ |
| Menyanthes spsp.         | M       | Typha latifolia        | ● ● |
| Myriophyllum spicatum    | X X     | Zannichellia palustris | ⋈ ⋈ |
| Nuphar luteum            | ▲ ▲     |                        |     |
| Nymphaea alba            | ◆ ◆     |                        |     |
| Phalaris arundinacea     | † †     |                        |     |
| Phragmites communis      | V V     |                        |     |
| Polygonum amphibium      | h h     |                        |     |
| Potamogeton crispus      | ± ±     |                        |     |
| Potamogeton nitens       | XX XX   |                        |     |
| Potamogeton obtusifolius | ☒ ☒     |                        |     |
| Potamogeton pectinatus   | ± ±     |                        |     |
| Potamogeton perfoliatus  | ≡ ≡     |                        |     |
| Potamogeton praelongus   | ↔ ↔     |                        |     |
| Potamogeton rubescens    | ✱ ✱     |                        |     |

#### 4.3.3 Fremdenverkehr

Der Große Eutiner See spielt aufgrund seiner landschaftlich reizvollen Umgebung und guten Erschließung eine große Rolle als Erholungsgebiet. Die Kreisstadt Eutin mit ihrem über die Stadtgrenzen bekannten kulturellen Angebot zieht im Gegensatz zu Malente im wesentlichen Wochenendausflügler und Kurzbesucher an. Im Jahr 1983 wurden über 120000 Übernachtungen registriert.

Der Große Eutiner See ist für den Individualverkehr gut erschlossen: seit 1978 gibt es einen Rundwanderweg um den See, der am Südufer auf weiten Strecken direkt an der Uferkante verläuft. Am Nordufer ist neben dem ausgewiesenen Weg im Wald ein Pfad am Ufer ausgetreten, so daß die meisten Uferbereiche des Sees direkt zugänglich sind. Im Stadtbereich gibt es zahlreiche Parkanlagen und Promenaden entlang des befestigten Ufers.

Als beliebte Einrichtung für den Urlauber gilt auch der saisonale Fährschiffbetrieb im 1.5 Stunden-Rhythmus, der die Stadt Eutin mit dem Redderkrug und der Fissauer Bucht verbindet.

#### Wassersport

Am Großen Eutiner See gibt es einen Angelverein mit 200 Mitgliedern, die zu 98 % Bootsangelei betreiben. Am Südufer sind weite Strecken für Uferangler als Angelzonen ausgewiesen, die meist von Kurzurlaubern genutzt werden und durch Vertritt und Schneisenbildung auf starke Frequentierung hinweisen.

Weiterhin gibt es einen Ruderverein mit 150 Mitgliedern und eine Seglervereinigung mit 260 Mitgliedern, der je 45 Wasserliegeplätze zur Verfügung stehen.

#### Badestellen

Direkt hinter der Fußgängerbrücke am Ostufer der Fissauer Bucht liegt eine Freibadeanstalt; eine weitere ausgewiesene Badestelle liegt am östlichen Südufer unterhalb des Redderkruges. Darüber hinaus gibt es kleine wilde Badezugänge am Nord- und Südufer.

#### 4.3.4 Physikalisch-chemische Beschaffenheit

##### Temperatur

Die drei Meßstellen des Großen Eutiner Sees zeigen entsprechend ihrer Lage unterschiedliches Temperaturverhalten. Während die Meßstelle 55-012-5.2 in der Fissauer Bucht nach Temperatúrausgleich im November gegen Mitte Dezember eine inverse Schichtung aufgebaut hat, haben die beiden anderen Stationen zu diesem Zeitpunkt gleiche Temperatur in der gesamten Wassersäule. Das besondere Verhalten der Meßstelle in der Fissauer Bucht läßt sich wahrscheinlich durch den Einfluß der Schwentine erklären. Aufgrund der niedrigen Außentemperaturen hat das Fließwasser eine schnellere Abkühlung auf Werte unter 3 °C als der See erfahren und schichtet sich über dem mit 3,2 °C etwas wärmeren und dichteren Seewasser oberflächlich ein.

Die zweite Meßstelle (55-012-5.3) liegt an der tiefsten Stelle des Sees und entwickelt keine inverse Schichtung. Bis zum Januar bleibt die Wassersäule voll durchmischt (Abb. 20). Ab März fängt bereits die Ausbildung der sommerlichen Schichtung an, die sich bis zu einem Maximum im August beständig weiter aufbaut. Dagegen stellt sich durch die Ausgleichswirkung der Schwentine in der Fissauer Bucht erst ab Juni eine Schichtung ein, die ebenfalls im August ihr Maximum erreicht, jedoch nur mit 2 °C Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und Tiefe.

Die Meßstelle 55-012-5.4 im östlichen Seeteil zeigt aufgrund der geringen Tiefe ebenfalls eine schwächer ausgeprägte Schichtung (Abb. 21). An allen drei Seemeßstellen bricht gegen Ende September die thermische Schichtung zusammen. Nur an der tiefsten Stelle bleibt ein winziger Dichtegradient bis November erhalten.

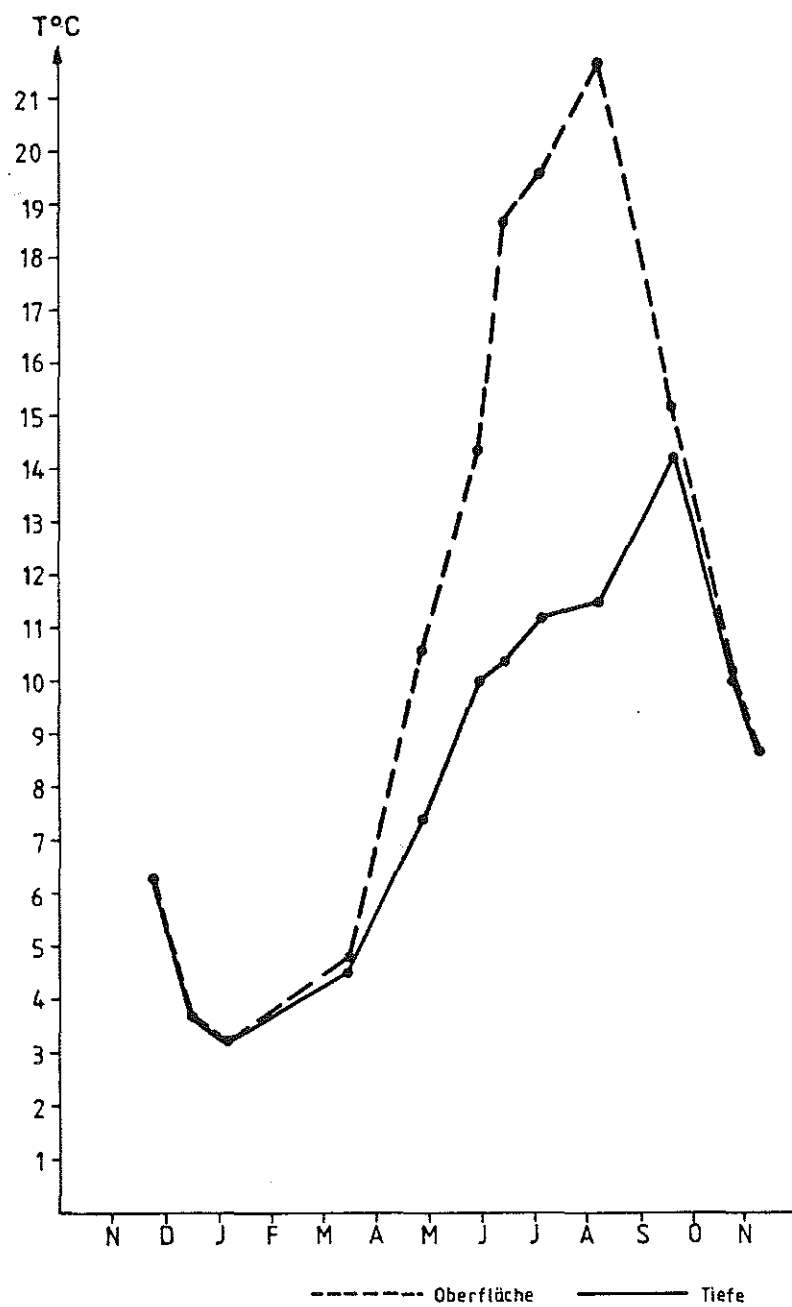


Abb. 20: Temperatur (°C) an der Oberfläche bzw. in 15 m Tiefe an der tiefsten Stelle des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.3)

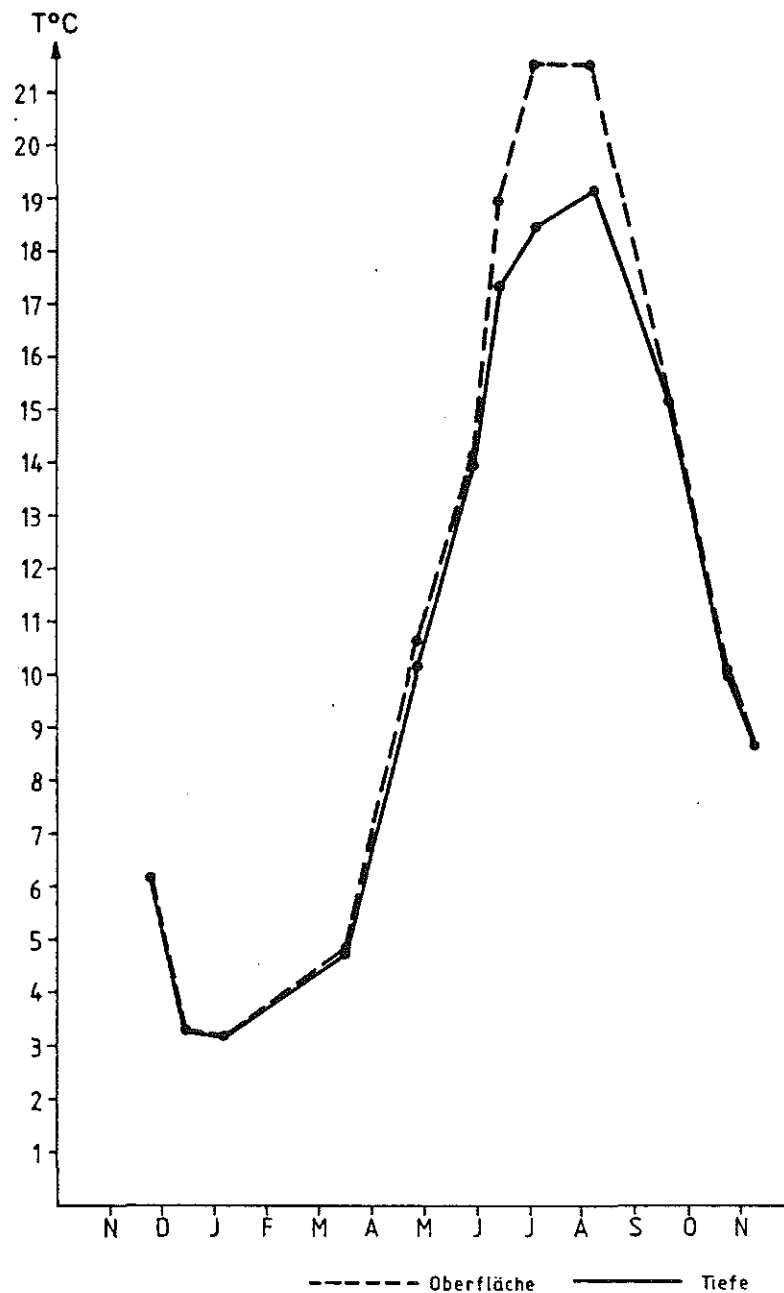


Abb. 21: Temperatur (°C) an der Oberfläche bzw. in 6 m Tiefe im östlichen Teil des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.4)

### Sichttiefe

Die größten Sichttiefen wurden im Großen Eutiner See im Dezember des ersten Untersuchungsjahres mit 4.5 m gemessen (Abb. 22, 24, 26). Diese Werte stellten sich nach Zusammenbruch der Algenpopulation in der herbstlichen Vollandurchmischung des Sees ein.

Zwischen Dezember und März nehmen die Sichttiefen an den drei Meßstellen kontinuierlich bis auf 1.5 m ab. In diesem Monat wird die erste Algenblüte - gemessen als Chlorophyll a-Gehalt - erreicht.

Von diesem Zeitpunkt bis Ende Mai steigt die Sichttiefe wieder auf 2.5 m an. Es handelt sich dabei um ein sogenanntes "Klarwasserstadium", welches im Frühjahr durch den Fraßdruck des Zooplanktons gegenüber dem Phytoplankton verursacht werden kann. Leider liegen Chlorophyll a-Werte zur Abschätzung der Primärproduktion vom Mai nicht vor.

Ab Juni geht die Sichttiefe mit dem sommerlichen Produktionsanstieg bis auf einen Meter im August zurück. Erst mit der Herbstzirkulation im November steigen die Sichttiefen im November wieder an.

Die Meßstelle in der Fissauer Bucht verhält sich etwas anders als die beiden Stationen im Hauptseebecken. Die erste Produktionsphase im Frühjahr scheint länger zu dauern, was sich an der niedrigen Sichttiefe im April zeigt. Andererseits hält das "Klarwasserstadium" länger an, um danach in eine schnellere Sommerproduktion mit niedrigeren Sichttiefen als im Hauptseebecken überzugehen. Auch die Erhöhung der Sichttiefe im Herbst erfolgt schneller als an den anderen Stationen. Ausschlaggebend für dieses Verhalten der abgeschlossenen Bucht scheint der Einfluß der Schwentine bezüglich Temperatureinstellung und damit -schichtung und Nährstoffversorgung zu sein.

#### pH-Werte und Leitfähigkeit

Die drei Meßstellen am Großen Eutiner See zeigen an der Oberfläche in der Tendenz von pH-Wert und Leitfähigkeit das gleiche Bild. Insgesamt verläuft die Entwicklung der Leitfähigkeit im Jahreszyklus mit Ausnahme der Monate März und Juli spiegelbildlich zu den pH-Werten. Die durchschnittliche elektrische Leitfähigkeit in diesem See beträgt  $448 \mu\text{S} \times \text{cm}^{-1}$ .

Zu Jahresbeginn im Dezember liegen die niedrigsten pH-Werte um 8 vor - verbunden mit einem Maximum der Leitfähigkeit um  $520 \mu\text{S} \times \text{cm}^{-1}$  - und erhöhen sich allmählich auf ca. pH = 9 im März beim ersten Produktionsmaximum (s. Kap. 9 Datenanhang). Das Klarwasserstadium mit einem pH-Rückgang auf 8.3 liegt Ende Mai. Daran schließen sich in kurzem

Abstand zwei Produktionsmaxima mit Spitzen im Juni und August, anders als in den anderen Schwentineeseen, bei denen jeweils nur ein Sommermaximum zu verfolgen ist, an. Mit Beginn der Herbstzirkulation im September fällt der pH-Wert ab und die Leitfähigkeit, die während des gesamten Sommers immer niedriger geworden ist, steigt wieder an. Unerwarteterweise führt der Oktober zu einem erneuten pH-Anstieg, welcher mit einer drastischen Verringerung der Leitfähigkeit auf  $367 \mu\text{S} \times \text{cm}^{-1}$  verbunden ist. Schon im November werden wieder in etwa die Werte des Septembers erreicht.

Die Tiefenaufnahmen der beiden flachen Meßstellen in der Fissauer Bucht und im östlichen Seeteil entsprechen dem Verlauf an der Oberfläche, da sich nur von Juli bis September eine schwache thermische Schichtung einstellt.

Anders an der Meßstelle 55-012-5.3 am tiefsten Punkt des Sees. Bis zum April verlaufen Oberfläche und Tiefe in ihrer Entwicklung parallel. Dann baut sich allmählich die thermische Schichtung auf. Danach nehmen die pH-Werte aufgrund zunehmender Remineralisierung und Freisetzung von Kohlendioxid in der Tiefe bis auf ca. pH = 7.1 im August ab.

Im September bricht die Schichtung zusammen, Oberfläche und Tiefe haben gleichen pH-Wert von 7.8 und fast gleiche Leitfähigkeit. Mit Fortschreiten der Zirkulation steigt der pH-Wert weiter auf 8.6 in der gesamten Wassersäule, während die Leitfähigkeit ihr absolutes Minimum durch biogene Entkalkung der noch photosynthesefähigen Phytoplankter erreicht. Die Senkung kann deshalb so intensiv erfolgen, weil durch Aufhebung der Schichtung eine Kalk-Rücklösung über  $\text{CO}_2$ -reichem Sedimentkontaktwasser nicht erfolgen kann und darüber hinaus sich die Rücklösung von Phosphaten aus dem Sediment durch die Sauerstoffzufuhr umkehrt.

Im November schließlich ist die Algenpopulation des Sommers abgestorben, der pH-Wert geht zurück und die elektrische Leitfähigkeit steigt wieder an. Abbauprozesse überwiegen dann gegenüber dem Aufbau.



### Sauerstoff

Die Sauerstoffverhältnisse an den drei Meßstellen im Großen Eutiner See sind den Abb. 22 - 27 zu entnehmen. Der Jahresgang ist an der Oberfläche an drei Meßstellen vergleichbar, während sich in der Tiefe ein den unterschiedlichen Tiefenbereichen entsprechendes unterschiedliches Bild abzeichnet.

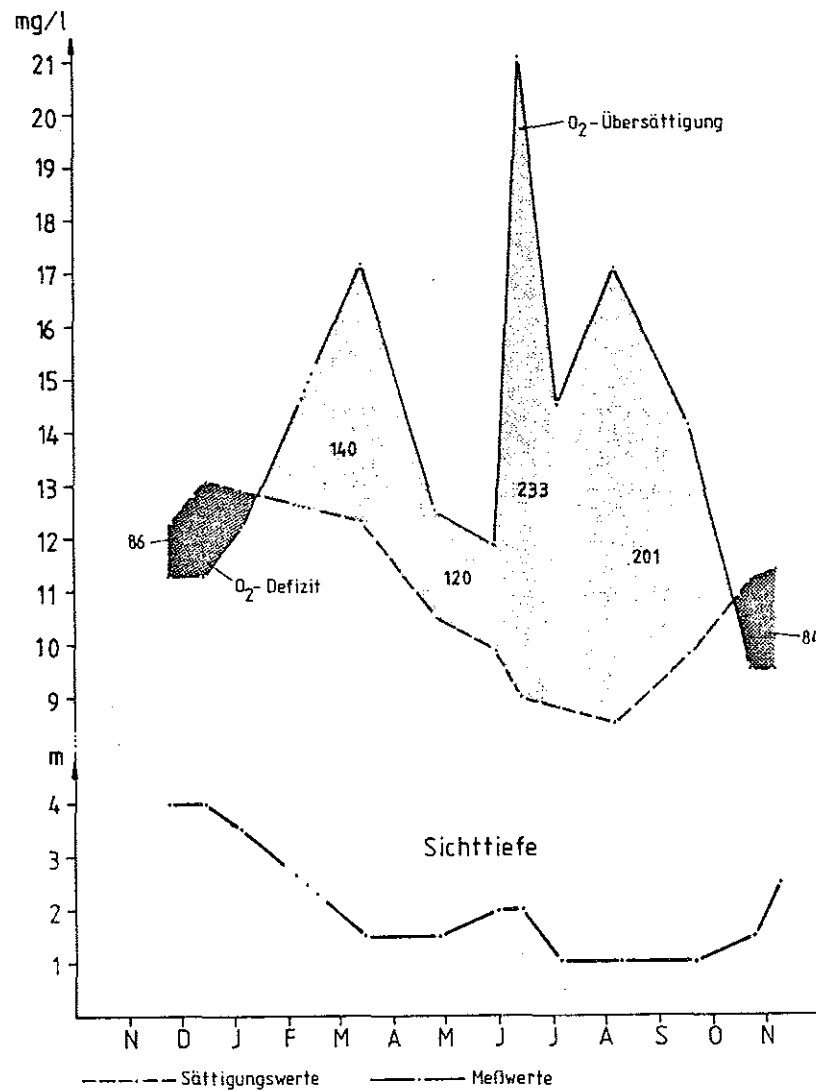


Abb. 22: Sauerstoffgehalt (mg/l) in der Fissauer Bucht des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.2) an der Oberfläche, Sauerstoffgehalt bei 100 % Sättigung sowie O<sub>2</sub>-Defizit bzw. -Übersättigung und Sichttiefe (m) im Jahresgang 1982/83

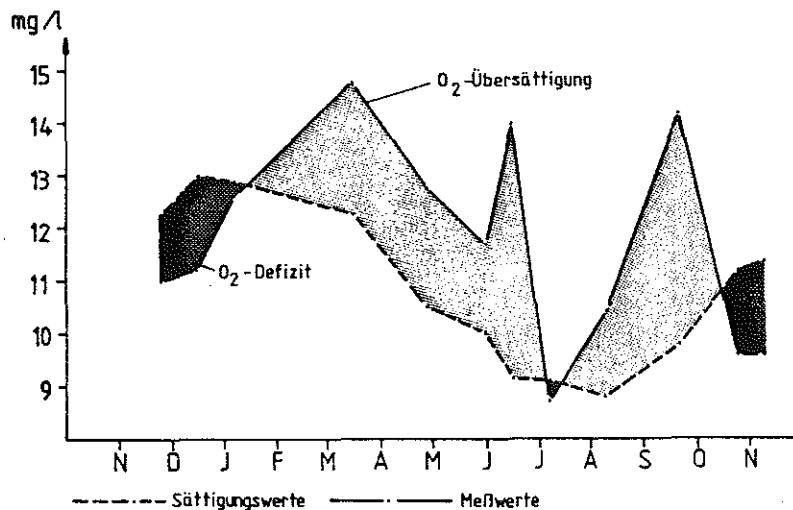


Abb. 23: Sauerstoffgehalt (mg/l) in der Fissauer Bucht des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.2) in 3 m Tiefe, Sauerstoffgehalt bei 100 % Sättigung sowie O<sub>2</sub>-Defizit bzw. -übersättigung im Jahresgang 1982/83

Für die Oberfläche läßt sich der Verlauf der Sauerstoffgehalte wie folgt beschreiben: Nach der Herbstzirkulation liegt in allen Tiefen ein geringes Sauerstoffdefizit vor, welches sich in der Frühjahrszirkulation ausgleicht. Mit Beginn der Frühjahrsproduktion baut sich bis zum März das erste Sauerstoffmaximum auf, welches in der Fissauer Bucht 140 % erreicht, während die beiden anderen Stationen bei 130 % liegen.

Im April geht die Übersättigung schon zurück und bis Ende Mai sind in den zwei Stationen des Hauptbeckens ausgeglichene Sauerstoffverhältnisse erreicht, während in der Fissauer Bucht die Gegebenheiten unverändert bleiben. Der Prozeß der Sauerstoffabnahme läuft der Zunahme der Sichttiefe während der Entwicklung des Klarwasserstadiums parallel.

Schon zwei Wochen nach dem Sauerstoffminimum im Mai hat sich ein erneuter Höhepunkt der Übersättigung, der um 220 % liegt und wieder in der Fissauer Bucht am stärksten ausgeprägt ist, gebildet. Dieser Peak läßt sich allerdings nicht anhand der Chlorophyllwerte nachvollziehen. Im Folgemonat Juli liegen die Sauerstoffwerte außer in der Fissauer Bucht (164 %) wieder leicht oberhalb der Sättigung. Der August führt zur dritten Spitze mit Werten von ca. 160 % Sättigung bzw. 200 % in der Fissauer Bucht. Diese sind allerdings gekoppelt mit hohen Chlorophyll a-Werten, so daß eine hohe Sauerstoffproduktion durch die vorhandenen Algen als wahrscheinlich gelten kann.

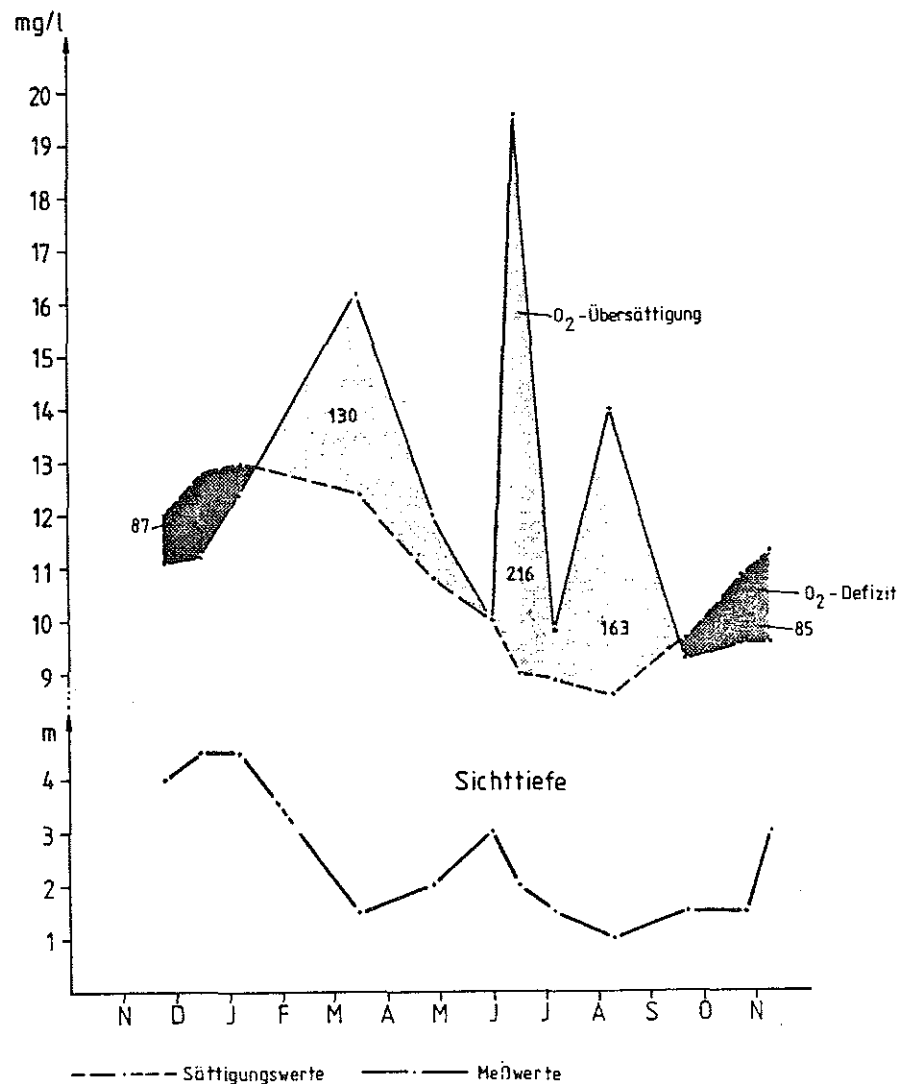


Abb. 24: Sauerstoffgehalt (mg/l) an der tiefsten Stelle des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.3) an der Oberfläche, Sauerstoffgehalt bei 100 % Sättigung sowie O<sub>2</sub>-Defizit bzw. -Übersättigung und Sichttiefe (m) im Jahrgang 1982/83

Im September gehen die Sauerstoffgehalte stark zurück, bzw. an der tiefsten Stelle des Sees ist schon ein Defizit zu verzeichnen. Dies läßt sich durch die einsetzende Herbstzirkulation erklären, wie die Darstellungen der Tiefenverhältnisse deutlich zeigen.

In der Fissauer Bucht mit 3 m Wassertiefe kommt es kaum zu einer thermischen Schichtung. Bis zu dem Übersättigungspeak im Juni laufen die Vorgänge an der Oberfläche und in der Tiefe völlig parallel, nur daß die Sauerstoffkonzentration aufgrund der geringeren Lichtintensität und entsprechend der Bodennähe nicht das Maß der Oberfläche erreicht. Im Juli kommt es sogar zu einer minimalen Zehrung in der Tiefe, während der Augustpeak in der Tiefe mit 118 % Sättigung ebenfalls auftritt.

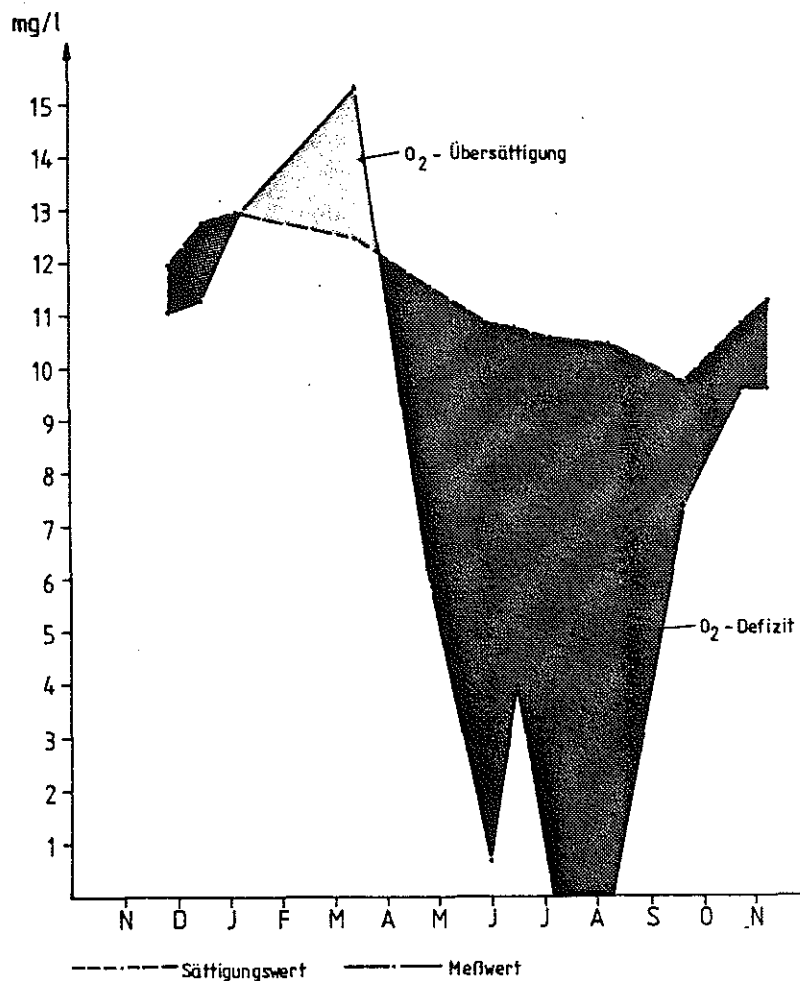


Abb. 25: Sauerstoffgehalt (mg/l) an der tiefsten Stelle des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.3) in 15 m Tiefe, Sauerstoffgehalt bei 100 % Sättigung sowie O<sub>2</sub>-Defizit bzw. -Übersättigung im Jahresgang 1982/83

Ab Oktober ist ein Sauerstoffdefizit zu verzeichnen, welches die gesamte Wassersäule betrifft und bis November unverändert erhalten bleibt und den Zusammenbruch der Algenpopulation in der Herbstzirkulation andeutet.

Die Station über der tiefsten Stelle zeigt paralleles Verhalten von Oberfläche und Tiefe bis zum März. Ab diesem Zeitpunkt bildet sich eine thermische Schichtung aus, die schon im April zu einem ausgeprägten O<sub>2</sub>-Defizit von nur 51 % Sättigung führt. Während des Klarwasserstadiums Ende Mai hat die Tiefe nur noch 6 % Sättigung. Im Juni ist die thermische Schichtung schon voll ausgeprägt, aber in der Zeit der Sauerstoffsättigung an der Oberfläche ist auch in der Tiefe ein Anstieg

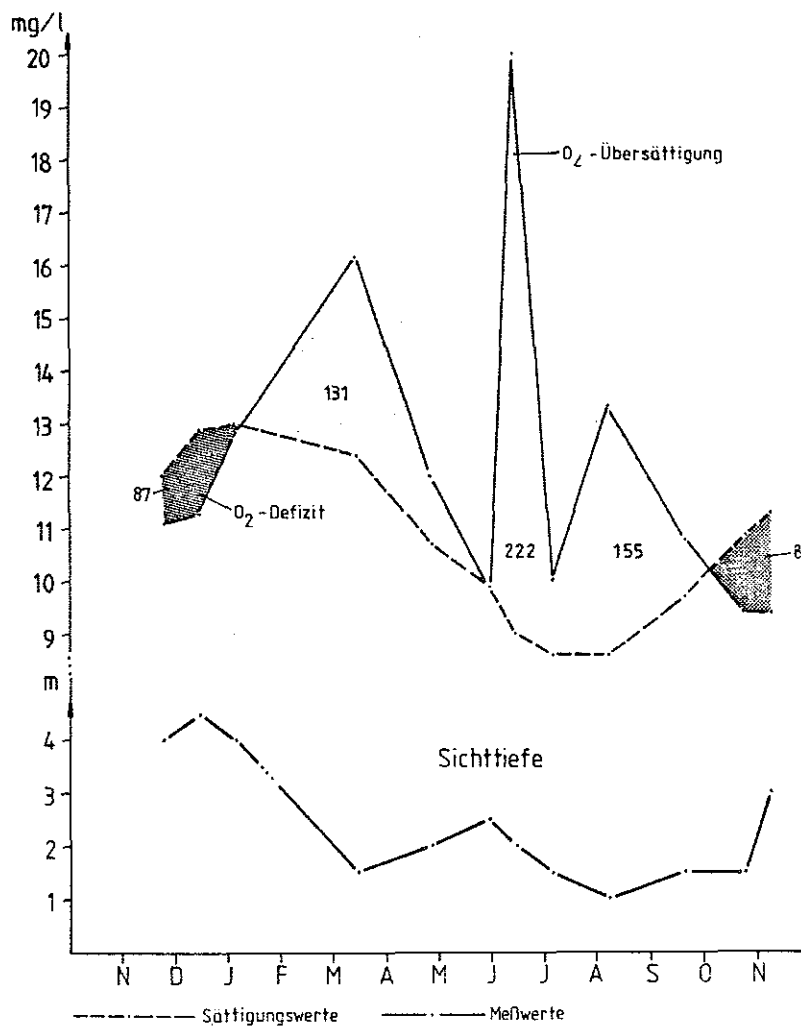


Abb. 26: Sauerstoffgehalt (mg/l) im östlichen Teil des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.4) an der Oberfläche, Sauerstoffgehalt bei 100 % Sättigung sowie O<sub>2</sub>-Defizit bzw. -Übersättigung und Sichttiefe (m) im Jahregang 1982/83

auf 38 % zu verzeichnen. In den Monaten Juli und August ist die Tiefe vollkommen sauerstofffrei. Erst mit der beginnenden Herbstzirkulation im September baut sich das Defizit ab. Ab Oktober sind die Sauerstoffverhältnisse an der Oberfläche und in der Tiefe mit 88 % Sättigung gleich und bleiben so bis November unverändert.

In der östlichen Bucht ist die Entwicklung der Sauerstoffverhältnisse bis zum steilen Anstieg im Juni parallel gelaufen. Erst während der sich dort im Juli und August einstellenden Schichtung entwickelt sich in der Tiefe von 5 m ein Sauerstoffdefizit um 70 % Sättigung. Bei Zirkulationsbeginn im September kommt es sogar zu einer geringfügigen Übersättigung. Aber ab Oktober gleichen sich die Verhältnisse wie an den anderen Meßstellen über die Wassersäule aus.

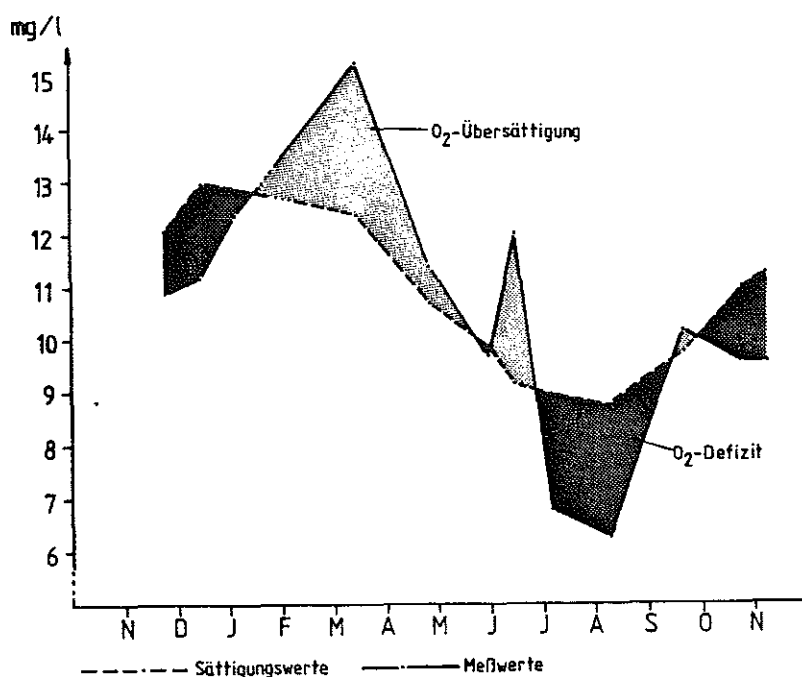


Abb. 27: Sauerstoffgehalt (mg/l) im östlichen Teil des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.4) in 6 m Tiefe, Sauerstoffgehalt bei 100 % Sättigung sowie O<sub>2</sub>-Defizit bzw. -Übersättigung im Jahresgang 1982/83

### Phosphorverbindungen

Der Untersuchungsbeginn in diesem See ist von höheren Gesamtposphorwerten als im Stendorfer bzw. Sibbersdorfer See gekennzeichnet. Allerdings liegt der gesamte Phosphor wie im Sibbersdorfer See als gelöstes reaktives Phosphat vor. Von den drei Meßstellen des Sees sind nur Station 55-012-5.2 und 55-012-5.4 aufgrund der Tiefe direkt vergleichbar. Die Ganglinien beider Meßstellen (Abb. 28, 29, 32, 33) zeigen unterschiedliche Charakteristika, was aufgrund der morphologischen und hydrologischen Unterschiede nicht anders zu erwarten ist. Station 55-012-5.3 als tiefste Stelle im See (Abb. 30 u. 31) vermittelt einen Einblick in die Nährstoffverhältnisse und Stoffwechselvorgänge im Hypolimnion, d.h. vor allem in den Einfluß des Sedimentes auf die Stoffumsetzungen. Hier liegen auch die Ausgangswerte im November für Gesamtposphor sehr viel höher.

Betrachtet man die Kurven generell, so zeigen sie einen sinusartigen Verlauf mit Maximum im Dezember (bzw. Januar bei 55-012-5.4), einem Minimum Ende April und einem erneuten Maximum im September. Der Grund für diese Schwingungen liegt in Verbrauch und Freisetzung von gelöstem reaktiven Phosphor (SRP) (entsprechend der zeitlichen Lage zur Vegetationsperiode).

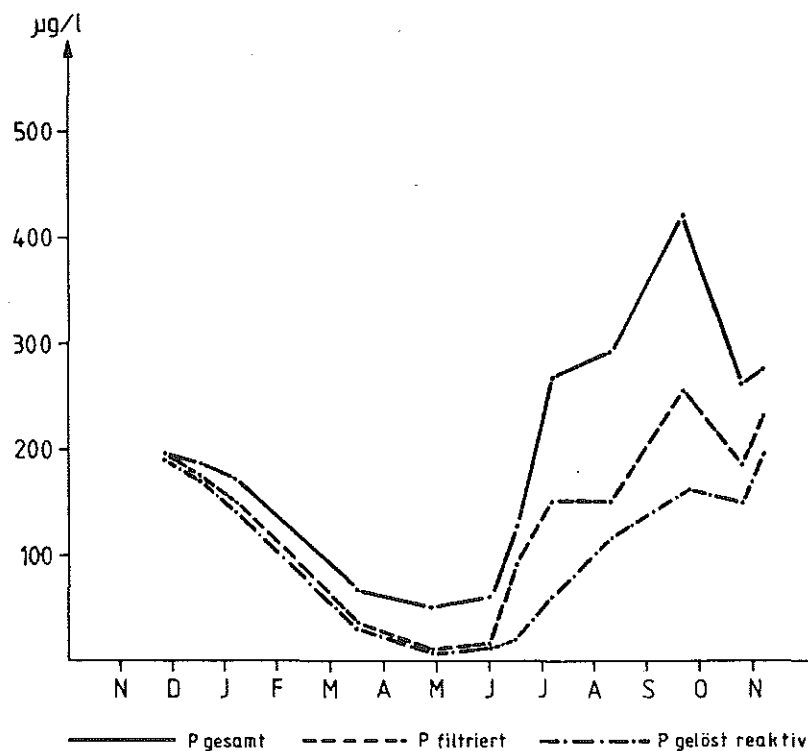


Abb. 28: Konzentrationen verschiedener Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) in der Fissauer Bucht des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.2) an der Oberfläche im Jahresgang 1982/83

Nach der herbstlichen Zirkulation ist der SRP-Gehalt in der gesamten Wassersäule relativ hoch und mit dem Neubeginn der Produktion noch im Winter nimmt SRP kontinuierlich ab. Folge hiervon ist ein erstes kleines Maximum der partikulären P-Verbindungen im Dezember, das bei den beiden flachen Meßstellen in der Tiefe stärker ausgebildet ist als an der Oberfläche.

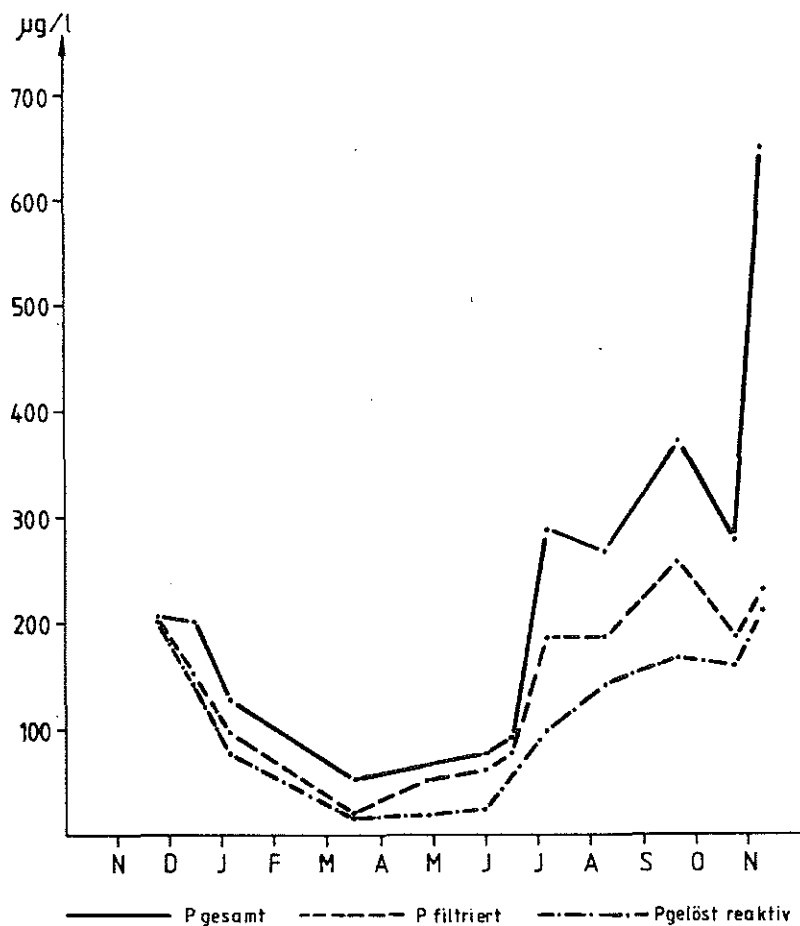


Abb. 29: Konzentrationen verschiedener Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) in der Fissauer Bucht des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.2) in 3 m Tiefe im Jahrgang 1982/83

Bis zum April ist ein Minimum des SRP-Gehaltes und eine Erhöhung des partikulären Anteils in der gesamten Wassersäule erreicht. Ende Mai schon geht aber diese Fraktion an den Stationen 55-012-5.3 und 55-012-5.4 stark zurück, wobei sich gleichzeitig der SRP-Anteil an der Oberfläche im Verhältnis des Rückgangs der partikulären Fraktion erhöht. Dieser Meßzeitpunkt ist ebenso von einer Erhöhung der Sichttiefe und einem Rückgang der Phytoplanktonbiomasse durch ein vom Zooplankton verursachtes Klarwasserstadium gekennzeichnet, so daß das SRP-Oberflächenmaximum hauptsächlich infolge des kurzgeschlossenen Kreislaufs durch die Zooplanktonexkretion zustande gekommen sein dürfte.



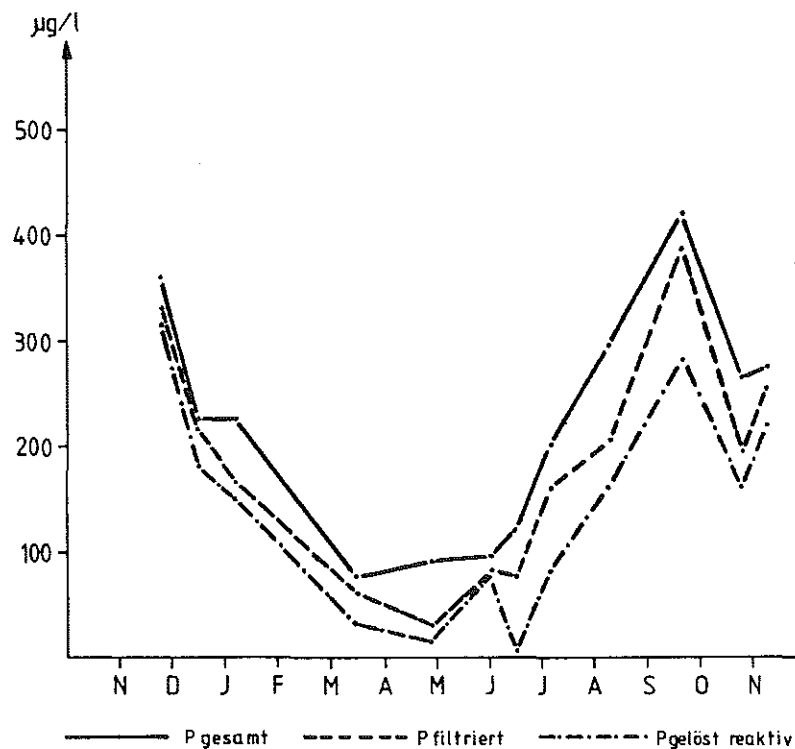


Abb. 30: Konzentrationen verschiedener Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) an der tiefsten Stelle des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.3) an der Oberfläche im Jahresgang 1982/83

An Station 55-012-5.2, der Fissauer Bucht, die stark von der Schwentine beeinflusst wird, kommt es nicht zu einem so ausgeprägten Klarwasserstadium, entsprechend bleibt die partikuläre Substanz im Verhältnis zum Vormonat stabil und der SRP-Anteil steigt nur geringfügig. Betrachtet man die tiefste Stelle des Sees im Mai, so kommt es dort zum Zeitpunkt des Klarwasserstadiums in der Tiefenkurve zu einem mächtigen Anstieg der kondensierten P-Verbindungen, welcher als typische Folge des Zusammenbruchs einer Algenblüte auftritt.

Die thermische Schichtung beginnt sich im April auszubilden, und aufgrund hoher Abbauraten kommt es ab Mai zu einer starken Sauerstoffzehrung in der Tiefe, die schließlich zu vollkommen anaeroben Verhältnissen im Juli und August führt. Unter diesen Bedingungen kommt es zu extremer Phosphatrücklösung aus dem Sediment. Das Maximum liegt mit  $1080 \mu\text{g/l}$  im August.

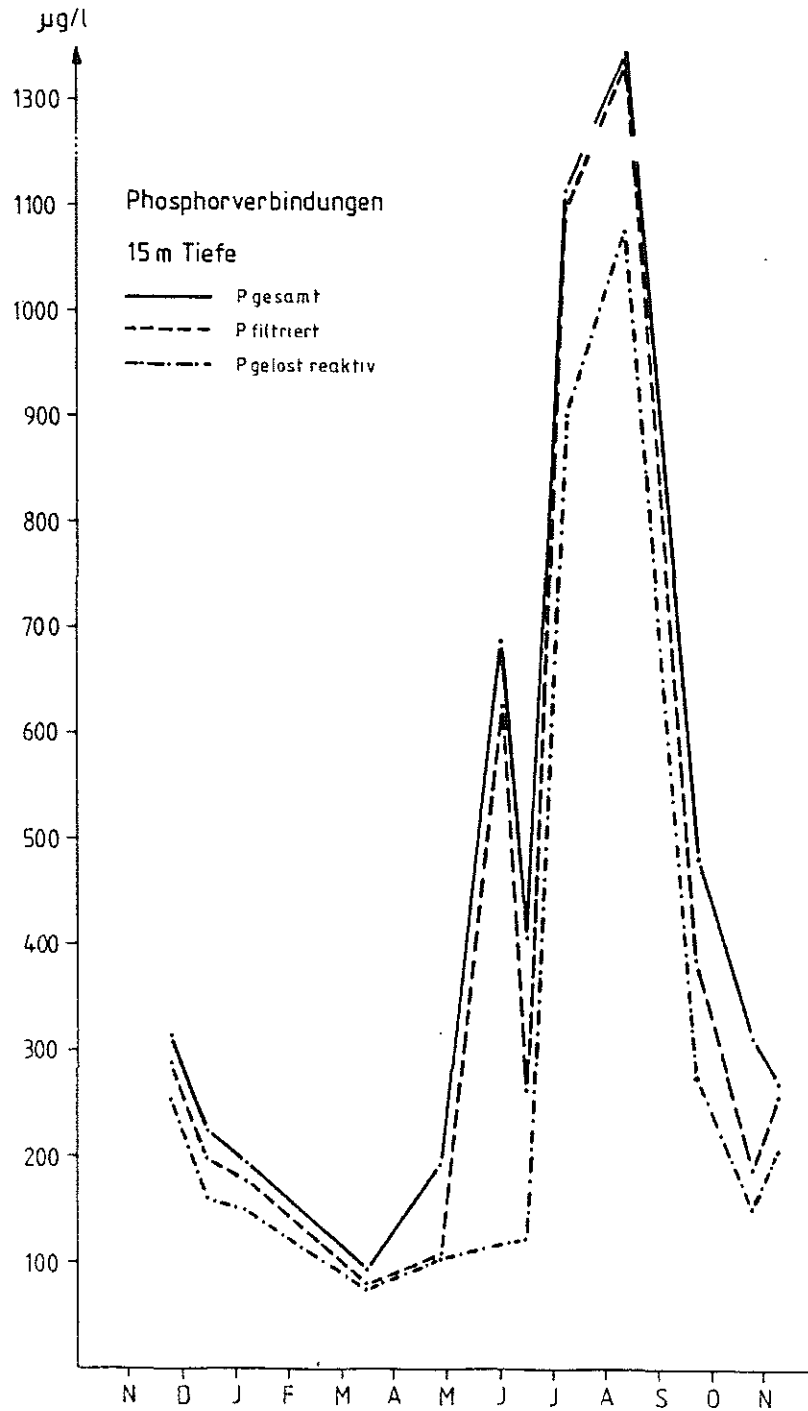


Abb. 31: Konzentrationen verschiedener Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) an der tiefsten Stelle des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.3) in 15 m Tiefe im Jahresgang 1982/83

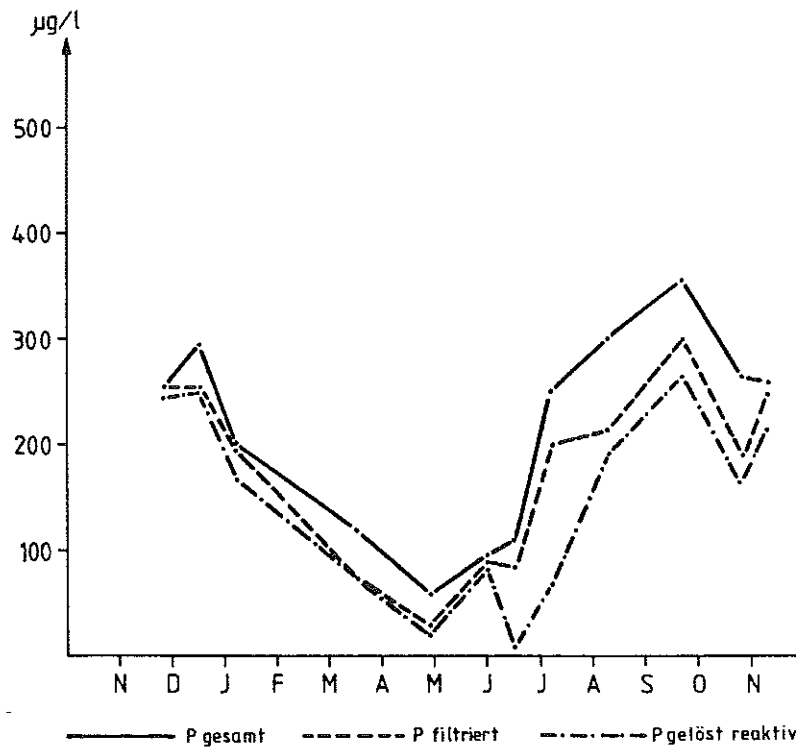


Abb. 32: Konzentrationen verschiedener Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) im östlichen Teil des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.4) an der Oberfläche im Jahresgang 1982/83

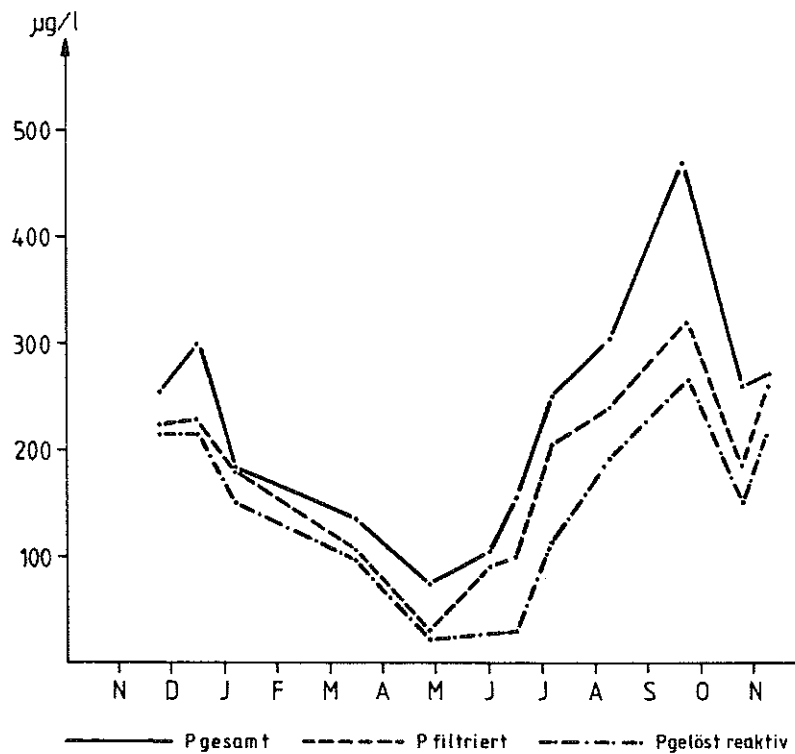


Abb. 33: Konzentrationen verschiedener Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) im östlichen Teil des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.4) in 6 m Tiefe im Jahresgang 1982/83

Nach dem Zusammenbruch der Blüte im Mai und der erneuten Nährstoffzufuhr setzt im Juni eine zweite Produktionsphase bei gleichzeitigem vollständigen SRP-Rückgang an der Oberfläche ein. Von diesem Zeitpunkt an steigt der Anteil an SRP während der sommerlichen Schichtung an der Oberfläche permanent bis zu einem Maximum von 280  $\mu\text{g/l}$  im September an. Ab September setzt die herbstliche Zirkulation ein, es kommt bis Oktober zu einem einheitlichen SRP-Wert in der gesamten Wassersäule von 155  $\mu\text{g/l}$ .

Die Station 55-012-5.2 zeigt während der Sommermonate von Juli bis Oktober eine fast gleichmäßig hohe Konzentration an partikulären P-Verbindungen, die um ein Vielfaches über der der anderen beiden Stationen liegt. Gleichzeitig steigt auch der SRP-Anteil nicht in dem Maße, wie das Septembermaximum an den Stationen 55-012-5.3 und 55-012-5.4. Als Besonderheit im September ist auch der hohe Anteil partikulärer Verbindungen in der Tiefe der östlichen Bucht, nämlich doppelt so hoch wie an der Oberfläche, zu erwähnen. Dies könnte durch Verfrachtung der Biomasse durch östliche Winde während der Zirkulation ausgelöst sein.

Nach dem Rückgang der P-Konzentration kommt es zu einem erneuten leichten Anstieg im letzten Untersuchungsmonat November durch Erhöhung der SRP-Konzentration, was eventuell durch die verstärkte Mineralisierung der Sommeralgenblüte ausgelöst ist. Nicht zu erklären ist der Gesamt-Phosphor-Wert im November in der Fissauer Bucht, der durch einen extremen Anstieg der partikulären P-Verbindung bedingt ist.

#### 4.3.5 Chlorophyll a

Die Ergebnisse der Chlorophyll-Analysen führen zu dem Schluß, daß sich die abgetrennte Fissauer Bucht und das Hauptseebecken wie zwei verschiedene Seen verhalten. Die Jahresganglinien von Station 55-012-5.2 einerseits und Station 55-012-5.3 und 55-012-5.4 andererseits ergeben ein vollkommen unterschiedliches Bild (Abb. 34, 35 u. 36).

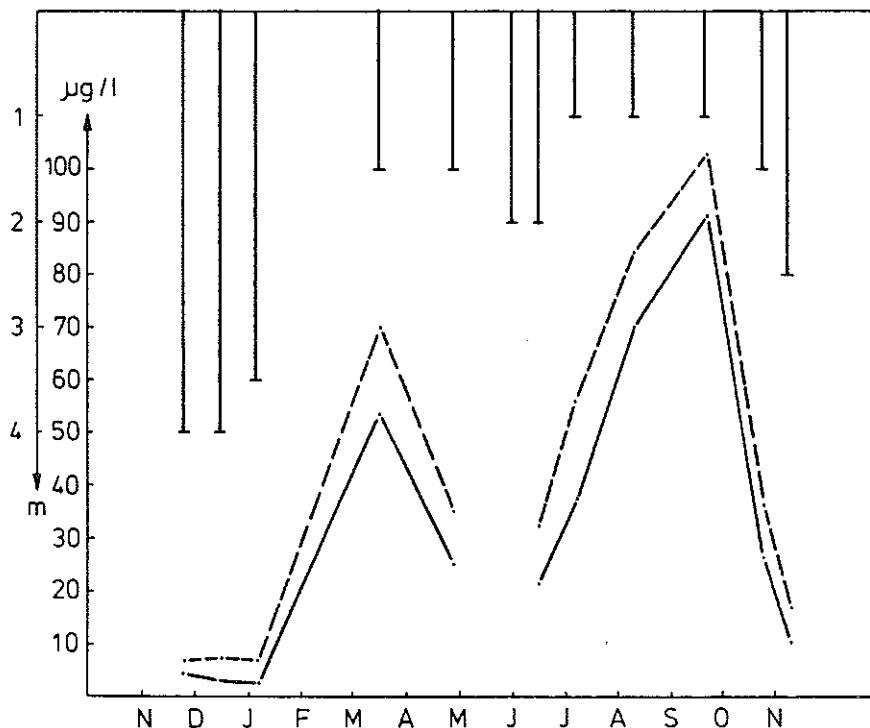


Abb. 34: Gehalt an Chlorophyll a ( $\mu\text{g/l}$ , —), an Chlorophyll a + Phaeophytin ( $\mu\text{g/l}$ , - - - - -) sowie Sichttiefe (m) in der Fissauer Bucht des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.2)

In der Fissauer Bucht kommt es nach niedrigen Winterkonzentrationen an Chlorophyll zu einem kräftigen Frühjahrsmaximum mit  $54 \mu\text{g/l}$ . Schon im April und Juni liegen die Konzentrationen bei ca.  $25 \mu\text{g/l}$ . Leider fehlen die Proben vom Mai, so daß die Lage und Höhe des Chlorophyll-Minimums nicht festgelegt werden kann. Ab Juli steigt der Chlorophyll a-Gehalt an, das Maximum der Sommerblüte wird im September erreicht, während im Oktober ein extremer Abfall der Konzentration erfolgt und im November schon wieder Werte erreicht sind, die nicht weit über der Konzentration des Vorwinters liegen.

Im Hauptbecken des Großen Eutiner Sees an den Meßstellen 55-012-5.3 und 55-012-5.4 sind die Ganglinien des Chlorophyllgehaltes miteinander vergleichbar, unterscheiden sich aber von der in der Fissauer Bucht.

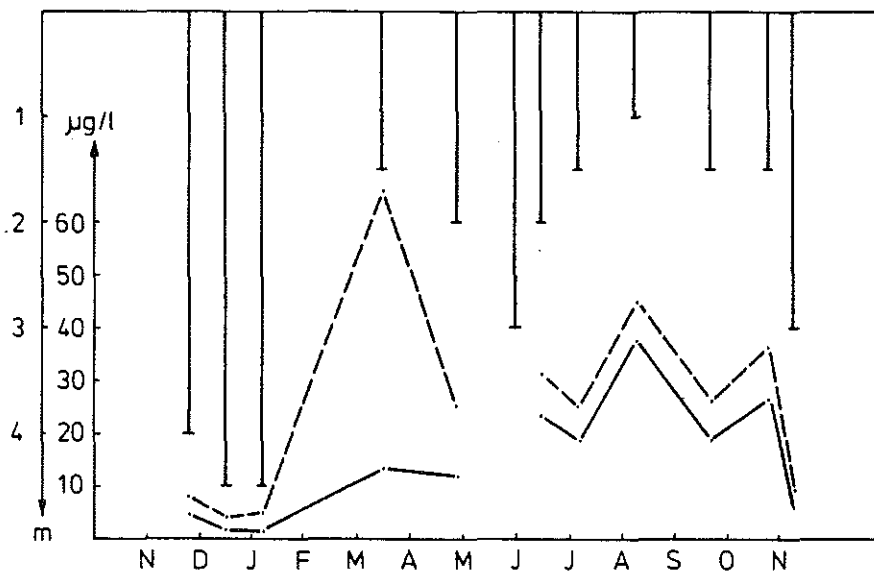


Abb. 35: Gehalt an Chlorophyll a ( $\mu\text{g/l}$ , —), an Chlorophyll a + Phaeophytin ( $\mu\text{g/l}$ , ----) sowie Sichttiefe (m) an der tiefsten Stelle des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.3)

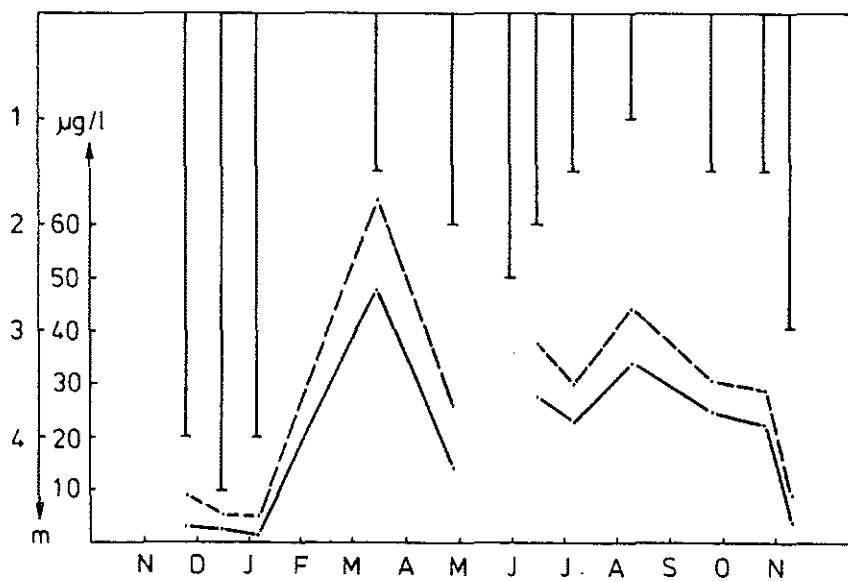


Abb. 36: Gehalt an Chlorophyll a ( $\mu\text{g/l}$ , —), an Chlorophyll a + Phaeophytin ( $\mu\text{g/l}$ , ----) sowie Sichttiefe (m) im östlichen Teil des Großen Eutiner Sees (Meßstelle 55-012-5.4)

Die Frühjahrsblüte, die ein Maximum im März aufweist, ist höher als die nachfolgenden Sommerblüten. Dabei erreicht sie in etwa das Niveau der Frühjahrsblüte in der Fissauer Bucht. Der extrem hohe Phaeophytingehalt an der Station 55-012-5.3 im Monat März ist als Artefakt bei der Probenbearbeitung zu werten, so daß der Chlorophyllgehalt dort mit dem der Station 55-012-5.4 gleichgesetzt werden kann. Aufgrund der erhöhten Sichttiefen ist ein Chlorophyll-Minimum im Mai zu vermuten. Leider liegen die Meßwerte von diesem Probennahmetermin nicht vor.

Von Ende Mai bis Mitte Juni steigt der Chlorophyllgehalt wieder auf ca. 28 µg/l an. Allerdings kommt es im Laufe des Sommers nicht zu einem kontinuierlichen Anstieg der Algenbiomasse, sondern zur Entwicklung von drei kleineren Peaks, die durch Rückgänge der Konzentration im Juli und September getrennt sind. Im Oktober und November im Zuge der Vollzirkulation werden die gleichen Chlorophyll-Konzentrationen wie an der Station 55-012-5.2 erreicht.

#### 4.3.6 Planktonübersicht

##### Phytoplankton

Der Untersuchungsbeginn im November ist gekennzeichnet von einem starken Auftreten der Kieselalgen Asterionella formosa und Fragilaria crotonensis. Beide Arten zeigen ihre größte Dichte im Winter und frühen Frühjahr, bleiben aber das ganze Jahr über in mittlerer Dichte erhalten. Ebenfalls ganzjährig vorhanden ist Melosira granulata, welche aber erst im Juli ihre größte Dichte erreicht.

Der Juni kann als der Monat gekennzeichnet werden, in dem eine große Zahl von Kieselalgen nebeneinander mit der Dominanz von Melosira granulata auftreten. Gleichzeitig ist dieser Monat genau wie der März mit seiner großen Artenzahl an Kieselalgen von einem vollständigen Ausfall der Blaualgen geprägt.

Aphanizomenon als stickstofffixierende Gattung tritt in geringer Zelldichte im Winterhalbjahr auf, während Anabaena im Mai schlagartig ein Massenauftreten erreicht, um danach wieder vollständig zu verschwinden. Microcystis als nicht stickstofffixierende Blaualge erreicht ihre Blüte erst ab Juli mit einem Maximum im August und bleibt bis November in relativ großer Dichte in der Wassersäule. Sie kann im Großen Eutiner See als dominierende Blaualgenart genannt werden.

Im Juli und August, den Monaten des Hauptauftretens der Blaualgen, gehen die Kieselalgen auf einige wenige Arten zurück, die sonst ganzjährig auftreten. Stephanodiscus verschwindet in dieser Zeit sogar vollständig.

Im Gegensatz zu den Kieselalgen scheinen keine inhibitorischen Wechselwirkungen zwischen den Dinoflagellaten und der Gruppe der Grünalgen mit den Blaualgen vorzuliegen. Ceratium hirundinella erreicht seine Hauptverbreitung mit den Blaualgen von Juli bis September. Bei den Grünalgen dagegen zeigt sich das ganze Jahr über ein einheitliches Verbreitungsbild, wobei Pediastrum spec. und Staurostrum spec. als ganzjährig vorhandene Vertreter genannt werden können.

### Zooplankton

Im Großen Eutiner See kommt es im Sommer zu zwei kurzzeitigen Rotatorienmaxima, im April und im Juli, die sich sowohl an der relativen Individuenzahl als auch an der relativen Biomasse nachvollziehen lassen. Das Aprilmaximum setzt sich zu ca. 50 % aus Keratella cochlearis und zum Rest aus gleichen Teilen von Brachionus angularis und Keratella quadrata zusammen. Keratella cochlearis stellt während des ganzen Jahres die Hauptkomponente des Rotatorienplanktons, im Herbst ist sie meist mit Anteilen um die 70 % am Rotatorienplankton vertreten. Das Julimaximum besteht zu je einem Drittel aus Keratella cochlearis, Keratella quadrata und Pompholyx sulcata. Der Vergleich der Individuen darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß der Anteil der Rotatorienbiomasse am Gesamtzooplankton im Sommer (von Juli bis September) aber nur 6 % beträgt. Leider fehlt der Juniwert, der bei den anderen Seen in die Berechnung mit einbezogen wurde.



Das Hauptauftreten der Crustaceen liegt auch hier im Winter und dauert bis März an. Die häufigsten Arten sind Cyclops spp. und Eudiaptomus graciloides, welcher im Mai und Juli zwischen 60 bis 70 % der Crustaceen-Individuen ausmacht und damit Cyclops spp. in seiner Bedeutung ablöst. Im August und September taucht Chydorus sphaericus mit einem größeren Individuenanteil auf. Diese Art wird aber im Oktober und November 1983 in ihrer Bedeutung von Bosmina coregoni f. gibbera abgelöst.

#### 4.3.7 Schutzwürdigkeit

Die Ufer des Großen Eutiner Sees sind durch Erschließung und Siedlung vor allem am Südufer stark beeinträchtigt. Für den Bau des Seerundwanderweges erfolgten 1978 im Uferbereich zwischen Pulverbeck und Redderkrug Aufschüttungen und Befestigungen entlang des Ufers. In diesen Bereichen konnten sich bis heute nur Ersatzgesellschaften des Uferbewuchses ausbilden. Vor dem Bau war die Ufervegetation durch Beweidung stark geschädigt.

In der Ostbucht führt der Wanderweg direkt durch ein kleines Verlandungsgebiet mit Schilf und anschließender Großseggenzone. In der nordwestlichen Fissauer Bucht durchläuft der Wanderweg die vorne erwähnten extensiven Feuchtwiesen und den Schwarzerlenbruch nördlich der Schwentine. Da das Ufer überall zugänglich ist und der See selbst stark von Kleinbooten frequentiert wird, ist das Röhricht sehr stark von Vertritt und Schneisenbildung bedroht und die Wasservögel sind in starkem Maße ihrer Ruhezonen und Brutgebiete beraubt.

Im ornithologisch interessanten Bereich am Südufer zwischen dem Forsthof und Pulverbeck mit der gegenüberliegenden Liebesinsel existieren breite Schilfzonen mit landwärts anschließenden Schwarzerlen- und Eschenbeständen. Dort sind Uferangelzonen ausgewiesen, die eine erhebliche Beeinträchtigung der Ufervegetation und eine Störung der zum Teil seltenen Wasservögel (Rohrdommel, Rohrweihe, Rohrschwirl, Drosselrohrsänger) vor allem zur Brutzeit hervorrufen. Die Fasaneninsel ist mit 5 bis 10 Paaren der Schellente der drittgrößte Brutplatz des Landes.

Eine weitere Beeinträchtigung der Ufervegetation erfolgt im Großen Eutiner See durch Wasserspiegelabsenkungen während der frühen Vegeta-

tionsperiode, wodurch im flachscharigen Gewässer breite Uferbänke trockenfallen. In dem hochproduktiven See wirkt sich dies besonders stark aus, weil die Zone, in die Wasserpflanzen noch vordringen können, durch die geringe Eindringtiefe des Lichtes sehr schmalbandig ist.

Nach Angaben des Fischpächters fällt der Wasserspiegelabfall meist mit der Hechtlaichzeit zusammen, so daß ein Großteil des Laichs in der Röhrichtzone zugrunde geht.

Das Staurecht am Schwentineauslauf unterhalb des Großen Eutiner Sees wurde ursprünglich zum Betreiben der Kornwassermühle vergeben. Die maximale Stauhöhe ist auf 26,847 m über NN festgelegt, während ein Mindeststau nicht angegeben ist. Dies hängt mit einer Seespiegelabsenkung in den 30er Jahren zusammen, als der damalige Mindeststau als Höchststau eingesetzt, aber kein neuer Mindeststau festgelegt wurde.

Bei der damaligen Absenkung fielen auch die Flächen der ehemaligen 150 - 200 m breiten Uferwiesen unterhalb des ehemaligen Fähranlegers "Gieslershöhe" am Nordufer trocken. Da der Wanderweg hier weiter landeinwärts entlang der alten Abrasionskante verläuft, ist das Ufer hier der Öffentlichkeit schlecht zugänglich und macht den breiten Verlandungsgürtel nicht zuletzt auch ornithologisch bedeutsam.

An eine bis zu 40 m breite Schilfzone schließt sich östlich des ehemaligen Anlegers eine 1 ha große Hochstaudenflur an. Aufkommende Birken- und Weidenpflanzen kündigen den Übergang der ursprünglich als Pferdekoppel extensiv genutzten Uferwiese zum Bruchwaldstadium an. Die übrigen Flächen wurden vor einigen Jahre z.T. mit standortfremden Gehölzen aufgeforstet, so daß einige der letzten erhaltenswerten Uferwiesen am Großen Eutiner See verloren gingen.

Am Großen Eutiner See finden sich entsprechende Uferwiesen innerhalb eines ausgeprägten Verlandungsbereichs (mit Schwimmblattbeständen, Schilfzonen mit landwärts anschließenden Groß- und Kleinseggenriedern und abschließendem Erlenbruchwald) heute nur noch im Bereich des Schwentinedurchflusses in der nordwestlichen Fissauer Bucht. Dort wurden als Brutvögel auch Sprosser, Rohrsängerarten, Schlagschwirl, Feldschwirl, Wasserralle und Kiebitze beobachtet.

#### 4.4 Kleiner Eutiner See

Der Kleine Eutiner See liegt südwestlich vom Großen Eutiner See am Rande des Stadtgebietes von Eutin. Die Stadt reicht im Norden und Osten an den See heran, im Westen erstrecken sich die Gärten von Wendorf bis in Ufernähe. Nur im Südwesten grenzen Wiesen und Weiden direkt an den See.

##### 4.4.1 Morphometrie und Hydrometrie

Der See erhält einen natürlichen Zufluß in diesem Uferbereich. Ein weiterer Zulauf liegt im Südosten. Der Ablauf liegt in der nordöstlichen Bucht, nördlich der Schule, und verläuft verrohrt durch das Stadtgebiet, um in der Westbucht des großen Eutiner Sees zu münden. Insgesamt sind circa 3/4 der Ufer von bebauter Fläche, einschließlich Schule und Krankenhaus, umgeben. Da der Kleine Eutiner See nicht unmittelbar zum Schwentineflußsystem gehört, beschränkt sich das Niederschlagsgebiet ausschließlich auf das direkte Seeneinzugsgebiet von etwa 3,7 km<sup>2</sup>.

Mit einer mittleren Tiefe von 2,3 m und einer maximalen Tiefe von 4,7 m ist der See sehr flach und mit einer Oberfläche von 0,37 km<sup>2</sup> außerdem relativ klein. Die charakteristischen Daten des Sees sind in Tab. 17 zusammengestellt.

Tab. 17: Charakteristische Daten des Kleinen Eutiner Sees

|                                                     |                                         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Topographische Karte (1 : 25.000)                   | : 1829                                  |
| Flußsystem                                          | : Schwentine                            |
| Kreis                                               | : Ostholstein                           |
| Gemeinde                                            | : Eutin                                 |
| Größe des oberirdischen Einzugsgebietes             | : 3,68 km <sup>2</sup>                  |
| Höhe über NN                                        | : 28,6 m                                |
| Seeoberfläche (A <sub>o</sub> )                     | : 0,37 km <sup>2</sup>                  |
| Mittlere Tiefe                                      | : 2,3 m                                 |
| Maximale Tiefe                                      | : 4,7 m                                 |
| Volumen (V)                                         | : 0,9 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>  |
| Umgebungsarealfaktor                                | : 9,85                                  |
| Schindlers Index (Niederschlagsgebiet : Seevolumen) | : 4,09 m <sup>2</sup> x m <sup>-3</sup> |

Der Kleine Eutiner See liegt im südwestlichen Stadtbereich von Eutin zwischen Eutin und Neudorf. In der nordöstlichen Bucht liegt ein Krankenhauskomplex, am Ostufer eine Schule unterhalb derer sich eine kleine Bucht mit einem schmalen trockenen Bruchwald anschließt. Bis zur Mitte des Südufers zieht sich eine Siedlung oberhalb des Ufers entlang. Insgesamt nehmen die besiedelten Flächen den größten Teil der Uferlinie ein. Der restliche Teil des Südufers ist von Grünländereien eingefasst, deren Hinterland ackerbaulich genutzt wird. Im Westen reicht die Ortschaft Neudorf auf etwa 500 m an den See heran. Dort grenzt ein breiter Streifen feuchtnassen Erlenbruchwaldes ans Ufer.

#### 4.4.2 Vegetation im Uferbereich

##### Röhricht

Ein ausgeprägter Röhrichtgürtel mit dem Schilf als Leitform ist nur am Südostufer des Sees unterhalb der Schule vorhanden (Abb. 37). In den übrigen Bereichen des Sees ist er lückig und schmal. Zum größten Teil konnten sich nur Ersatzgemeinschaften aus verschiedenen Seggen (Carex spec.), Rohrkolben (Typha angustifolia), Großem Schwaden (Glyceria maxima) und Ästigem Igelkolben (Sparganium ramosum) ausbilden.

Die Bucht im Westen ist durch eine vollständige Zonierung der Ufervegetation gekennzeichnet und als Verlandungsgebiet zu klassifizieren. An eine breite Schwimmblattzone aus Weißer Seerose (Nymphaea alba) und Gelber Teichrose (Nuphar luteum) schließt sich ein spärlicher Röhrichtgürtel mit Arten der oben genannten Ersatzgemeinschaft an. Dieser setzt sich landeinwärts in einer Art Großseggenzone fort, um in einen Streifen Bruchwald überzugehen.





Luftbild des Kleinen Eutiner Sees  
Aufnahmedatum: 9. 8. 1983  
Freigegeben durch L. A. H. Nr. 870/83



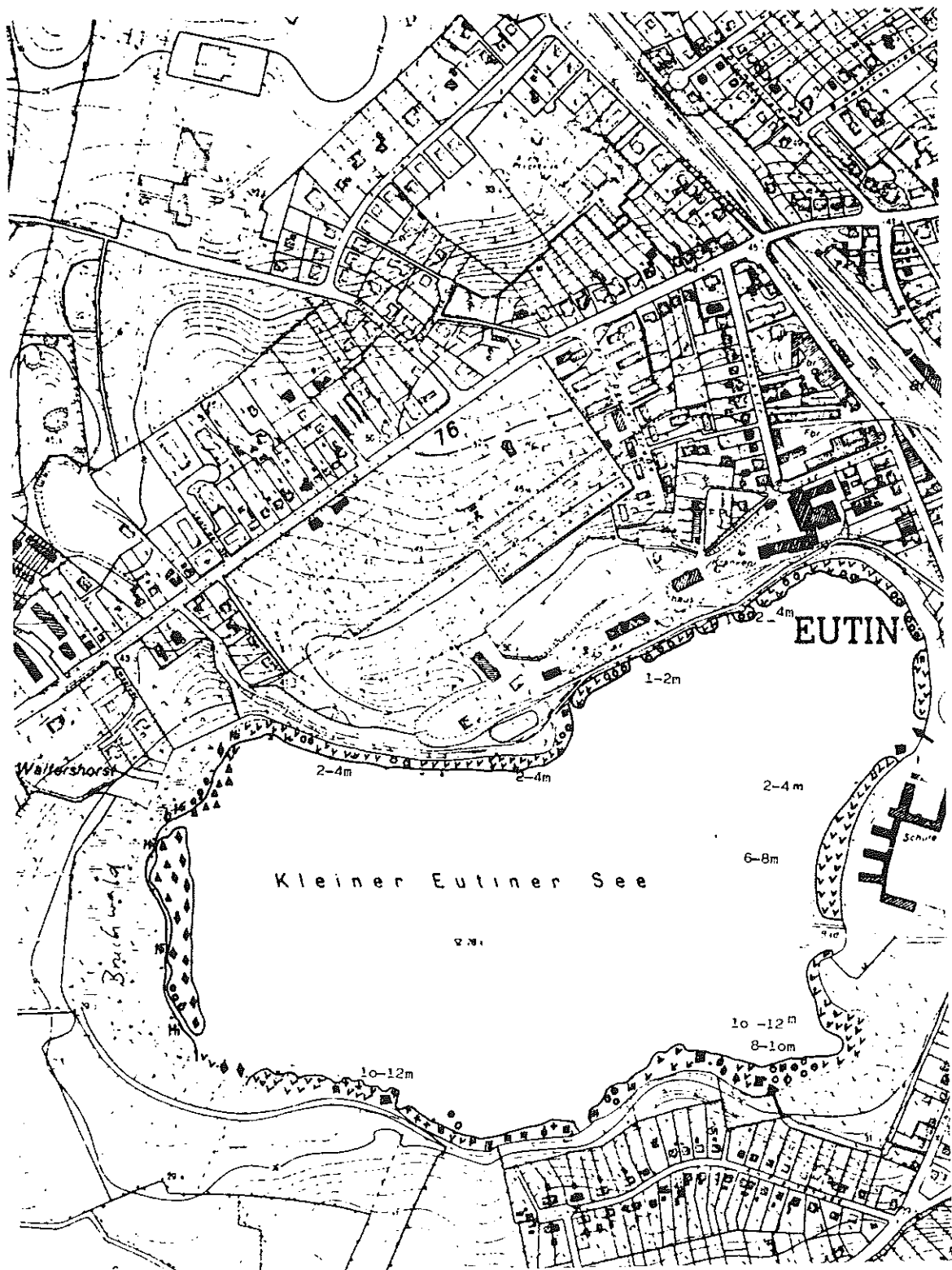


Abb. 37: Kartierung der Ufervegetation des Kleinen Eutiner Sees, Legende siehe folgende Seite

|                                 |         |                               |     |
|---------------------------------|---------|-------------------------------|-----|
| <i>Acorus calamus</i>           | K K     | <i>Potamogeton trichoides</i> | Y Y |
| <i>Alisma gramineum</i>         | ♥ ♥     | <i>Potamogeton zizii</i>      | т т |
| <i>Carex</i> spsp.              | φ φ     | <i>Poa palustris</i>          | Y Y |
| <i>Ceratophyllum demersum</i>   | ✕ ✕     | <i>Ranunculus circinatus</i>  | ◎ ◎ |
| <i>Chara</i> spec.              | ^ ^     | <i>Scirpus lacustris</i>      | + + |
| <i>Eleocharis palustris</i>     | ↑ ↑     | <i>Sparganium erectum</i>     | ↗ * |
| <i>Elodea canadensis</i>        | ✕ ✕ ✕   | <i>Sparganium ramosum</i>     | ☒ ☒ |
| <i>Glyceria maxima</i>          | III III | <i>Sparganium</i> spsp.       | * * |
| <i>Iris pseudacorus</i>         | ◇ ◇     | <i>Stachys palustris</i>      | S   |
| <i>Juncus</i> spsp.             | w w     | <i>Typha angustifolia</i>     | ○ ○ |
| <i>Menyanthes</i> spsp.         | M       | <i>Typha latifolia</i>        | ● ● |
| <i>Myriophyllum spicatum</i>    | λ λ     | <i>Zannichellia palustris</i> | ⋈ ⋈ |
| <i>Nuphar luteum</i>            | ▲ ▲     |                               |     |
| <i>Nymphaea alba</i>            | ◆ ◆     |                               |     |
| <i>Phalaris arundinacea</i>     | † †     |                               |     |
| <i>Phragmites communis</i>      | v v     |                               |     |
| <i>Polygonum amphibium</i>      | h h     |                               |     |
| <i>Potamogeton crispus</i>      | ± ±     |                               |     |
| <i>Potamogeton nitens</i>       | xx xx   |                               |     |
| <i>Potamogeton obtusifolius</i> | ☒ ☒     |                               |     |
| <i>Potamogeton pectinatus</i>   | ‡ ‡     |                               |     |
| <i>Potamogeton perfoliatus</i>  | ‡ ‡     |                               |     |
| <i>Potamogeton praelongus</i>   | ↔ ↔     |                               |     |
| <i>Potamogeton rubescens</i>    | ✕ ✕     |                               |     |

#### 4.4.3 Fremdenverkehr

Aufgrund der direkten Nachbarschaft zu den größeren ostholsteinischen Seen hat der Kleine Eutiner See keine Bedeutung für den Fremdenverkehr. Es gibt eine Badeanstalt an der kleinen südwestlichen Bucht, die hauptsächlich von den direkten Anliegern genutzt wird.

Um den See führt ein Rundwanderweg, der es sowohl den Umliegern aus Eutin als auch denen von Neudorf ermöglicht, den See zur kurzzeitigen Erholungswanderung zu nutzen.

#### 4.4.4 Physikalisch-chemische Beschaffenheit

##### Temperatur

Der Kleine Eutiner See zeigt fast ganzjährig eine gleichmäßig temperierte Wassersäule mit Ausnahme der 1983 besonders heißen Sommermonate Juni bis August. Der maximale Temperaturgradient liegt bei dem flachen Gewässer bei 0.5 °C. Der Kleine Eutiner See ist somit als polymiktisch einzustufen.

##### Sichttiefe

Die Sichttiefenaufzeichnung des Kleinen Eutiner Sees läßt nur zwei Stadien erkennen: Sichttiefen von einem Meter im Frühjahr bis einschließlich Juni und Sichttiefen von einem halben Meter ab Juli bis einschließlich September (Abb. 38).

Wie schon erwähnt handelt es sich bei dem Kleinen Eutiner See um einen polymiktischen See. Dadurch, daß keine stabile Schichtung eintritt, ist das Nährstoffangebot vom Sediment her das ganze Jahr über verfügbar und führt zu einer Reihe von Algenblüten, die nicht über die Sichttiefenmessung im Monatsabstand als Einzelergebnisse erfaßt werden können.

##### pH-Werte und Leitfähigkeit

Der Verlauf der pH- und Leitfähigkeitswerte an der Oberfläche und in der Tiefe sind identisch, da der flache See polymiktisch ist. Die pH-Werte erreichen einen Maximumwert von 9.4 im November und einen Minimumwert von pH = 8.6 im Januar. Zum ersten Produktionsmaximum im März (vgl. Sauerstoffgehalt, Abb. 38) liegt der pH-Wert schon wieder über 9 und hält sich so bis Ende Mai. Im Juni gibt es aufgrund des Zusammenbruchs der Phytoplanktonpopulation ein pH-Minimum von 8.9 (vergl. Kap. 9 Datenanhang).



Das zweite Produktionsmaximum liegt im August, wo ein pH-Wert von 9.7 gemessen wurde. Dabei ist zu bedenken, daß ab pH = 9.2 bei Fischen Verätzungen von Augen, Flossen und Schuppen auftreten können. Weiterhin bildet sich bei steigenden pH-Werten aus Ammonium im wachsendem Maße giftiges Ammoniak. Bei einem pH-Wert von 9 sollten 0.2 mg/l  $\text{NH}_4\text{-N}$  nicht überschritten werden, damit keine kritischen Ammoniakkonzentrationen auftreten kann. Insofern liegt für den Fischbestand im Juni mit pH = 8.9 und 1.04 mg/l  $\text{NH}_4\text{-N}$  ein kritischer Zustand vor! Ab September gehen die pH-Werte wieder zurück und erreichen im November einen Wert von 8.1. Gleichzeitig steigt auch die Leitfähigkeit wieder an.

Bis auf den Wert vom Januar und Oktober zeigt die Kurve der Leitfähigkeit spiegelbildlichen Verlauf zu den pH-Werten. Die durchschnittliche Leitfähigkeit beträgt  $422 \mu\text{S} \times \text{cm}^{-1}$ .

#### Sauerstoff

Neben dem Verlauf des Temperaturjahresganges zeigen die Abb. 38 und 39 über die Sauerstoffverhältnisse ganz deutlich, daß es sich bei dem flachen Gewässer um einen polymiktischen See handelt.

Bis zum Juni verlaufen die Sauerstoffkurven von der Oberfläche und der Tiefe fast identisch. Nachdem die Sauerstoffverhältnisse zu Beginn der Untersuchung von November bis Januar relativ ausgeglichen um den Sättigungsbereich pendeln, wird bis zum März das Frühjahrsproduktionsmaximum mit ca. 130 % Sättigung erreicht, welches sich auch bei den Chlorophyll a-Werten abzeichnet (Abb. 42). Schon im April geht die Übersättigung bis zum Ausgleich zurück und Ende Mai wird ein Sauerstoffdefizit, sogar an der Wasseroberfläche, verzeichnet. Erklärbar ist dieser Zustand ähnlich dem Sauerstoffdefizit im Herbst durch den Zusammenbruch der Algenpopulation. In diesem Fall wird er durch die sehr starke Daphnienpopulation des Zooplanktons bewirkt. Die Abbauvorgänge im Sediment laufen weiter und die Sauerstoffzehrungsvorgänge können durch die Photosynthese der Algen nicht mehr kompensiert werden. Schon im nächsten Monat liegt in der gesamten Wassersäule wieder eine Übersättigung um 130 % vor.

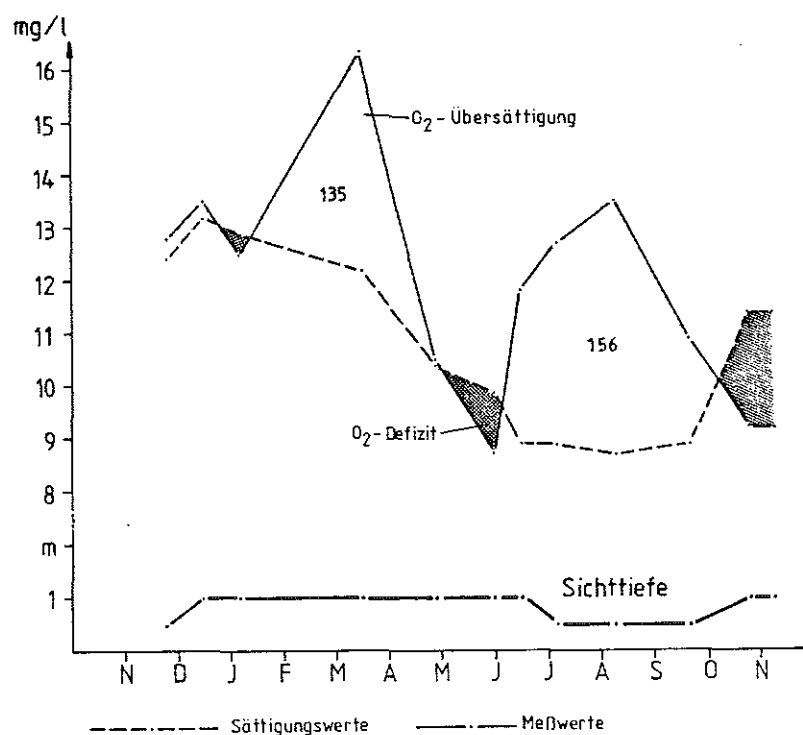


Abb. 38: Sauerstoffgehalt (mg/l) im Kleinen Eutiner See an der Oberfläche, Sauerstoffgehalt bei 100 % Sättigung sowie  $O_2$ -Defizit bzw. -Übersättigung und Sichttiefe (m) im Jahresgang 1982/83

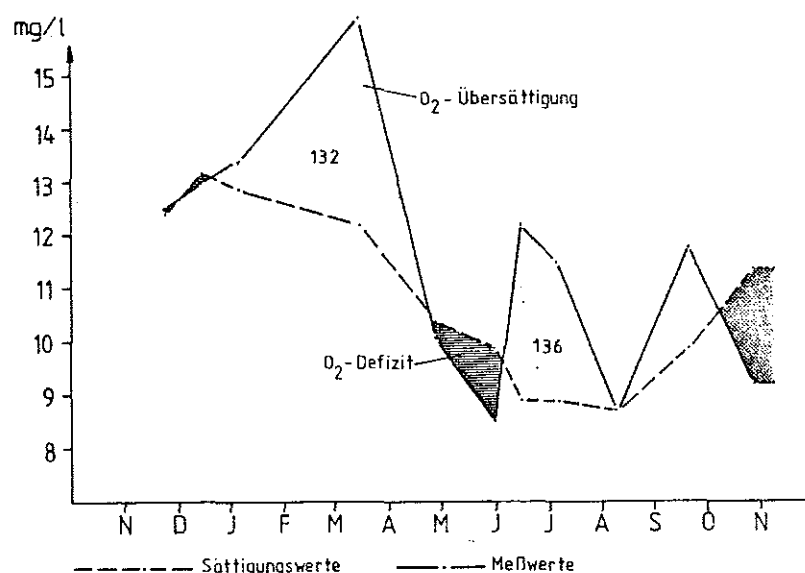


Abb. 39: Sauerstoffgehalt (mg/l) im Kleinen Eutiner See in 2 m Tiefe, Sauerstoffgehalt bei 100 % Sättigung sowie  $O_2$ -Defizit bzw. -Übersättigung im Jahresgang 1982/83

Ab diesem Zeitpunkt macht sich eine gering ausgebildete Schichtung bemerkbar, die bis zum August anhält. Während der Sauerstoffgehalt wie in den anderen Seen an der Oberfläche einem Maximum von 156 % im August zustrebt, erreicht die Tiefe gerade ausgeglichene Verhältnisse mit 100 % Sättigung. Bei der Septembermessung hat sich der geringe Temperaturgradient schon wieder aufgehoben - Oberfläche und Tiefe liegen im Bereich einer schwachen Sauerstoffübersättigung. Nach Zusammenbruch der Algenpopulation im Oktober wird bereits ein Defizit von 80 % Sättigung quer durch die Wassersäule festgestellt.

#### Phosphorverbindungen

Die Oberflächen- und Tiefenkurven verlaufen völlig identisch (Abb. 40 u. 41).

Der Kurvenverlauf ist, ganz anders als im Großen Eutiner See, von einem Maximum des gelösten anorganischen Phosphors und gleichzeitig der kondensierten Phosphorverbindungen im Juni geprägt, so daß sich für Gesamtphosphor eine Konzentration von 1165 bzw. 1250 µg/l ergibt. Dem Phosphatanstieg im Juni vorangegangen war im Mai eine Sauerstoffzehrung in der gesamten Wassersäule (vgl. Abb. 38 u. 39), die auf den Abbau der im Vergleich zu den anderen Seen extrem hohen Frühjahrsprimärproduktion zurückzuführen ist.

In dieser Situation wird durch einsetzende Eisenreduktion gleichzeitig die Freisetzung von Phosphat aus dem Sediment erleichtert. Aber selbst bei Berücksichtigung all der genannten Faktoren stellt sich die Frage, ob ein derartiger Phosphatanstieg durch diese Umstände allein verursacht sein kann, oder ob man mit einem außerordentlichen externen P-Eintrag in dieser Zeit rechnen muß.

Anschließend an das SRP-Maximum liegen die Konzentrationen der partikulären P-Substanz bis September etwa doppelt so hoch wie in der Frühjahrsphase der Produktion. Insgesamt liegt das Niveau der Gesamtphosphorkonzentrationen in der Folge im Spätsommer ebenfalls höher.

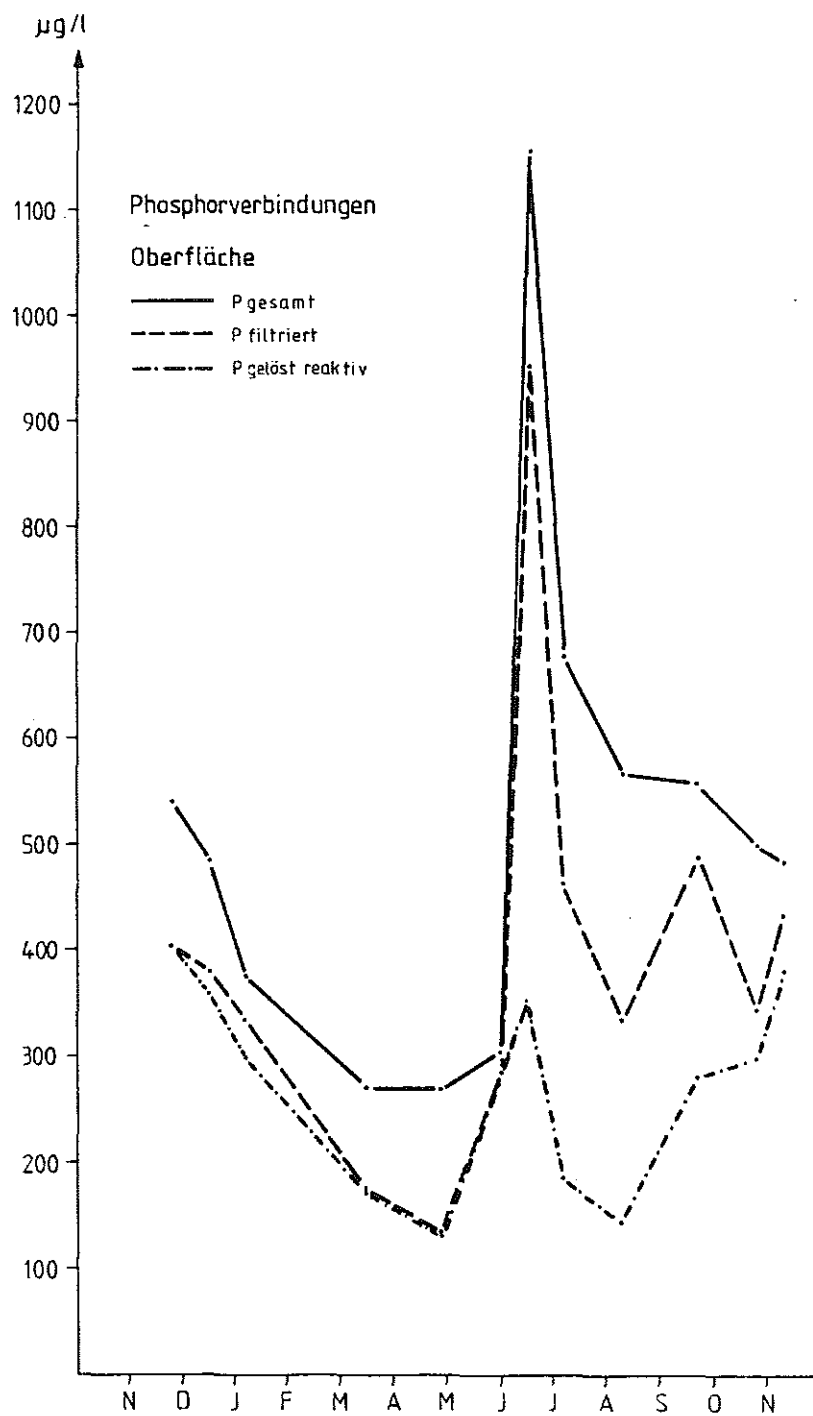


Abb. 40: Konzentrationen verschiedener Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) im Kleinen Eutiner See an der Oberfläche im Jahresgang 1982/83

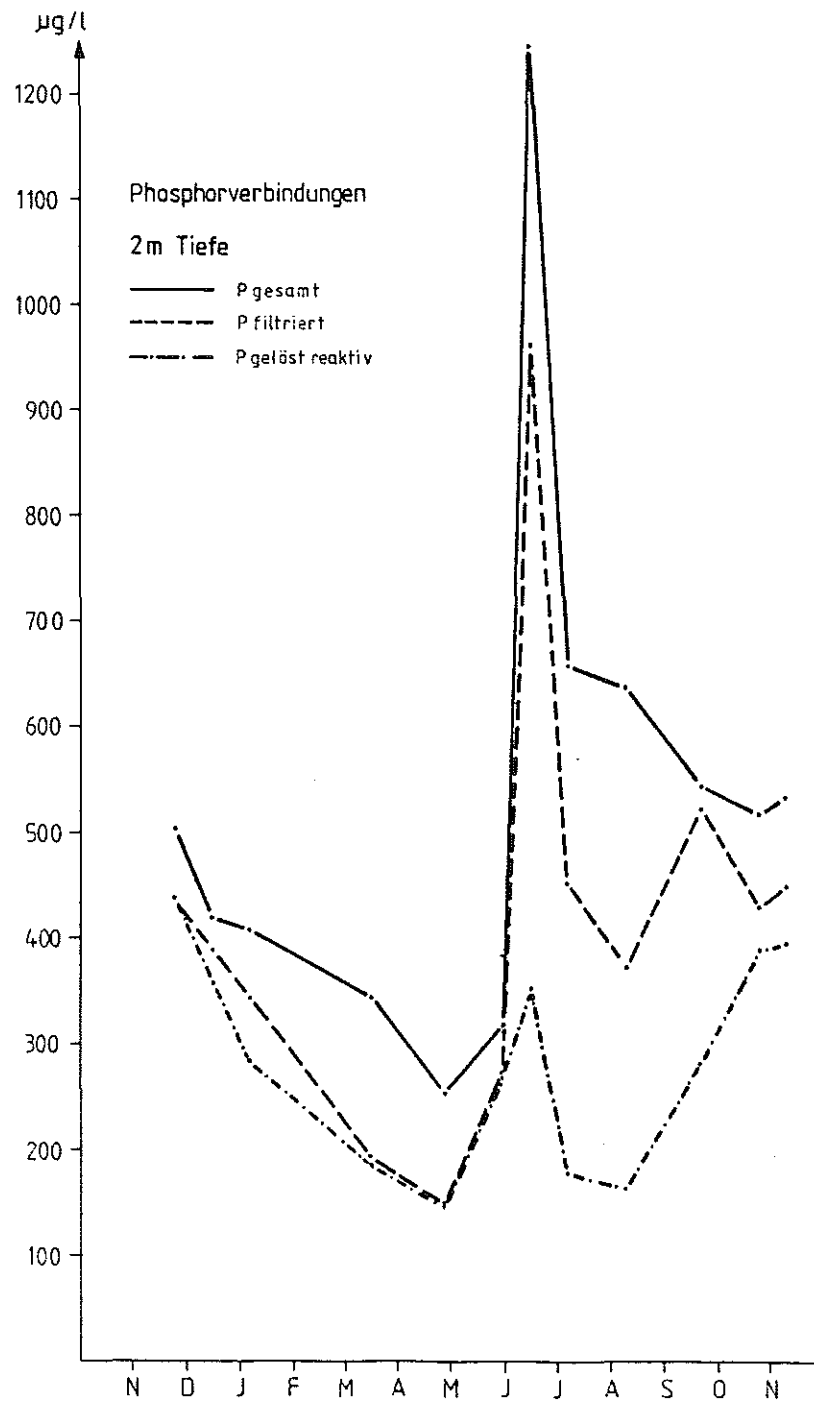


Abb. 41: Konzentrationen verschiedener Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) im Kleinen Eutiner See in 2 m Tiefe im Jahresgang 1982/83

Die Konzentration der SRP-Anteile am Gesamtphosphor geht im Laufe von Juli und August wieder auf das Niveau vom April zurück. Die Anteile der kondensierten Verbindungen bleiben von Juli bis September in ihrer Höhe konstant, was dazu führt, daß im Spätsommer die Ganglinien der SRP - und die der kondensierten P-Verbindungen - parallel laufen, während SRP- und TP-Ganglinien von August bis November genau gegenläufig sind. Das bedeutet, daß je kleiner der Gesamt-Phosphor-Gehalt wird, umso höher die SRP-Konzentration ansteigt. So wird allmählich im November wieder das Ausgangsniveau an TP vom gleichen Monat im Vorjahr erreicht, welches bei etwa 500 µg/l liegt.

Einzigartig von allen untersuchten Seen ist für den Kleinen Eutiner See, daß die Konzentration an gelöstem reaktiven Phosphor nie unter 125 µg/l fällt. Die beiden Minima, die sich um diese Konzentration bewegen, liegen im April und August. Bei einem solchen Überschuß an pflanzenverwertbarem Phosphor in der Vegetationsphase ist es offensichtlich, daß Phosphor hier nicht mehr als wachstumslimitierender Faktor fungieren kann.

#### 4.4.5 Chlorophyll a

Der Jahresgang an Chlorophyll a im Kleinen Eutiner See ist wie bei den anderen Seen von einem Frühjahrs- und einem Sommermaximum geprägt, mit dem Unterschied, daß die Absolutmengen an Chlorophyll um ein Vielfaches über denen der anderen Seen liegen (Abb. 42).

Das auftretende Jahresminimum liegt im November 1983 bei ca. 18 µg/l Chl a. Im November des Vorjahres liegt sogar eine Konzentration von 63 mg/m<sup>3</sup> vor. Das absolute Sommermaximum erreicht eine Konzentration von 238 µg/l.

Die Sichttiefen gehen nie über 1 m hinaus und ein Klarwasserstadium wird ebenfalls nicht erreicht. Im ersten Halbjahr der Untersuchung liegen ungewöhnlich hohe Phaeophytinwerte vor, vor allem im Januar. Die Annahme liegt nahe, daß es sich bei diesem Wert um ein methodisches Artefakt handelt, da der Phaeophytinwert in der gleichen Größenordnung wie das Chlorophyll a liegt.

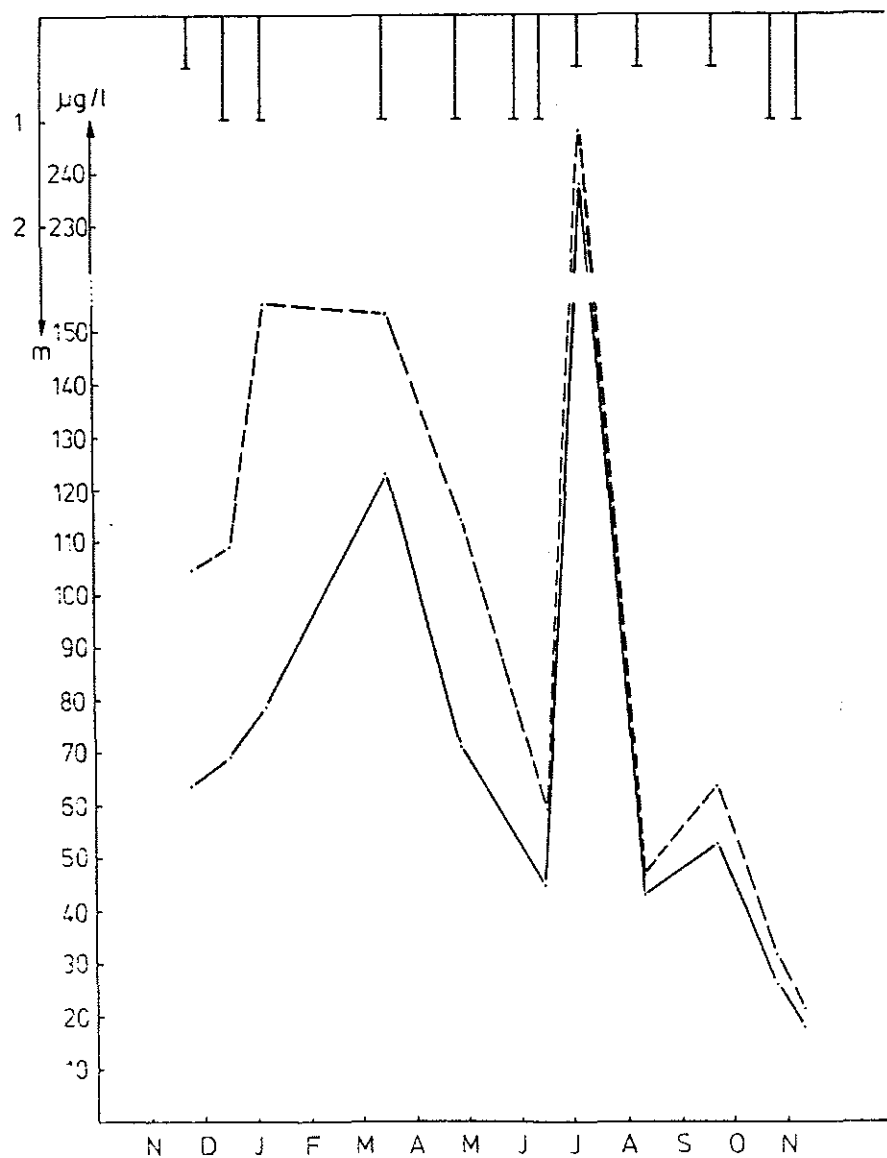


Abb. 42: Gehalt an Chlorophyll a ( $\mu\text{g/l}$ , —), an Chlorophyll a + Phaeophytin ( $\mu\text{g/l}$ , ----) sowie Sichttiefe (m) im Kleinen Eutiner See im Jahresgang 1982/83

#### 4.4.6 Planktonübersicht

##### Phytoplankton

Der Kleine Eutiner See ist durch ein extrem einförmiges Phytoplanktonbild charakterisiert. Es existieren nur einige wenige Arten, die aber meist über den ganzen Sommer verteilt auftreten.

Bei den Kieselalgen ist die dominante Art Melosira granulata, die das ganze Jahr in mittlerer Dichte auftritt, außer einem Rückgang in der Zeit des verstärkten Auftretens von Blaualgen ab Ende Mai bis August. Stephanodiscus hantzschii tritt nur im Winterhalbjahr bis zum Mai in mäßiger Dichte auf, während Nitzschia perminuta als einzige Kieselalge zwar in relativ geringer Dichte, aber gleichzeitig mit der Blaualgenblüte von Mai bis September verstärkt auftritt.

Bei den Blaualgen dominant ist Microcystis aeruginosa, welche auch für die extreme Biomasse der Sommerblüte von Mai bis September verantwortlich ist. Dagegen ist Microcystis wesenbergii wesentlich seltener, aber dennoch wie die erste Art ganzjährig in fast gleichbleibender Dichte vorhanden. Mit den Microcystiskolonien vergesellschaftet taucht stets und häufig Phormidium mucicola auf.

Weiterhin sind einige Grünalgenarten nachzuweisen, die aber keine beachtliche Dichte erreichen. Als einzige Art ist Pediastrum boryanum über das ganze Jahr hinweg mit einem starken Rückgang während der Blaualgenblüte im Sommer nachzuweisen.

Als ungewöhnlich kann im Kleinen Eutiner See das Anwachsen der Melosira granulata-Population im Juli mitten in der Blaualgenblüte herausgestellt werden, da Massenentwicklungen von Blaualgen und Kieselalgen gewöhnlich nicht parallel laufen.

### Zooplankton

Der kleine Eutiner See ist im Vergleich mit den anderen Seen am artenärmsten, und zwar sowohl bezüglich der Rotatorien als auch der Crustaceen.

Anders als bei den übrigen Seen kommt es zu einem ausgesprochenen Rotatorienmaximum vom späten Herbst bis zum Januar. Von einer geringen Erniedrigung im März abgesehen halten sich relative Individuenzahl und Biomasse bis April auf einem hohen Wert. Ab Ende Mai allerdings erfolgt ein extremer Abfall, der durch den kompletten Ausfall von Keratella cochlearis im Artenspektrum bedingt ist. Völlig ungewöhnlich liegen so die Minima der relativen Individuenzahl und Biomasse der Rotatorien im



Juni. Statt dieser Art treten ab Ende Mai erstmalig Brachionus urceolaris und Filinia longiseta auf. Die letztere Art wird im August dominant, während Keratella cochlearis im September ihre alte Bedeutung wiedererlangt.

Bei den Crustaceen ist im November 1982 Daphnia galeata die dominante Art, die aber im Laufe des Frühjahrs bis April von Cyclops vicinus gänzlich verdrängt wird. Ab Ende Mai besteht das Crustaceenplankton aber umgekehrt wie im Vormonat zu über 90 % aus Daphnia galeata, während Cyclops vicinus nur noch einen Anteil von 4 % aufweist. Auch im Juni und Juli bleibt der Anteil von Daphnia galeata so hoch, erst ab September teilt die Art ihre zahlenmäßige Bedeutung mit Eudiaptomus graciloides.

#### 4.5 Kellersee

##### 4.5.1 Morphometrie und Hydrometrie

Der Kellersee ist mit 5,52 km<sup>2</sup> der größte der in diesem Bericht untersuchten Seen und gehört zu den größten der ostholsteinischen Seen. Nachdem die Schwentine den Großen Eutiner See verlassen hat, erreicht sie nach einer Fließstrecke von 1,5 km durch Fissau den Kellersee in der südöstlichen Bucht und verläßt ihn im Westen bei Malente. Der Kellersee erhält im Nordwesten einen weiteren beträchtlichen Zufluß von der Malenter Au, die mit ihrem oberirdischen Einzugsgebiet von rund 55 km<sup>2</sup> ein Drittel des Gesamteinzugsgebietes des Kellersees ausmacht.

Weitere kleinere Zuflüsse sind wie folgt zusammengestellt (vom Nordwesten im Uhrzeigersinn):

Krummseeegraben

Ablauf Ukleisee (umfaßt Einzugsgebiet Nücheler Graben)

Waldfriedengraben

Beutiner Graben

Der See läßt sich in vier Teilbecken untergliedern: dem größten im Nordwesten, der Malenter Bucht, der Bucht bei Sielbeck-Uklei und der langen schmalen Bucht bei Fissau, die sich zum größten Tief des Sees von 25,8 m zwischen der Halbinsel Prinzenholz und der Neuen Kalkhütte öffnet. Die mittlere Tiefe des Sees liegt bei 11,7 m, so daß sich ein Seegesamtvolumen von  $64,5 \times 10^6 \text{ m}^3$  errechnet (vgl. auch Tab. 18).

Das Gesamteinzugsgebiet des Kellersees unterliegt folgenden Nutzungsarten: 9 % der Flächen sind bebaut, etwa 68 % werden landwirtschaftlich genutzt, davon über 45 % als Ackerland und um 17 % als Dauergrünland. Bewaldet ist etwas mehr als 20 % des Gebietes und über 8 % wird von Wasserflächen eingenommen.

Tab. 18: Charakteristische Daten des Kellersees

|                                                            |                                              |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Topographische Karte (1 : 25.000)                          | : 1829                                       |
| Fließsystem                                                | : Schwentine                                 |
| Kreis                                                      | : Ostholstein                                |
| Gemeinde                                                   | : Malente / Eutin                            |
| Lage des Einzugsgebietes                                   |                                              |
| Rechtswerte                                                | : 440360 - 441840                            |
| Hochwerte                                                  | : 599825 - 601480                            |
| Größe des oberirdischen Einzugsgebietes                    | : 150,3 km <sup>2</sup>                      |
| Höhe über NN                                               | : 24,26 m                                    |
| Niedrigster Wasserstand von 1983 - 1985 im Monat Nov. 1982 | : 24.14 m ü. NN                              |
| Höchster Wasserstand von 1983 - 1985 im Monat Nov. 1984    | : 24.51 m ü. NN                              |
| Seeoberfläche (Ao)                                         | : 5,52 km <sup>2</sup>                       |
| Mittlere Tiefe                                             | : 11,7 m                                     |
| Maximale Tiefe                                             | : 25,8 m                                     |
| Volumen (V)                                                | : 64,5 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>      |
| Gesamtlänge der Uferlinie (U)                              | : 15,5 km                                    |
| Uferentwicklung (Ue)                                       | : 1,9                                        |
| Umgebungsarealfaktor                                       | : 26,2                                       |
| Volumen zur Uferlänge (V/U)                                | : 4,16 m <sup>3</sup> x 1000 m <sup>-1</sup> |
| Theoretische Wassererneuerungszeit:                        | : 1,21 a<br>( = 83 % a <sup>-1</sup> )       |
| Schindlers Index (Niederschlagsgebiet: Seevolumen)         | : 2,33 m <sup>2</sup> x m <sup>-1</sup>      |

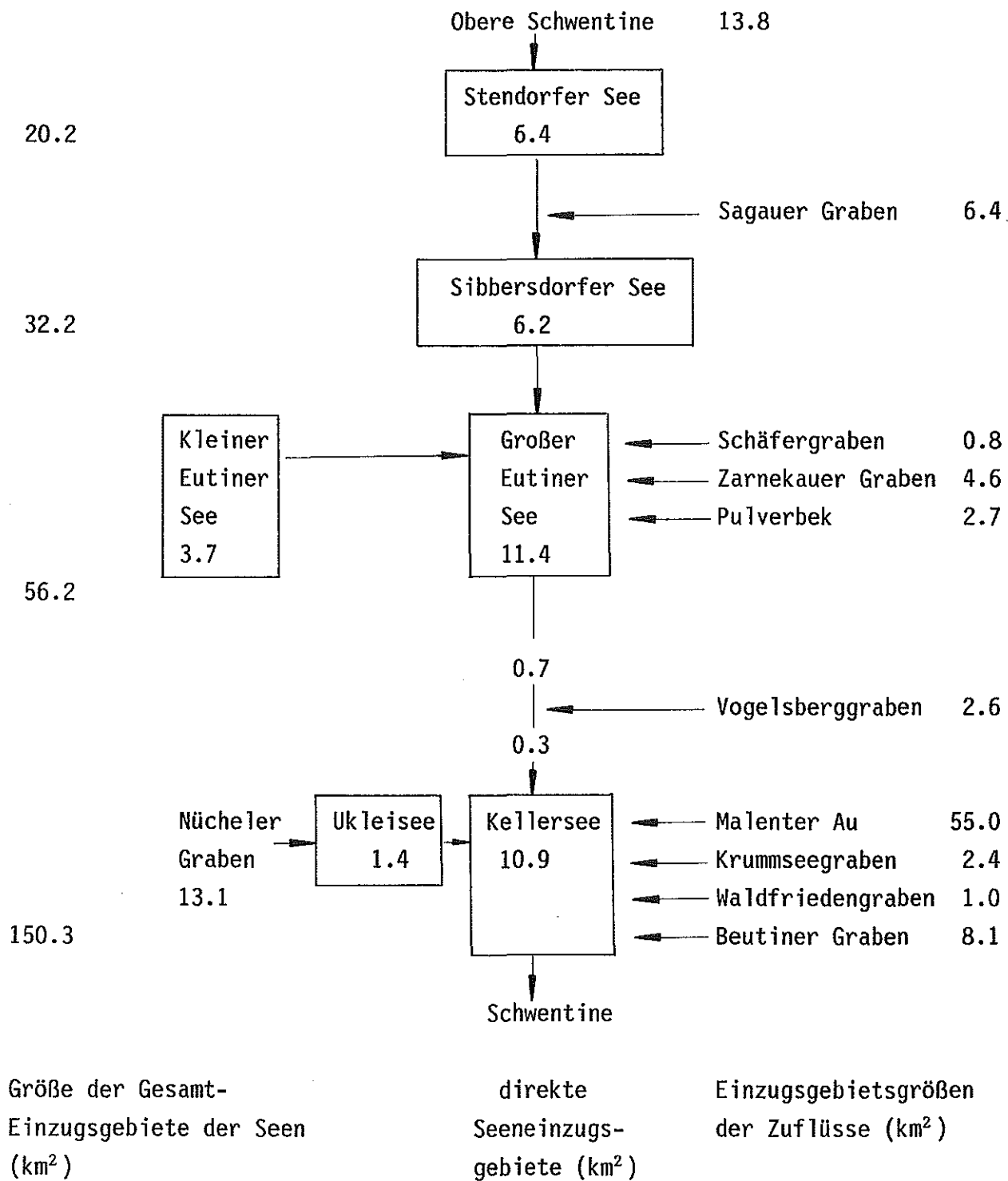


Abb. 43: Schematische Darstellung der Teileinzugsgebiete des Kellersees

Abb. 43 zeigt schematisch die hierarchische Strukturierung der Teilniederschlagsgebiete im Einzugsbereich des Kellersees. Die oberen Einzugsgebiete sind jeweils in den unten nachfolgenden Einzugsgebieten enthalten. Rechts sind die Zuflüsse zu den jeweiligen Seen bzw. zur Schwentine direkt aufgeführt, während links Seeabläufe stehen. Die Zahlen geben die Größe des oberirdischen Einzugsgebietes entsprechend dem Gewässerkundlichen Flächenverzeichnis Schleswig-Holstein in km<sup>2</sup> an, wobei die Angabe direkt unterhalb des Seenamens sich auf die Größe des direkten Einzugsgebietes bezieht. Die Zahlen ganz links geben die aufaddierten Einzugsgebiete der einzelnen Seen an.

#### Flächenaufteilung

Am Kellersee prägen besiedelte Bereiche und Waldgebiete das Ufer: etwa 45 % der Uferlinie sind bewaldet, während 42 % besiedelt sind und nur 13 % von Acker bzw. Grünland eingenommen werden.

Bei den bewaldeten Gebieten handelt es sich zum großen Teil um Laubwald, so der Erholungswald Prinzenholz im Süden mit altem Eichen-Eschen-Wald und Buchen-Altbeständen. Am östlichen Ufer liegt der Erholungswald Dom mit einem Streifen Buchen-Altbestand. Am Nordufer grenzt das Waldgebiet "Krummsee", welches durch sehr alten Buchenbestand und mittelalte Erlen-Eschenbestände geprägt ist, bis ans Ufer. Auch die Landzunge Ohlenhof im Westen ist von einem schmalen Bruchwaldstreifen gesäumt.

Die Ortschaften, die am Ufer des Kellersees liegen, verteilen sich auf die Hauptbuchten. Es handelt sich um Malente-Gremsmühlen, Luftkurort und Kneippheilbad mit über 7000 Einwohnern im Westen, Fissau mit ca. 1500 Einwohnern im Süden des Sees und Sielbeck-Uklei im Nordosten mit etwa 200 Einwohnern. Allerdings sind auch weitere Gebäudekomplexe zu nennen, die nebst einigen Einfamilienhäusern im Nordwesten direkt am See liegen: die Jugendherberge Ohlenhof, die Landesfinanzschule, eine Privatklinik und das Gut Rothensande am Südufer.

Die wenigen landwirtschaftlich genutzten Flächen liegen im Bereich des vorgenannten Gutes und am Nordwestufer nördlich der Jugendherberge.

#### 4.5.2 Vegetation im Uferbereich

##### Röhrichte

Die Ufer des Kellersees sind in der Regel steil abfallend und außerdem über weite Strecken von Wald beschattet, so daß meist nur ein schmaler Schilfgürtel ausgeprägt ist (Abb. 44). Nur im Bereich des Schwentineablaufs im Südwesten einschließlich der Bucht vor Rothensande und im Nordostteil des Sees kommen breitere Röhrichte vor.

Die Leitform des Ufergürtels ist eindeutig das Schilf (Phragmites australis), welchem wasserseits an wenigen Stellen die Teichbinse (Schoenoplectus lacustris) und der Rohrkolben (Typha latifolia) vorge-lagert ist.

Auf der Höhe der Ortschaften Malente, Sielbeck und Fissau ist der Schilfgürtel aufgrund von Uferbefestigungen, Schiffsanlegern oder Badebrücken unterbrochen oder fehlt gänzlich. Außerdem ist der Röhrichtgürtel im Nordosten am Brandungsufer in der Bucht vor Sielbeck-Uklei nur sehr spärlich ausgebildet.

##### Schwimblattzone

Schwimblattzonen haben sich an wenigen Stellen in ruhigeren Buchten wasserseits vor dem Schilfgürtel eingerichtet. Erwähnenswert sind vor allem die Vorkommen der Gelben Teichrose (Nuphar luteum) und der Weißen Seerose (Nymphaea alba) im Zufließbereich der Malenter Au und am Schwentineabfluß. Kleinflächigere Bestände finden sich im Westen in der kleinen Bucht nördlich des Ohlenhofes, am Nordufer unterhalb des Ihlsees und im Süden vor Rothengrund.

##### Bruch- und Quellwälder

Als landschaftliche und floristische Besonderheit ist das Vorkommen von typischen Schwarzerlenquellwäldern am Ufer des Kellersees zu erwähnen. Schon Thienemann (1922) beschrieb erstmals die insgesamt 11 Quellen, die auf drei Uferbereiche verteilt sind: Die Domquellen bei der Alten Kalkhütte mit ausgedehnten Ablagerungen von Quellschmelzen, am Nordufer östlich der Landesfinanzschule und am Südufer am seeseitigen Rand des Waldgebietes Prinzenholz die "Luisenquelle".

Die Quellsümpfe südlich des Kleinen Ihlsees sind 1946/47 einer großflächigen Buchenabholzung zum Opfer gefallen. Heute sind von diesen Quellgebieten nur noch Reste in Form von kleinen quellmoorigen Schwarzerlenbeständen zu finden.

Von den nichtbewaldeten Uferbereichen ist eine Sumpfdotterblumen-Feuchtwiese mit seltenen Arten wie Knabenkraut (Dactylorhiza majalis) und Fieberklee (Menyanthes trifoliata) zu nennen.

Im Mündungsbereich der Malenter Au, den sogenannten Auwiesen im Stadtbereich, gibt es am Nordufer des Fließgewässers einen nassen, auf Torf stockenden Schwarzerlenbruch. Die sich nach Norden und Osten und bis direkt zum Seeufer anschließenden Flächen, die vom Rundwanderweg um den Kellersee durchschnitten werden, lassen sich als Hochstaudenried mit Rohrglanzglas (Phalaris arundinacea), Echem Mädesüß (Filipendula ulmaria), Großem Schwaden (Glyceria maxima), Sumpfdotterblume (Caltha palustris), Baldrian (Valeriana officinalis) und Weidenröschen (Epilobium hirsutum) charakterisieren.

Bemerkenswert ist weiterhin ein ca. 1,5 ha großes Ried am Ostufer des Sees südlich von Uklei aus einem Reinbestand der Binsenschneide (Cladium mariscus), welches sehr störungsanfällig ist und bevorzugt an kalkigen Standorten wie den Kalkquellsümpfen und Seekreidestandorten vorkommt. Im östlichen Hügelland sind insgesamt nur 15 Vorkommen dieses Röhrrichts bekannt.

Im Kellersee nördlich vom Ohlenhof liegt eine kleine 200 m<sup>2</sup> große Bauminself, die von der Teichbinse (Schoenoplectus lacustris) gesäumt wird.

Einzelheiten zur Verteilung der Seeufervegetation nach vorhandenen Arten können der Vegetationskartierung entnommen werden (Abb. 44).

#### Submerse Makrophyten

Der Kellersee ist im Vergleich zu den vorgenannten Seen durch eine relativ flächenhafte und etwas artenreichere Vegetation im Litoral ausgezeichnet, welche auf den flachscharigen Uferbereichen siedelt, die den größten Teil des Litorals bestimmen. Nur im Südosten des Sees an der

Alten Kalkhütte und gegenüber am Rotengrund ist der Uferabfall sehr steil, so daß im Anschluß an den Röhrichtgürtel die Lichtverhältnisse nicht mehr für Unterwasserpflanzen ausreichen. Teilweise ist das Substrat im Uferbereich auch steinig, so daß dadurch die Ausbreitungsmöglichkeiten der Pflanzen begrenzt sind.

Im Kellersee ist im Gegensatz zu den anderen untersuchten Seen eine typische Gliederung des Litorals zu erkennen. Im Anschluß an den Schilfgürtel, der allerdings rückläufig zu sein scheint, wie es aus dem abgestorbenen Wurzelsubstrat seeseitig der Schilfzone ersichtlich ist, schließen sich an einzelnen Stellen Schwimmblattpflanzen wie Gelbe Teichrose (Nuphar luteum), Weiße Seerose (Nymphaea alba) oder auch Wasserknöterich (Polygonum amphibium) an. Diese Stillwasserbereiche liegen hauptsächlich in der Malenter Bucht, in der Bucht hinter dem Ohlenhof, am Nordufer unterhalb des Ihlsees, in der Sielbecker Bucht und im Bereich des Schwentineauslaufs.

Die Pflanzen der eigentlichen Tauchblattzone dringen, je nach Art unterschiedlich, bis in Tiefen von maximal 4 m vor. Das durchschnittliche Tiefenvorkommen liegt aber bei ca. 2 m. Die im Kellersee vorkommenden submersen Makrophyten werden in der folgenden Tabelle aufgelistet und ihre Zugehörigkeit zu den vorne erwähnten Gruppen nach Empfindlichkeit gegen Eutrophierung gekennzeichnet:

| Art                            | Gruppe - nach Eutrophierungsempfindlichkeit |             |          |
|--------------------------------|---------------------------------------------|-------------|----------|
|                                | 1. geringe                                  | 2. mittlere | 3. große |
| <u>Ceratophyllum demersum</u>  | x                                           |             |          |
| <u>Elodea canadensis</u>       |                                             | x           |          |
| <u>Myriophyllum spicatum</u>   | x                                           |             |          |
| <u>Potamogeton compressus</u>  |                                             | x           |          |
| <u>Potamogeton crispus</u>     | x                                           |             |          |
| <u>Potamogeton lucens</u>      |                                             | x           |          |
| <u>Potamogeton pectinatus</u>  | x                                           |             |          |
| <u>Potamogeton perfoliatus</u> | x                                           |             |          |
| <u>Ranunculus circinatus</u>   |                                             | x           |          |
| <u>Zannichellia palustris</u>  | x                                           |             |          |
| <u>Chara</u> sp.               |                                             |             | x        |

Offensichtlich sind Arten von geringer und mittlerer Eutrophierungsempfindlichkeit im See vorhanden, wobei Potamogeton pectinatus eindeutig als häufigste Art vorkommt, die laut Ozimek (1978) als deutlicher Indikator für hohen Nährstoffgehalt gilt und bei einer verarmenden Unterwasservegetation mit als eine der letzten Arten neben Zannichellia palustris erhalten bleibt. Auch die Zunahme der fädigen benthischen Algen, die zu den Makrophyten mit schlechter werdenden Lichtverhältnissen in wachsende Konkurrenz treten, gilt als Langzeitindikator der Eutrophierung.

Die Verteilung der Arten über die Uferbereiche des Sees kann aus Abb. 44 entnommen werden. Betrachtet man hier speziell die Arten mittlerer Eutrophierungsempfindlichkeit, so zeigt sich, daß drei der vier vorhandenen Arten der Gruppe nur in einem Bestand vorkommen, und zwar Potamogeton compressus vor dem Ohlenhof, Potamogeton lucens unterhalb des Hägebergshorsts am Nordufer und Ranunculus circinatus ebenfalls am Nordufer unterhalb der "Holsteinischen Schweiz". Elodea canadensis als vierte Art dieser Gruppe ist weiter verbreitet und kommt sogar in der Malenter Bucht vor, die insgesamt durch eine geringere Abundanz der Unterwasservegetation gekennzeichnet ist. Schwerpunkte ihrer Verbreitung liegen vor allem am östlichen Ufer, im Norden auf der Höhe des Ihlsees bis in die Sielbecker und Uklei-Bucht hinein und dann wieder ab alter Kalkhütte bis in die Fissauer Bucht, dort aber im wesentlichen am Westufer.

Die Chara-Arten als Vertreter der dritten Gruppe mit großer Eutrophierungsempfindlichkeit überschneiden sich in ihrem Vorkommen mit Elodea canadensis, wobei ihre Gesamtverbreitungsfläche aber deutlich kleiner ist. Die größte flächige Ausbreitung der Arten befindet sich in der Uklei-Bucht, mehrere Einzelbestände finden sich östlich vom Rothengrund und mehrere kleine Bestände am Westufer am Ohlenhof und nördlich davon.

Die Verteilung der Pflanzenarten aus den drei Gruppen nach Ozimek (1978) läßt aufgrund der geringen Abundanz der Pflanzen mit Indikatorfunktion für mittlere Eutrophierungsempfindlichkeit leider keine konkreten Hinweise auf punktuelle Nährstoffbelastungen zu.



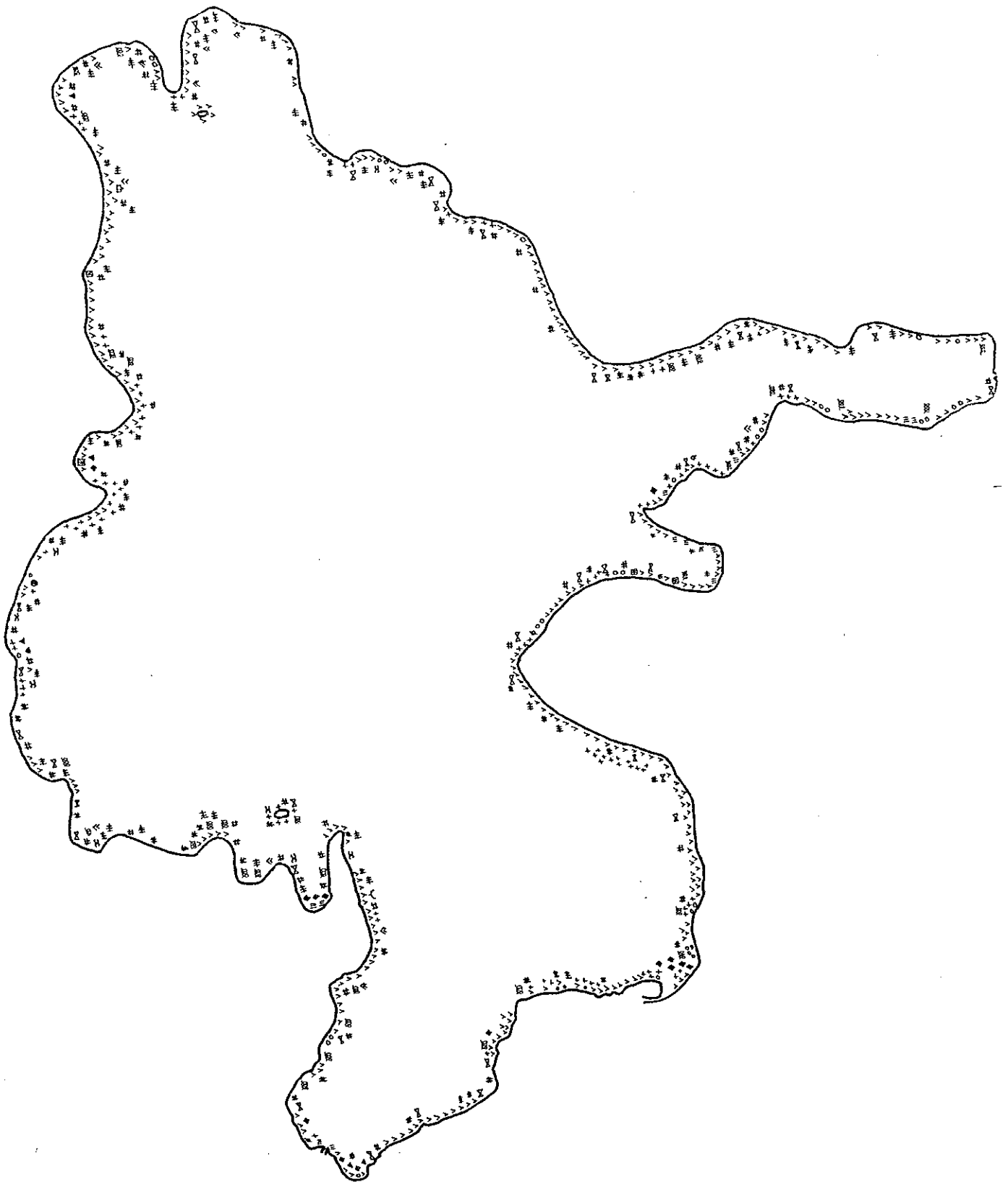


Abb. 44: Kartierung der Ufervegetation des Kellerssees  
Legende siehe folgende Seite

|                                 |         |                               |     |
|---------------------------------|---------|-------------------------------|-----|
| <i>Acorus calamus</i>           | K K     | <i>Potamogeton trichoides</i> | Y Y |
| <i>Alisma gramineum</i>         | ♥ ♥     | <i>Potamogeton zizii</i>      | m m |
| <i>Carex</i> spsp.              | φ φ     | <i>Poa palustris</i>          | Y Y |
| <i>Ceratophyllum demersum</i>   | X X     | <i>Ranunculus circinatus</i>  | ⊙ ⊙ |
| <i>Chara</i> spec.              | ^ ^     | <i>Scirpus lacustris</i>      | + + |
| <i>Eleocharis palustris</i>     | ↑ ↑     | <i>Sparganium erectum</i>     | ↗ * |
| <i>Elodea canadensis</i>        | ∞ ∞     | <i>Sparganium ramosum</i>     | ☐ * |
| <i>Glyceria maxima</i>          | III III | <i>Sparganium</i> spsp.       | * * |
| <i>Iris pseudacorus</i>         | ◇ ◇     | <i>Stachys palustris</i>      | S   |
| <i>Juncus</i> spsp.             | w w     | <i>Typha angustifolia</i>     | ○ ○ |
| <i>Menyanthes</i> spsp.         | M       | <i>Typha latifolia</i>        | ● ● |
| <i>Myriophyllum spicatum</i>    | X X     | <i>Zannichellia palustris</i> | ⋈ ⋈ |
| <i>Nuphar luteum</i>            | ▲ ▲     |                               |     |
| <i>Nymphaea alba</i>            | ◆ ◆     |                               |     |
| <i>Phalaris arundinacea</i>     | † †     |                               |     |
| <i>Phragmites communis</i>      | v v     |                               |     |
| <i>Polygonum amphibium</i>      | h h     |                               |     |
| <i>Potamogeton crispus</i>      | ± ±     |                               |     |
| <i>Potamogeton nitens</i>       | xx xx   |                               |     |
| <i>Potamogeton obtusifolius</i> | ⊠ ⊠     |                               |     |
| <i>Potamogeton pectinatus</i>   | ± ±     |                               |     |
| <i>Potamogeton perfoliatus</i>  | ≡ ≡     |                               |     |
| <i>Potamogeton praelongus</i>   | ↔ ↔     |                               |     |
| <i>Potamogeton rubescens</i>    | ✕ ✕     |                               |     |

#### 4.5.3 Fremdenverkehr

Das Gesamteinzugsgebiet des Kellersees gehört zum Landschaftsschutzgebiet "Holsteinische Schweiz". Ausgenommen sind nur die Stadtkerne von Malente und Eutin.

Malente ist seit 1855 als Kneippheilbad anerkannt und Zentrum des Fremdenverkehrs und der Erholung in der Holsteinischen Schweiz. Der Fremdenverkehr hat hier eine sehr alte Tradition - nämlich seit der Eröffnung des Hotels "Holsteinische Schweiz" vor über hundert Jahren. Genauso lang existiert auch schon die "Kellerseefahrt", eine Personenschifffahrtslinie im zwei-Stunden-Rhythmus zwischen den Anlegern Malente, Fissau und Sielbeck während der Sommersaison.

Im Rahmen der Erschließung für den Fremdenverkehr wurde ein Rundwanderweg um den See angelegt und das Ufer im Stadtbereich größtenteils für die Anlage von Promenaden und Parkanlagen befestigt.

Im Jahre 1983 wurden im Sommerhalbjahr mehr als 500000 Übernachtungen in der Gemeinde Malente registriert. Neben Malente selbst hat Krummsee im Norden des Kellersees einen Anteil von ca. 70000 Übernachtungen an dieser Zahl. Die Jugendherberge auf der Halbinsel Ohlendorf verzeichnete im gleichen Zeitraum allein über 45000 Übernachtungen. Am Westufer der Fissauer Bucht liegt ein Campingplatz mit knapp 2000 Standplätzen.

#### Wassersport / Segeln

Von den landschaftlichen Gegebenheiten her ist der Kellersee gut für den Segelsport geeignet. 1983 gab es 159 Boote auf dem See, von denen die meisten im Malenter Segelverein organisiert sind. Nach einer Untersuchung zur Bedarfsentwicklung und Standortmöglichkeiten für Wassersportanlagen (Gondesen u. Trüper 1983) sind 6,2 km, d.h. 23 % des gesamten Ufers, für entsprechende Einrichtungen geeignet. Bislang existieren 69 Bootsliegeplätze an Stegen, 5 Sammelstege und sechs Standorte für Landliegeplätze.

### Badestellen

Es gibt am Kellersee zwei ausgewiesene Badestellen, und zwar am Ostufer zwischen Sielbeck und der Neuen Kalkhütte und in Malente nördlich des Segelvereins. Darüber hinaus existieren Badestellen bei der Jugendherberge auf der Halbinsel Ohlenhof, beim Campingplatz und einigen größeren Einrichtungen am Nordufer sowie einige freie Badezugänge.

## 4.5.4 Physikalisch-chemische Beschaffenheit

### Temperatur

Der Kellersee als größter der untersuchten Seen ist durch eine an drei Stationen vergleichbare Wärmeschichtung charakterisiert (Abb. 45 u. 46).

Ab November ist die gesamte Wassersäule nach der herbstlichen Vollzirkulation gleichmäßig temperiert und kühlt sich bis Januar auf 4.2 °C ab. In dem folgenden Monat fällt wegen Eisbedeckung die Beprobung aus, so daß über eine Zeit von 2 Monaten keine Temperaturmesswerte vorliegen. Während dieser Wochen kam es zu einer Verminderung der Lufttemperatur und damit vermutlich zum Aufbau einer inversen Schichtung bei dem 4 °C kalten Wasser.

Bei den nächsten Messungen im März hat die Wassersäule wiederum 4 °C erreicht und zirkuliert. Mit der rasch voranschreitenden Lufterwärmung im Frühjahr baut sich ab jetzt die sommerliche Temperaturschichtung allmählich auf. Wie in den anderen Seen wird das Temperaturmaximum an der Oberfläche im August erreicht. Abweichend zum Großen Eutiner See allerdings bricht die thermische Schichtung erst im Oktober und nicht schon im September zusammen. Die größere Stabilität der Schichtung läßt sich durch den höheren Dichtegradienten aufgrund der größeren Seetiefe und des Wasservolumens erklären.

Bemerkenswert ist weiterhin der Temperaturanstieg ausschließlich im Juni in der Tiefe an der tiefsten Stelle in der Fissauer Bucht und in der nordöstlichen Seebucht vor Sielbeck-Uklei. Dieser Anstieg fehlt in der Malenter Bucht. Im Juli sind alle Meßstellen in der Tiefe wieder auf der gleichen Temperatur.

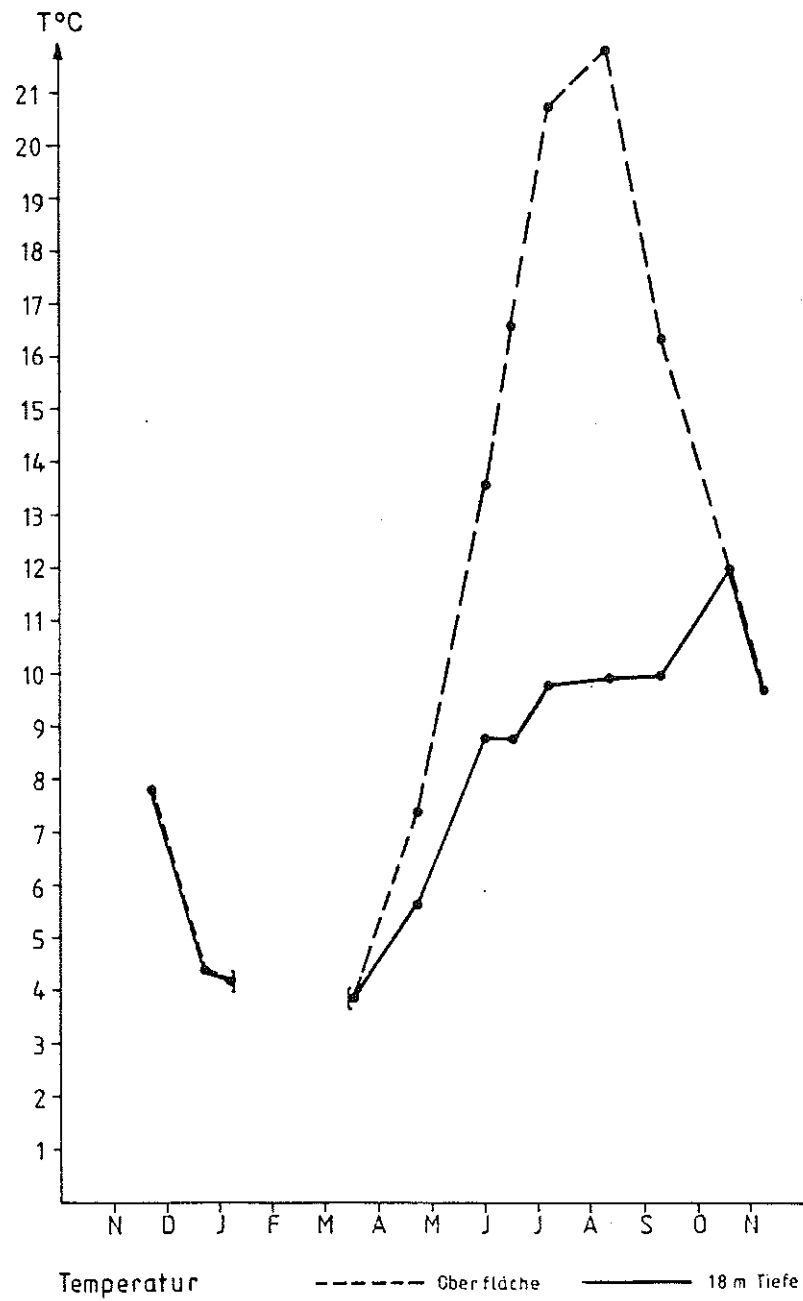


Abb. 45: Temperatur (°C) an der Oberfläche bzw. in 18 m Tiefe in der Malenter Bucht des Kellerssees (Meßstelle 55-028-5.11)

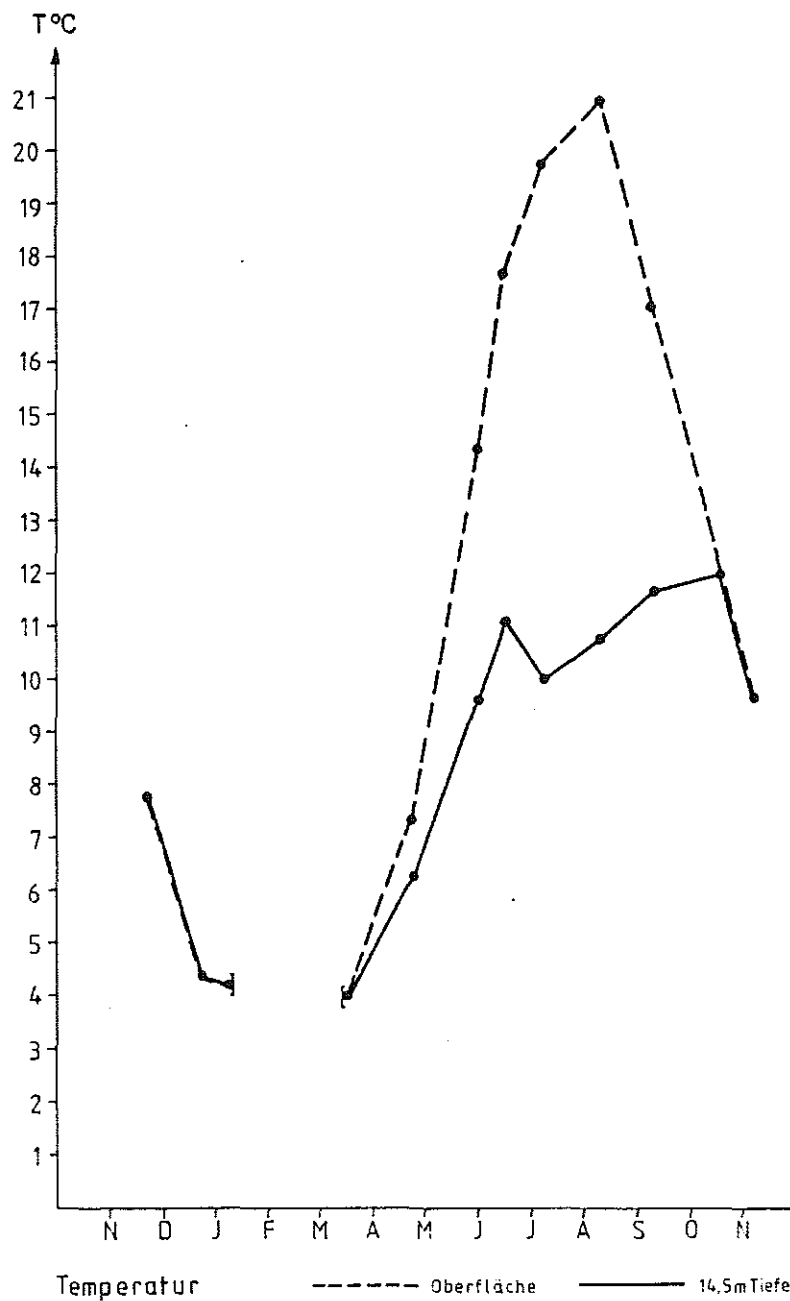


Abb. 46: Temperatur (°C) an der Oberfläche bzw. in 14,5 m Tiefe in der Fissauer Bucht des Kellerssees (Meßstelle 55-028-5.12)

Der Kellensee ist ein dimiktischer See mit einer Herbstvollzirkulation, inverser Temperaturschichtung im Winter und einer anschließenden Frühjahrsvollzirkulation. Die Phase der sommerlichen Stagnation war aufgrund des heißen Sommers 1983 besonders lang und ausgeprägt.

### Sichttiefe

Die Jahresgänge der Sichttiefenverteilung sind für die Stationen in der Malenter und der Fissauer Bucht identisch, während die Sielbecker Bucht in der Ausprägung der Minima und Maxima Abweichungen zeigt (Abb. 55 - 57).

Alle Meßstellen erreichen nach Vollendung der herbstlichen Zirkulation im Dezember eine Sichttiefe von 4.5 m. Während im Januar an den Stationen der Fissauer und Sielbecker Bucht die Sichttiefe weiter auf 5.5 m steigt, bleibt sie in der Malenter Bucht bei 4.5 m. Wahrscheinlich ist hier wiederum die Wirkung der Malenter Au ausschlaggebend. Bis zum März ist an allen Meßstellen die Sichttiefe auf 3.5 m gefallen und hält sich auf diesem Niveau bis zum April.

Nach diesem Produktionsanstieg im Frühjahr führt der Mai zu einem "Klarwasserstadium", welches in der Malenter und Fissauer Bucht mit 6.5 m Sichttiefe sehr stark ausgeprägt, in der Sielbecker Bucht aber nur mit 4.5 m nachzuvollziehen ist. Anfang Juli ist die Sichttiefe aber wieder an allen Seemeßstellen auf 1.5 m zurückgegangen. Während sie in Malenter und Fissauer Bucht im September auf 2 m ansteigt, bleibt sie in der Sielbecker Bucht auf dem alten Wert. Die länger anhaltende Produktion läßt sich auch anhand der Chlorophyll a-Werte an dieser Station nachvollziehen (Abb. 57).

Mit einsetzender herbstlicher Zirkulation steigen die Sichttiefen an den Stationen an. Bei den erstgenannten beiden werden Werte von 4.5 m erreicht, während die Sielbecker Meßstelle schon eine Sichttiefe von 5.0 m aufweist. Im November geht an allen drei Meßstellen die Sichttiefe auf 3.5 m zurück.

### pH-Werte und elektrische Leitfähigkeit

Das pH-Winterminimum liegt bei 8.2 im Januar. Auffällig ist dabei, daß die Leitfähigkeit entgegen der Erwartung ebenfalls an einigen Meßstellen zurückgeht. Ein Anstieg erfolgt bei der Station 55-028-5.12 in der Fissauer Bucht und an der Oberfläche in der Sielbecker Bucht (vgl. Kap. 9 Datenanhang).

Von November bis April verlaufen Oberflächen- und Tiefenkurven in der ungeschichteten Periode des Sees in etwa parallel. Danach ist die thermische Schichtung stärker ausgeprägt, so daß Oberflächen- und Tiefenkurven bis zum Beginn der Herbstzirkulation einen unterschiedlichen Verlauf nehmen. Der Beginn der Produktionsphase zeichnet sich im März ab und ist mit einer Erhöhung des pH-Wertes auf 8.6 verbunden. Das Klarwasserstadium liegt Ende Mai und ist durch eine pH-Abnahme auf 8.3 gekennzeichnet. Gleichzeitig erfolgt auch ein Rückgang der elektrischen Leitfähigkeit. In den folgenden Monaten baut sich die Sommeralgenblüte mit einem pH-Maximalwert von 9.2 im Juli auf.

Ab September gehen die pH-Werte unter 8 zurück und im Oktober mit Beginn der Vollzirkulation erreicht die Leitfähigkeit ein Minimum von ca.  $387 \mu\text{S} \times \text{cm}^{-1}$  in der gesamten Wassersäule, während der pH-Wert 7.8 beträgt. Die Gründe für den plötzlichen Abfall der Leitfähigkeit, der nur im Oktober zu messen ist und schon im November wieder Werte um  $470 \mu\text{S} \times \text{cm}^{-1}$  in der gesamten Wassersäule erreicht hat, mögen ähnlich gelagert sein wie im Großen Eutiner See beim Oktoberwert, obwohl im Kellersee der gleichzeitige pH-Anstieg fehlt.

In der Tiefe beginnt mit der thermischen Schichtung ab Juni ein allmählicher Abfall des pH-Wertes mit paralleler Erhöhung der Leitfähigkeit bis zum September, der auf bakterielle Remineralisierung und Kalkrücklösung über dem Sediment in  $\text{CO}_2$ -Anwesenheit zurückzuführen ist.

Generell lassen sich also vier Phasen an den Ganglinien von pH-Wert und Leitfähigkeit festlegen:



1. Beginn der Frühjahrsproduktion mit pH-Anstieg und Leitfähigkeitsverlust parallel an Oberfläche und in der Tiefe bis April
2. Entwicklung eines ausgeprägten Klarwasserstadiums mit Maximum im Mai verbunden mit pH-Abnahme und Leitfähigkeitszunahme von April bis Juni
3. Sommerschichtung bis September mit hohen pH-Werten und abnehmender Leitfähigkeit an der Oberfläche und pH-Abnahme in der Tiefe bei zunehmender Leitfähigkeit
4. Herbstzirkulation ab September mit verringerten pH-Werten und Minimum der Leitfähigkeit

Der Jahresdurchschnitt der Leitfähigkeit beträgt im Kellersee  $466 \mu\text{S} \times \text{cm}^{-1}$ .

#### Sauerstoff

Der Kellersee zeigt an allen drei Stationen ein vergleichbares Bild, was die Sauerstoffverhältnisse an der Oberfläche und in der Tiefe betrifft. Als Beispiel wird hier nur die tiefste Stelle (55-028-5.11) dargestellt (Abb. 47 u. 48).

Im November nach der Herbstzirkulation liegt in der gesamten Wassersäule ein Sauerstoffdefizit mit 90 % Sättigung vor. Dieses verringert sich bis Januar. Der Sauerstoffausgleich wird vermutlich im Februar erreicht.

Anders als in den kleineren Schwentineseen wird aufgrund der langsameren Erwärmung nach der Frühjahrszirkulation das erste Sättigungsmaximum erst im April erreicht. Der Mai zeichnet sich durch ein ausgeprägtes Klarwasserstadium mit 6.5 m Sichttiefe aus, welches mit einem Abbau der Übersättigung einhergeht. Ab Juni beginnt eine zweite Phase der Übersättigung, die im Juli ihr Maximum erreicht und auch in hohen Chlorophyll a-Werten ihren Niederschlag findet (Abb. 55).

Obwohl die thermische Schichtung noch voll ausgebildet ist und auch die Chlorophyll a-Werte für eine starke Algenpopulation im September sprechen, ist die Oberfläche an allen Stationen durch ein Defizit von 84 % Sättigung charakterisiert. Auch die Nährstoffgehalte in diesem Monat geben keinen Anhaltspunkt für den Zusammenbruch der Algenpopulation. Die

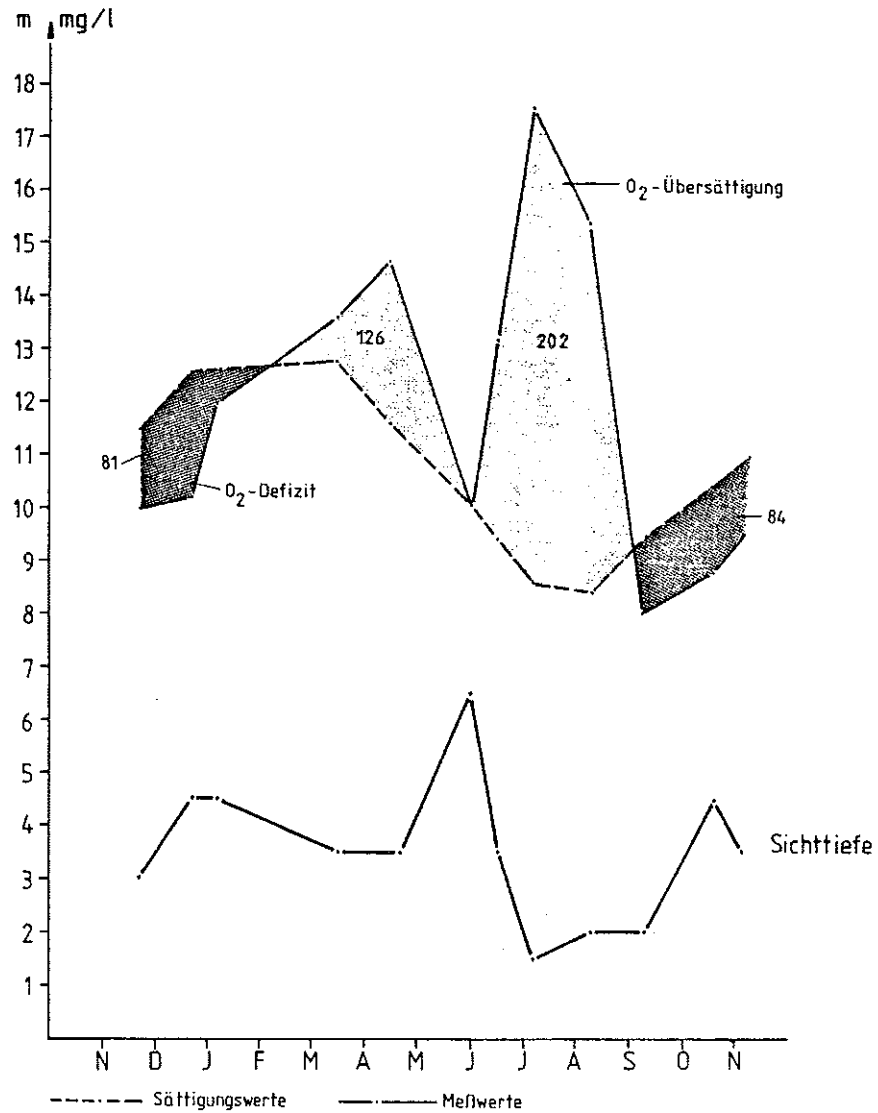


Abb. 47: Sauerstoffgehalt (mg/l) in der Malenter Bucht des Kollersees an der Oberfläche, Sauerstoffgehalt bei 100 % Sättigung sowie O<sub>2</sub>-Defizit bzw. -Übersättigung und Sichttiefe (m) im Jahresgang 1982/83

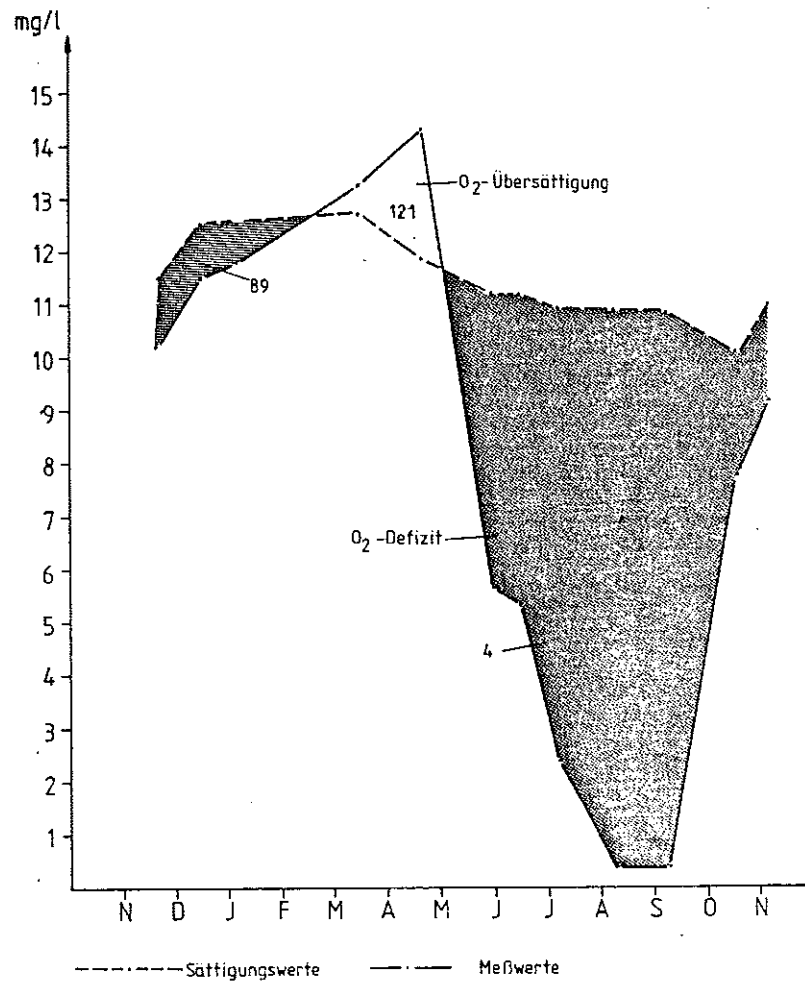


Abb. 48: Sauerstoffgehalt (mg/l) in der Malenter Bucht des Kellersees in 18 m Tiefe, Sauerstoffgehalt bei 100 % Sättigung sowie O<sub>2</sub>-Defizit bzw. -Übersättigung im Jahrgang 1982/83

Herbstzirkulation hat im Oktober eingesetzt und ist im November vollendet.

In der Tiefe gestaltet sich das Sauerstoffbild bis April genau wie an der Oberfläche, denn während Herbst- und Frühjahrszirkulation ist die Wassersäule voll durchmischt. Andererseits wurde die inverse Schichtung ab Januar durch den monatlichen Probenahmemodus räumlich und zeitlich nicht aufgelöst. Da bis März die Wassersäule voll durchmischt ist und sich die thermische Schichtung erst ab April aufbaut, setzt sich die an der Oberfläche entstandene Sauerstoffübersättigung in der Tiefe fort.

Im Mai hat sich dagegen schon an allen Stationen im Tiefenwasser ein Sauerstoffdefizit entwickelt, welches im August und September mit Werten um 5 % Sauerstoffsättigung maximal ausgebildet ist. Während der Zirkulation im Oktober und November geht es auf 80 - 85 % Sättigung zurück, so daß ein ähnlicher Ausgangspunkt wie im Vorjahr erreicht wird.

#### Phosphorverbindungen

Zu Beginn der Untersuchungen im November '82 zeigen alle drei Stationen unterschiedliche Ausgangssituationen der Komponenten der einzelnen Phosphorverbindungen (Abb. 49 - 54), was darauf schließen läßt, daß zu diesem Zeitpunkt die Herbstzirkulation noch nicht vollendet ist.

Erst im Dezember herrschen an allen Meßstellen, auch bezüglich Oberfläche und Tiefe ausgeglichene Konzentrationsverhältnisse. Während an Station 55-028-5.11 (Malenter Bucht) die Konzentrationen bis Dezember insgesamt steigen, fallen sie an Station 55-028-5.13 (Sielbecker Bucht) ganz beträchtlich ab und bleiben bei 55-028-5.12 (Fissauer Bucht) fast gleich mit nur geringem Abfall.

Im Dezember (55-028-5.13) bzw. Januar (55-028-5.11 + 55-028-5.12) wird an allen Stationen ein Maximum des gelösten reaktiven Phosphors in der Tiefe erreicht. Bis zum März kommt es außer an Station 55-028-5.13 zu einem Rückgang dieser Komponente mit gleichbleibenden Verhältnissen der anderen Fraktionen an der Oberfläche und in der Tiefe. In der Sielbecker Bucht nimmt der Phosphatgehalt an der Oberfläche eher noch etwas zu als ab, wohingegen der partikuläre Phosphoranteil in der Tiefe sehr viel höher als an den anderen Stationen ist.

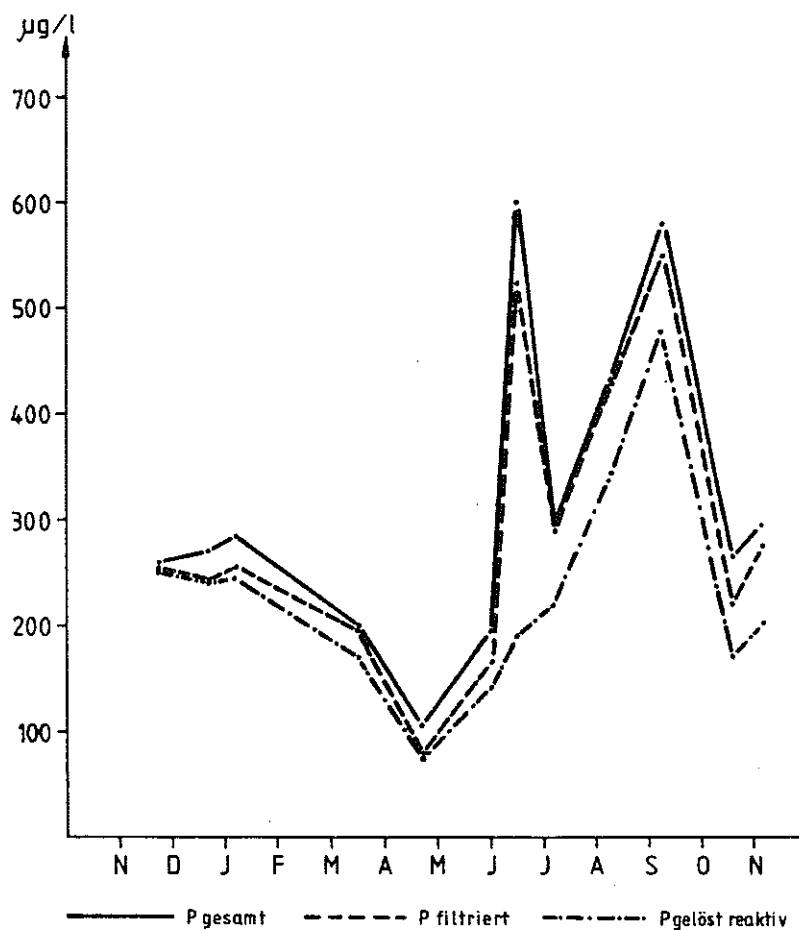
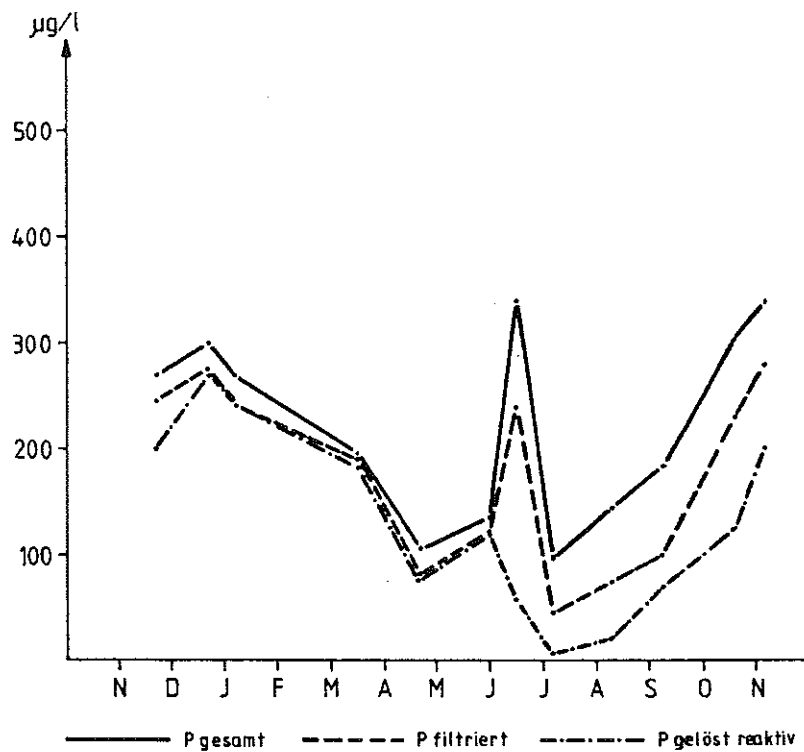


Abb. 49, 50: Konzentration von verschiedenen Phosphorverbindungen  $\mu\text{g P/l}$  in der Malenter Bucht des Kollersees (Meßstelle 55-028-5.11) an der Oberfläche und in 18 m Tiefe im Jahresgang 1982/83

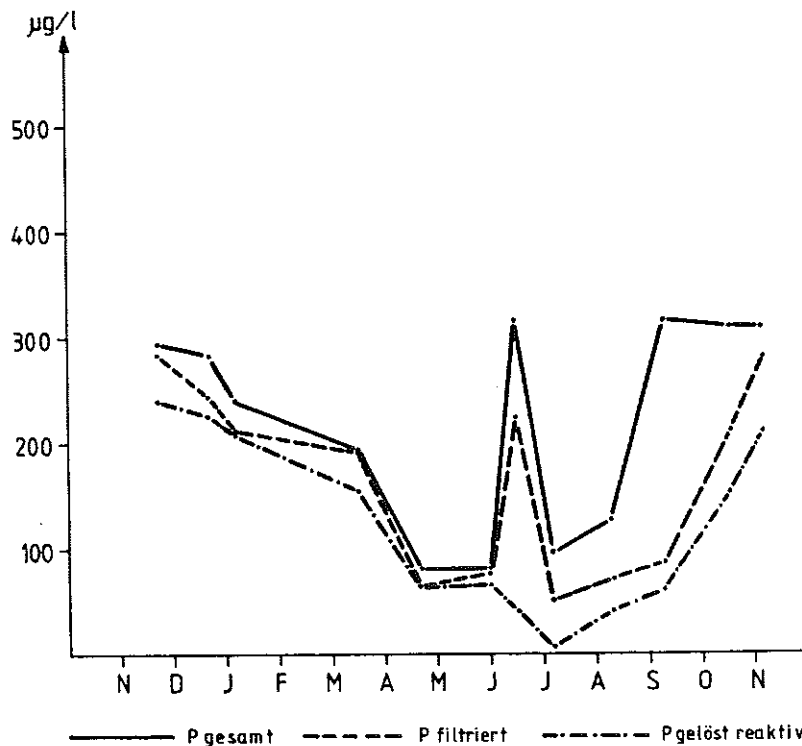


Abb. 51: Konzentration von verschiedenen Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) in der Fissauer Bucht des Kellerssees (Meßstelle 55-028-5.12) an der Oberfläche im Jahresgang 1982/83

Die thermische Schichtung beginnt sich erst ab April auszuwirken. Gleichzeitig erreicht der SRP-Gehalt an Oberflächen- und Tiefenstationen ein frühes Minimum zwischen 75 - 80  $\mu\text{g/l}$ . Die Oberfläche hat zu diesem Zeitpunkt ein erstes Maximum der Sauerstoffübersättigung zu verzeichnen, ein nennenswerter parallellaufender Anstieg der partikulären Substanz ist aber nur in der Sielbecker Bucht zu beobachten.

Bis Ende Mai geht im Oberflächenbereich an allen Stationen der partikuläre P-Anteil zurück, während die SRP-Fraktion konstant bleibt bzw. an Station 55-028-5.11 sogar ansteigt. Gleichzeitig bis zum Mai hat sich im Kellerssee ebenfalls ein Klarwasserstadium mit 6.5 m Sichttiefe entwickelt. Dies bedeutet, daß das Algenwachstum durch Zooplanktonfraß kontrolliert wird, so daß es trotz vorhandener Nährstoffe und Phytoplanktonwachstum zu keiner nennenswerten Biomasseanhäufung kommt. Der

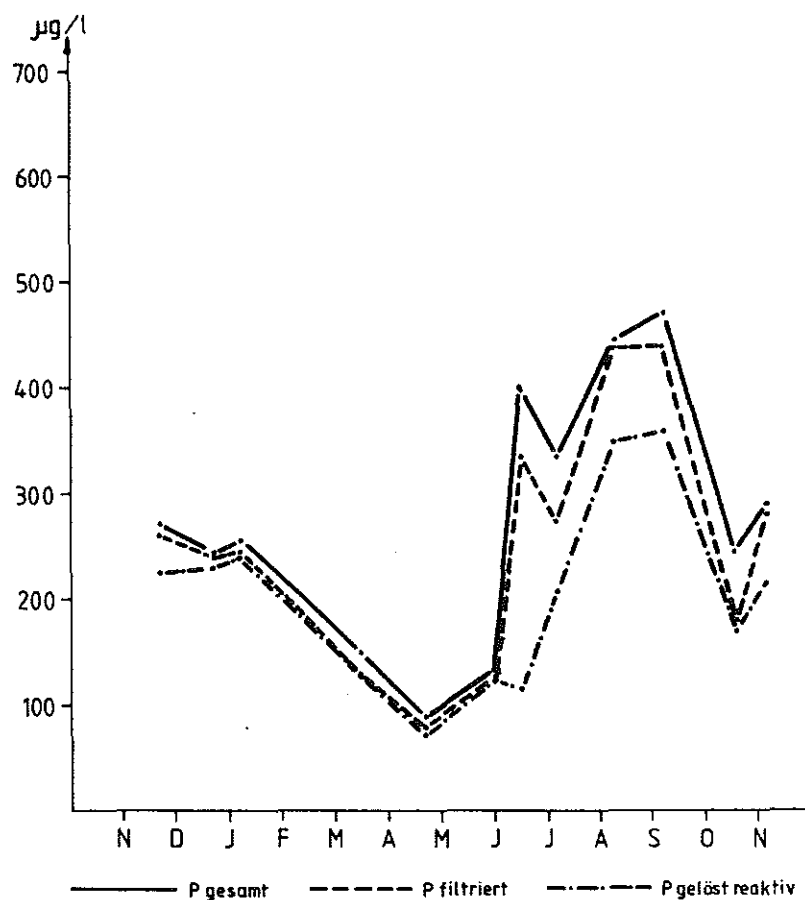


Abb. 52: Konzentration von verschiedenen Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) in der Fissauer Bucht des Kellerssees (Meßstelle 55-028-5.12) in 14,5 m Tiefe im Jahresgang 1982/83

SRP-Anteil bleibt aufgrund der Versorgung aus dem kurzgeschlossenen Kreislauf und Konvektion aus der Tiefe konstant bzw. steigt sogar an wie oben erwähnt.

Schon im Juni ist die Population der Großfiltrierer zusammengebrochen und die zweite sommerliche Produktionsphase setzt ein. Bei gleichzeitiger Abnahme der SRP-Fraktion kommt es zu einem einmonatigen Höhepunkt der Phosphorverbindungen, der im wesentlichen durch den Anstieg der kondensierten Phosphorverbindungen und in geringem Maße durch die Erhöhung der partikulären Phosphorfraktion bedingt ist.

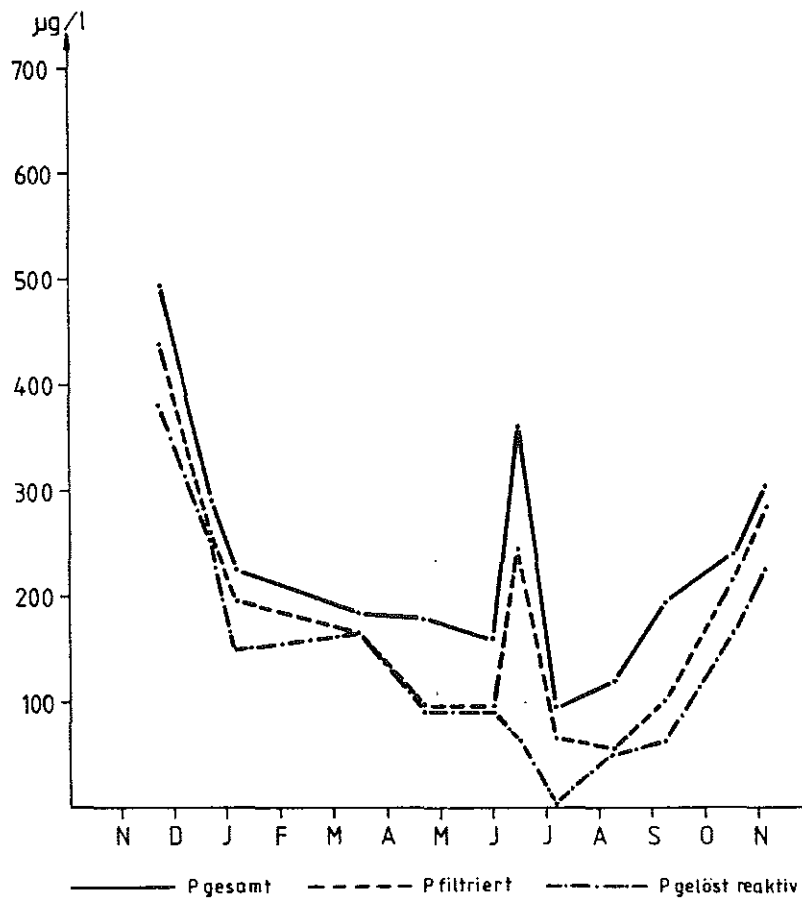


Abb. 53: Konzentration von verschiedenen Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) in der Sielbecker Bucht des Kellerssees (Meßstelle 55-028-5.13) an der Oberfläche im Jahresgang 1982/83

Als ungewöhnlich ist auch in diesem Monat an Station 55-028-5.12 und 55-028-5.13 in der Tiefe der Rückgang der SRP-Anteile zu bezeichnen. Bei der Sauerstoffkurve zeichnet sich ebenfalls eine Verminderung oder zumindest eine Konstanz der Sauerstoffzehrung in der Tiefe ab, was auf ein Durchmischungsereignis wie z.B. einen Sturm vor der Probenahme hindeuten könnte (vgl. Abb. 47 u. 48). Dafür spricht auch der erhöhte Anteil der partikulären P-Verbindungen in der Tiefe und die große Konzentration der kondensierten Verbindungen sowohl an der Oberfläche als auch in der Tiefe.



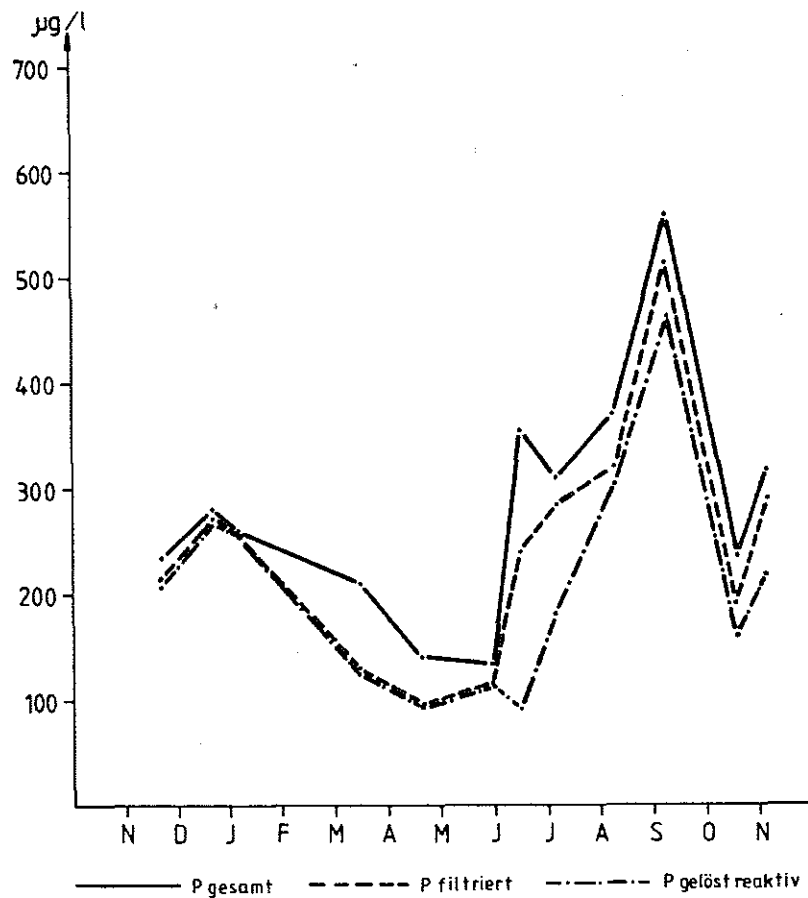


Abb. 54: Konzentration von verschiedenen Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) in der Sielbecker Bucht des Kellerssees (Meßstelle 55-028-5.13) in 15 m Tiefe im Jahresgang 1982/83

Im Juli geht der SRP-Anteil fast auf Null zurück, der partikuläre Anteil erhöht sich jetzt, während der kondensierte Anteil stark bis auf einen Sommerdurchschnittswert abfällt. Die Primärproduktion erreicht nun in den Sommermonaten ohne Kontrolle durch planktische Großfiltrierer große Ausmaße. Das Maximum der partikulären P-Substanz wird im September an Station 55-028-5.12 an der Oberfläche erreicht. Im August steigen auch die SRP-Verbindungen an der Oberfläche, so daß sich dort bis zum Untersuchungsende ein allmählicher Anstieg der Gesamtphosphorkonzentrationen ergibt.

In der Tiefe dagegen steigt die SRP-Fraktion bereits seit April (mit den genannten Ausnahmen durch das Durchmischungsereignis) kontinuierlich an, um im September ihr Maximum zu erreichen.

Ab Oktober bricht die Schichtung zusammen; es kommt während der Durchmischung zum Phosphatrückgang in der Tiefe, während die Werte im November wieder etwas ansteigen, so daß an Oberfläche und Tiefe ausgeglichene Verhältnisse vorliegen.

#### 4.5.5 Chlorophyll a

Im Kellersee ist die Frühjahrsblüte im Vergleich zur Sommerblüte sehr gering ausgebildet, was sich an Chlorophyll a-Konzentration von maximal 8 µg/l ablesen läßt (Abb. 55 - 57).

Anhand der Sichttiefenvergrößerung Ende Mai auf 6.5 m an zwei Seemeßstellen, läßt sich die Entwicklung eines ausgeprägten Klarwasserstadiums ablesen.

Ab Juni kommt es aber schon wieder zu einem Anstieg der Biomasse, welcher an Station 55-028-5.12 mit über 20 µg/l am höchsten ist. Dort war allerdings auch mit 4.5 m Sichttiefe das Klarwasserstadium nicht so ausgeprägt wie an den anderen Meßstellen, so daß eine andere Ausgangsposition im Mai vorliegt. An Station 55-028-5.11 und 55-028-5.12 wird im August ein Chlorophyllmaximum mit über 55 µg/l erreicht, während die Sommerblüte an Station 55-028-5.13 zweizipfelig mit einem Maximum im Juli (37 µg/l) und einem im September (30 µg/l) verläuft.

Im November nach der Vollzirkulation liegen die Chlorophyll-Konzentrationen im ganzen See unter 2 µg/l.

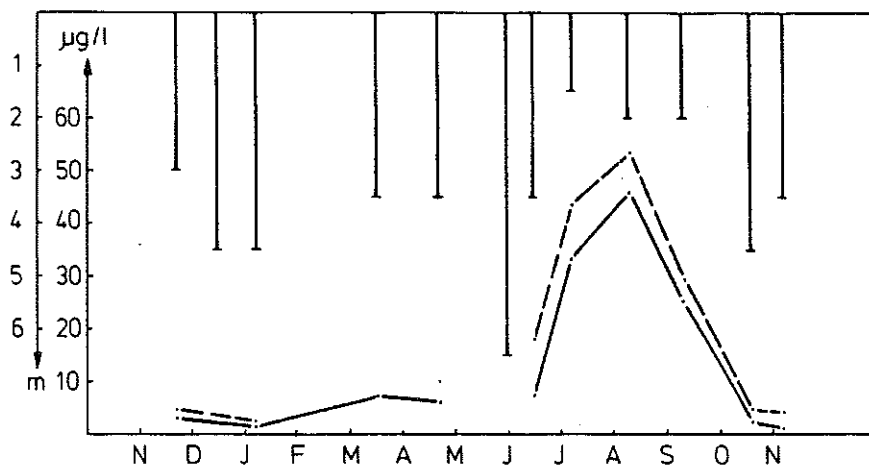


Abb. 55: Gehalt an Chlorophyll a ( $\mu\text{g/l}$ , —), an Chlorophyll a + Phaeophytin ( $\mu\text{g/l}$ , ----) sowie Sichttiefe (m) in der Malenter Bucht des Kellerssees (Meßstelle 55-028-5.11) im Jahresgang 1982/83

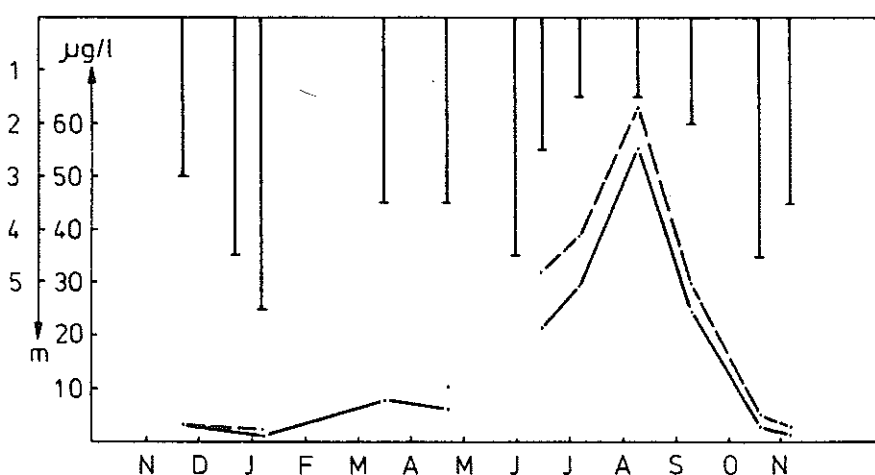


Abb. 56: Gehalt an Chlorophyll a ( $\mu\text{g/l}$ , —), an Chlorophyll a + Phaeophytin ( $\mu\text{g/l}$ , ----) sowie Sichttiefe (m) in der Fissauer Bucht des Kellerssees (Meßstelle 55-028-5.12) im Jahresgang 1982/83

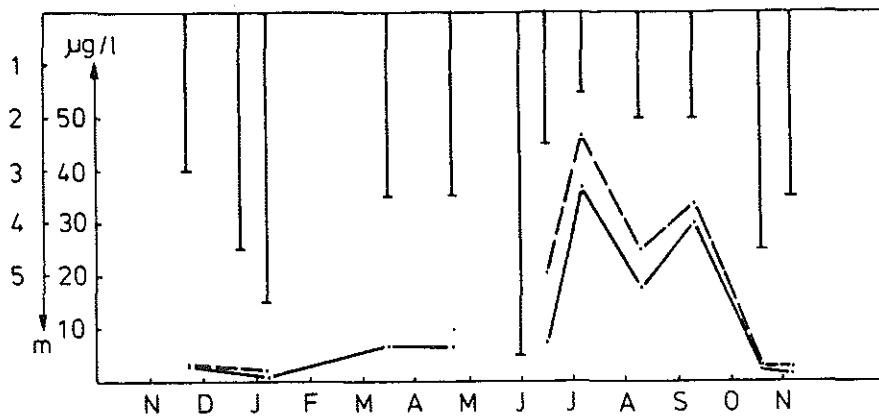


Abb. 57: Gehalt an Chlorophyll a ( $\mu\text{g/l}$ , —), an Chlorophyll a + Phaeophytin ( $\mu\text{g/l}$ , - - - -) sowie Sichttiefe (m) in der Sielbecker Bucht des Kellerses (Meßstelle 55-028-5.13) im Jahresgang 1982/83

#### 4.5.6 Planktonübersicht

##### Phytoplankton

Die Kieselalgen stellen im Kellerses die artenreichste Gruppe dar mit einem Verbreitungsmaximum im Frühjahr ab März bis Mai und mäßiger Zelldichte im übrigen Jahresverlauf. Asterionella formosa, Fragilaria crotonensis und Cyclotella comta erreichen ihre Maxima im April bis Mai, während Melosira granulata als einzige Ausnahme im September ihr Massenvorkommen erreicht. Im August, zur Zeit der Massenentwicklung von Aphanizomenon spec. allerdings sind weder Melosira noch Cyclotella comta nachzuweisen.

Die Entwicklung der Blaualgen beginnt im Mai, wobei Aphanizomenon als stickstofffixierende Blaualge ab Juli bis August dominierende Funktion übernimmt und auch für das Sommermaximum an Station 5.11 und 5.12 im August verantwortlich ist. Microcystis bleibt in relativ geringer

Koloniedichte erhalten. Auffällig ist auch hier, daß sich Aphanizomenon und Melosira gegenseitig in ihrer Anwesenheit ausschließen und sich mit ihren Maxima im August und September abwechseln.

Der Dinoflagellat Ceratium hirundinella ist ab März nachzuweisen und erreicht ein Maximum im Juli mit großen Zellzahlen.

Die Grünalgen sind mit relativ wenigen Arten vertreten, von denen Pediastrum spec. das ganze Jahr mit mäßiger Zelldichte vorhanden ist, und Staurostrum spec. vom Winter bis zum März eine mittlere Zelldichte - höher als die Sommerdichte - halten kann.

#### Zooplankton

Der Kellersee ist bis zum März mit einem sehr geringen Rotatorienanteil bestückt. Die dominante Art ist eindeutig Keratella cochlearis. Ab März entwickelt sich eine größere Artenvielfalt, wobei sich der relative Rotatorienanteil zunächst aber sogar erniedrigt. Erst zwischen Juni und Juli entwickelt sich das erste Maximum - wieder auf der Basis von Keratella spp. und darüber hinaus auch Synchaeta tremula.

Im August kehrt sich die Situation wieder um mit 94 % Crustaceenbiomasse gegenüber den Rotatorien. Aber im September kommt es zu einem zweiten kurzen Rotatoriensommermaximum. Insgesamt beläuft sich die relative Rotatorienbiomasse im Vergleich zum Gesamtzooplankton in der Sommerphase von Juni bis September auf 66 %.

Die häufigsten Arten des Winter-Crustaceenplanktons sind Eudiaptomus gracilis (gleichbleibend 40 % des Crustaceenplanktons von November bis Januar), Chydorus sphaericus (um 10 %), Bosmina longirostris (ebenfalls um 10 %) und Cyclops abyssorum mit von 10 % im November auf bis zu 91 % im März anwachsenden Individuenanteilen. Das Crustaceenplankton Ende Mai besteht zu 60 % aus Daphnia galeata, die im Vormonat so gut wie nicht aufgetreten war, und wieder zu 30 % aus Eudiaptomus gracilis. Der Zusammenbruch im Juni läßt nur 5 % Anteil der Crustaceen am Gesamtplankton zurück. Mesocyclops leuckarti gewinnt jetzt an Bedeutung (30 % der Crustaceenindividuen). Im September macht diese Art 90 % aller Crustaceen-Individuen aus. Die Situation im späten Herbst ist mit der vom Frühjahr vergleichbar.

#### 4.5.7 Schutzwürdigkeit

Der Kellersee und seine Umgebung liegen in einem Landschaftsschutzgebiet (§ 17 LPflegG). Bei den Röhrichten und Bruchwäldern im Uferbereich handelt es sich sogar um Flächen im Sinne von § 11 LPflegG.

Am Kellersee sind das Ostufer mit den Schwarzerlenquellwäldern und dem Vorkommen von Seekreide und Quellkalk, die früher gewinnbringend abgebaut wurden, sowie das Südufer zwischen Gut Rothensande und Prinzenholz mit den größten Schilfbeständen des Kellersees, uralten Einzelbäumen entlang des Ufers und den Erlenbruchwäldern einschließlich der Luisenquelle als ökologisch besonders wertvoll einzustufen. Der östliche Teil des Nordufers beherbergt die Reste der ehemals ausgedehnten Quellsümpfe der Kellerseequellen südlich des Ihlsees. Sperrzonen innerhalb dieser schutzwürdigen Bereiche, die das Betreten und Befahren vor allem zur Gewährleistung von Brut- und Rückzugsgebieten für Wasservögel untersagen, liegen bislang am Schwentineauslauf und in der Bucht von Rothensande und umfassen insgesamt ca. 20 ha.

Kleine besonders floristisch bedeutende Flächen sind die "Auwiesen" an der Mündung der Malenter Au mit Erlenbruch und Hochstaudenried, eine extensive Feuchtwiese (Orchideenvorkommen) nördlich des Ohlenhofs und nicht zuletzt der Standort der Binsenschneide als Reinbestand südlich von Uklei am Ostufer.

### 4.6 Ukleisee

#### 4.6.1 Morphometrie und Hydrometrie

Der Ukleisee ist ein kleiner Waldsee von 0,32 km<sup>2</sup> Größe. Er erhält Zufluß vom Nücheler Graben und entwässert selbst über einen kurzen Abfluß in den Kellersee. Im Gegensatz zu den oberen Schwentineseen Stendorfer und Sibbersdorfer See erreicht er eine relativ große mittlere Tiefe von 7,5 m, die für eine sommerliche Schichtung garantiert. Der See besteht aus einem Becken mit maximal 17 m Tiefe und einer flachen Bucht im Osten, während sich der Abfluß im westlichen Seeteil befindet.

Das direkte Einzugsgebiet des Ukleisees ist mit 1,4 km<sup>2</sup> sehr klein und völlig bewaldet, während das Gesamteinzugsgebiet mit dem Nücheler Graben etwa neun Mal so groß ist.

Die charakteristischen Daten des Ukleisees sind in Tab. 19 zusammengestellt.

Tab. 19: Charakteristische Daten des Ukleisees

|                                                                                       |                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Topographische Karte (1 : 25.000)                                                     | : 1829                                       |
| Fließsystem                                                                           | : Schwentine                                 |
| Kreis                                                                                 | : Ostholstein                                |
| Gemeinde                                                                              | : Eutin                                      |
| Lage des Einzugsgebietes                                                              |                                              |
| Rechtswerte                                                                           | : 401050 - 441494                            |
| Hochwerte                                                                             | : 600540 - 600970                            |
| Größe des oberirdischen Einzugsgebietes                                               | : 12,8 km <sup>2</sup>                       |
| Höhe über NN                                                                          | : 26,5                                       |
| Niedrigster Wasserstand in dem Zeitraum von Jan. 1983 - Okt. 1984 am 1.8. und 31.8.83 | : 26.18 m ü. NN                              |
| Höchster Wasserstand in dem Zeitraum von Jan. 1983 - Okt. 1984 am 5.4.83              | : 26.74 m ü. NN                              |
| Seeoberfläche (Ao)                                                                    | : 0,32 km <sup>2</sup>                       |
| Mittlere Tiefe                                                                        | : 7,5 m                                      |
| Maximale Tiefe                                                                        | : 17,0 m                                     |
| Volumen (V)                                                                           | : 3,4 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>       |
| Gesamtlänge der Uferlinie (U)                                                         | : 3.0 km                                     |
| Uferentwicklung (Ue)                                                                  | : 1,5                                        |
| Umgebungsarealfaktor                                                                  | : 40                                         |
| Volumen zur Uferlänge (V/U)                                                           | : 1,13 m <sup>3</sup> x 1000 m <sup>-1</sup> |
| Theoretische Wassererneuerungszeit                                                    | : 1,25 a<br>(= 80 % a <sup>-1</sup> )        |
| Schindlers Index (Niederschlagsgebiet : Seevolumen)                                   | : 3,76 m <sup>2</sup> x m <sup>-3</sup>      |





Luftbild des Ukleisees  
Aufnahmedatum: 9.8.1983  
Freigegeben durch L. A. H. Nr. 870/83



#### 4.6.2 Vegetation im Uferbereich

##### Submerse Makrophyten

Der Ukleisee ist sehr arm an Makrophyten. Der relativ steile Uferabfall mag seinen Teil dazu beitragen. Weiterhin ist der See von Wald umgeben, so daß große Teile der Wasserfläche regelmäßig beschattet sind - auch dies wirkt einem optimalen Wachstum der Unterwasserpflanzen entgegen.

Es wurden nur zwei Arten submerser Makrophyten im Ukleisee nachgewiesen, die in Einzelbeständen am West- und Nordufer auftreten. Es handelt sich um Elodea canadensis und Potamogeton lucens, beide gehören der Pflanzengruppe mittlerer Eutrophierungsempfindlichkeit an. Somit bestätigen auch die Funde der submersen Makrophyten für den Ukleisee im Vergleich zu den anderen untersuchten Seen den geringsten Eutrophierungsgrad.

#### 4.6.3 Physikalisch-chemische Beschaffenheit

##### Temperatur

Der Ukleisee besitzt für seine relative Kleinheit eine beachtliche Tiefe. Die Voraussetzungen für ein dimiktisches Mischungsverhalten sind deshalb besonders stark. Während in den Monaten Dezember bis Januar nach der vorangegangenen Herbstvollzirkulation in der gesamten Wassersäule ausgeglichene Temperaturverhältnisse vorliegen, kommt es wahrscheinlich zwischen Februar und März zu einer inversen Schichtung. Nach der Frühjahrsvollzirkulation, die wahrscheinlich Anfang März stattgefunden hat, richtet sich allmählich eine mächtige Temperaturschichtung mit einem maximalen Temperaturgefälle zwischen Oberfläche und Tiefe von 15.5 °C im Juli ein. Der Zusammenbruch dieser thermischen Sommerschichtung beginnt Ende Oktober und ist Anfang November vollendet.

##### Sichttiefe

Die Sichttiefe (Abb. 59) liegt im Ukleisee nach der Herbstzirkulation bei 3 m und steigt im Januar auf 4 m kurz vor Beginn der inversen Schichtung im Februar. Bis zum März geht die Sichttiefe mit Einsetzen der Frühjahrproduktion auf 2 m zurück und erreicht im April mit 1.5 m das Frühjahrsminimum. Wie im Kellersee liegt das Klarwasserstadium im Mai, die Sichttiefe erreicht 4.5 m. Ende Juli ist wie beim Frühjahrsminimum wieder eine Sichttiefe von 1.5 m vorhanden, die auch noch im

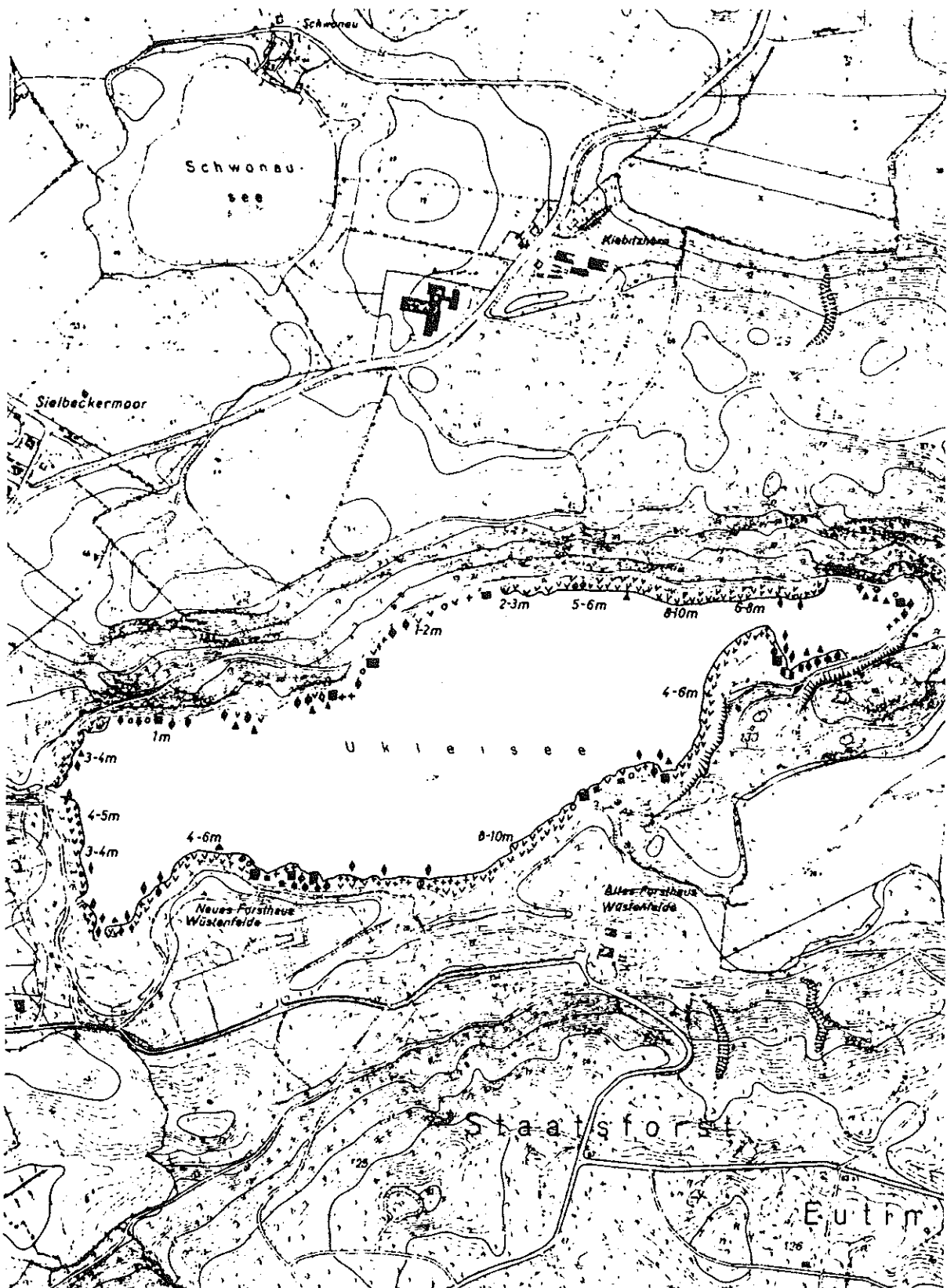


Abb. 58: Kartierung der Ufervegetation des Ukleisees,  
Legende siehe folgende Seite

|                          |         |                        |     |
|--------------------------|---------|------------------------|-----|
| Acorus calamus           | K K     | Potamogeton trichoides | Y Y |
| Alisma gramineum         | ● ●     | Potamogeton zizii      | Π Π |
| Carex spsp.              | Φ Φ     | Poa palustris          | Y Y |
| Ceratophyllum demersum   | X X     | Ranunculus circinatus  | ⊙ ⊙ |
| Chara spec.              | Λ Λ     | Scirpus lacustris      | + + |
| Eleocharis palustris     | ↑ ↑     | Sparganium erectum     | ↗ * |
| Elodea canadensis        | ∞ ∞     | Sparganium ramosum     | ☒ ☒ |
| Glyceria maxima          | III III | Sparganium spsp.       | * * |
| Iris pseudacorus         | ◇ ◇     | Stachys palustris      | S   |
| Juncus spsp.             | ω ω     | Typha angustifolia     | ○ ○ |
| Menyanthes spsp.         | M       | Typha latifolia        | ● ● |
| Myriophyllum spicatum    | X X     | Zannichellia palustris | ⋈ ⋈ |
| Nuphar luteum            | ▲ ▲     |                        |     |
| Nymphaea alba            | ◆ ◆     |                        |     |
| Phalaris arundinacea     | † †     |                        |     |
| Phragmites communis      | v v     |                        |     |
| Polygonum amphibium      | h h     |                        |     |
| Potamogeton crispus      | ± ±     |                        |     |
| Potamogeton nitens       | XX XX   |                        |     |
| Potamogeton obtusifolius | ☒ ☒     |                        |     |
| Potamogeton pectinatus   | ± ±     |                        |     |
| Potamogeton perfoliatus  | ≡ ≡     |                        |     |
| Potamogeton praelongus   | ↔ ↔     |                        |     |
| Potamogeton rubescens    | ✻ ✻     |                        |     |

August erhalten bleibt. Ende September ist ein Rückgang auf 2.5 m zu verzeichnen, was durch die einsetzende Herbstzirkulation zu erklären ist. Im November ist die Herbstzirkulation vollendet und die Algenpopulation zusammengebrochen. Die Sichttiefe liegt nunmehr bei 3.5 m.

#### pH-Werte und elektrische Leitfähigkeit

Von einem pH-Minimum von 7.8 im Januar ausgehend beginnt der Anstieg innerhalb der ersten Produktionsphase im Frühjahr. Das Maximum wird abweichend vom Sauerstoffmaximum des Aprils im März mit  $\text{pH} = 8.8$  erreicht und deckt sich somit mit dem Frühjahrsmaximum an Chlorophyll a (Abb. 63). Ungewöhnlicherweise steigt während dieser Zeit an der Oberfläche die elektrische Leitfähigkeit an. Ende Mai kommt es zu einem Klarwasserstadium mit sinkenden pH-Werten.

Erst ab Juni macht sich ein erneuter pH-Anstieg in der Sommerproduktionsphase bemerkbar, der im Juli bereits sein Maximum mit  $\text{pH} = 8.7$  erreicht. Gleichzeitig fällt die Leitfähigkeit von Ende Mai zum Anfang Juni um über  $60 \mu\text{S} \times \text{cm}^{-1}$ . Im September und Oktober liegt der pH-Wert wieder bei 8.1 und im November sind die Werte in der gesamten Wassersäule kleiner als 8.

Mit Beginn der Zirkulation im Oktober nimmt die Leitfähigkeit erneut ab, so daß ein Minimum von  $382 \mu\text{S} \times \text{cm}^{-1}$  an der Oberfläche erreicht wird, und im November sind die Verhältnisse mit ca.  $460 \mu\text{S} \times \text{cm}^{-1}$  in der Wassersäule ausgeglichen. Die mittlere Leitfähigkeit beträgt  $476 \mu\text{S} \times \text{cm}^{-1}$  und kommt damit dem Herbstzirkulationswert sehr nahe (vergl. Kap. 9 Datenanhang).

Die Tiefenkurve zeigt einen ungewöhnlichen Verlauf, was den Wert für die Leitfähigkeit im Monat Januar betrifft. Zu diesem Zeitpunkt liegt nämlich der Tiefenwert niedriger als der Oberflächenwert. Eine mögliche Erklärung für dieses Verhalten könnte in dem Beginn einer inversen Schichtung vor der Eisbildung im Februar zu finden sein, indem  $4^\circ\text{C}$  kaltes Wasser von der Oberfläche, an der die Primärproduktion bereits im Steigen begriffen ist, in die Tiefe gesunken ist. Die Oberfläche wird im Gegenzug mit wärmerem Tiefenwasser versorgt.

### Sauerstoff

Auch in diesem See ist die Sauerstoffentwicklung an der Oberfläche mit der in der Tiefe bis zum Beginn der Schichtung, welche im März einsetzt, identisch (Abb. 59 u. 60). Nach der Herbstzirkulation im November existiert in der gesamten Wassersäule ein geringes Sauerstoffdefizit von etwa 90 % Sättigung, welches sich im Dezember auf 70 % ausweitet. Die Januarwerte sind wieder nahe am Sättigungsbereich. Das Frühjahrsmaximum der Sauerstoffübersättigung ist stärker als bei den anderen Seen ausgeprägt. Sein Aufbau beginnt im März, wo es auch in 14 m Tiefe genau wie an der Oberfläche ausgebildet ist.

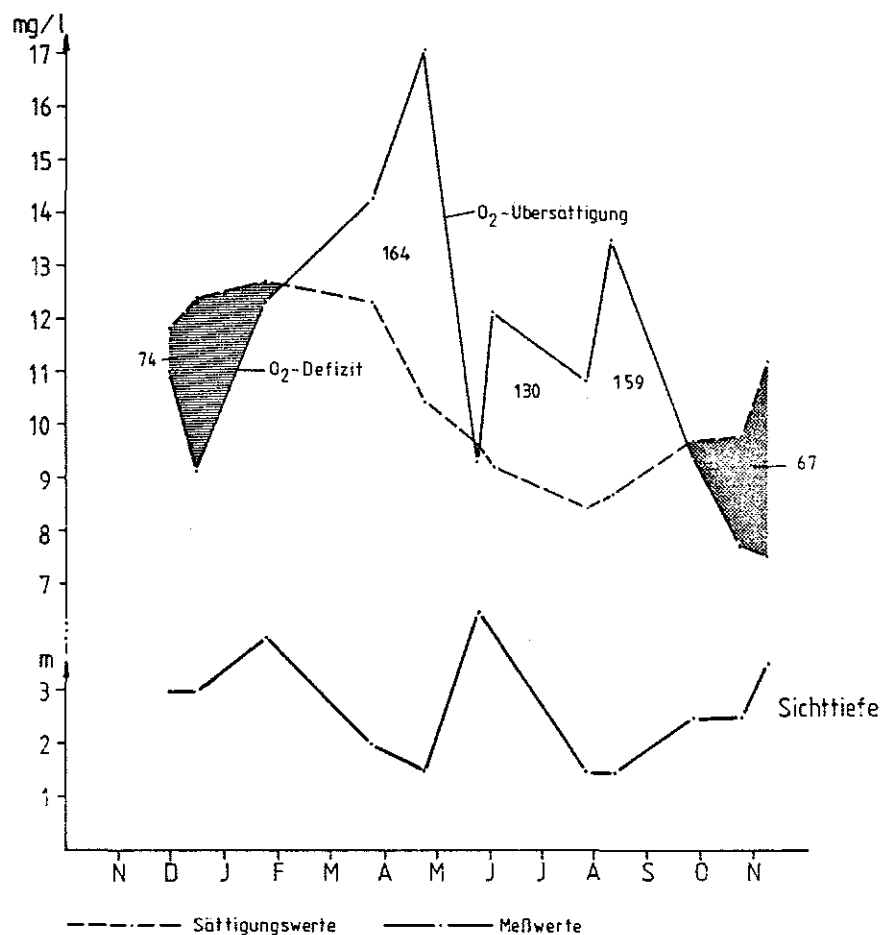


Abb. 59: Sauerstoffgehalt (mg/l) im Uckersee an der Oberfläche, Sauerstoffgehalt bei 100 % Sättigung sowie O<sub>2</sub>-Defizit bzw. -Übersättigung und Sichttiefe (m) im Jahresgang 1982/83

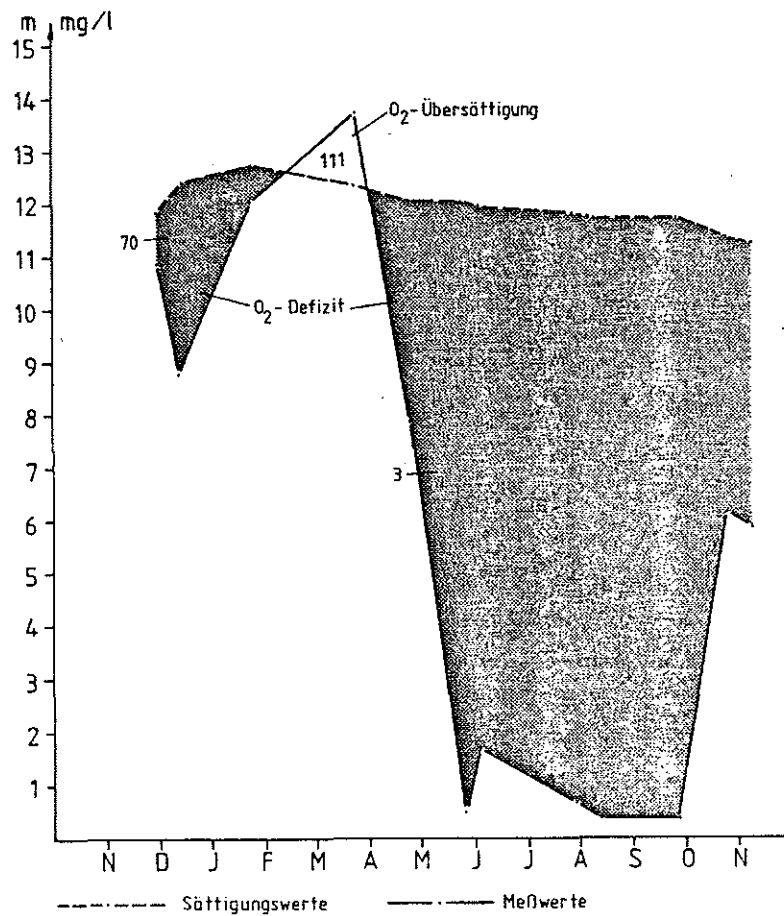


Abb. 60: Sauerstoffgehalt (mg/l) im Ukleisee in 14 m Tiefe, Sauerstoffgehalt bei 100 % Sättigung sowie O<sub>2</sub>-Defizit bzw. -Übersättigung im Jahresgang 1982/83

Während aber im April an der Oberfläche 164 % Sättigung erreicht werden, setzt in der Tiefe mit der Schichtung ein Sauerstoffdefizit ein. Die Maimessung zeigt für die Oberfläche nach dem vorangegangenen Maximum einen Sauerstoffgehalt, der geringfügig unter der Sättigung liegt. Dieser Zustand fällt mit dem Klarwasserstadium zusammen und ist durch die vollständige Dezimierung der Planktonalgen durch das Zooplankton zu erklären.

Schon bei der nächsten Beprobung im Juni hat durch den zweiten Produktionsanstieg eine erneute Übersättigung eingesetzt, die im Juli wieder etwas zurückgeht. Im August entwickelt sich eine neue Spitze der Sauerstoffübersättigung. Der September dagegen führt schon zur Herbstphase mit einem beginnenden Sauerstoffdefizit, obwohl die thermische Schichtung noch erhalten ist.

Diese ist im Oktober nur noch schwach ausgebildet und bricht im November vollends zusammen. Entsprechend beginnt sich das Sauerstoffdefizit der Tiefe ab Oktober auszugleichen, welches von Mai beginnend in einer Höhe von ca. 3 % Sättigung existierte. Im November ist die Oberfläche zu 67 % und die Tiefe zu 52 % mit Sauerstoff gesättigt.

#### Phosphorverbindungen

Im Ukleisee scheint wie auch im Kellersee die Herbstzirkulation im Dezember erst vollständig beendet zu sein. Die Oberfläche zeichnet sich zu diesem Zeitpunkt durch einen beträchtlichen Anteil an kondensierten Phosphorverbindungen aus (Abb. 61). Im Januar kann umgekehrt in der Tiefe diese Fraktion nachgewiesen werden (Abb. 62), während in der gesamten Wassersäule so gut wie keine partikulären Phosphorverbindungen vorliegen. Bis zum Ende März hat sich bei gleichbleibendem Niveau des Gesamtphosphorgehaltes von ca. 125 µg/l ein beachtlicher Anteil an partikulären Phosphorverbindungen auf Kosten des rückläufigen SRP-Anteils gebildet. Das Anwachsen der Biomasse wird auch durch den erhöhten Chlorophyll a-Gehalt der Proben in diesem Monat dokumentiert (vgl. Abb. 63).

Dieser Zustand hält im April noch an und betrifft offensichtlich die gesamte Wassersäule, da erst ab Mai eine thermische Schichtung zustande kommt. Die SRP-Verbindungen erreichen im April ein erstes Minimum von 15 µg/l.

Im Mai kommt es parallel zur Sichttiefenerhöhung während der Ausbildung eines Klarwasserstadiums zur Verringerung des partikulären P-Anteils mit gleichzeitigem Anstieg der SRP-Fraktion. Beachtlich ist hier, daß die Oberflächenkonzentration an Phosphat über der Tiefenkonzentration liegt, so daß der Nachschub nur aus dem kurzgeschlossenen Kreislauf stammen kann.

Das ausgeprägte Juni-Maximum, das im Kellersee entsteht, fehlt im Uklei-see vollständig. Hier bildet sich nur ein etwas größerer Vorrat an kondensierten P-Verbindungen als in den Vormonaten, was durch den Zusammenbruch der Frühjahrsproduktion erklärbar ist. Gleichzeitig steigt der partikuläre Anteil bis Ende Juli, während Phosphat bis zur Nachweisgrenze zurückgeht. Im August kommt es zu einem starken Einschnitt bei der partikulären Substanz. Offensichtlich limitiert hier die SRP-Fraktion als pflanzenverfügbarer Nährstoff das Algenwachstum.

Im September ist in der Folge der kondensierte P-Anteil, aber auch die SRP-Fraktion erhöht. Es kommt zum dritten Wachstumsschub dieses Sommers: der partikuläre Anteil erhöht sich kontinuierlich bis zum November, während kondensierte P-Verbindungen zurückgehen und SRP ansteigt. Der TP-Ausgangswert vom November des Vorjahres ist wieder erreicht.

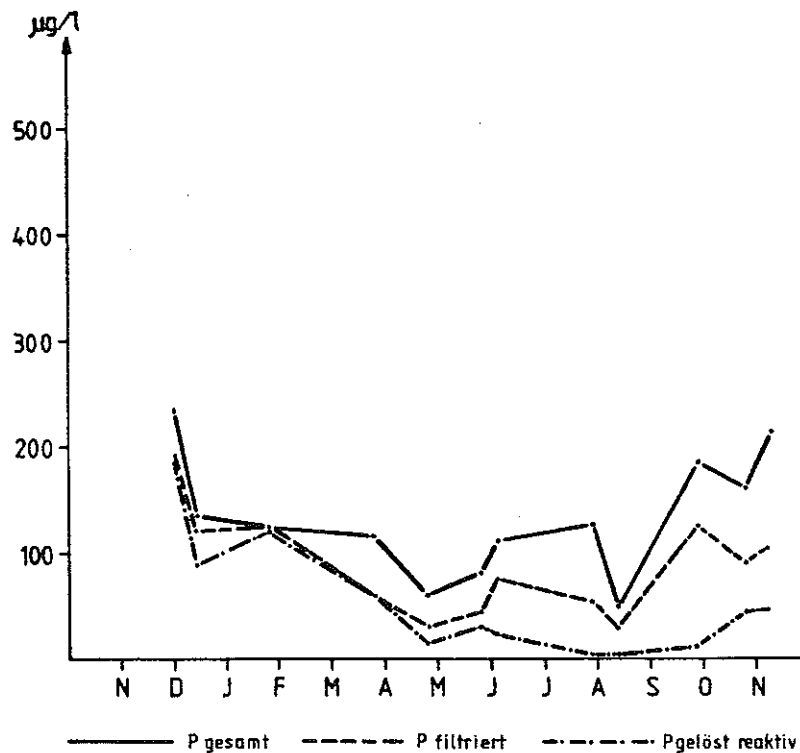


Abb. 61: Konzentration von verschiedenen Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) im Uklei-see an der Oberfläche im Jahresgang 1982/83



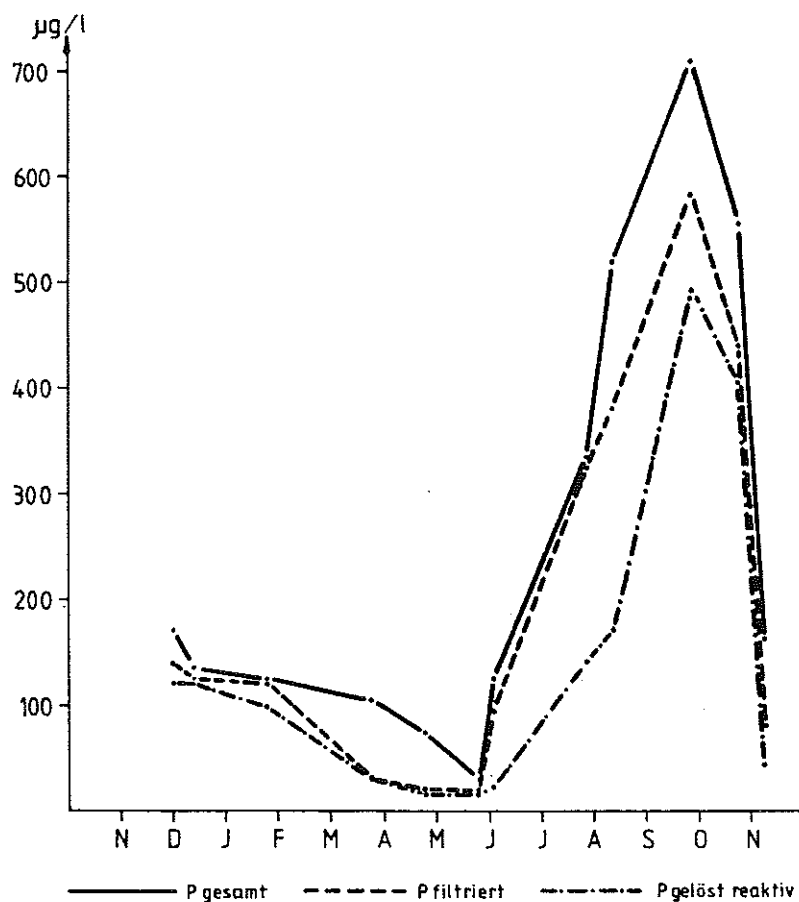


Abb. 62: Konzentration von verschiedenen Phosphorverbindungen ( $\mu\text{g P/l}$ ) im Ukleisee in 14 m Tiefe im Jahresgang 1982/83

Ab Juni setzt in der Tiefe eine Erhöhung der SRP-Fraktion während der beginnenden sommerlichen Schichtung ein. Das Maximum wird im September erreicht. Ende Oktober ist die thermische Schichtung nur noch schwach ausgebildet, d.h., die Sprungschicht wird schwächer und der Wärmeaustausch wird eingeleitet. Im November ist die Sommerblüte noch nicht völlig abgebaut, was sich am relativ hohen partikulären P-Anteil der Wassersäule zeigt.

Im Vergleich zu den übrigen Seen hat der Ukleisee die geringsten Gehalte an Gesamtphosphor aufzuweisen. Ausgeprägte Produktionspeaks wie in allen Schwentineseen fehlen vollständig.

#### 4.6.4 Chlorophyll a

Der Ukleisee ist als der See mit den insgesamt geringsten Mengen an Chlorophyll a zu charakterisieren.



Abb. 63: Gehalt an Chlorophyll a ( $\mu\text{g/l}$ , —), an Chlorophyll a + Phaeophytin ( $\mu\text{g/l}$ , ----) sowie Sichttiefe (m) im Ukleisee im Jahresgang 1982/83

Die Frühjahrsblüte erreicht ihr Maximum im März mit  $22 \mu\text{g/l}$  und liegt damit über dem Sommermaximum, welches erst mit  $19 \mu\text{g/l}$  sehr spät im September erreicht wird. Das Klarwasserstadium wird mit 4.5 m Sichttiefe und einem Chlorophyllgehalt unter  $1 \mu\text{g/l}$  wie im Kellersee Ende Mai erreicht.

Mit diesen niedrigen Biomassewerten liegt der Ukleisee als einziger der untersuchten Seen mit diesem Parameter im Grenzbereich zwischen mesotropher und eutropher Stufe der Seenklassifizierung.

#### 4.6.5 Planktonübersicht

##### Phytoplankton

Der Frühjahrsaspekt der Algenpopulation ist von Kieselalgen geprägt. Cyclotella comta kommt im März und Asterionella formosa im März und April zu einer hohen Populationsdichte, während beide Arten in den restlichen Monaten mit mäßiger bzw. geringer Zelldichte existieren. Melosira granulata dagegen ist im November des ersten Untersuchungsjahres

besonders häufig und bleibt nur bis zum April, während sie in den Sommermonaten teilweise gar nicht nachzuweisen ist und erst ab September wieder regelmäßig in geringer Zelldichte auftritt. Die größte und vielfältigste Entwicklung der Kieselalgen liegt im März vor, was auch mit dem Maximum der Frühjahrsblüte zusammenfällt.

Ab April gehen die Kieselalgenarten stark zurück, bis schließlich im August zur Zeit der Microcystis-Blüte keine einzige Kieselalgenart mehr nachweisbar ist. Vorherrschende Blaualgen sind Microcystis spec., die sich außer März bis Mai in der Wassersäule nachweisen lassen. Aber erst ab Juni erreichen sie eine nennenswerte Koloniedichte und weisen ein Maximum von August bis September auf.

Im August, während des Massenauftretens von Microcystis, ist keine Kieselalgenart nachzuweisen. Ceratium hirundinella als Dinoflagellat ist ab Mai bis Oktober in beachtlicher Menge im Wasserkörper vorhanden.

Grünalgen sind nicht so artenreich vertreten wie die Kieselalgen. Pediastrum spec. kann das ganze Jahr über in geringer Zellzahl mit einer Erhöhung von Juni bis August nachgewiesen werden. Eudorina elegans dagegen entwickelt zwei Populationsmaxima, und zwar im Juni und September, während sie in den übrigen Monaten relativ regelmäßig aber in geringer Dichte auftritt. Ebenfalls ganzjährig mit Ausnahme von März und April wird Staurastrum spec. in geringer Zelldichte im Wasserkörper nachgewiesen.

### Zooplankton

Der Ukleisee hat zwei Rotatorienmaxima, und zwar im April und Ende September, bei dem die Rotatorien über 50 % Biomasse erreichen. Der relative Anteil der Rotatorienbiomasse am Gesamtplankton von Juni bis September beträgt im Durchschnitt allerdings nur 16 %.

Während der Wintermonate bis zum März ist Keratella cochlearis im Artenspektrum der Rotatorien die dominante Art. Im April, dem Rotatorienfrühjahrsmaximum, vergrößert sich das Artenspektrum, und Brachionus angularis und Brachionus calyciflorus nehmen stark an relativer Häufigkeit zu. Sie übertreffen Keratella cochlearis, die aber schon Ende Mai

bei starker Abnahme der Gesamtindividuenzahl ihre alte Dominanz erreicht. Ab Juli erscheint Polyarthra major als neue Art im Rotatorien-spektrum und bildet im September zusammen mit Keratella cochlearis das Herbstmaximum.

Im Crustaceenplankton fällt die starke Präsenz von Daphnia cucullata im November 1982 auf. Sie ist während des gesamten Winters die einzig vorkommende Daphnienart. Die größte Individuenzahl haben in dieser Zeit Eudiaptomus gracilis und Cyclops spp. In der Maibeprobung ist die relative Häufigkeit von Eudiaptomus gracilis etwa gleichgeblieben, während der Individuenanteil von Cyclops spp. auf Daphnia cucullata entfällt. Im Laufe des Sommers kommen noch Diaphanosoma brachyurum und Thermocyclops oithonoides als häufigere Arten dazu. Während des Septemberminimums bleibt Eudiaptomus gracilis die dominante Art.

## 5. Seen im Vergleich

### 5.1 Stickstoffverbindungen

Die Interpretation der gemessenen Stickstoffverbindungen erweist sich aufgrund der zum Teil gegenläufigen Stoffwechselvorgänge wie Ammonifikation oder Nitrifikation bzw. Photosynthese als besonders schwierig. Dazu kommt noch, daß bei einer Probennahmehäufigkeit von einmal pro Monat die relativ schnelle zeitliche Verschiebung der Stickstoffkomponenten die Aufstellung einer Jahresganglinie erschwert. Aus diesem Grund werden die Ganglinien der einzelnen Seen nicht getrennt nacheinander besprochen, sondern nur einige alle Seen betreffende Aussagen aus den Meßergebnissen abgeleitet.

Bei allen Seen unterliegen die Konzentrationen an Gesamtstickstoff (TN) in der ersten Untersuchungshälfte keinen allzu großen Schwankungen. Beim Kellersee als einzige Ausnahme fallen relativ hohe Anfangswerte im November 1982 auf (vgl. Kap. 9 Datenanhang). In allen Fällen sind auch die anorganischen N-Bestandteile bis zum Juni auf einem sehr niedrigen Niveau, meist nahe am Nullpunkt und damit an der Nachweisgrenze.

Dies ist eine für schleswig-holsteinische Seen völlig ungewöhnliche Situation, da i.d.R. im Winter die Nitratwerte bis zu einem Maximum im zeitigen Frühjahr ansteigen, um mit der wachsenden Primärproduktion auf ein niedriges Niveau zurückzugehen. Bei einigen Seen ist ein anfangs erhöhter Ammoniumanteil zu verzeichnen, der sich vermutlich aus der vorangegangenen herbstlichen Durchmischung von Oberflächen- und Tiefenwasser bei geschichteten Seen und der Freisetzung von Stickstoffverbindungen aus der zusammengebrochenen Algenpopulation erklärt. Der Frühjahrspeak der Produktion läßt sich, wenn überhaupt, nur schwach durch die Erhöhung des partikulären N-Anteils verfolgen.

Im Juni nach dem Zusammenbruch des ersten Produktionsmaximums im Frühjahr kommt es dagegen in allen Seen zu einem extremen Anstieg des Gesamtstickstoffgehaltes sowohl an der Oberfläche als auch in der Tiefe, der durch eine schlagartige Erhöhung von Nitrat und/oder Ammonium (Ukleisee) - Stickstoff ausgelöst wurde. Dieser Anstieg fehlt bei den Phosphorverbindungen vollständig.

Ein weiteres Spezifikum der Ganglinien liegt in der gegenläufigen Entwicklung der Nitrat- und Ammoniummaxima, wobei es ungewöhnlich erscheint, daß das Nitratmaximum sowohl an der Oberfläche als auch in der Tiefe zeitlich vor dem Ammoniumpeak liegt. Da zellgebundener Stickstoff nach Aufbrechen der Zelle zum größten Teil als Ammonium frei wird, ist die Reihenfolge beim Zusammenbruch einer Algenpopulation genau umgekehrt zu erwarten, da nach einem Ammoniumschub eine verstärkte Nitrifikation und damit ein Nitratanstieg zu erwarten ist. Als einzige Erklärung bietet sich hier wieder der Sturm am 2. Juni 1983 an, der auf zwei Arten zu dem Nitratpeak beigetragen haben kann:

1. direkter Eintrag von Nitrat aus dem direkten Einzugsgebiet durch Abschwemmung von Bodenpartikeln durch das Niederschlagswasser
2. Erhöhte Freisetzung von Ammonium aus dem Sediment während des Durchmischungsereignisses und nachfolgende Nitrifikation.

Leider ist diese Hypothese aufgrund der Messung nicht zu belegen.

Bis zum August bzw. Juli sind die Nitrat-Konzentrationen wieder auf die niedrigen Werte vom Frühjahr zurückgegangen. Eine Ausnahme macht der Kellersee, wo die Nitratwerte an der Oberfläche auf einem deutlich höheren Niveau zwischen 750 - 1000  $\mu\text{g/l}$  liegen. In der Tiefe dagegen wird das Minimum erst im September erreicht - bei einem gleichzeitigen Ammoniumanstieg, so daß man dort im anaeroben Milieu von einer starken Denitrifikation ausgehen kann, der eine Anhäufung von Ammonium aus anaerobem Abbau parallel läuft.

In der Tiefe des Großen Eutiner Sees (55-012-5.3) dagegen finden sich ganz andere Verhältnisse, die mit einem Anstieg des Ammoniumstickstoffs schon im März beginnen und ein Maximum von 6340  $\mu\text{g/l}$  im August erreichen, während die Nitratgehalte während der gesamten Zeit gleichbleibend niedrig sind. Erst nach der Vollzirkulation setzt eine Nitrifikation ein, die zum Anstieg von Nitrat und Nitrit führt und gleichzeitig zur Abnahme der Ammoniumgehalte.

Nach dem ersten Maximum im Juni, das in den einzelnen Seen unterschiedlich ausgeprägt ist, auch bezüglich der partikulären Stickstoffverbindungen, folgt ab Juli bzw. August eine Zeit, in der die partikulären N-Anteile aufgrund der überall stattfindenden Blaualgenblüten stark erhöht sind. Je nach See wird ein konstantes Niveau bis zur Herbstzirkulation erreicht (Kleiner Eutiner See, Kellersee - außer Malenter Bucht) oder es kommt zu einem zweiten Herbstmaximum (Stendorfer, Sibbersdorfer, Großer Eutiner und Ukleisee). Während des zweiten Produktionsmaximums im Sommer erhöhen sich an der Oberfläche gleichzeitig die Gehalte an anorganischen Stickstoffverbindungen, die sich danach mit Einsetzen der Zirkulation wieder verringern (für die Einzelmessungen vgl. Kap. 9 Datenanhang).

Insgesamt ist der Jahresgang der Stickstoffverbindungen sehr untypisch, vor allem die extrem niedrigen Werte der anorganischen Stickstoffverbindungen im ersten Untersuchungshalbjahr und der steile Nitrat-Nitrit-Peak im Juni, der in allen Seen auftritt, sind nicht durch die normalen Stoffumsetzungen im See erklärbar. Erschwerend für eine mögliche Interpretation wirkt sich auch ein Wechsel des untersuchenden Labors im Monat Juni aus.

## 5.2 Phosphorverbindungen

Bei den betrachteten Seen zeigt sich, daß von einer Herbstzirkulation zur nächsten die Ausgangskonzentrationen an Gesamtposphor wieder erreicht werden.

Eine Ausnahme macht hier der Stendorfer See, bei dem der TP-Wert der Herbstzirkulation 1983 bedeutend über dem von 1982 liegt. Allerdings kam es bei diesem See Ende Juli zum Funktionsausfall einer einleitenden Kläranlage, so daß beachtliche Mengen allochthoner Nährstoffe in den See gelangten und so auch den vorhandenen Phosphorvorrat erhöhten.

Wie sich hier zeigt, ist der Phosphorgehalt zum Zirkulationszeitpunkt als charakteristische Seegröße - "Mittelwert des Nährstoffgehaltes über die Wassersäule" - zur Seenbewertung eher zu verwenden als das arithmetische Mittel über die Monatsmessungen. Diese Größe macht sozusagen eine Aussage über den Nährstoffvorrat zu Beginn der Produktionsphase. Allerdings kann auch hier der Wert nur eingegrenzt werden, da aufgrund der großen zeitlichen Meßabstände der Zirkulationszeitpunkt teilweise schwierig festzulegen ist. Im folgenden sollen den Seen die durchschnittlichen TP-Gehalte bei der Herbstzirkulation zugeordnet werden:

|                     | <u>TP zum Zirkulationszeitpunkt (<math>\mu\text{g/l}</math>)</u> |
|---------------------|------------------------------------------------------------------|
| Stendorfer See      | 100 (bzw. 300)                                                   |
| Sibbersdorfer See   | 175                                                              |
| Großer Eutiner See  | 250                                                              |
| Kleiner Eutiner See | 450                                                              |
| Kellersee           | 250                                                              |
| Ukleisee            | 125                                                              |

## 5.3 Phytoplankton

Betrachtet man die Seen hinsichtlich der Aussagekraft der einzelnen Phytoplanktongruppen, so zeigen sich bei allen Seen Produktionsmuster mit Frühjahrsblüte und klar abgegrenzter Sommerblüte, die sich meist in mehrere Maxima untergliedern lassen und die den Populationsspeaks einzelner Algengruppen entsprechen.

Von der Verteilung der großen Algengruppen kann man in allen Seen das Frühjahrsmaximum als Kieselalgenblüte identifizieren, während die Blaualgen das Maximum der Sommerblüte maßgeblich auslösen, obwohl sie auch den ganzen Herbst und Winter in geringer Zelldichte vorhanden sind. Als Ausnahme ist der Kleine Eutiner See zu nennen, der ganzjährig die Blaualgen als wesentlichen Bestandteil seiner Algenpopulation beherbergt.

Die Grünalgen zeigen wie die Kieselalgen deutlich ein zweites Maximum im Herbst nach ihrem ersten Peak im Frühjahr und dem Rückgang im Sommer.

Als extremer Microcystis-See ist eindeutig der Kleine Eutiner See zu klassifizieren. Hier werden ganzjährig große Mengen an Microcystis-kolonien in der Wassersäule gefunden, während fixierende Arten nicht vorkommen. Ebenfalls in die gleiche Gruppe gehört der Große Eutiner See.

Obwohl Blaualgen vorkommen, kann der Ukleisee insgesamt nicht als Blaualgensee klassifiziert werden, da in der Planktonstruktur Kieselalgen und Grünalgen eine wesentliche Rolle spielen. Er weist größere Mengen an Microcystis-Algen erst im Spätsommer und nur während zweier Monate auf. Fixierende Blaualgenarten kommen dort nicht vor.

Von den untersuchten Seen gehört der Kellersee eindeutig zu Seen mit stickstofffixierenden Blaualgen. Aphanizomenon bildet von Juli bis August ein Verbreitungsmaximum aus, während Microcystis-Arten vom Sommer bis zum Winter nur in geringen Dichten vorkommen. Nach Leonardson u. Ripl (1980) stellt sich diese Art der N-fixierenden Blaualgenbesiedlung vor allem in Seen ein, die durch eine Seesanieung von externen Nährstoffquellen befreit wurden, in denen allerdings große Phosphatmengen im Sediment verblieben sind, die bei geeigneten Redox-Bedingungen freigesetzt werden und zur internen Phosphoranreicherung führen können.

Stendorfer und Sibbersdorfer See verhalten sich nicht so eindeutig wie die anderen Seen bezüglich der Stickstofffixierung. In beiden kommen gleichzeitig fixierende (Aphanizomenon) und nicht-fixierende (Microcystis) Blaualgen vor und erreichen auch gleichzeitig ihr Biomasse-Maximum im Juli und August, wobei allerdings die Tendenz im



Stendorfer See zum Überwiegen von Aphanizomenon und im Sibbersdorfer See zur Förderung der Microcystisblüte im Spätsommer nach einem vorangegangenen Aphanizomenon-Maximum zu bestehen scheint.

#### 5.4 Zooplankton

Als theoretische Grundlagen für die Auswertung und eine Beurteilung der Zooplanktonergebnisse werden im wesentlichen die Ergebnisse des polnischen Lake Ecosystem Monitoring von Hillbricht-Ilkowska (1984) und Karabin (1983) herangezogen.

##### Rotatorien

Die Rotatorien als eutrophierungsgeförderte Gruppe haben unter den Zooplanktern den größten Indikatorwert bezüglich der Trophiestufe.

Vergleicht man die Biomasseanteile in den fünf untersuchten Seen in den Sommermonaten (Juni - September), so liegt eindeutig der Kellersee mit einem Rotatorienanteil von über 66 % am Gesamtzooplankton an der Spitze der Seen, gefolgt vom Sibbersdorfer See mit ca. 58 %, Stendorfer See mit 40 % und in weitem Abstand Ukleisee mit 16 %, Kleiner Eutiner See mit 12 % und Großer Eutiner See gar nur mit ca. 6 % Rotatorienbiomasse.

Vergleicht man die Jahresgangverläufe der Biomasse und der Individuenzahlen der Zooplankter, so zeigen sich bei allen Seen außer Kleiner Eutiner See proportionale Kurvenverläufe. Je größer die Differenz zwischen relativer Biomasse und Individuenzahl der Rotatorien ist, um so kleiner bzw. leichter müssen die vorhandenen Rotatorienindividuen sein. Dies ist beim Großen Eutiner See besonders stark ausgeprägt.

Es besteht keine Proportionalität zwischen Individuenzahl und Biomasse im Kleinen Eutiner See. Hier geht im Juni die Rotatorienbiomasse am Gesamtzooplankton fast auf Null zurück, auch die Rotatorienzahl fällt auf 7 % aller Zooplankton-Individuen. Entsprechende Verhältnisse finden sich in den übrigen Seen nur im Winter. Im Kleinen Eutiner See dagegen kommt es im Winter zu größeren Rotatorienentwicklungen, die fast 90 % der Zooplanktongesellschaft im November ausmachen.

Betrachtet man die Anteile der Indikatorgruppe (Gruppe A - nimmt mit Eutrophierung ab, Gruppe B - nimmt mit Eutrophierung zu, Gruppe C - bleibt von Eutrophierung unbeeinflusst) am Rotatorienplankton, so zeigt sich für die Seen folgendes Bild:

Am artenärmsten, sowohl was die Rotatorien als auch die Crustaceen betrifft, ist der Kleine Eutiner See. Das artenreichste Rotatorienplankton dagegen weist der Sibbersdorfer See auf.

Die Aufteilung der Rotatorien auf die Indikatorgruppen und ihr zeitliches Auftreten im See ergeben sich aus Abb. 64 bis 75. Arten der Gruppe A finden sich in allen Seen, außer Großer Eutiner See, wo sie ganzjährig abwesend sind. In den übrigen Seen - außer Kleiner Eutiner See - wird eine vergleichbare zeitliche Verteilung deutlich, und zwar erreicht die Gruppe A erst im Sommer bzw. Spätsommer größere Biomassewerte. Im Kleinen Eutiner See mit seinem Rotatorien-Wintermaximum fällt auch die Gruppe A in ein Dezembermaximum. Die Dynamik der Zooplanktonentwicklung und Verbreitung scheint außerdem in jedem See nach einem eigenen Rhythmus abzulaufen.

Vergleicht man in den verschiedenen Seen den Anteil, den die Gruppe B an der Gesamtheit aus der Biomasse der beiden Indikatorgruppen A und B im Jahresdurchschnitt hat, so lassen sich die Seen in folgender Reihenfolge ordnen:

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Ukleisee            | : 78 % |
| Kellersee           | : 85 % |
| Sibbersdorfer See   | : 92 % |
| Kleiner Eutiner See | : 93 % |
| Stendorfer See      | : 94 % |
| Großer Eutiner See  | : 97 % |

Ukleisee und Kellersee heben sich hier von den übrigen Seen, die sich im oberen Trophiebereich, bei einem Prozentanteil von über 90 bewegen, ab. Beleuchtet man das Rotatorienvorkommen der Indikatorgruppen A und B auf Artenniveau, so zeigt sich, daß aus Gruppe A nur Polyarthra major im Ukleisee in nennenswertem Maße vorkommt.

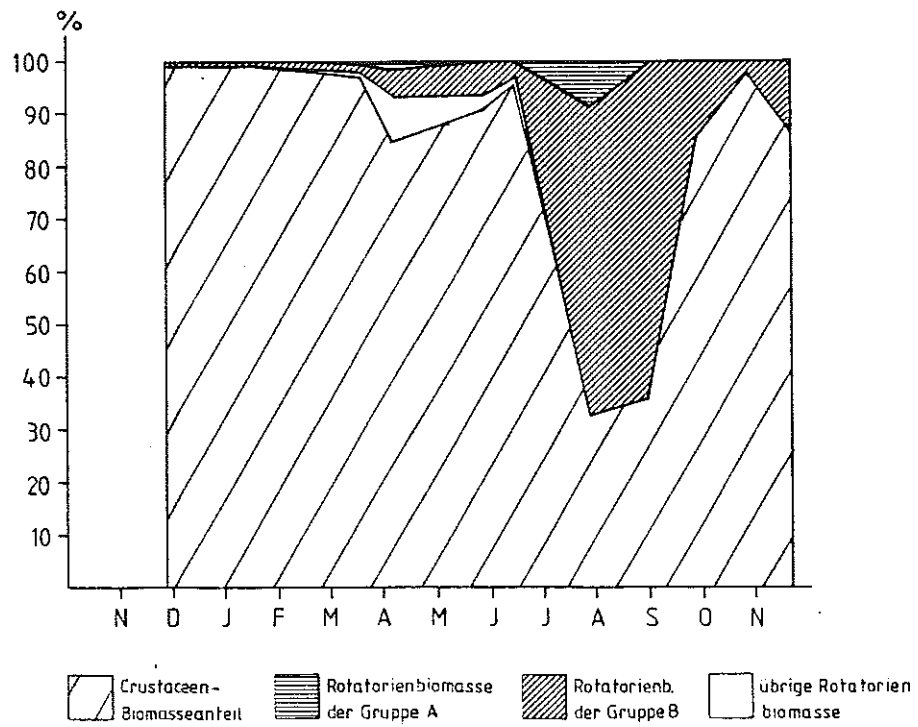


Abb. 64: Anteil (%) verschiedener Zooplanktongruppen an der Gesamtbiomasse im Zooplankton des Stendorfer Sees im Jahresgang 1982/83

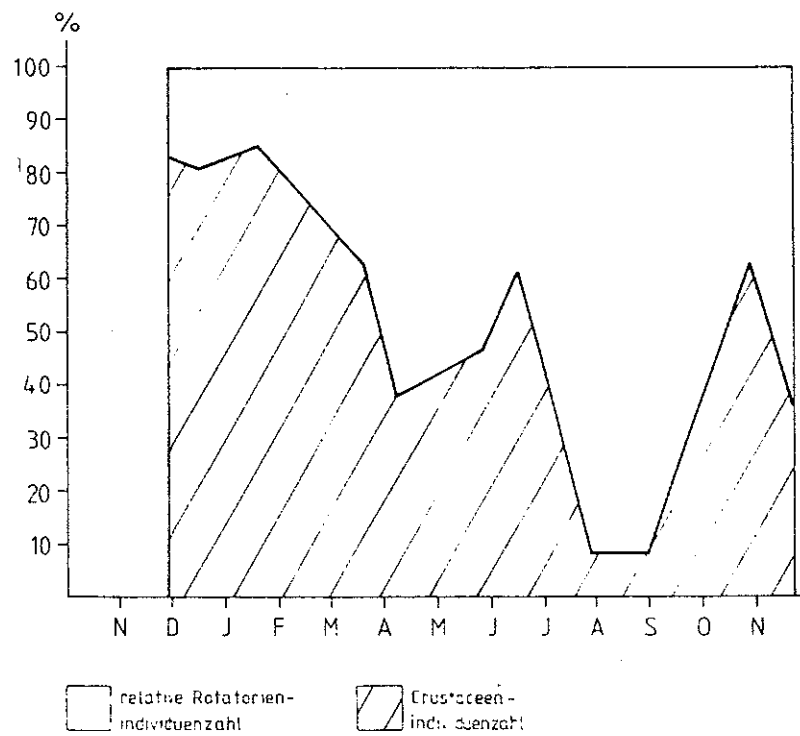


Abb. 65: Anteil (%) verschiedener Zooplanktongruppen an der Gesamtindividuenzahl im Zooplankton des Stendorfer Sees im Jahresgang 1982/83

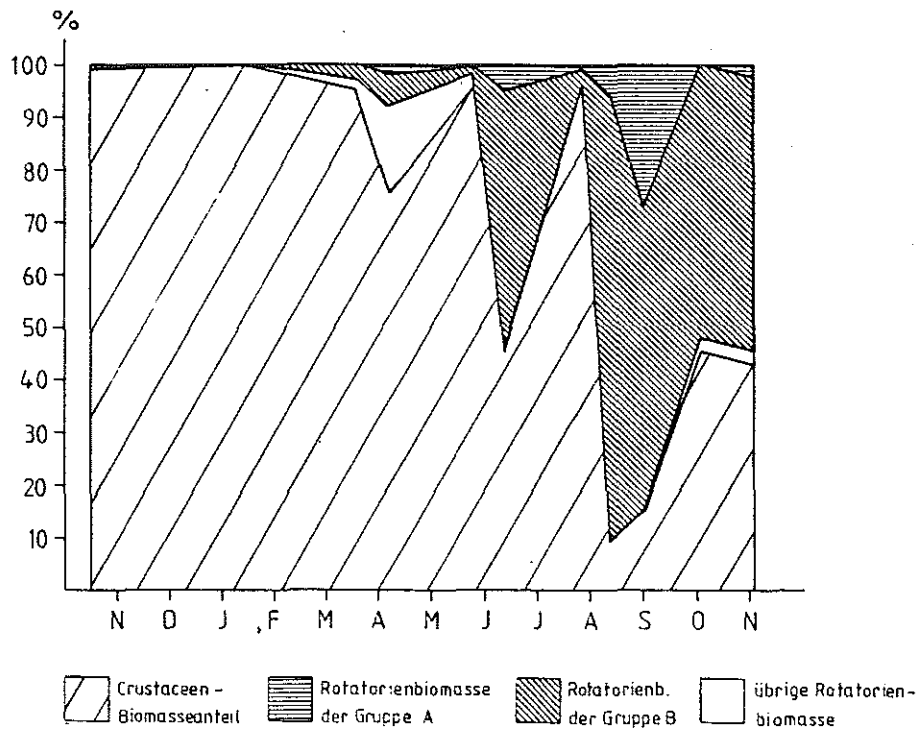


Abb. 66: Anteil (%) verschiedener Zooplanktongruppen an der Gesamtbio-  
masse im Zooplankton des Sibbersdorfer Sees im Jahresgang  
1982/83

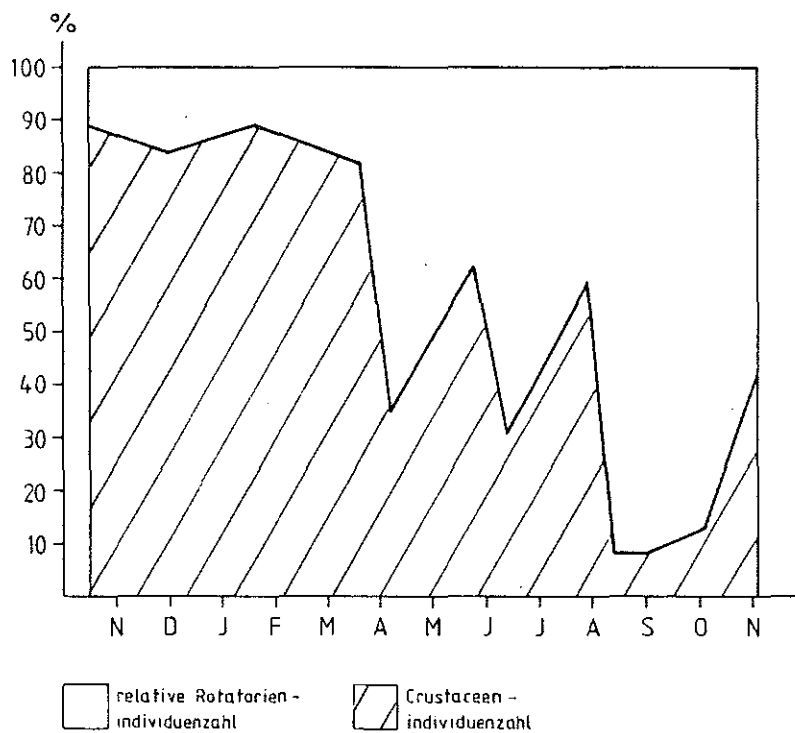


Abb. 67: Anteil (%) verschiedener Zooplanktongruppen an der Gesamt-  
individuenzahl im Zooplankton des Sibbersdorfer Sees im Jahres-  
gang 1982/83

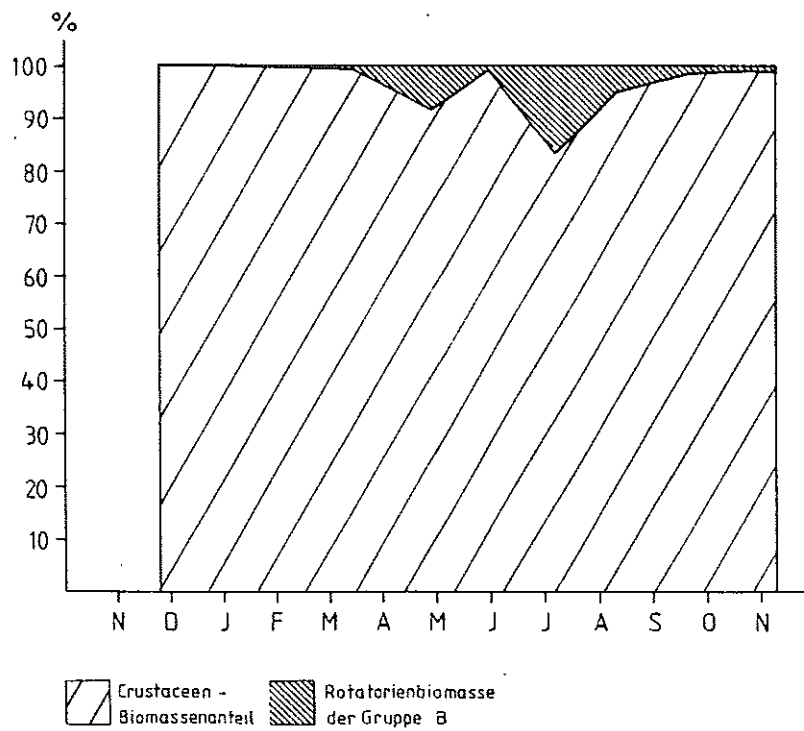


Abb. 68: Anteil (%) verschiedener Zooplanktongruppen an der Gesamtbio-  
masse im Zooplankton des Großen Eutiner Sees im Jahresgang  
1982/83

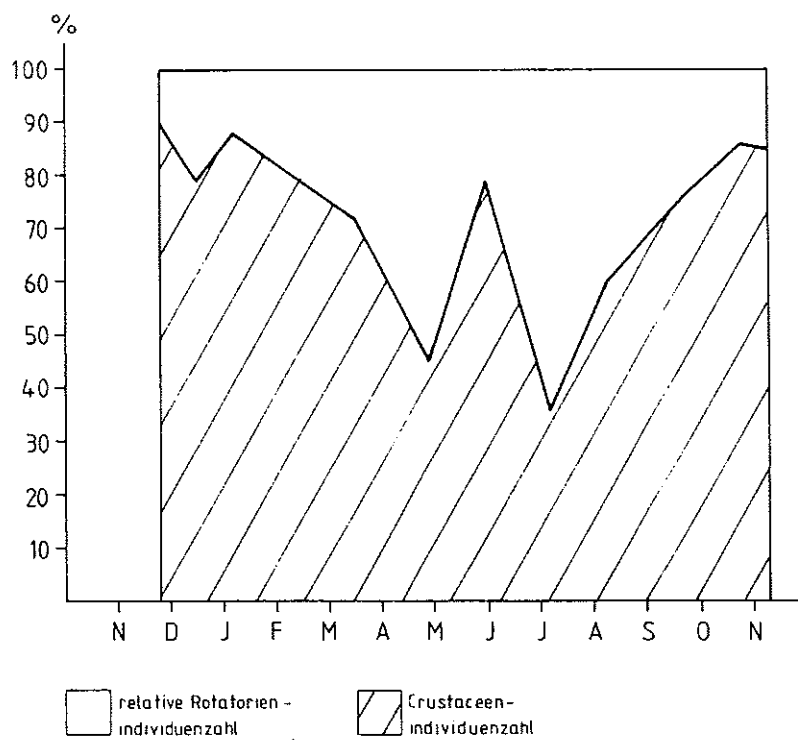


Abb. 69: Anteil (%) verschiedener Zooplanktongruppen an der Gesamt-  
individuenzahl im Zooplankton des Großen Eutiner Sees im  
Jahresgang 1982/83

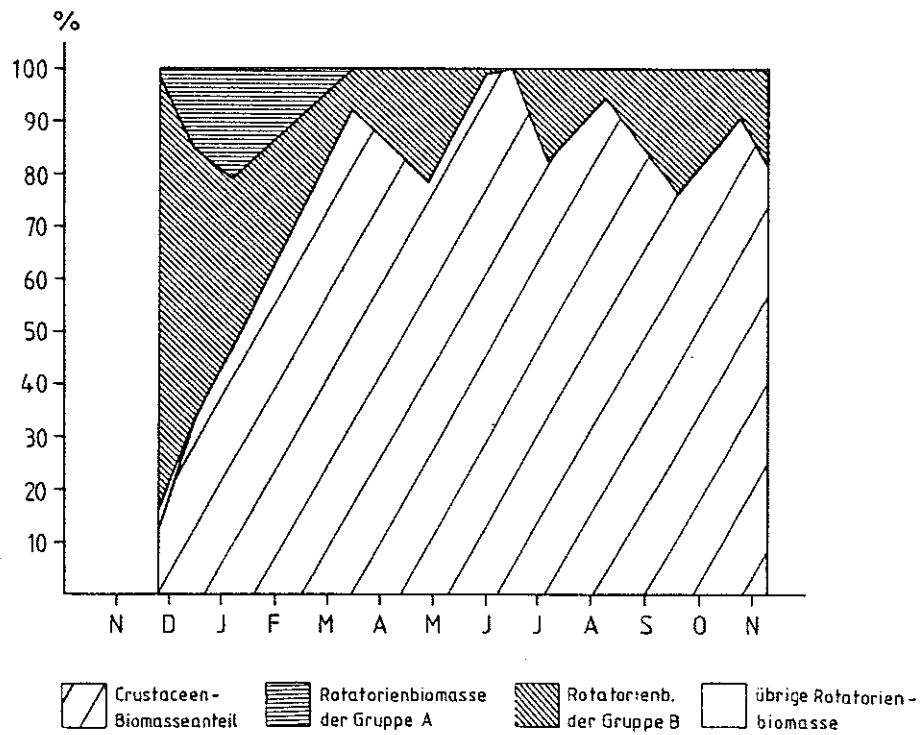


Abb. 70: Anteil (%) verschiedener Zooplanktongruppen an der Gesamtbio-  
masse im Zooplankton des Kleinen Eutiner Sees im Jahresgang  
1982/83

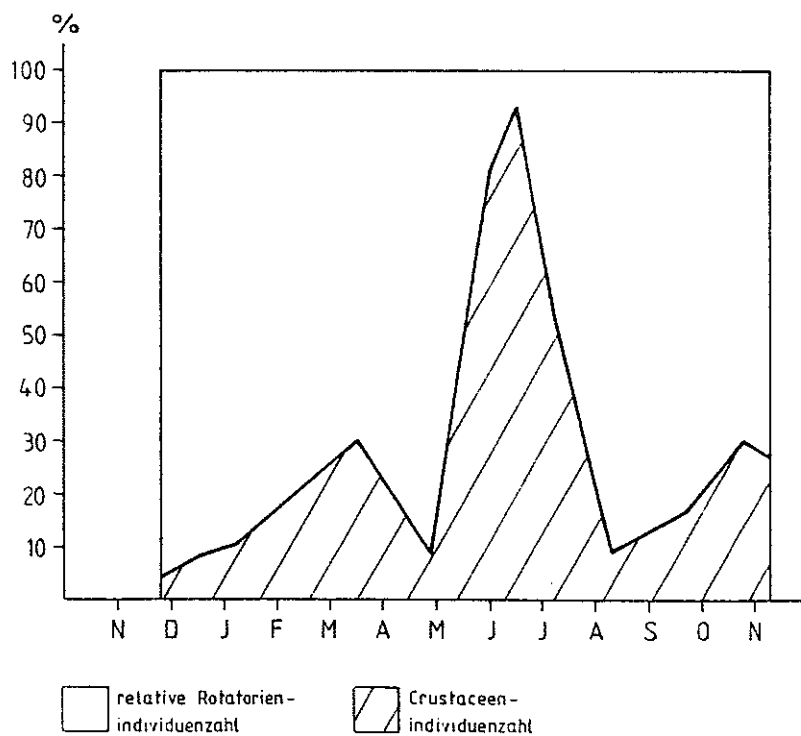


Abb. 71: Anteil (%) verschiedener Zooplanktongruppen an der Gesamt-  
individuenzahl im Zooplankton des Kleinen Eutiner Sees im  
Jahresgang 1982/83

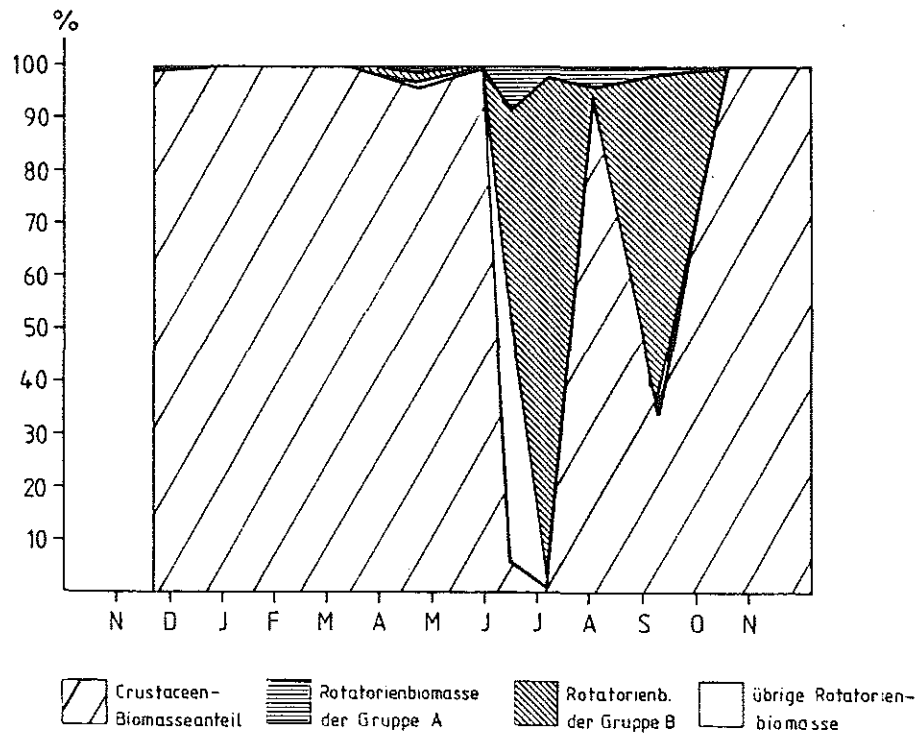


Abb. 72: Anteil (%) verschiedener Zooplanktongruppen an der Gesamtbio-  
masse im Zooplankton des Kellerssees im Jahresgang 1982/83

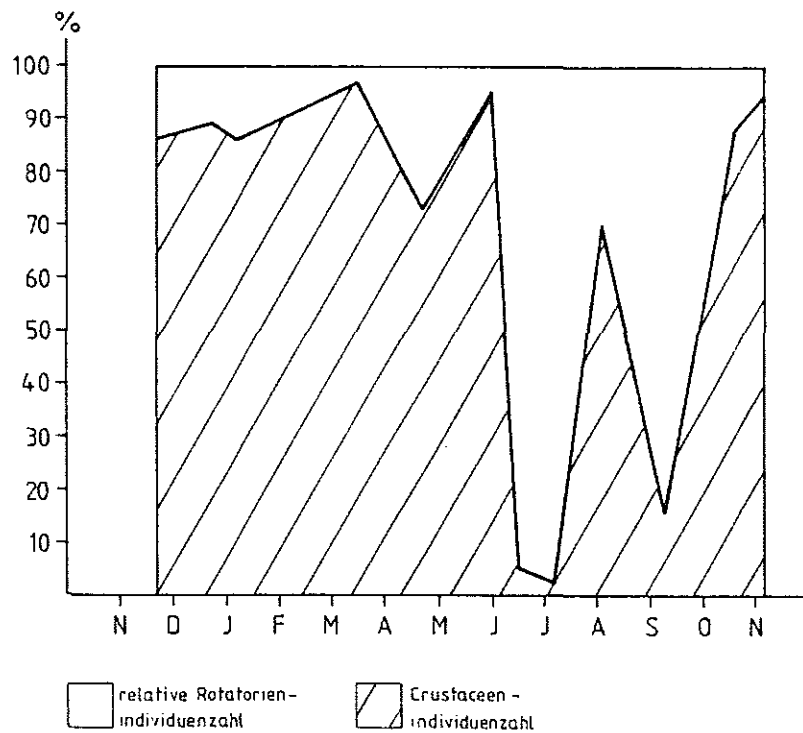


Abb. 73: Anteil (%) verschiedener Zooplanktongruppen an der Gesamt-  
individuenzahl im Zooplankton des Kellerssees im Jahresgang  
1982/83

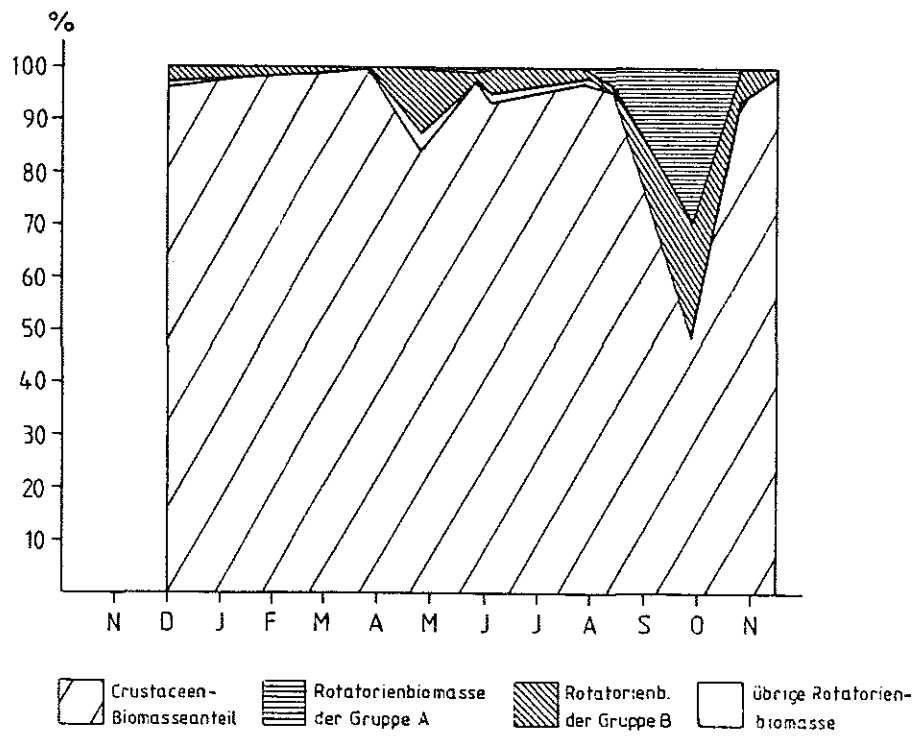


Abb. 74: Anteil (%) verschiedener Zooplanktongruppen an der Gesamtbio-  
masse im Zooplankton des Uckersees im Jahresgang 1982/83

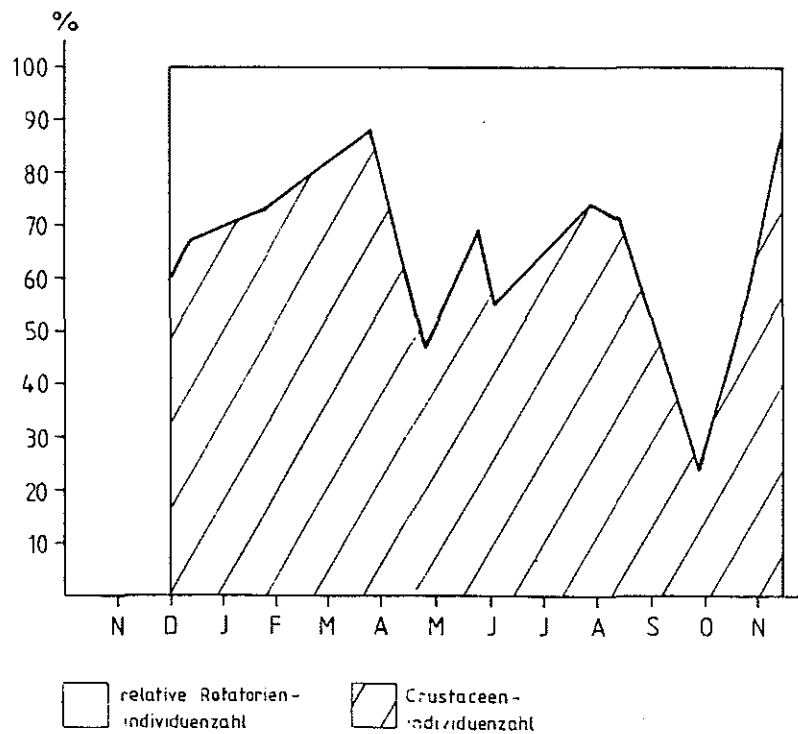


Abb. 75: Anteil (%) verschiedener Zooplanktongruppen an der Gesamt-  
individuenzahl im Zooplankton des Uckersees im Jahresgang  
1982/83



Zwei weitere Polyarthra-Arten finden sich in geringerer Abundanz im Kellersee und im Großen Eutiner See. Die Art Conochilus hippocrepis, die ebenfalls der Gruppe A angehört, kommt nicht in den untersuchten Seen vor, aber ein anderer Vertreter der Gattung, Conochilus unicornis, kommt im Kellersee und auch im Ukleisee vor.

Die Gruppe B ist im Artenspektrum mit Keratella quadrata in allen Seen, aber bevorzugt im Kleinen Eutiner See vertreten. Keratella tecta als genetische Varietät kommt in allen Seen außer Ukleisee und Kleiner Eutiner See vor. Drei Brachionus-Arten finden sich regelmäßig bis häufig im Kleinen Eutiner See und eine im Großen Eutiner See. Filinia longiseta tritt verstärkt im Kleinen Eutiner See auf, kommt aber auch im Stendorfer, Sibbersdorfer und Großen Eutiner See vor, während sie im Kellersee und Ukleisee selten ist. Pompholyx sulcata als letzte Vertreterin der Gruppe B, kommt in allen Seen, außer dem Kleinen Eutiner See vor. Verstärkt tritt sie jedoch im Sibbersdorfer und Großen Eutiner See auf.

Folgende Tabelle soll die Artenverteilung verdeutlichen:

Tab. 20: Verteilung und Häufigkeit der Arten aus den Indikatorgruppen der Rotatorien in den Schwentineeseen

| Gruppe A            |                   |                   | + selten      |
|---------------------|-------------------|-------------------|---------------|
|                     | <u>Polyarthra</u> | <u>Conochilus</u> | ++ regelmäßig |
|                     | <u>major</u>      | <u>unicornis</u>  | +++ häufig    |
| Stendorfer See      |                   |                   |               |
| Sibbersdorfer See   |                   |                   |               |
| Großer Eutiner See  |                   |                   |               |
| Kleiner Eutiner See |                   |                   |               |
| Kellersee           |                   | +++               |               |
| Ukleisee            | +++               | ++                |               |

## Gruppe B

|                    | <u>Keratella</u><br>quadrata | <u>Keratella</u><br>tecta | <u>Brachionus</u><br>sp. | <u>Filinia</u><br>longiseta | <u>Pompholyx</u><br>sulcata |
|--------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Stendorfer S.      | ++                           | ++                        |                          | ++                          | ++                          |
| Sibbersdorfer S.   | +++                          | ++                        |                          | ++                          | +++                         |
| Großer Eutiner S.  | ++                           | ++                        |                          | ++                          | +++                         |
| Kleiner Eutiner S. | +++                          |                           |                          | +++                         |                             |
| Kellersee          | ++                           | ++                        |                          | +                           | ++                          |
| Ukisee             | ++                           | +                         |                          | +                           | ++                          |

Crustaceen

Karabin (1983) betont die Bedeutung des Biomasseanteils von Daphnia cucullata als am weitesten verbreitete Art. Bei den oberen Schwentineseen ist diese Art ausschließlich im Stendorfer See, Kellersee und Ukisee vertreten. Während sie im Ukisee fast ganzjährig auch in größeren Individuenzahlen und von Mai bis Juni sogar als dominante Art auftritt, wird sie im Kellersee nur im Juni in geringer Zahl neben der dominanten Daphnia galeata gefunden. Im Stendorfer See tritt Daphnia cucullata von Mai bis September regelmäßig in geringer Zahl auf.

Die Tab. 21 gibt einen Überblick über das Auftreten und die Häufigkeit der Arten der Indikatorgruppen A und B in den einzelnen Seen. Zusätzlich wurden einige Cyclops-Arten aufgeführt.

Versucht man eine Reihenfolge der Seen nach wachsender Eutrophierung entsprechend dem Auftreten der Gruppe A und der Häufigkeit der Gruppe B einschließlich der Dominanzverhältnisse von Bosmina-Arten aufzustellen, so sieht die Verteilung folgendermaßen aus:

Ukisee

Kellersee

Stendorfer See - Sibbersdorfer See

Großer Eutiner See

Kleiner Eutiner See

Tab. 21: Auftreten und Häufigkeit der Crustaceenarten der Indikatorgruppen A und B in den untersuchten Seen

|                   | Gruppe A             |                           | Gruppe B                   |                        | übrige carnivore Crustaceen       |                      |                    |                              |
|-------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|------------------------------|
|                   | Daphnia<br>cucullata | Mesocyclops<br>leuckardti | Diaphanosoma<br>brachyurum | Chydorus<br>sphaericus | Bosmina<br>coregoni<br>f. gibbera | Cyclops<br>abyssorum | Cyclops<br>vicinus | Thermocyclops<br>oithonoides |
| Stendorfer See    | +                    | ++                        |                            | ++                     | ++                                | ++                   |                    | +                            |
| Sibbersdorfer See |                      | ++                        | (+)                        | ++                     | +                                 | ++                   |                    | +                            |
| Gr. Eutiner See   |                      | ++                        | +                          | +++                    | +++                               | +++                  |                    |                              |
| Kl. Eutiner See   |                      | (+)                       |                            |                        | (+)                               |                      | ++                 |                              |
| Kellersee         | (+)                  | ++                        |                            | ++                     | +                                 | +++                  |                    | (+)                          |
| Ukleisee          | +++                  | +                         | ++                         | +                      | +                                 | +++                  |                    | ++                           |

(+) sehr selten  
+ selten  
++ regelmäßig  
+++ häufig, größere Biomasse

Während Stendorfer und Sibbersdorfer See auf der Artenebene nicht nach unterschiedlicher Trophie zu trennen sind, liegt der Große Eutiner See deutlich im stärker eutrophierten Bereich. Der Kleine Eutiner See ist nach den vorliegenden Indikatorgruppen nicht zu beurteilen, da er bereits völlig an Arten verarmt ist. Er wird deshalb an die Spitze der Eutrophierungsskala gesetzt.

Auffällig bei den schleswig-holsteinischen Seen ist das Auftreten der Art Thermocyclops oithonoides, die nach ihrem Verhalten dort der Indikatorgruppe A zuzuordnen ist, da sie mit wachsender Eutrophierung abnimmt.

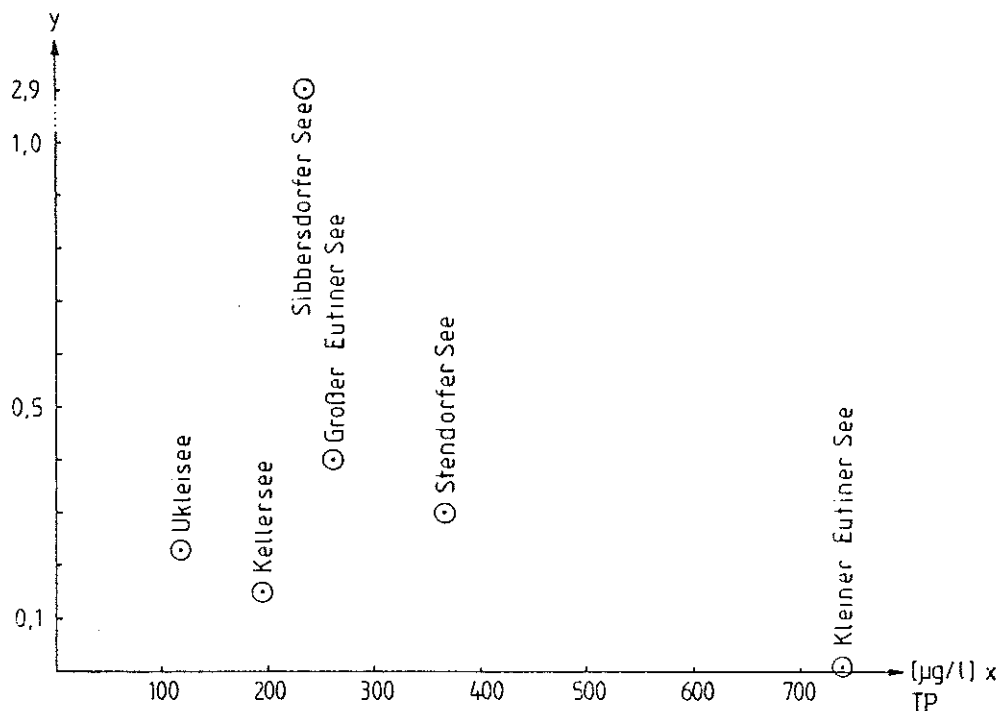


Abb. 76: Biomasse-Verhältnis von cyclopoiden Copepoden zu Cladoceren in Abhängigkeit von der Gesamt-P-Konzentration in 1 m Tiefe während der sommerlichen Schichtung von Juni bis September 1983

Die Abb. 76 zeigt die Cyclopoidea-Cladocera-Verhältnisse im Bezug zum TP-Gehalt der Seen im Monat August. Prinzipiell zeigt sich die Tendenz der bei geringeren TP-Gehalten kleineren Verhältniszahl (UKleisee,

Kellersee), die mit höheren TP-Gehalten ansteigen (Sibbersdorfer See) und mit Werten um die 300  $\mu\text{g/l}$  TP wieder abnehmen (Großer Eutiner See, Stendorfer See, Kleiner Eutiner See). Allerdings darf die Aussagekraft dieses Verhältnisses im Fall der Schwentineseen angezweifelt werden, da sich von Monat zu Monat selbst während des Sommers in den gleichen Seen sehr unterschiedliche Werte ergeben.

### 5.5 Fischerei

Vom Landesamt selbst wurden keine Untersuchungen zum Fischbestand durchgeführt. Die vorhandenen Daten wurden freundlicherweise von den Pächtern der Seen, Herrn H.H. Schwarten und Herrn W. Schwarten zur Verfügung gestellt.

Die Beziehung zwischen Trophie und den klassischen fischereibiologischen Seentypen in Zusammenhang mit den fischereilichen Erträgen wurde von Herold u. Barthelmes (1976) dargestellt (Abb. 77). Zu dieser Abbildung werden die Fischereierträge der oberen Schwentineseen in den letzten Jahren vor und während des Seenuntersuchungsprogramms in Bezug gesetzt.

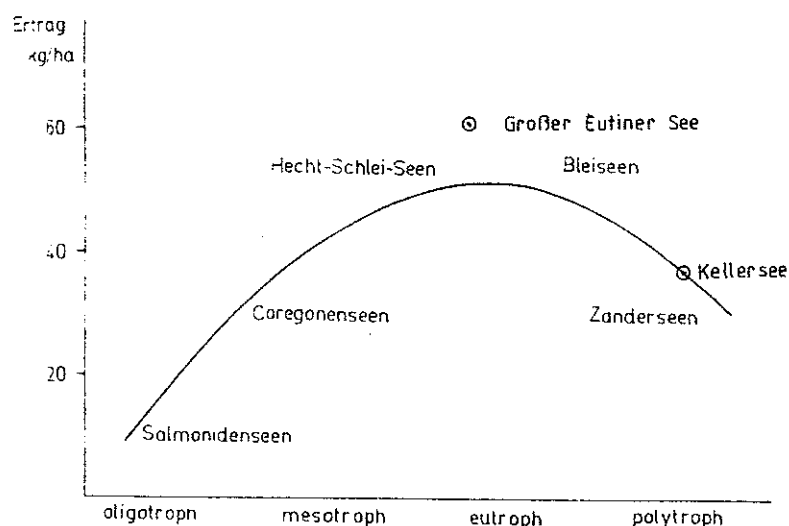


Abb. 77: Beziehung zwischen der Trophie und den klassischen fischereibiologischen Seentypen Mitteleuropas sowie den bei herkömmlicher Fischereinutzung erzielbaren Erträgen. (veränd. nach Herold u. Barthelmes 1976)

Die Übertragung der fischereilichen Erträge pro Jahr in den oberen Schwentineseen auf diese Abbildung ermöglicht eine trophische Einstufung der Seen auf fischereilicher Basis. Es zeigt sich, daß auch hier eine Einordnung der Seen im eutrophen bis polytrophen Klassifizierungsbereich erfolgt und somit mit den Ergebnissen zur Trophie-Beurteilung der anderen chemischen und biologischen Parameter übereinstimmt.

Fischereiologisch gesehen gehören die untersuchten Seen dem Typus Blei- bzw. Zanderseen an. Der Bleisee gilt als "Normalsee" des baltischen Tieflandes.

Im Nahrungsnetz tritt die Bedeutung der direkten Zooplanktonnutzung durch Fische zurück, während die Bedeutung der Wirbellosen des Seebodens als Nahrungsquelle steigt. Es handelt sich dabei im wesentlichen um Tubificiden und Chironomiden. Bei dieser Ernährungssituation ist es leicht verständlich, daß bei Verknappung der Sauerstoffverhältnisse im Profundal auch die Nährtierversfügbarkeit verringert wird und somit auch die Fischereierträge in der Folge zurückgehen. In diesem Stadium neigt ein See leicht zur Überbevölkerung und Verbüttung, dadurch daß sich das Brutaufkommen der Fische im Litoral erheblich vermehrt, während sich die Weidegebiete der älteren Jahrgänge in der Tiefe deutlich verringern. Günstiger sieht die Benthosproduktion bei nährstoffbelasteten flachen Seen mit epilimnischen Bodenzonen aus, da hier das Benthos produktiver ist.

Der typische Zandersee ist in der Regel ein verhältnismäßig flacher See mit hohem Nährstoffimport und geringer Sichttiefe. Unterwasserpflanzen fehlen weitgehend. Tiefere Hartbodegebiete im Sublitoral dienen als Brutplätze für den Zander. Einige Gelegebestände für Blei und Plötze bleiben erhalten. Bei  $H_2S$ -Bildung in der Tiefe werden verbüttete Friedfische nur noch über den Zander genutzt. Die Nahrungskette verläuft also über Phytoplankton und Zooplankton hin zu Freiwasserfischen wie Stint und Uklei oder über verbüttete Bodenfische hin zum Zander als Endstufe.

Tab. 22: Eutrophierungsgefährdung aufgrund der Morphometrie der Schwentineseen

|                                                                                      | Stendorfer See |               | Sibbersdorfer See |            | Gr. Eutiner See |          | Kl. Eutiner See |            | Kellersee |          | Ukleisee |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------|-------------------|------------|-----------------|----------|-----------------|------------|-----------|----------|----------|---------|
|                                                                                      | Meßdaten       | Klasse        | Meßdaten          | Klasse     | Meßdaten        | Klasse   | Meßdaten        | Klasse     | Meßdaten  | Klasse   | Meßdaten | Klasse  |
| Mittlere Tiefe (m)                                                                   | 3.9            | III           | 3.4               | III        | 5.1             | II       | 2.3             | III        | 11.7      | I        | 7.5      | II      |
| Volumen:<br>Uferlänge<br>(m <sup>3</sup> · 1000<br>m <sup>-1</sup> )                 | 0.64           | III           | 0.5               | III        | 0.99            | III      |                 |            | 4.16      | II       | 1.13     | III     |
| Wasserer-<br>neuerungs-<br>zeit<br>(% a <sup>-1</sup> )                              | 312            | III           | 590               | III        | 178             | II       |                 |            | 83        | II       | 80       | II      |
| Umgebungs-<br>faktor                                                                 | 34.1           |               | 57.8              |            | 25.8            |          | 9.85            |            | 26.2      |          | 40.0     |         |
| Nieder-<br>schlagsge-<br>biet: See-<br>volumen<br>(m <sup>2</sup> : m <sup>3</sup> ) | 8.1            | II            | 16.6              | III        | 5.03            | II       | 4.09            | II         | 2.33      | II       | 3.76     | II      |
| Nutzung im<br>direkten<br>Einzugs-<br>gebiet (%)                                     |                | I<br>II - III |                   | III<br>III |                 | II<br>II |                 | III<br>III |           | II<br>II |          | I<br>II |

Die Erträge sind hier relativ gering, da der Energietransfer über viele Zwischenstufen eine ungünstige Bilanz ergibt. Ertragreicher sind Zanderseen mit aerober Bodenzone, da auch hier andere Fischarten, z.B. Aal, Erträge abwerfen.

Von den betrachteten Seen, die dem Typus Blei-Zanderseen zugeordnet werden können, sind im Sibbersdorfer See und Kleinen Eutiner See nur Aal und Plötze von fischereilicher Bedeutung, während in den größeren Seen, Kellersee und Großer Eutiner See, noch die Arten Brassen (Blei), Barsch, Maräne und Schleie neben den Raubfischen Zander und - in weit geringerem Maße - Hecht von Bedeutung sind.

Vergleicht man den Fischereiertrag in den Untersuchungsjahren 1981/82 mit den durchschnittlichen Erträgen aus den vergangenen neun Jahren, so zeigt sich ein Rückgang von 30 % im Sibbersdorfer See und im Großen Eutiner See bzw. über 50 % im Kleinen Eutiner See, während im Kellersee die Fangträge von 1981/82 den durchschnittlichen Erträgen seit 1974 entsprechen.

#### 5.6 Morphometrie und Hydrometrie

Nach der Betrachtung der Bioindikatoren soll sich ein Vergleich der morphometrischen Faktoren der Seen anschließen.

Die Tab. 22 faßt die charakteristischen Merkmale der Schwentineen entsprechend dem Bewertungsschema in Kap. 3.1 zur Eutrophierungsgefährdung aufgrund von morphologischen Kriterien und der Hauptbodennutzungsarten zusammen. Demnach sind Sibbersdorfer und Kleiner Eutiner See am stärksten gefährdet, gefolgt vom Stendorfer See, wohingegen Kellersee und Ukleisee die günstigsten morphologischen Voraussetzungen aufweisen.

### 6. Seenbewertungsindizes

Die Möglichkeiten und Ziele der Anwendung von Seenbewertungsindizes wurden in der Landesamtsreihe unter dem Titel "Bewertung des Zustandes von Seen" (Henning 1986) ausführlich dargestellt und können dort zum besseren Verständnis nachgelesen werden. In diesem Bericht zu den Oberen



Schwentineseen sollen einige der dort vorgestellten Klassifizierungskriterien angewandt werden, um den Trophiegrad der untersuchten Seen festzulegen.

Im folgenden sollen Bewertungen, die sich bei der Anwendung des Trophic State Index nach Carlson (1977), seiner Abwandlung nach Osgood (1982), des Modells von Forsberg u. Ryding (1980), des Schröder-Modells (Schröder u. Schröder 1978) und des OECD-Reports (1982) "Eutrophication of waters" ergeben, einander gegenübergestellt und diskutiert werden. Versuche zur Beurteilung der Trophiestufe eines Sees sind vor allem wichtig, um seinen Zustand in knapper Form zu umreißen und ihn mit anderen Seen vergleichbar zu machen.

#### 6.1 Trophic State Index (TSI) nach Carlson (1977)

Carlson kehrt sich in seinem zusammengesetzten Index zur Seenklassifizierung von den herkömmlichen Trophiestufen (oligo- bis polytroph) ab, da diese vom ökologischen Standpunkt nicht klar definiert sind und willkürlich qualitative Kategorien darstellen. Stattdessen führt er eine numerische Kalibrierung von 0 - 100 (TSI, trophic state index) ein, die sich durch eine Verdoppelung der Biomasse in den Zehnerklassen auszeichnet. Er bezieht sich dabei auf die Erfassung dreier Parameter, die sehr eng korreliert sind, und zwar Gesamtphosphor, Sichttiefe und Chlorophyll a.

Die TSI-Werte wurden für die Schwentineseen monatlich aufgetragen (vgl. Abb. 78 - 83). Es zeigt sich dabei, daß die Einzelindizes nicht übereinstimmen, sondern daß die Differenzen zwischen dem Phosphorindex (TSI (TP)) einerseits und den Sichttiefe- und Chlorophyll a-Indizes (TSI (SD) und TSI (Chla)) andererseits sehr groß sind. Das mag unter anderem daran liegen, daß sich die untersuchten Seen durch einen recht hohen Phosphorgehalt auszeichnen, der nicht mehr limitierend auf das Phytoplankton wirkt. Nicht einmal in den Sommermonaten Juli und August - mit Ausnahme des Augusts im Ukleisee - läßt sich eine Übereinstimmung der drei Indizes nachweisen, wie Carlson (1977) es für seine Probeseen feststellte.

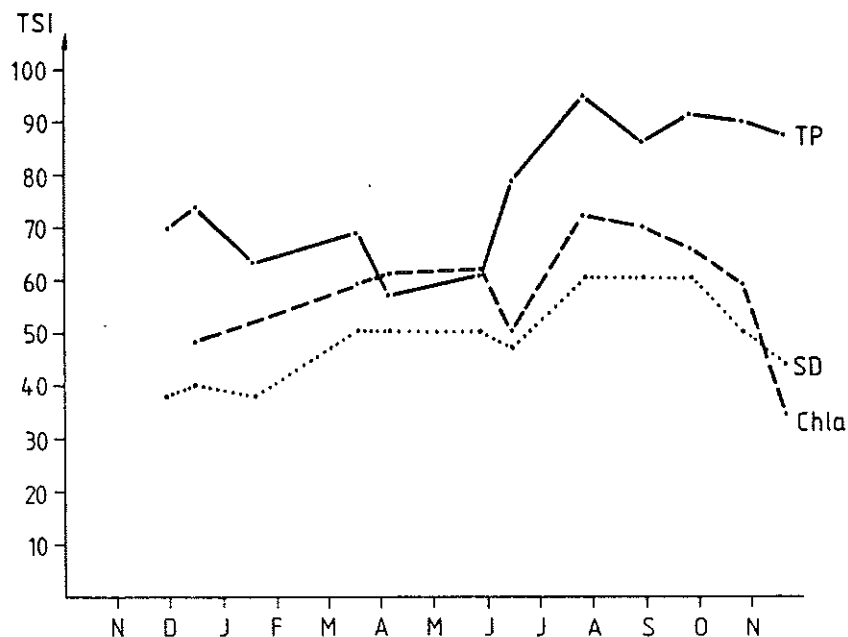


Abb. 78: Monatliche Trophic State Index-Werte (TSI) nach Carlson (1977) für die Sichttiefe (SD), für Chlorophyll a (Chla) und Gesamt-Phosphor (TP) im Stendorfer See im Jahresgang 1982/83

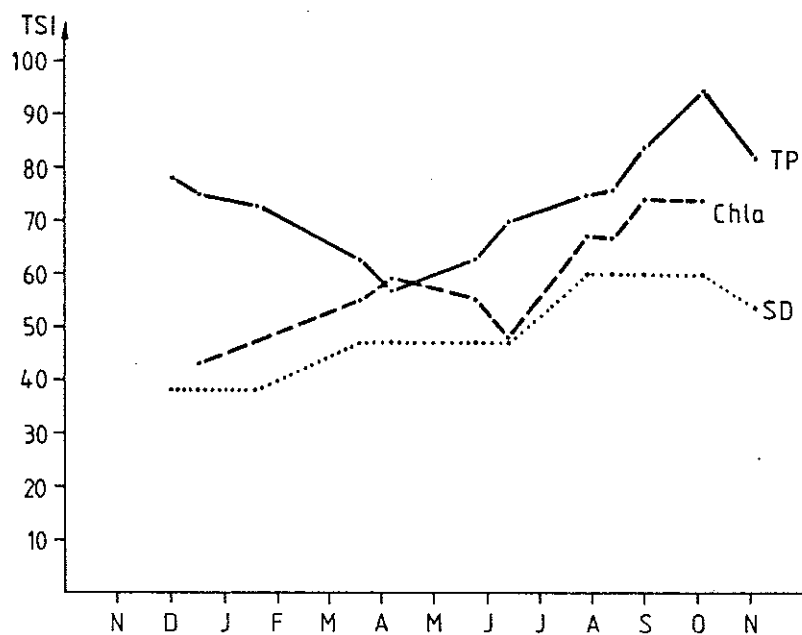


Abb. 79: Monatliche Trophic State Index-Werte (TSI) nach Carlson (1977) für die Sichttiefe (SD), für Chlorophyll a (Chla) und Gesamt-Phosphor (TP) im Sibbersdorfer See im Jahresgang 1982/83

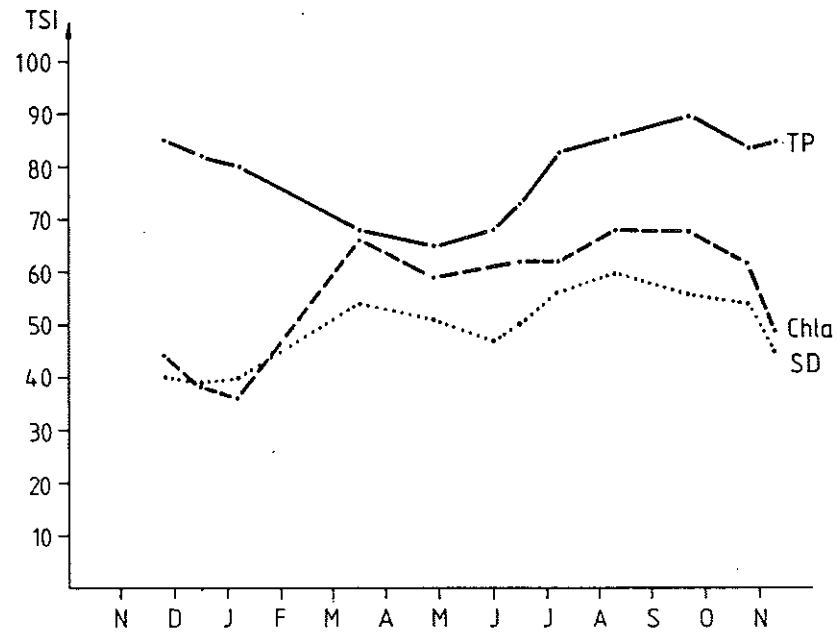


Abb. 80: Monatliche Trophic State Index-Werte (TSI) nach Carlson (1977) für die Sichttiefe (SD), für Chlorophyll a (Chla) und Gesamt-Phosphor (TP) im Großen Eutiner See im Jahresgang 1982/83

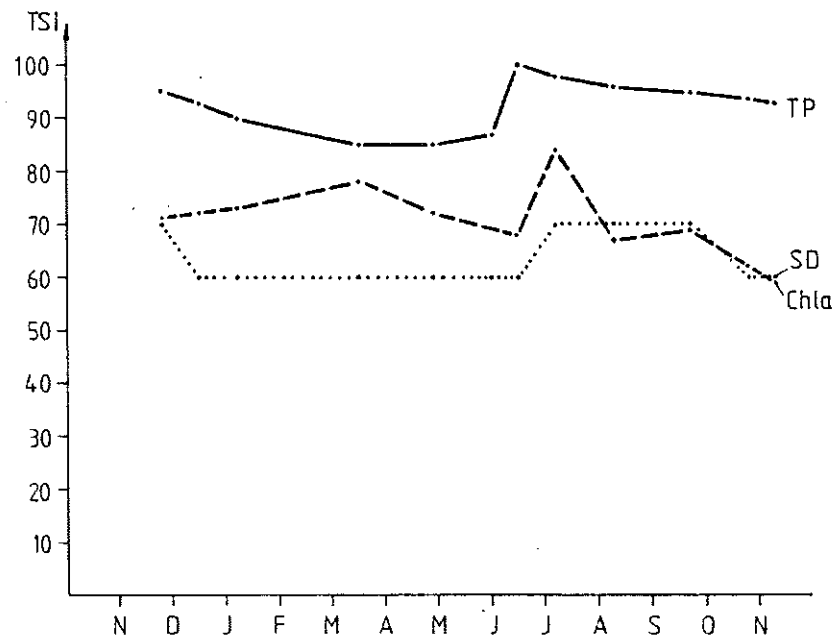


Abb. 81: Monatliche Trophic State Index-Werte (TSI) nach Carlson (1977) für die Sichttiefe (SD), für Chlorophyll a (Chla) und Gesamt-Phosphor (TP) im Kleinen Eutiner See im Jahresgang 1982/83

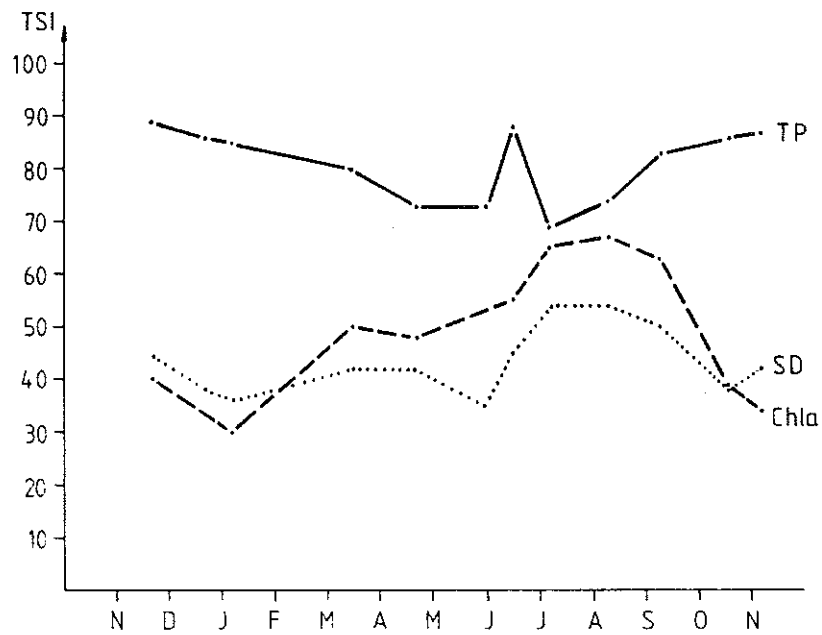


Abb. 82: Monatliche Trophic State Index-Werte (TSI) nach Carlson (1977) für die Sichttiefe (SD), für Chlorophyll a (Chla) und Gesamt-Phosphor (TP) im Kellersee im Jahresgang 1982/83

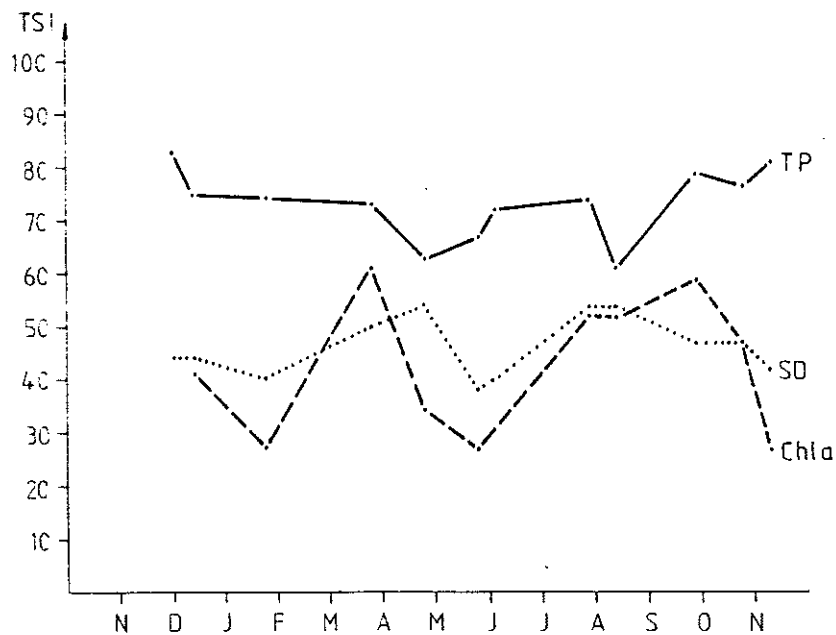


Abb. 83: Monatliche Trophic State Index-Werte (TSI) nach Carlson (1977) für die Sichttiefe (SD), für Chlorophyll a (Chla) und Gesamt-Phosphor (TP) im Ukleisee im Jahresgang 1982/83

Die Parallelität zwischen TSI (SD) für die Sichttiefe und TSI (Chla) für Chlorophyll a ist viel stärker ausgeprägt als mit TSI (TP) für Phosphor.

Die niedrigsten TSI-Werte liegen für den Ukleisee vor, während die höchsten - bis einschließlich 100 für TSI (TP) - im Juli im Kleinen Eutiner See errechnet wurden. Dieser See zeigt auch nicht wie die übrigen einen typischen Jahreszyklus mit hohem TSI (TP) im Herbst und einem Rückgang im Sommer, wenn Phosphor eher Minimumfaktor für das Pflanzenwachstum wird. Ebenso bleibt eine Herabsetzung des TSI im Mai bzw. Juni aus, wenn Phytoplankton zurückgeht und ein "Klarwasserstadium" einsetzt wie es bei allen anderen Seen deutlich wird.

## 6.2 Regionale Abwandlung des TSI nach Osgood (1982)

Aufgrund der vorgestellten Problematik der abweichenden Einzelindizes erscheint es sinnvoll, die Transformation nach Osgood anzuwenden, um eine regionale Anpassung des Indexes zu erzielen. Die dann noch verbleibende Variabilität der drei Parameter im Index kann in diesem Fall als Erklärung für bestimmte Gegebenheiten im Ökosystem herangezogen werden. Verwendet werden hier Sommermessungen von Juni bis September im Epilimnion von 0 - 2.5 m für die Parameter TP und Chla.

Nach dieser Methode ergeben sich für die Schwentineeseen folgende TSI-Werte (Tab. 23):

Tab. 23: Sommermittelwerte und Trophic State Index-Werte (TSI) für die Sichttiefe (SD), für Chlorophyll a (Chla) und Gesamt-Phosphor (TP) in den oberen Schwentineeseen im Sommer 1983. TSI (diff) bezeichnet die maximale Abweichung zwischen zwei TSI-Werten der drei verschiedenen Parameter.

|                   | Sicht-<br>tiefe (m) | TSI<br>(SD) | TP<br>(µg/l) | TSI<br>(TP) | Chla<br>(µg/l) | TSI<br>(Chla) | TSI<br>(diff.) |
|-------------------|---------------------|-------------|--------------|-------------|----------------|---------------|----------------|
| Stendorfer See    | 1.4                 | 55          | 366          | 89          | 43.5           | 68            | 33             |
| Sibbersdorfer See | 1.3                 | 56          | 235          | 83          | 53.0           | 69            | 27             |
| Gr. Eutiner See   | 1.4                 | 55          | 262          | 84          | 35.6           | 66            | 29             |
| Kl. Eutiner See   | 0.6                 | 67          | 742          | 99          | 94.5           | 75            | 33             |
| Kellersee         | 2.0                 | 50          | 197          | 80          | 27.9           | 69            | 30             |
| Ukleisee          | 2.4                 | 47          | 117          | 73          | 12.3           | 55            | 26             |

Die Abb. 84 zeigt die Abweichung von TSI (TP) und TSI (SD) jeweils gegen TSI (Chla). Es lassen sich zwei Regressionsgeraden für TSI (TP) und TSI (SD) mit sehr hohem Korrelationskoeffizienten ermitteln.

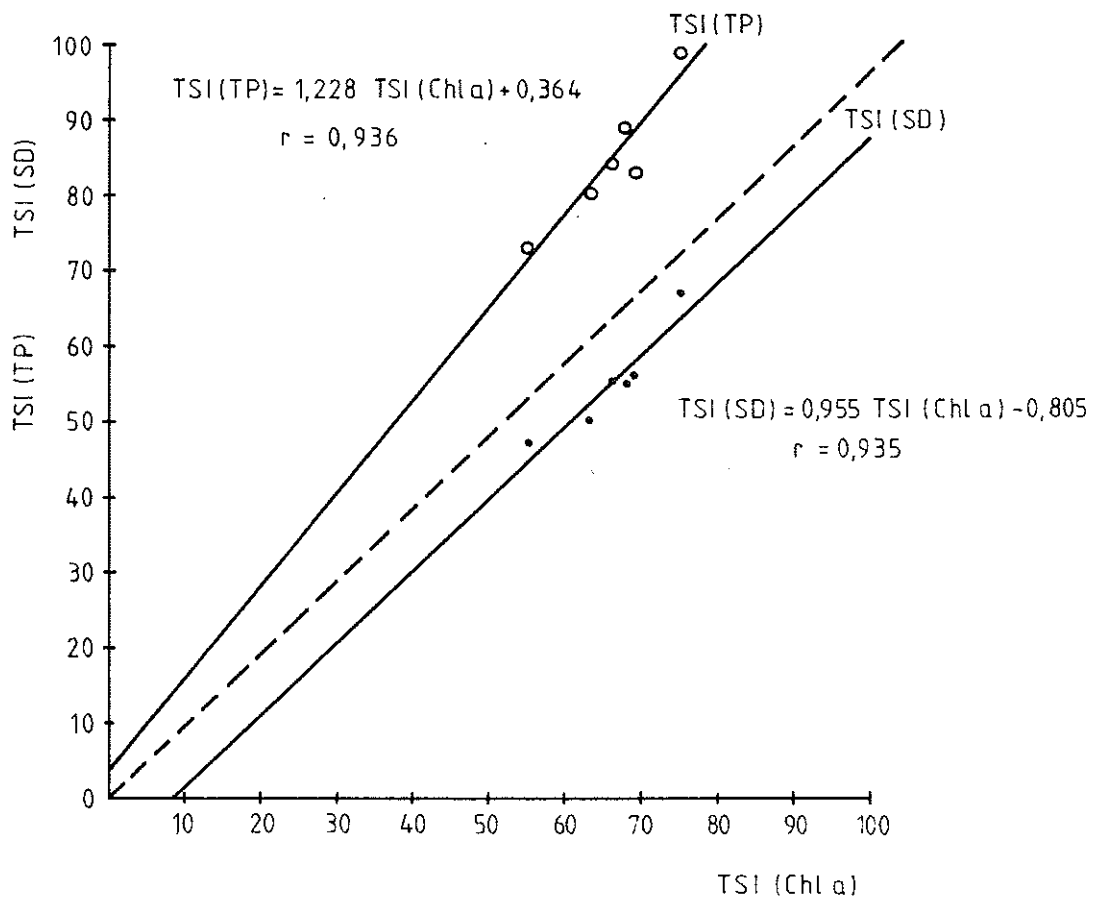


Abb. 84: Regressionsgeraden zwischen den TSI-Werten für Gesamt-P (TSI (TP)) bzw. für die Sichttiefe (TSI (SD)) und dem TSI-Wert für Chlorophyll a (TSI (Chla))

Mittels der abgebildeten Regressionsgeraden lassen sich für TP und SD zwei Korrekturfunktionen für die Berechnung des TSI aufstellen, während TSI (Chla) unverändert bleibt:

$$TSI' (TP) = 11,75 \ln (TP) + 0,41$$

$$TSI' (SD) = - 15,11 \ln (SD) + 71,26$$

$$TSI (Chla) = 9,81 \ln (Chla) + 30,56$$

Die neue, regional angegliche Tabelle sieht folgendermaßen aus:

Tab. 24: Regional angegliche TSI-Werte nach Osgood (1982) für die oberen Schwentineen

|                   | TSI'<br>(SD) | TSI'<br>(TP) | TSI<br>(Chla) | TSI<br>(diff.) | TSI<br>(gesamt) |
|-------------------|--------------|--------------|---------------|----------------|-----------------|
| Ukleisee          | 58           | 56           | 55            | 3              | 56              |
| Kellersee         | 61           | 62           | 63            | 2              | 62              |
| Gr. Eutiner See   | 66           | 66           | 66            | 0              | 66              |
| Stendorfer See    | 66           | 70           | 68            | 4              | 68              |
| Sibbersdorfer See | 67           | 65           | 69            | 4              | 67              |
| Kl. Eutiner See   | 79           | 78           | 75            | 4              | 77              |

Dabei Osgood Chlorophyll a eindeutig bei der Bewertung der Trophie als Basisparameter angenommen wird, wurden in der vorstehenden Tabelle die Seen nach zunehmendem TSI (Chla) und somit nach wachsender Trophie geordnet. Diese Beziehung ergibt sich auch bei allen TSI-Angaben der Sichttiefe und den TSI-Werten bezüglich Phosphor außer für Sibbersdorfer und Stendorfer See, wo die Ergebnisse für TP nicht den TSI (SD) und TSI (Chla) entsprechen.

TSI (diff.) ist in keinem See größer als 4, so daß keine modifizierenden Prozesse aufgrund von Besonderheiten in der Seeökologie in Betracht gezogen werden müssen, wie Osgood sie für Anwesenheit von Großfiltrieren im See oder bei Aphanizomenonblüten oder auch bei starker Eigenfärbung des Seewassers bei TSI (diff) > 6 angibt (siehe Henning 1986). Rein rechnerisch ergibt sich dann im Sinne von Osgood der Gesamt-TSI als arithmetisches Mittel in der letzten Spalte der Tab. 24.

### 6.3 Eutrophierungsparameter nach Forsberg und Ryding (1980)

Die Korrelationen nach Forsberg und Ryding betrachten neben dem Verhältnis von Gesamtphosphor TP, Gesamtstickstoff TN und Sichttiefe zu Chlorophyll a auch das Verhältnis von N : P in bezug zur Chlorophyll a-Konzentration.

Stickstoff und Phosphor werden von den Algen im atomaren Verhältnis von 16 : 1 aufgenommen, welches einem Massenverhältnis von 7.2 : 1 entspricht. Die ungefähre Stickstoffmenge in den Algen beträgt zwischen 1 und 10 % des Trockengewichts, während der Phosphor-Gehalt zwischen 0.1 und 1 % liegt. Das kritische N : P Massenverhältnis in der Algenzelle wird bei 10 : 1 angesetzt. Weichen die pflanzenverwertbaren N- bzw. P-Anteile in einem Gewässer mehr oder weniger stark von diesem Verhältnis ab, so kommt es zur Produktionsbegrenzung durch Mangel an einem der betreffenden Nährstoffe.

Forsberg u. Ryding (1980) ermittelten aufgrund des Vergleichs von N : P Massenverhältnissen in Algen mit dem entsprechenden Verhältnis im Seewasser Grenzwerte für die Beurteilung des wachstumshemmenden Nährstoffs (Tab. 25):

Tab. 25: Massenverhältnisse von N und P im Seewasser und daraus resultierender limitierender Nährstoff

| Gesamt N/<br>Gesamt P | anorgan. N/<br>anorgan. P | limitierender<br>Nährstoff | Chlorophyll a-<br>Gehalt ( $\mu\text{g/l}$ ) |
|-----------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------------------------|
| > 17                  | > 12                      | P                          | < 20                                         |
| 10 - 17               | 5 - 12                    | N und/oder P               | 20 - 50                                      |
| < 10                  | < 5                       | N                          | > 70                                         |

In natürlichen Gewässern sind N und P in begrenzten Mengen vorhanden und limitieren das Pflanzenwachstum. Allerdings haben Forsberg u. Ryding (1980) festgestellt, daß in eutrophierten Gewässern Stickstoff häufiger als in weniger produktiven Seen als limitierender Wachstumsfaktor auftritt. Aus diesem Grund wurde Chlorophyll a als Maß der Primärproduktion in die obigen Tabelle mit aufgenommen.

Anhand dieser Auflistung kann die Behauptung aufgestellt werden, daß Phosphor das Algenwachstum eher im oligo-, meso- und schwach eutrophen See limitiert, während in stärker eutrophierten Seen die limitierende Rolle eher von Stickstoff eingenommen wird. Bekannt ist auch, daß Blaualgen Konkurrenzvorteile erhalten, sobald Stickstoff zum begrenzenden Faktor wird.



Die Eutrophierungsparameter von Forsberg u. Ryding (1980) wurden an 30 abwasserbelasteten schwedischen Seen entwickelt. Berücksichtigt werden Sommermessungen von Juni bis September. Es ergab sich folgende Trophie-skala:

Tab. 26: Trophische Kategorien nach Forsberg u. Ryding (1980) als Sommerdurchschnittswerte von Juni - September

|            | TN<br>( $\mu\text{g/l}$ ) | TP<br>( $\mu\text{g/l}$ ) | Chlorophyll<br>( $\mu\text{g/l}$ ) | Sichttiefe<br>(m) |
|------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------|
| oligotroph | 400                       | 15                        | 3                                  | 4.0               |
| mesotroph  | 400 - 600                 | 15 - 25                   | 3 - 7                              | 2.5 - 4.0         |
| eutroph    | 600 - 1500                | 25 - 100                  | 7 - 40                             | 1.0 - 2.5         |
| polytroph  | > 1500                    | > 100                     | > 40                               | < 1.0             |

Der Übergang zwischen eutroph und polytroph wurde hier auf eine P-Konzentration von 100  $\mu\text{g/l}$  festgelegt, bei der der Phosphor seine limitierende Wirkung als Wachstumsfaktor verliert.

Der Vergleich der Schwentineseen mit den Kategorien von Forsberg u. Ryding (Tab. 26) führt zu folgendem Ergebnis:

Tab.: 27 Eutrophierungsparameter in den oberen Schwentineseen  
(Mittelwerte Juni bis September 1983)

|                    | TN<br>( $\mu\text{g/l}$ ) | TP<br>( $\mu\text{g/l}$ ) | Chla<br>( $\mu\text{g/l}$ ) | SD<br>(m) | TN:TP  | limitierender<br>Nährstoff |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------|--------|----------------------------|
| Stendorfer See     | 2637                      | 366                       | 43.5                        | 1.4       | 7.2:1  | N                          |
| Sibbersdorfer See* | 2334                      | 235                       | 53.0                        | 1.3       | 10.4:1 | N/P                        |
| Gr. Eutiner See    | 2010                      | 262                       | 35.6                        | 1.4       | 7.7:1  | N                          |
| Kl. Eutiner See    | 3400                      | 742                       | 94.5                        | 0.6       | 4.6:1  | N                          |
| Kellersee          | 3440                      | 197                       | 27.9                        | 2.0       | 17.5:1 | P/N                        |
| Ukleisee           | 2930                      | 117                       | 12.3                        | 2.4       | 25 :1  | P                          |

\* einschließlich Messung vom 4.10.83

Geht man bei den Seen ausschließlich vom Phosphorgehalt aus, so liegen alle eindeutig im polytrophen Bereich. Betrachtet man zusätzlich den Stickstoffgehalt, so ändert sich an dieser Beurteilung ebenfalls nichts.

Bei gleichzeitiger Berücksichtigung von Chlorophyll a und den gemessenen Sichttiefen liegen Ukleisee und Kellersee auf einem niedrigeren Trophie-niveau und sind als eutroph anzusprechen, während sich der Große Eutiner See im Übergangsbereich zwischen eutroph und polytroph befindet. Sibbersdorfer und Stendorfer See sind auch bezüglich Chlorophyll a eindeutig als polytroph einzustufen, obwohl hier auffällig wird, daß der Stendorfer See trotz höheren Gesamtposphor-Gehaltes eine geringere Chlorophyll a-Konzentration als der Sibbersdorfer See aufweist.

#### 6.4 Schröder-Modell

Die bislang behandelten Indizes mit ihren Korrelationen von Chlorophyll a und Phosphor gehen vom Verhältnis Nährstoff zu Biomasse aus und reflektieren damit ein Ungleichgewicht von Produktion und Verbrauch durch Konsumenten der Nahrungskette im See. Das Schröder-Modell (Schröder u. Schröder 1978) setzt auf andere Art an diesem Punkt an, indem es davon ausgeht, daß in einem stabilen Ökosystem Aufbau- und Abbauprozesse in einem ausgeglichenen Verhältnis zueinander stehen.

Zentraler Parameter ist die Phytoplanktonmenge als Maß für die Biomasseproduktion, ausgedrückt als Chlorophyll a. Diese wird durch den Phosphorgehalt, die Sonnenscheindauer, die Temperatur im Epilimnion und die mittlere Tiefe des Sees beeinflußt. Chlorophyll a als Maßgabe des Aufbaus ist gleichzeitig Ausgangsprodukt für den Abbau und gilt auch als Äquivalent für die Intensität des Abbaugeschehens.

Während in einem ausgeglichenen Ökosystem autotrophe und heterotrophe Prozesse ausgewogen sind, sind Seen, die starke organische Lasten aufnehmen müssen, hinsichtlich der Abbauvorgänge zusätzlich belastet. Als Maß für den Abbau wird der Ammoniumstickstoff-Anteil an den gesamten anorganischen Stickstoffverbindungen herangezogen. Die Mengenverschiebungen zwischen diesen Verbindungen spiegeln dabei die Sauerstoffverhältnisse wider. Die Korrelation mit der Chlorophyllkonzentration wird durch die Einbeziehung von Seefläche und Temperatur über Grund noch erhöht.

Die über multiple Korrelation ermittelten Gleichungen lauten:

Aufbau:

$$\text{Chla} = 1.96 \times \text{TP}^{0.229} \times \text{S}^{1.325} \times \text{t}^{0.608} \times \text{z}^{-0.321} - 0.308$$

Abbau:

$$\text{Chla} = 3.319 (\% \text{NH}_4\text{-N})^{0.350} \times \text{A}_0^{0.0885} \times \text{t}_g^{-0.203} + 0.0197$$

- TP - Gesamtposphorkonzentration als Jahresmittel zwischen 0-10 m Tiefe
- S - Verhältnis von Sonnenscheindauer im Untersuchungsjahr zum langjährigen Mittel
- $\text{t}_{0-10}$  - Temperatur im Jahresdurchschnitt zwischen 0 - 10 m in °C
- z - mittlere Tiefe in m
- %  $\text{NH}_4\text{-N}$  - Jahresmittelwert für den Anteil von Ammonium an den anorganischen Stickstoffkomponenten über die gesamte Wassersäule
- $\text{t}_g$  - Jahresmittel der Temperatur über Grund in °C
- $\text{A}_0$  - Seeoberfläche in  $\text{km}^2$

Die Anwendung des Modells für die oberen Schwentineen führt zu folgendem, in Abb. 85 graphisch umgesetzten Ergebnis:

Eine Problematik für die Anwendung des Modells bei den Schwentineen besteht darin, daß die Grundanforderungen hinsichtlich der Schichtung bei schleswig-holsteinischen Seen nicht voll erfüllt sind und zudem nicht alle Meßanforderungen innerhalb des Seenprogramms erfüllt waren.

Es zeigt sich bei allen Seen, daß das Verhältnis zur Aufbauseite verschoben ist. In allen Seen, außer im Kellersee, liegen die tatsächlich gemessenen Chlorophyll-Werte um ein Vielfaches über den errechneten. Dies läßt auf eine zu hohe Zufuhr von Nährstoffen aus externen Quellen schließen.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Veränderung der Position des Kellersees im Abstand von neun Jahren, die in neuerer Zeit eine verstärkte interne Abbaurate bei verringerter Nährstoffzufuhr von außen andeutet. Ausschlaggebend dafür könnte die seit 1979 eingeführte Phosphat-simultanfällung in der Kläranlage Malente sein, die ihre geklärten Abwässer dem Kellersee über die Malenter Au zuführt.

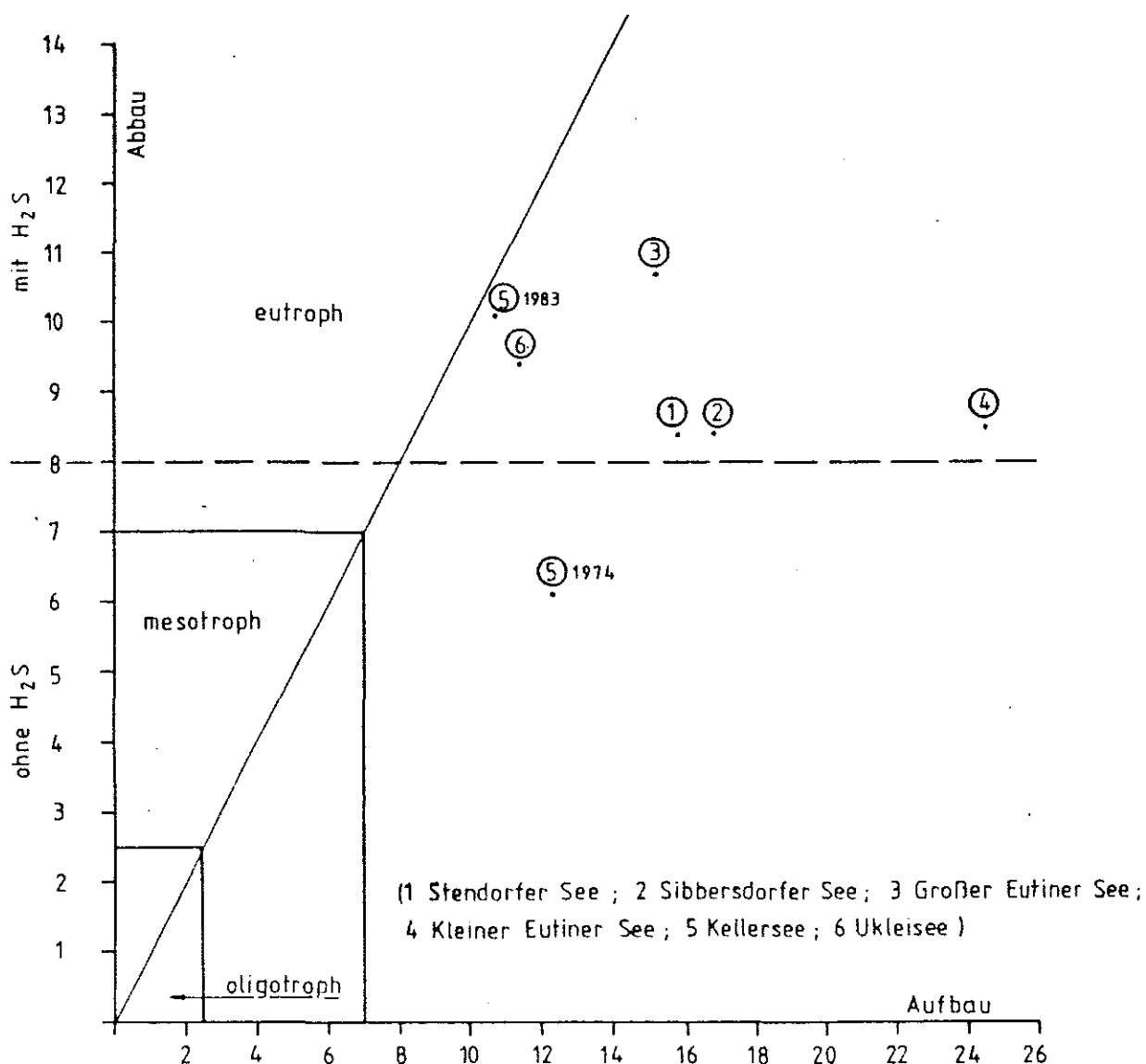


Abb. 85: Darstellung des Schröder Indexes für Aufbau/Abbauverhältnisse der oberen Schwentine 1983

Am extremsten zur Aufbauseite verschoben, weit ab von den anderen Seen, liegt der Kleine Eutiner See, der auch bei den übrigen Klassifizierungsmodellen eine Extremposition bezüglich seiner Eutrophierungssituation einnimmt. Das Mißverhältnis von Aufbau und Abbau deutet darauf hin, daß die im See produzierte Biomasse nicht abgebaut wird oder werden kann.

Bislang ist das Modell strenggenommen nur auf den baden-württembergischen Raum, aus dem der bearbeitete Datensatz stammt, und geschichtete Seen anwendbar. Sicherlich muß der Arbeitsansatz für Seen im hocheutrophen und hypertrophen Bereich mit Vorsicht beurteilt werden.

#### 6.5 Eutrophierungsmodell der OECD

Der OECD-Report "Eutrophication of Waters" (1982) schlägt zur Charakterisierung von Seen zwei mögliche Systeme vor. Das "fixed boundary system" gibt feste Grenzwerte für die Parameter Gesamtphosphor (TP) und Chlorophyll a (Chla) als Jahresdurchschnitt des Epilimnions sowie Sichttiefe (SD) als Jahresmittel an, weiterhin Grenzwerte für das auftretende Chlorophyllmaximum und die minimale Sichttiefe in Seen unterschiedlicher Trophie.

Tab. 28: Trophiestufen nach dem "fixed boundary system" (OECD 1982) und Ergebnisse aus den Schwentineeseen, eutroph<sup>\*1</sup>, eutroph-polytroph<sup>\*2</sup>, polytroph<sup>\*3</sup>.

|                   | TP       | Chla    | Chla max | SD      | SD min            |
|-------------------|----------|---------|----------|---------|-------------------|
| oligotroph        | 10       | 2.5     | 8        | 6       | 3                 |
| mesotroph         | 10 - 35  | 2.5 - 8 | 8 - 25   | 6 - 3   | 3 - 1.5           |
| eutroph           | 35 - 100 | 8 - 25  | 25 - 75  | 3 - 1.5 | 1.5 - 0.7         |
| polytroph         | > 100    | > 25    | > 75     | > 1.5   | < 0.7             |
| -----             |          |         |          |         |                   |
| Stendorfer See    | 219      | 26.5    | 68.8     | 2.5     | 1.0 <sup>*2</sup> |
| Sibbersdorfer See | 165      | 34.5    | 88.1     | 2.4     | 1.0 <sup>*3</sup> |
| Gr. Eutiner See   | 210      | 21.6    | 91.0     | 2.3     | 1.0 <sup>*2</sup> |
| Kl. Eutiner See   | 517      | 72.6    | 238.3    | 0.8     | 0.5 <sup>*3</sup> |
| Kellersee         | 229      | 13.3    | 55.5     | 3.4     | 1.5 <sup>*1</sup> |
| Ukleisee          | 133      | 7.1     | 22.2     | 2.8     | 1.5 <sup>*1</sup> |

In der Tab. 28 werden neben den Grenzwerten die entsprechenden Ergebnisse aus den oberen Schwentineeseen aufgeführt. Nach dieser trophischen Einteilung fallen zwei Seen, nämlich Kleiner Eutiner See und Sibbersdorfer See eindeutig in den polytrophischen Bereich, während Stendorfer und Großer Eutiner See aufgrund ihres Chlorophyllgehaltes im Übergangsbereich von eutroph zu polytroph anzusiedeln sind. Kellersee und Ukleisee

sind als eutroph einzuschätzen, der Ukleisee aufgrund seines Chlorophyllgehaltes und der Sichttiefe sogar im Grenzbereich zwischen mesotroph und eutroph. Demgegenüber stehen bei allen Seen die enorm hohen Phosphorgehalte, die weit über 100  $\mu\text{g/l}$  liegen.

Die zweite Möglichkeit der Seeneinteilung im OECD-Report erfolgt nach dem "open boundary system", welches von der Einschätzung der Bearbeiter vom insgesamt 115 berücksichtigten Seen ausgeht. Das Ergebnis, dargestellt in Abb. 86, zeigt, daß die Gruppenmittel der subjektiv erstellten quantitativen Kategorien mit Ausnahme des Stickstoffs deutlich verschieden sind. Letzterer wird infolge dessen nicht in die Skala aufgenommen.

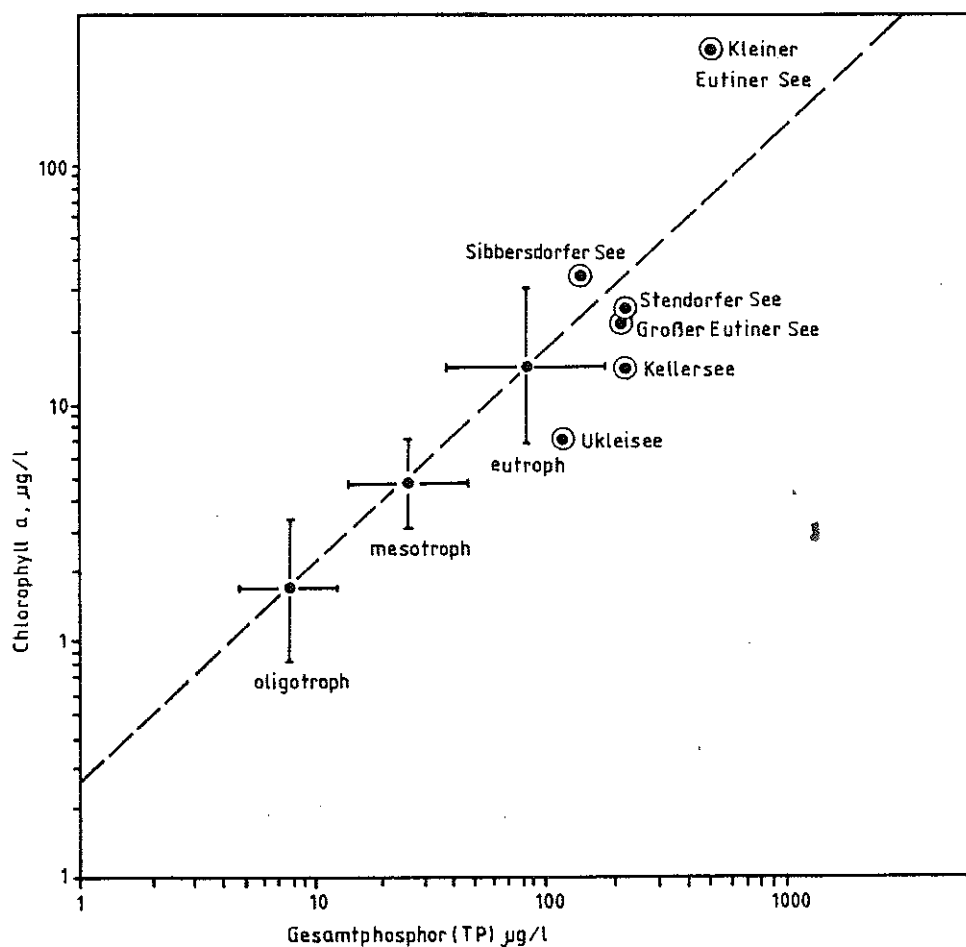


Abb. 86: Stellung der oberen Schwentineseen im "open boundary system" der OECD (1982)

Die Positionen der Schwentineeseen in dieser Darstellung führen zu einem ähnlichen Ergebnis wie im "fixed boundary system". Während der Kleine Eutiner See ganz aus dem Beurteilungsnahmen fällt, liegen Kellersee, Großer Eutiner und Stendorfer See von ihrem Chlorophyllgehalt noch im Bereich eutropher Seen, während sie aufgrund ihres Phosphorgehaltes darüber hinausgehen und im polytrophen Bereich liegen. Beim Sibbersdorfer See ist es genau umgekehrt: aufgrund seines TP-Gehaltes liegt er noch im eutrophen Bereich, aber nach seinem Chlorophyllgehalt ist er gerade polytroph. Da alle vier Seen außerhalb des Bemessungsspielraumes des eutrophen Bereichs liegen, müssen sie strenggenommen nach dieser Einteilung als im Übergang von eutroph nach polytroph eingestuft werden.

Der Ukleisee liegt nach der Chlorophyll a-Konzentration deutlich im Grenzbereich von mesotroph nach eutroph, während er nach TP-Gehalt deutlich zum eutrophen Bereich tendiert, so daß er insgesamt als eutroph eingestuft werden muß.

## 7. Sanierungs- und Restaurierungsmöglichkeiten

Wie in Tab. 33 nachzulesen, liegt die abgeschätzte tatsächliche Phosphorfracht bei allen untersuchten Seen weit über der kritischen Fracht. Trotzdem ist die Auswirkung in den Seen durchaus unterschiedlich zu bewerten (vgl. Kap. 6).

Sanierungsmaßnahmen, die eine Verminderung der aus dem Einzugsgebiet eingebrachten Frachten beinhalten, insbesondere den Eintrag von Phosphor vermindern sollen, müssen für jeden See spezifisch ermittelt werden. Neben Phosphor gilt es auch den Eintrag von Stickstoff, vor allem von Ammonium, zu reduzieren. Ammonium liegt bei steigenden pH-Werten, wie sie in stark eutrophen Seen während des Sommers die Regel sind, zu einem hohen Prozentsatz als fischgiftiges Ammoniak vor. Grenzwerte von 1 mg  $\text{NH}_4\text{-N/l}$  bei pH 7 und 0,2 mg  $\text{NH}_4\text{-N/l}$  bei pH 9 wurden in fast allen Seen im Sommer z.T. erheblich überschritten.

Am Beispiel des Kellersees wurde aufgezeigt, wie eine Abschätzung der Ergiebigkeit einzelner Emissionsquellen möglich ist. Auf dieser Grundlage können dann Reduktionsmöglichkeiten erwogen werden, die in ihrer Gesamtheit die kritische Fracht erreichen sollten, um überhaupt Verbesserungen des Seezustandes erwarten zu lassen.

Wird für den Kellersee eine kritische Fracht von ca. 3000 kg/a angenommen, so ist die momentane Phosphorzufuhr um ca. 5000 kg/a zu reduzieren. Die über die Schwentine in den Kellersee eingetragenen Phosphormengen sollten bei einem Sanierungsfall noch dahingehend überprüft werden, welcher Frachtanteil auf Freisetzungen aus den Sedimenten vorher durchströmter Seen zurückzuführen ist.

Auf der Grundlage eines Abwasserbeseitigungsplanes ist die Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit hinsichtlich der Erhöhung des Anschlußgrades der Bevölkerung an zentrale Kläranlagen, der Optimierung der Kläranlagen, der Erweiterung bestehender Anlagen zur weitergehenden Abwasserreinigung und der Behandlung von Niederschlagswasser zu überprüfen. Auffällige Gewässerbelastungen, die durch intensive Landwirtschaft bis zum Gewässerand, durch unsachgemäße Düngung oder durch unzureichende Hofentwässerung erfolgen, sollten direkt vermieden werden. Hierzu können beispielsweise auch die Düngemittelabfülleinrichtung der Raiffeisengesellschaft am Kleinen Eutiner See, die Großgärtnerei am Sibbersdorfer See oder der Ablauf der Fischteiche am nordöstlichen Ende des Großen Eutiner Sees gehören. Derartige potentielle und u.U. gravierende Belastungen müssen zumindest überprüft werden.

Zur Verringerung des durch landwirtschaftliche Nutzung und Bodenerosion aus den Flächen eingetragenen Phosphors müssen ungenutzte Schutzstreifen und -zonen rund um die Seen und entlang der Fließgewässer ausgewiesen werden.

Eine Verbesserung des Zustandes der Seen schließt auch Maßnahmen zum Schutz der Ufer und seiner Flora und Fauna mit ein. So können Wasserspiegelabsenkungen wie z.B. am Großen Eutiner See zur Zerstörung der Ufervegetation und somit auch zu einer Einschränkung der Laichmöglichkeiten des Hechtes führen. Den Hecht gilt es aber besonders in



seiner Entwicklung zu fördern, da er die zooplanktonfressenden Fische kontrolliert und damit die Gefahr von Wasserblüten verringern hilft. Rundwanderwege direkt am See fördern den Erholungsdruck auf die zu schützenden Ufer und beeinträchtigen dadurch seine Qualität als Lebensraum für Pflanzen und Tiere.

Beim Kellersee konnte gezeigt werden, daß die Phosphorzufuhr aus dem Sediment die externe Belastung bei weitem übersteigt. Dies kann auch für die anderen Seen zutreffen. Zur Verbesserung des Trophiezustandes sind daher auch Restaurierungsmaßnahmen zu erwägen, die jedoch erst im Anschluß an die Sanierung des Einzugsgebietes erfolgen sollten.

Hinter dem Begriff Restaurierung verbergen sich Methoden, die geeignet sind, den Nährstoffexport und/oder die Nährstoffbindung am Sediment zu erhöhen. Die Erhöhung des Exportes kann durch Entschlammung, Biomasseentnahme, Durchflußerhöhung, Tiefenwasserentnahme u.ä. erfolgen. Die Wiederherstellung der Phosphorbindung am Sediment ist durch Sedimentbehandlung und Nahrungskettenmanipulation durch Fischbesatzmaßnahmen möglich. Die Aufstellung von Fischbewirtschaftungsplänen ist in jedem Fall angezeigt.

Welche Maßnahme oder Maßnahmenkombination am erfolgversprechendsten ist, muß für den Einzelfall detailliert geklärt werden. Im Jahr der Untersuchung war beispielsweise der Phosphorexport im Kellersee höher als der Import, so daß bei weiteren Reduktionen des Importes sich der See langfristig durch Phosphorausspülung regenerieren kann. Dieser Trend ist allerdings zunächst zu bestätigen.

In Frage kommen ferner Maßnahmen wie zeitweilige Belüftungen des Tiefenwassers, um so den aeroben Abbau organischen Materials zu erhöhen und die erst unter reduzierenden Bedingungen einsetzende Phosphorfreisetzung zu vermeiden. Bei ausreichender Seetiefe und Akkumulation von Nährstoffen im Hypolimnion könnte auch eine Ableitung des Tiefenwassers erfolgreich sein. Jedoch würde dadurch der jeweils unterstrom folgende See zusätzlich belastet werden, weshalb diese Maßnahme hier nicht in Frage kommt. An eine Entschlammung sollte erst zuletzt gedacht werden. Dagegen stehen die Größe der Seen und die Schwierigkeiten bezüglich des Verbleibs und der Beschaffenheit des Sedimentes.

## 8. Literaturverzeichnis

ALLEN, H.E., KRAMER, J.R. (1972):

Nutrients in natural waters. - J. Wiley Sons, New York

AMBÜHL, H. (1966):

Einfluß chemischer Düngung auf stehende Oberflächengewässer. -  
Gas- und Wasserfach 107: 357 - 363

BARTHELMES, D. (1981):

Hydrobiologische Grundlagen der Binnenfischerei. - Fischer Verl.  
Stuttgart, 252 S.

BROOKS, J.L., DODSON, S.J. (1965):

Predation, body size and composition of plankton. - Science 150:  
28 - 35

BROOKS, J.L. (1969):

Eutrophication and changes in the composition of the zooplankton. -  
in: Eutrophication - causes, consequences, correctives  
Proceedings of a Symposium at Univ. Wisconsin, Madison June 11 - 15,  
1967, Nat. Acad. Sci. Publ., Washington D.C.: 236 - 255

BUCKSTEEG, K., HOLLFELDER, F. (1975):

Phosphor und Gewässerschutz, Bau-intern. - Wasser u. Abwasser 6:  
115 - 120

BUND, U., ROBERTS, P.V. (1974):

Ursprung und Ausmaß der Phosphorbelastung des Greifensees, heute und  
im Jahr 2000. - Neue Züricher Zeitung 5. Feb. 1974, Fernausgabe  
Nr. 35: 31 - 32

CARLSON, R. (1977):

A trophic state index for lakes. - Limnology and Oceanography 22 (2)  
361 - 369

CLARKE, F.W. (1916):

The data of geochemistry. - Washington, 3rd Edit., 821 S.

CRONBERG, G. (1982):

Changes in the phytoplankton of Lake Trummen induced by restoration.  
- Hydrobiologia 86: 185 - 193

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

DODSON, S.J. (1974):

Zooplankton competition and predation: An experimental test of the size efficiency hypothesis. - Ecology 55: 605 - 613

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

GONDESEN, CH., TRÜPER, T. (1983):

Wassersport Grosser Plöner See - Kellersee

Untersuchung der Bedarfsentwicklung und der Standortmöglichkeiten für Sportboothäfen und sonstige Wassersportanlagen am Großen Plöner See und am Kellersee beispielhaft für die Binnenseen in Schleswig-Holstein Verf. T. Trüper, Landschaftsplanung, An der Untertrave 17, Gondesens, Gartenarchitektur, 24 Lübeck 1

GRIPP, K. (1953):

Die Entstehung der ostholsteinischen Seen und ihre Entwässerung. - Schr. Geogr. Inst. Univ. Kiel, Schmieder-Festband: 11 - 26

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

HENNING, E. (1986):

Bewertung des Zustandes von Seen - eine Literaturstudie. - Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten S-H, D 7: 143 S.

HEROLD, H., BARTHELMES, D. (1976):

Binnenfischerei und Gewässerzustand. - Material. Internat. Sympos. EUTROSYM '76, Karl-Marx-Stadt 2: 112 - 121

HILLBRICHT-ILKOWSKA, A. (1984):

The indices and parameters useful in the evaluation of water quality and the ecological state of temperate, lowland lakes, connected with their eutrophication. - Shiga-Conference, Present State of lake environment: Reports from the world

JONASSON, P.M. (1978):

Zoobenthos of Lakes. - Verh. int. Ver. Limnol. 20: 13 - 27

KARABIN, A. (1983):

Variations in the quantitative and qualitative structure of the pelagic zooplankton (Rotatoria and Crustacea) in 42 lakes. - Ekol. pol. 31, 2: 383 - 409

KARABIN, A. (1985):

The variation of the pelagic zooplankton (Rotatoria, Crustacea) along the eutrophication of lakes. - Ekol. pol. 35

KEAST, A.J., HARKER, D., TURNBULL (1978):

Nearshore fish habitat utilisation and species associations in Lake Opinicon (Ontario, Canada). - Environ. Biol. Fish. 3: 173 - 184

LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA) (1976):

Die Gewässergütekarte der Bundesrepublik Deutschland. - Speyer: 16 S.

LAMARRA, V.A. (1975):

Digestive activities of carp as a major contributor to the nutrient loading of lakes. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 19: 2461 - 2468

LARROW, E.J., MC NAUGHT, D.C. (1978):

Systems and organismal aspects of phosphorus remineralization. -  
Hydrobiologia 59: 151 - 154

LEONARDSON, L., RIPL, W. (1980):

Control of undesirable algae and induction of algal successions in  
hypertrophic lake ecosystems. - Develop. Hydrobiol 2: 57 - 65

MC NAUGHT, D.C. (1975):

A hypothesis to explain the succession from calanoids to cladocerans  
during eutrophication. - Verh. int. Verein. Limnol. 19, 1: 724 - 731

MEFFERT, E.M., OVERBECK, J. (1985):

Dynamics of chlorophyll and photosynthesis in natural phytoplankton  
associations. - Arch. Hydrobiol. 104, 2: 219 - 234

MÜLLER, U. (1977):

Stoffhaushalt, Phytoplankton und Primärproduktion in drei ost-  
holsteinischen Seen unterschiedlichen Trophiegrades. - Dissertation  
der CAU Kiel, Fachbereich Math.-Nat.

MUUB, U., PETERSEN, M., KÖNIG, D. (1973):

Die Binnengewässer Schleswig-Holsteins. - Karl Wachholtz Verlag  
Neumünster: 162 S.

NUSCH, E.A., PALME (1975):

Biologische Methoden für die Praxis der Gewässeruntersuchung.  
Bestimmung des Chlorophyll a- und Phaeopigmentgehaltes der Ober-  
flächenwasser. - Gas- u. Wasserfach 116: 562 - 565

OECD-BERICHT (1982):

Eutrophication of Waters. Monitoring, assessment and control. -  
OECD Publications

OHLE, W. (1959):

Die Seen Schleswig-Holsteins, ein Überblick nach regionalen,  
zivilisatorischen und produktionsbiologischen Gesichtspunkten. -  
Jb. vom Wasser 26: 16 - 41

OSGOOD, R.A. (1982):

Using differences among Carlson's trophic state index values in regional water quality assessment. - Water Resources Bulletin 18: 67 - 74

OZIMEK, T. (1978):

Effect of municipal sewage on the submerged macrophytes of a lake littoral. - Ekol. pol. 26: 3 - 39

PROKOSCH, S. (1984):

Seeuferschutz an schleswig-holsteinischen Großseen. - Landesamt für Naturschutz, Kiel (bislang unveröffentlicht)

RAGER, K.T. (1970):

Abwassertechnische und wasserwirtschaftliche Probleme bei der Massentierhaltung. - Dissertation TH München-Weihenstephan

RECKHOW, K.H. (1977):

Phosphorus Models for Lake Management. - Ph. D. dissertation, Harvard University

RECKHOW, K.H., SIMPSON, J.T. (1980):

A procedure using modeling and error analysis for the prediction of lake phosphorus concentration from land use information. - Canad. J. Fisher. Aquat. Science 37 (9): 1439 - 1448

ROSSKNECHT, H. (1980):

Phosphateelimination durch autochthone Calcitfällung im Bodensee-Obersee. - Arch. Hydrobiol. 88: 328 - 344

SCHRÖDER, R., SCHRÖDER, H. (1978):

Ein Versuch zur Quantifizierung des Trophiegrades von Seen. - Arch. Hydrobiol. 82: 240 - 262

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

SPRULES, W.G. (1980):

Zoogeographic patterns in the size structure of zooplankton communities with possible application to lake ecosystem modeling and management. - in: Evolution and ecology of zooplankton communities: 642 - 656

STERNIK, H. (1978):

Eine Methode zur kontinuierlichen Bestimmung der Phosphatexkretion von Fischen unter Verwendung eines Anionenaustauscherharzes. - Arch. Hydrobiol. Suppl. 55: 24 - 61

TRETER, U. (1981):

Zum Wasserhaushalt schleswig-holsteinischer Seengebiete. - Selbstverlag, Inst. f. Phys. Geographie, FU Berlin  
Berliner Geograph. Abhandlungen H 33: 164 S.

THIENEMANN, A. (1922):

Hydrobiologische Untersuchungen an Quellen. - Arch. Hydrobiol. Bd. 14: 151 - 190

VOLLENWEIDER, R.A. (1976):

Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. - Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33: 53 - 83

WALKER, W.W. Jr. (1977):

Some analytical methods applied to lake water quality problems. - Ph. D. dissertation, Harvard University

WERNER, E., HALL, D.J., LAUGHLIN, D.R., WAGNER, D.J., WILSMANN, L.A.,  
FUNK, F.C. (1977):

Habitat partitioning in a freshwater community. - J. Fish. Res. Board Can. 34: 360 - 370

WETZEL, R.G. (1975):

Limnology. - Saunders College Publ.: Philadelphia, New York, Chicago

WILLIAMS, J.D., SYERS, J.K., HARRIS, R.F., ARMSTRONG, D.E. (1979):

Adsorption and desorption of inorganic phosphorus by lake sediments in a 0.1 M NaCl system. - Environm. Sci. Technol. 4: 517 - 519

## 9. Datenanhang

### 9.1 Umrechnungsfaktoren und Methodik

### 9.2 Erläuterungen zum Ergebnisteil

### 9.3 Ergebnisteil

#### 9.3.1 Stendorfer See

Physikalisch-chemische Daten

Phytoplankton

Zooplankton

#### 9.3.2 Sibbersdorfer See

Physikalisch-chemische Daten

Phytoplankton

Zooplankton

#### 9.3.3 Großer Eutiner See

Physikalisch-chemische Daten

Phytoplankton

Zooplankton

#### 9.3.4 Kleiner Eutiner See

Physikalisch-chemische Daten

Phytoplankton

Zooplankton

#### 9.3.5 Kellersee

Physikalisch-chemische Daten

Phytoplankton

Zooplankton

#### 9.3.6 Ukleisee

Physikalisch-chemische Daten

Phytoplankton

Zooplankton

### 9.4 Tiefenpläne der oberen Schwentine

### 9.5 Bisher erschienene Seenberichte



## 9.1 Umrechnungsfaktoren und Methodik

| Parameter                    | angeg.<br>Einheit | Umrechnung                   | Methode                              |
|------------------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Temperatur                   | °C                | + 273,15 = K                 | DEV C 4                              |
| pH-Wert                      | -                 | -                            | DEV C 5                              |
| Leitfähigkeit                | µS/cm             | · 0,1 = mS/m                 | DEV C 8                              |
| Sauerstoff (O <sub>2</sub> ) | mg/l              | · 31,3 = mmol/m <sup>3</sup> | DEV G 2                              |
| Gesamt-N (N)                 | mg/l              | · 71,4 = mmol/m <sup>3</sup> | Eisen-Reduktions-<br>verf. n. Wagner |
| NH <sub>4</sub> -N (N)       | mg/l              | · 71,4 = mmol/m <sup>3</sup> | DEV E 5                              |
| NO <sub>3</sub> -N (N)       | mg/l              | · 71,4 = mmol/m <sup>3</sup> | DEV D 9                              |
| NO <sub>2</sub> -N (N)       | mg/l              | · 71,4 = mmol/m <sup>3</sup> | DEV D 10                             |
| Gesamt-P (P)                 | mg/l              | · 32,3 = mmol/m <sup>3</sup> | DEV D 11<br>(Aufschluß)              |
| PO <sub>4</sub> -P (P)       | mg/l              | · 32,3 = mmol/m <sup>3</sup> | DEV D 11                             |
| Chlorophyll a                | µg/l              | -                            | UNESCO                               |
| Kohlenstoff (C)              | mg/l              | · 83,3 = mmol/m <sup>3</sup> | Carbon Analyzer                      |

Trockengewichte (Durchschnittswerte) einzelner Zooplanktonarten in  $\mu\text{g}$  als Grundlage zur Berechnung der Biomasse in den oberen Schwentineseen:

|                    |                        |        |
|--------------------|------------------------|--------|
| <u>Rotatorien:</u> | Keratella cochlearis   | : 0.33 |
|                    | Keratella hiemalis     | : 0.66 |
|                    | Asplancha priodonta    | : 0.17 |
|                    | Filinia terminalis     | : 0.12 |
|                    | Conochilus unicornis   | : 0.73 |
|                    | Kellicottia longispina | : 0.35 |
|                    | Polyarthra vulgaris    | : 0.96 |
|                    | Synchaeta spp.         | : 0.93 |
|                    | Brachionus spp.        | : 0.90 |
|                    | Trichocerca spp.       | : 0.40 |
|                    | Pompholyx sulcata      | : 0.50 |

|                    |                           |        |
|--------------------|---------------------------|--------|
| <u>Crustaceen:</u> | Chydorus sphaericus       | : 1.56 |
|                    | Daphnia hyalina           | : 7.80 |
|                    | Daphnia cucullata         | : 4.10 |
|                    | Daphnia galeata           | : 6.40 |
|                    | Diaphanosoma brachyurum   | : 3.10 |
|                    | Ceriodaphnia spp.         | : 2.20 |
|                    | Eudiaptomus gracilis      | : 8.45 |
|                    | Cyclops spp.              | : 11.5 |
|                    | Thermocyclops oithonoides | : 2.09 |

Die Klasse wird aus den Indizes der Leitfähigkeit, des Gesamtstickstoffs und des Gesamtphosphors ermittelt. Die ermittelte Zahl aus den Indizes wird der Klasse wie folgt zugeordnet:

|           |          | Nährstoffvorrat      |
|-----------|----------|----------------------|
| 1,0 - 1,5 | I        | sehr gering          |
| 1,5 - 1,8 | I - II   | gering               |
| 1,8 - 2,3 | II       | mäßig                |
| 2,3 - 2,7 | II - III | deutlich erhöht      |
| 2,7 - 3,2 | III      | groß                 |
| 3,2 - 3,5 | III - IV | sehr groß            |
| 3,5 - 4,0 | IV       | außerordentlich groß |

## Bewertungsgrundlagen des Seenkontrollmeßprogramms

Die Klassifizierung wie folgt vorgenommen:

### Leitfähigkeit $\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}$

|           |           |
|-----------|-----------|
| 1,0       | < 150     |
| 1,0 - 1,6 | 150 - 250 |
| 1,6 - 2,2 | 250 - 350 |
| 2,2 - 2,8 | 350 - 450 |
| 2,8 - 3,4 | 450 - 550 |
| 3,4 - 4,0 | 550 - 650 |
| > 4,0     | > 650     |

### Gesamt-N, filtriert, $\mu\text{g/l}$

|           |             |
|-----------|-------------|
| 1,0       | < 500       |
| 1,0 - 1,6 | 500 - 1000  |
| 1,6 - 2,2 | 1000 - 1500 |
| 2,2 - 2,8 | 1500 - 2000 |
| 2,8 - 3,4 | 2000 - 4000 |
| 3,4 - 4,0 | 4000 - 6000 |
| > 4,0     | > 600       |

### Gesamt-P, filtriert, $\mu\text{g/l}$

|           |           |
|-----------|-----------|
| 1,0       | < 10      |
| 1,0 - 1,6 | 10 - 40   |
| 1,6 - 2,2 | 40 - 70   |
| 2,2 - 2,8 | 70 - 100  |
| 2,8 - 3,4 | 100 - 200 |
| 3,4 - 4,0 | 200 - 300 |
| > 4,0     | > 300     |

## 9.2 Erläuterungen zum Ergebnisteil

### 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  
8 = Abwassereinleitung

### 9.3 Ergebnisteil

#### 9.3.1 Stendorfer See

| <u>Kennziffer</u> | <u>Meßstelle</u> |
|-------------------|------------------|
| 55-024-5.1        | Stendorfer See   |

# Physikalisch-chemische Daten

Stendorfer See 1982/83 55 - 024 - 5.1

Parameter:

| Datum  | T (°C) |      |      | Leitfähigkeit<br>(µS/cm) |     |     |
|--------|--------|------|------|--------------------------|-----|-----|
|        | 1 m    | 5 m  | x    | 1 m                      | 5 m | x   |
| 29.11. | 5.4    | 5.4  | 5.4  | 379                      | 414 | 396 |
| 15.12. | 3.2    | 3.2  | 3.2  | 451                      | 451 | 451 |
| 17.01. | 4.1    | 4.1  | 4.1  | 452                      | 452 | 452 |
| 17.03. | 5.1    | 5.1  | 5.1  | 489                      | 478 | 483 |
| 07.04. | 5.6    | 5.4  | 5.5  | 482                      | 488 | 485 |
| 26.05. | 14.6   | 14.0 | 14.3 | 473                      | 480 | 476 |
| 16.06. | 17.7   | 17.7 | 17.7 | 459                      | 464 | 461 |
| 26.07. | 22.7   | 20.1 | 20.4 | 402                      | 431 | 416 |
| 29.08. | 21.7   | 20.3 | 20.5 | 411                      | 422 | 416 |
| 28.09. | 14.8   | 14.7 | 14.7 | 400                      | 389 | 394 |
| 27.10. | 9.1    | 9.1  | 9.1  | 433                      | 424 | 428 |
| 22.11. | 4.2    | 4.2  | 4.2  | 435                      | 434 | 434 |

Stendorfer See 1982/83 55 - 024 - 5.1

Parameter:

| Datum  | pH  |     | O <sub>2</sub> (mg/l) |      | % O <sub>2</sub> -<br>Sättigung |     |
|--------|-----|-----|-----------------------|------|---------------------------------|-----|
|        | 1 m | 5 m | 1 m                   | 5 m  | 1 m                             | 5 m |
| 29.11. | 8.8 | 8.8 | 10.5                  | 11.0 | 86                              | 90  |
| 15.12. | 7.6 | 7.8 | 10.6                  | 10.1 | 82                              | 78  |
| 17.01. | 8.2 | 8.2 | 12.4                  | 12.0 | 98                              | 95  |
| 17.03. | 8.7 | 8.7 | 14.6                  | 14.5 | 118                             | 118 |
| 07.04. | 8.6 | 8.6 | 12.9                  | 12.9 | 106                             | 105 |
| 26.05. | 8.4 | 8.2 | 10.5                  | 8.1  | 107                             | 81  |
| 16.06. | 8.6 | 8.5 | 11.9                  | 12.5 | 129                             | 135 |
| 26.07. | 9.2 | 8.5 | 15.6                  | 7.3  | 185                             | 83  |
| 29.08. | 8.8 | 8.5 | 12.3                  | 7.5  | 143                             | 85  |
| 28.09. | 8.6 | 8.6 | 11.3                  | 11.0 | 115                             | 112 |
| 27.10. | 8.2 | 8.2 | 10.6                  | 10.6 | 95                              | 95  |
| 22.11. | 8.2 | 8.3 | 11.6                  | 12.0 | 92                              | 95  |

Stendorfer See 1982/83 55 - 024 - 5.1

Parameter:

| Datum  | Chl a (µg/l) |  | Phaeo-<br>phytin (µg/l) | Sicht-<br>tiefe (m) | Corg. (mg/l)    |      | Corg. (mg/l)  |      |
|--------|--------------|--|-------------------------|---------------------|-----------------|------|---------------|------|
|        | 1 m          |  | 1 m                     |                     | unfiltr.<br>1 m | 5 m  | filtr.<br>1 m | 5 m  |
| 29.11. | -            |  | -                       | 4.5                 | 26.7            | 20.5 | 24.0          | 19.9 |
| 15.12. | 5.9          |  | 2.4                     | 4.0                 | 26.6            | 28.2 | 23.6          | 25.6 |
| 17.01. | -            |  | -                       | 4.5                 | 18.8            | 20.2 | 17.9          | 19.8 |
| 17.03. | 17.8         |  | 8.8                     | 2.0                 | 19.1            | 20.9 | 15.9          | 16.8 |
| 07.04. | 22.9         |  | 7.8                     | 2.0                 | 21.7            | 26.6 | 18.5          | 25.2 |
| 26.05. | 25.6         |  | 0                       | 2.0                 | 22.6            | 24.9 | 21.9          | 22.6 |
| 16.06. | 7.4          |  | 8.2                     | 2.5                 | -               | -    | -             | -    |
| 26.07. | 68.8         |  | 14.4                    | 1.0                 | -               | -    | -             | -    |
| 29.08. | 58.5         |  | 4.5                     | 1.0                 | 13.0            | 13.0 | 12.0          | 12.0 |
| 28.09. | 39.2         |  | 10.7                    | 1.0                 | 14.0            | 13.0 | 13.0          | 11.0 |
| 27.10. | 17.8         |  | 6.2                     | 2.0                 | 13.0            | 12.0 | 9.7           | 11.0 |
| 22.11. | 1.5          |  | 49.5                    | 3.0                 | 12.0            | 10.0 | 9.1           | 9.2  |

Stendorfer See 1982/83 55 - 024 - 5.1

Parameter:

| Datum  | Ges.-P (µg/l)   |     |     | Ges.-P (µg/l) |     |  | PO <sub>4</sub> -P (µg/l) |     |
|--------|-----------------|-----|-----|---------------|-----|--|---------------------------|-----|
|        | unfiltr.<br>1 m | 5 m | x   | filtr.<br>1 m | 5 m |  | 1 m                       | 5 m |
| 29.11. | 95              | 105 | 100 | 90            | 90  |  | 88                        | 89  |
| 15.12. | 125             | 150 | 137 | 95            | 95  |  | 75                        | 75  |
| 17.01. | 60              | 60  | 60  | 50            | 50  |  | 45                        | 45  |
| 17.03. | 90              | 110 | 100 | 10            | 10  |  | 8                         | 8   |
| 07.04. | 40              | 55  | 47  | 15            | 15  |  | 7                         | 7   |
| 26.05. | 50              | 60  | 55  | 45            | 45  |  | 22                        | 43  |
| 16.06. | 185             | 140 | 162 | 100           | 100 |  | 4                         | 4   |
| 26.07. | 560             | 170 | 365 | 120           | 120 |  | 15                        | 33  |
| 29.08. | 300             | 370 | 335 | 290           | 290 |  | 240                       | 274 |
| 28.09. | 420             | 440 | 430 | 310           | 310 |  | 208                       | 216 |
| 27.10. | 390             | 348 | 369 | 256           | 256 |  | 221                       | 204 |
| 22.11. | 313             | 290 | 301 | 227           | 227 |  | 159                       | 172 |

Stendorfer See 1982/83 55 - 024 - 5.1

Parameter:

| Datum  | Ges.N. (µg/l)<br>unfiltr. |      |      | Ges.N. (µg/l)<br>filtr. |      |  | NH <sub>4</sub> -N (µg/l) |      |     |      | % NH <sub>4</sub> | (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> )-N (µg/l) |      |  |  |
|--------|---------------------------|------|------|-------------------------|------|--|---------------------------|------|-----|------|-------------------|-----------------------------------------------|------|--|--|
|        | 1 m                       | 5 m  | x    | 1 m                     | 5 m  |  | 1 m                       | 5 m  | x   | 1 m  |                   | 5 m                                           | x    |  |  |
| 29.11. | 940                       | 1115 | 1027 | 830                     | 1000 |  | 130                       | 135  | 132 | 91.0 | 13                | 14                                            | 13   |  |  |
| 15.12. | 645                       | 935  | 790  | 425                     | 810  |  | 105                       | 115  | 110 | 77.5 | 32                | 32                                            | 32   |  |  |
| 17.01. | 665                       | 640  | 652  | 605                     | 615  |  | 50                        | 50   | 50  | 73.5 | 19                | 17                                            | 18   |  |  |
| 17.03. | 815                       | 970  | 892  | 620                     | 515  |  | 10                        | 10   | 10  | 33.3 | 21                | 20                                            | 20   |  |  |
| 07.04. | 750                       | 715  | 732  | 585                     | 660  |  | 50                        | 70   | 60  | 68.2 | 26                | 30                                            | 28   |  |  |
| 26.05. | 915                       | 670  | 792  | 565                     | 510  |  | 75                        | 115  | 95  | 70.4 | 39                | 41                                            | 40   |  |  |
| 16.06. | 2860                      | 2410 | 2635 | 2330                    | 2350 |  | 195                       | 125  | 160 | 9.4  | 1510              | 1560                                          | 1535 |  |  |
| 26.07. | 3260                      | 2090 | 2675 | 1740                    | 1600 |  | 245                       | 1400 | 822 | 63.3 | 889               | 66                                            | 477  |  |  |
| 29.08. | 1440                      | 1300 | 1370 | 955                     | 955  |  | 755                       | 420  | 587 | 97.3 | 10                | 23                                            | 16   |  |  |
| 28.09. | 2990                      | 1620 | 2305 | 1200                    | 1020 |  | 575                       | 210  | 392 | 92.0 | 30                | 38                                            | 34   |  |  |
| 27.10. | 1510                      | 1850 | 1680 | 1110                    | 1080 |  | 107                       | 227  | 167 | 53.2 | 147               | 147                                           | 147  |  |  |
| 22.11. | 1760                      | 1310 | 1535 | 993                     | 938  |  | 148                       | 93   | 120 | 38.8 | 164               | 215                                           | 189  |  |  |



Phytoplankton Stendorfer See

|                           | XI<br>82 | XII<br>82 | I<br>83 | III<br>83 | IV<br>83 | V<br>83 | VI<br>83 | VII<br>83 | VIII<br>83 | IX<br>83 | X<br>83 | XI<br>83 |
|---------------------------|----------|-----------|---------|-----------|----------|---------|----------|-----------|------------|----------|---------|----------|
| <u>Cyanophyceae:</u>      |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Anabaena spec.            |          |           |         |           |          | 3       | 2        | 5         | 2          |          |         |          |
| Aphanizomenon spec.       |          |           |         |           |          | 3       |          | 6         | 7          | 3        | 2       | 3        |
| Microcystis spec.         | 3        | 2         | 2       |           |          | 3       | 3        | 5         | 5          | 4        | 3       | 3        |
| <u>Chrysophyceae:</u>     |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Dinobryon spec.           |          |           |         |           |          |         | 2        |           |            |          |         |          |
| <u>Bacillariophyceae:</u> |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Amphora ovalis            |          |           | 2       | 2         |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Asterionella formosa      | 4        | 3         | 3       | 5         | 7        | 7       | 3        | 2         |            | 2        | 3       | 3        |
| Diatoma elongatum         |          |           |         |           | 2        |         |          |           |            |          |         |          |
| Fragilaria capucina       |          |           |         | 4         | 4        | 3       | 3        |           |            |          |         |          |
| Fragilaria crotonensis    | 2        | 2         | 2       | 2         | 3        |         | 6        | 2         | 2          | 3        | 2       | 2        |
| Gyrosigma attenuatum      | 2        | 2         | 2       |           | 2        | 2       | 2        |           |            |          |         |          |
| Melosira granulata        | 4        | 3         | 3       | 3         | 4        | 2       | 4        |           | 2          |          | 3       | 3        |
| Melosira varians          |          |           |         | 4         | 3        |         | 2        |           |            | 2        |         |          |
| Melosira spec.            | 3        | 3         | 3       | 2         | 3        |         |          |           |            | 3        | 4       | 4        |
| Meridian circulare        |          |           |         |           | 2        |         |          |           |            |          |         |          |
| Nitzschia sigmoidea       |          |           |         | 2         |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Stephanodiscus astraea    | 5        | 6         | 5       | 7         | 5        | 3       | 2        | 2         |            | 4        | 4       | 4        |
| Surirella spec.           | 2        |           |         |           | 2        |         |          |           |            |          |         |          |
| Synedra spec.             |          |           |         | 2         | 3        |         |          |           |            |          |         |          |
| <u>Xanthophyceae:</u>     |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Tribonema spec.           |          |           |         |           |          |         | 5        |           |            | 3        | 2       |          |
| <u>Dinophyceae:</u>       |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Ceratium hirundinella     |          |           |         |           | 2        |         | 2        | 4         | 5          | 2        |         |          |
| Peridinium spec.          |          |           |         |           |          |         | 3        |           | 4          |          |         |          |
| <u>Chlorophyceae:</u>     |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Coelastrum microporum     |          | 2         |         |           |          |         | 4        | 2         |            | 2        |         |          |
| Eudorina elegans          |          | 2         |         |           |          | 2       | 4        |           |            | 3        |         | 2        |
| Pandorina morum           |          |           |         |           |          | 3       |          |           |            |          |         |          |
| Pediastrum spec.          | 2        | 3         | 3       | 2         | 2        | 2       | 3        | 2         | 3          |          | 3       | 2        |
| Scenedesmus spec.         |          | 2         |         |           |          |         |          |           | 2          |          |         |          |
| Staurostrum spec.         | 2        |           |         |           |          |         | 2        | 2         |            | 2        | 3       | 2        |
| <u>Conjugatophyceae:</u>  |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Closterium pronum         |          |           |         |           |          |         |          |           |            | 3        | 2       | 3        |

Häufigkeitsklassen: 1 (sehr selten) bis 7 (massenhaft)

Stendorfer See 1982/83, Zooplankton: Crustaceen.

Prozentanteil der Crustaceen am Zooplankton;

Prozentanteil der Arten am Crustaceen-Plankton (bezogen auf Individuenzahlen; ohne Nauplien).

Bearbeiter: Dr. Wolfgang Hofmann, Max-Planck-Institut für Limnologie, Plön.

|                                  | 1982   |        | 1983   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                  | 29.11. | 15.12. | 17.01. | 17.03. | 07.04. | 26.05. | 16.06. | 26.07. | 29.08. | 28.09. | 27.10. | 22.11. |
| n =                              | 233    | 216    | 241    | 119    | 167    | 158    | 198    | 138    | 168    | 126    | 187    | 133    |
| CRUSTACEEN (%)                   | 83     | 81     | 85     | 63     | 38     | 47     | 61     | 8      | 8      | 35     | 63     | 37     |
| <i>Daphnia cucullata</i>         |        |        | 1      |        |        | 1      | 5      | 4      | 18     | 5      |        |        |
| <i>Daphnia hyalina</i>           |        | 3      | 2      |        | 1      | 18     | 7      |        | 1      | 3      | 3      | 1      |
| <i>Daphnia galeata</i>           | 22     | 22     | 14     | 4      | 29     | 25     | 50     | 2      | 9      | 2      | 48     | 17     |
| <i>Ceriodaphnia pulchella</i>    | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        | 2      |        |        |
| <i>Bosmina longirostris</i>      | 1      | 1      | 1      | 3      | 1      | 2      |        |        |        |        |        | 2      |
| <i>Bosmina coregoni</i>          | 22     | 27     | 20     | 13     | 10     | 8      | 9      | 1      | 3      | 2      | 1      | 11     |
| f. <i>gibbera</i>                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <i>Chydorus sphaericus</i>       | 2      | 1      |        |        |        |        | 1      | 4      | 17     | 8      | 19     | 29     |
| <i>Leptodora kindtii</i>         |        |        |        |        |        |        | 1      |        |        |        |        |        |
| <i>Eudiaptomus graciloides</i>   | 48     | 40     | 39     | 30     | 42     | 47     | 27     | 5      | 20     | 56     | 25     | 38     |
| <i>Thermocyclops oithonoides</i> |        |        |        | 3      |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <i>Mesocyclops leuckarti</i>     |        |        |        | 1      | 5      |        |        | 83     | 33     | 22     | 5      | 1      |
| <i>Cyclops</i>                   | 5      | 6      | 24     | 47     | 12     |        | 1      |        |        |        |        | 1      |

Prozentanteil der Rotatorien am Zooplankton;

Bearbeiter: Dr. Wolfgang Hofmann, Max-Planck-Institut für Limnologie, Plön.

Bearbeiter: Dr. Wolfgang Hofmann, Max-Planck-Institut für Limnologie, Plön.

[illegible]

### 9.3.2 Sibbersdorfer See

| <u>Kennziffer</u> | <u>Meßstelle</u>  |
|-------------------|-------------------|
| 55-012-5.6        | Sibbersdorfer See |

# Physikalisch-chemische Daten

Sibbersdorfer See 1982/83 55 - 012 - 5.6

Parameter:

| Datum  | T(°C) |      |      | Leitfähigkeit<br>(µS/cm) |     |     |
|--------|-------|------|------|--------------------------|-----|-----|
|        | 1 m   | 4 m  | x    | 1 m                      | 4 m | x   |
| 29.11. | 5.3   | 5.3  | 5.3  | 414                      | 415 | 414 |
| 15.12. | 2.7   | 2.7  | 2.7  | 487                      | 487 | 487 |
| 17.01. | 4.1   | 4.1  | 4.1  | 502                      | 480 | 491 |
| 17.03. | 5.3   | 5.3  | 5.3  | 496                      | 504 | 500 |
| 07.04. | 5.2   | 5.2  | 5.2  | 510                      | 488 | 499 |
| 24.05. | 15.1  | 15.1 | 15.1 | 490                      | 498 | 494 |
| 13.06. | 18.8  | 18.0 | 18.4 | 492                      | 496 | 494 |
| 26.07. | 23.4  | 20.0 | 21.7 | 433                      | 470 | 451 |
| 11.08. | 22.2  | 20.4 | 21.3 | 405                      | 442 | 423 |
| 01.09. | 20.4  | 20.2 | 20.3 | 412                      | 421 | 416 |
| 04.10. | 13.6  | 13.3 | 13.4 | 448                      | 426 | 437 |
| 03.11. | 8.0   | 8.0  | 8.0  | 401                      | 404 | 402 |

Sibbersdorfer See 1982/83 55 - 012 - 5.6

Parameter:

| Datum  | pH  |     | O <sub>2</sub> (mg/l) |      | % O <sub>2</sub> -Sättigung |     |
|--------|-----|-----|-----------------------|------|-----------------------------|-----|
|        | 1 m | 4 m | 1 m                   | 4 m  | 1 m                         | 4 m |
| 29.11. | 8.8 | 8.8 | 10.8                  | 11.0 | 88                          | 90  |
| 15.12. | 7.8 | 7.9 | 11.7                  | 10.6 | 89                          | 81  |
| 17.01. | 8.2 | 8.2 | 13.0                  | 12.4 | 103                         | 98  |
| 17.03. | 8.5 | 8.5 | 13.6                  | 13.6 | 111                         | 111 |
| 07.04. | 8.3 | 8.3 | 12.3                  | 12.9 | 100                         | 105 |
| 24.05. | 8.4 | 8.4 | 9.7                   | 9.6  | 100                         | 99  |
| 13.06. | 8.4 | 8.2 | 14.6                  | 9.8  | 162                         | 107 |
| 26.07. | 9.0 | 8.1 | 14.5                  | 4.2  | 174                         | 48  |
| 11.08. | 9.2 | 8.6 | 18.7                  | 11.1 | 220                         | 126 |
| 01.09. | 9.0 | 8.7 | 15.6                  | 11.7 | 178                         | 133 |
| 04.10. | 8.8 | 8.8 | 10.7                  | 11.7 | 106                         | 115 |
| 03.11. | 9.2 | 9.1 | 12.7                  | 12.7 | 111                         | 111 |

Sibbersdorfer See 1982/83 55 - 012 - 5.6

Parameter:

|        | Chl a (µg/l) | Phaeo-<br>phytin (µg/l) | Sicht-<br>tiefe (m) | Corg. (mg/l) |      | Corg. (mg/l) |      |
|--------|--------------|-------------------------|---------------------|--------------|------|--------------|------|
|        |              |                         |                     | unfiltr.     |      | filtr.       |      |
| Datum  | 1 m          | 1 m                     |                     | 1 m          | 4 m  | 1 m          | 4 m  |
| 29.11. | -            | -                       | 4.5                 | 25.8         | 22.5 | 23.7         | 20.9 |
| 15.12. | 3.7          | 1.5                     | 4.5                 | 28.5         | 24.6 | 27.8         | 22.6 |
| 17.01. | -            | -                       | 4.5                 | 20.4         | 20.3 | 18.6         | 18.8 |
| 17.03. | 11.8         | 10.0                    | 2.5                 | 18.1         | 20.8 | 16.3         | 20.0 |
| 07.04. | 19.2         | 7.3                     | 2.5                 | 27.1         | 25.1 | 26.0         | 23.1 |
| 24.05. | 11.1         | 6.1                     | 2.5                 | 22.6         | 26.5 | 21.6         | 25.3 |
| 13.06. | 5.9          | 6.6                     | 2.5                 | -            | -    | -            | -    |
| 26.07. | 42.2         | 10.3                    | 1.0                 | -            | -    | -            | -    |
| 11.08. | 42.2         | 3.1                     | 1.0                 | -            | -    | -            | -    |
| 01.09. | 88.1         | 4.0                     | 1.0                 | 12.0         | 12.0 | 11.0         | 12.0 |
| 04.10. | 86.6         | 12.7                    | 1.0                 | 20.0         | 15.0 | 13.0         | 12.0 |
| 03.11. | -            | -                       | 1.5                 | 13.0         | 14.0 | 12.0         | 11.0 |

Sibbersdorfer See 1982/83 55 - 012 - 5.6

Parameter:

| Datum  | Ges.-P (µg/l) |     |     | Ges.-P (µg/l) |     |  | PO <sub>4</sub> -P (µg/l) |     |
|--------|---------------|-----|-----|---------------|-----|--|---------------------------|-----|
|        | unfiltr.      |     |     | filtr.        |     |  | unfiltr.                  |     |
|        | 1 m           | 4 m | x   | 1 m           | 4 m |  | 1 m                       | 4 m |
| 29.11. | 165           | 85  | 125 | 165           | 85  |  | 164                       | 82  |
| 15.12. | 135           | 75  | 105 | 75            | 70  |  | 75                        | 60  |
| 17.01. | 120           | 70  | 95  | 115           | 70  |  | 111                       | 67  |
| 17.03. | 60            | 50  | 55  | 15            | 15  |  | 8                         | 8   |
| 07.04. | 40            | 30  | 35  | 30            | 20  |  | 7                         | 15  |
| 24.05. | 60            | 60  | 60  | 25            | 15  |  | 22                        | 14  |
| 13.06. | 100           | 85  | 82  | 80            | 85  |  | 4                         | 6   |
| 26.07. | 130           | 275 | 202 | 80            | 125 |  | 6                         | 58  |
| 11.08. | 145           | 275 | 210 | 60            | 85  |  | 23                        | 45  |
| 01.09. | 250           | 250 | 250 | 125           | 150 |  | 112                       | 132 |
| 04.10. | 550           | 370 | 460 | 195           | 215 |  | 32                        | 45  |
| 03.11. | 226           | 223 | 224 | 143           | 134 |  | 95                        | 87  |

Sibbersdorfer See 1982/83 55 - 012 - 5.6

Parameter:

| Datum  | Ges.N. (µg/l) |      |      | Ges.N. (µg/l) |      |  | NH <sub>4</sub> -N (µg/l) |     |     |                   | (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> )-N (µg/l) |      |      |  |
|--------|---------------|------|------|---------------|------|--|---------------------------|-----|-----|-------------------|-----------------------------------------------|------|------|--|
|        | unfiltr.      |      |      | filtr.        |      |  |                           |     |     |                   |                                               |      |      |  |
|        | 1 m           | 4 m  | x    | 1 m           | 4 m  |  | 1 m                       | 4 m | x   | % NH <sub>4</sub> | 1 m                                           | 4 m  | x    |  |
| 29.11. | 1080          | 1719 | 1399 | 1015          | 510  |  | 230                       | 225 | 227 | 91.2              | 24                                            | 21   | 22   |  |
| 15.12. | 1085          | 1575 | 1300 | 875           | 430  |  | 195                       | 170 | 182 | 84.3              | 51                                            | 17   | 34   |  |
| 17.01. | 495           | 405  | 450  | 470           | 390  |  | 70                        | 60  | 65  | 84.4              | 12                                            | 12   | 12   |  |
| 17.03. | 590           | 745  | 667  | 350           | 530  |  | 15                        | 10  | 12  | 46.2              | 15                                            | 14   | 14   |  |
| 07.04. | 920           | 1065 | 992  | 680           | 635  |  | 45                        | 45  | 45  | 67.2              | 22                                            | 22   | 22   |  |
| 24.05. | 760           | 880  | 820  | 555           | 780  |  | 45                        | 100 | 72  | 71.3              | 29                                            | 30   | 29   |  |
| 13.06. | 3090          | 3770 | 3430 | 2900          | 2590 |  | 280                       | 305 | 292 | 16.8              | 1500                                          | 1390 | 1445 |  |
| 26.07. | 1450          | 1150 | 1300 | 860           | 830  |  | 350                       | 355 | 352 | 89.8              | 34                                            | 46   | 40   |  |
| 11.08. | 1530          | 2520 | 2025 | 740           | 995  |  | 70                        | 10  | 40  | 51.3              | 46                                            | 31   | 38   |  |
| 01.09. | 1910          | 1510 | 1710 | 930           | 770  |  | 785                       | 250 | 517 | 97.7              | 11                                            | 14   | 12   |  |
| 04.10. | 4190          | 2130 | 3160 | 1410          | 1020 |  | 510                       | 160 | 335 | 86.1              | 46                                            | 63   | 54   |  |
| 03.11. | 1480          | 2110 | 1795 | 1140          | 1140 |  | 50                        | 77  | 63  | 17.5              | 300                                           | 293  | 296  |  |

Phytoplankton, Sibbersdorfer See

|                               | XI<br>82 | XII<br>82 | I<br>83 | III<br>83 | IV<br>83 | V<br>83 | VI<br>83 | VII<br>83 | VIII<br>83 | IX<br>83 | X<br>83 | XI<br>83 |
|-------------------------------|----------|-----------|---------|-----------|----------|---------|----------|-----------|------------|----------|---------|----------|
| <u>Cyanophyceae:</u>          |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| <i>Anabaena spiroides</i>     |          |           |         |           |          |         |          | 4         | 3          | 2        |         |          |
| <i>Aphanizomenon spec.</i>    | 2        | 2         | 2       |           |          | 3       | 5        | 5         | 5          | 4        | 2       |          |
| <i>Microcystis spec.</i>      | 4        | 3         | 2       | 3         | 2        | 3       | 4        | 5         | 5          | 5        | 4       | 4        |
| <u>Chrysophyceae:</u>         |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| <i>Dinobryon spec.</i>        |          |           |         |           |          | 3       | 4        |           |            |          |         |          |
| <u>Bacillariophyceae:</u>     |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| <i>Amphora ovalis</i>         |          |           |         | 2         | 2        | 2       |          |           |            |          |         | 2        |
| <i>Asterionella formosa</i>   | 2        |           | 2       | 6         | 7        | 6       | 2        | 2         |            |          | 2       | 3        |
| <i>Stephanodiscus astraea</i> | 5        | 5         | 6       | 5         | 6        | 3       | 3        | 3         | 2          |          | 3       | 4        |
| <i>Fragilaria capucina</i>    |          |           | 2       | 3         | 3        | 3       | 2        |           |            |          |         |          |
| <i>Fragilaria crotonensis</i> |          |           |         | 2         | 2        | 5       | 6        | 3         | 3          |          | 3       | 3        |
| <i>Gyrosigma attenuatum</i>   |          |           | 2       |           | 2        |         |          |           |            |          |         |          |
| <i>Melosira granulata</i>     | 3        | 3         | 3       | 3         | 3        | 3       | 3        | 3         | 3          |          | 6       | 3        |
| <i>Melosira varians</i>       | 2        | 2         | 2       | 3         | 3        |         |          |           |            |          | 2       | 2        |
| <i>Melosira spec.</i>         |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          | 4       |          |
| <i>Nitzschia sigmoidea</i>    |          |           |         | 3         | 2        | 2       |          |           |            |          |         |          |
| <i>Nitzschia spec.</i>        |          |           |         | 3         | 3        |         |          |           | 4          |          | 4       | 3        |
| <i>Surirella spec.</i>        | 2        | 2         | 2       | 3         | 2        | 2       |          |           |            |          |         | 2        |
| <i>Synedra spec.</i>          |          |           | 3       | 3         | 3        |         |          |           |            |          |         | 2        |
| <i>Tabellaria fenestrata</i>  |          |           |         | 3         | 3        |         |          |           |            |          |         |          |
| <u>Dinophyceae:</u>           |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| <i>Ceratium hirundinella</i>  |          |           |         |           |          | 3       | 3        | 4         | 4          | 3        | 2       |          |
| <i>Peridinium spec.</i>       |          |           |         |           |          |         | 2        | 2         | 3          | 2        | 2       |          |
| <u>Chlorophyceae:</u>         |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| <i>Coelastrum microporum</i>  | 3        | 3         | 3       |           |          | 2       | 3        |           |            |          |         |          |
| <i>Eudorina elegans</i>       | 3        | 2         |         |           |          | 3       | 4        | 2         |            |          | 2       |          |
| <i>Pandorina morum</i>        |          | 2         |         |           |          | 2       | 3        | 2         | 2          | 3        | 2       | 2        |
| <i>Pediastrum spec.</i>       | 2        | 3         | 3       | 3         | 2        | 2       | 3        | 3         |            | 2        | 3       | 3        |
| <i>Scenedesmus spec.</i>      | 2        |           |         |           | 2        |         |          |           |            |          | 2       |          |
| <i>Staurastrum spec.</i>      | 2        | 2         | 2       |           |          |         | 3        | 2         | 2          |          | 2       | 3        |

Häufigkeitsklassen: 1 (sehr selten) - 7 (massenhaft)

Sibbersdorfer See 1982/83, Zooplankton: Crustaceen.

Prozentanteil der Crustaceen am Zooplankton;

Prozentanteil der Arten am Crustaceen-Plankton (bezogen auf Individuenzahlen; ohne Nauplien).

Bearbeiter: Dr. Wolfgang Hofmann, Max-Planck-Institut für Limnologie, Plön.

|                           | 1982   |        | 1983   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                           | 15.10. | 29.11. | 17.01. | 17.03. | 07.04. | 24.05. | 13.06. | 26.07. | 11.08. | 01.09. | 04.10. | 03.11. |
| n =                       | 121    | 256    | 236    | 82     | 139    | 131    | 121    | 158    | 149    | 104    | 155    | 164    |
| CRUSTACEEN (%)            | 89     | 84     | 89     | 59     | 35     | 62     | 31     | 59     | 8      | 8      | 13     | 12     |
| Diaphanosoma brachyurum   |        |        |        |        |        |        |        |        | 1      |        |        |        |
| Daphnia hyalina           | 4      | 2      | 6      |        | 1      | 21     | 3      |        |        |        |        |        |
| Daphnia galeata           | 19     | 27     | 24     | 11     | 55     | 34     | 6      | 6      | 4      | 3      | 5      | 3      |
| Bosmina longirostris      |        | 1      |        |        | 2      | 4      |        |        |        |        | 8      | 35     |
| Bosmina coregoni          | 2      |        | 1      | 2      | 7      | 8      | 50     | 4      | 2      | 3      |        | 6      |
| f. gibbera                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Chydorus sphaericus       |        | 3      | 1      |        |        |        | 3      | 11     | 13     | 33     | 48     | 52     |
| Eudiaptomus graciloides   | 67     | 61     | 50     | 46     | 18     | 23     | 11     | 3      | 3      | 8      | 9      | 2      |
| Thermocyclops oithonoides |        |        |        |        |        |        |        | 1      | 1      |        |        |        |
| Mesocyclops leuckarti     |        |        |        | 5      | 9      | 9      | 27     | 73     | 75     | 54     | 31     | 1      |
| Cyclops                   | 8      | 7      | 20     | 35     | 7      | 1      |        | 1      |        |        |        |        |



Sibbersdorfer See 1982/83, Zooplankton: Rotatorien.

### Prozentanteil der Rotatorien am Zooplankton;

Prozentanteil der Arten am Rotatorien-Plankton (bezogen auf Individuenzahlen).

Bearbeiter: Dr. Wolfgang Hofmann, Max-Planck-Institut für Limnologie, Plön.

[illegible]

### 9.3.3 Großer Eutiner See

| <u>Kennziffer</u> | <u>Meßstelle</u> |
|-------------------|------------------|
| 55-012-5.2        | Fissauer Bucht   |
| 55-012-5.3        | Tiefste Stelle   |
| 55-012-5.4        | östl. Seeteil    |

Großer Eutiner See 1982/83

Parameter: pH-Wert

| Datum  | 1 m<br>55-012-5.2 | 5.3 | 5.4 | 3 m<br>5.2 | 15 m<br>5.3 | 6 m<br>5.4 |
|--------|-------------------|-----|-----|------------|-------------|------------|
| 23.11. | 8.5               | 8.5 | 8.6 | 8.5        | 8.5         | 8.6        |
| 14.12. | 8.0               | 8.1 | 8.1 | 8.0        | 8.1         | 8.1        |
| 05.01. | 8.3               | 8.3 | 8.3 | 8.3        | 8.3         | 8.3        |
| 15.03. | 9.0               | 8.9 | 9.0 | 9.0        | 8.7         | 8.7        |
| 28.04. | 8.6               | 8.1 | 8.9 | 8.6        | 8.1         | 8.8        |
| 30.05. | 8.4               | 8.2 | 8.3 | 8.3        | 7.6         | 8.2        |
| 14.06. | 8.8               | 8.8 | 8.8 | 8.4        | 7.6         | 8.4        |
| 05.07. | 8.7               | 8.3 | 8.6 | 8.2        | 7.4         | 8.0        |
| 08.08. | 9.0               | 8.9 | 8.7 | 8.5        | 7.1         | 8.0        |
| 22.09. | 8.6               | 7.8 | 8.0 | 8.5        | 7.8         | 7.9        |
| 24.10. | 8.7               | 8.6 | 8.6 | 8.6        | 8.6         | 8.6        |
| 08.11. | 8.3               | 8.2 | 8.3 | 8.2        | 8.1         | 8.2        |

Großer Eutiner See 1982/83

Parameter: Leitfähigkeit ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

| Datum        | 1 m<br>55-012-5.2 | 5.3 | 5.4 | x   | 3 m<br>5.2 | 15 m<br>5.3 | 6 m<br>5.4 | x   | x 1 m über Grund |
|--------------|-------------------|-----|-----|-----|------------|-------------|------------|-----|------------------|
| 23.11.       | 471               | 453 | 451 | 458 | 470        | 453         | 452        | 458 | 458              |
| 14.12.       | 522               | 520 | 504 | 515 | 525        | 513         | 502        | 513 | 514              |
| 05.01.       | 480               | 462 | 466 | 469 | 477        | 464         | 468        | 470 | 469              |
| 15.03.       | 482               | 463 | 473 | 473 | 492        | 475         | 476        | 481 | 477              |
| 28.04.       | 415               | 458 | 439 | 437 | 410        | 440         | 457        | 436 | 436              |
| 30.05.       | 470               | 470 | 440 | 460 | 470        | 495         | 452        | 472 | 466              |
| 14.06.       | 422               | 421 | 416 | 420 | 446        | 495         | 455        | 465 | 442              |
| 05.07.       | 414               | 413 | 408 | 412 | 412        | 509         | 420        | 447 | 429              |
| 08.08.       | 406               | 425 | 426 | 419 | 435        | 542         | 433        | 470 | 444              |
| 22.09.       | 432               | 431 | 444 | 436 | 441        | 435         | 448        | 441 | 438              |
| 24.10.       | 370               | 365 | 367 | 367 | 380        | 372         | 387        | 380 | 373              |
| 08.11.       | 449               | 431 | 432 | 437 | 436        | 440         | 436        | 437 | 437              |
| Jahresmittel |                   |     |     | 442 |            | 469         |            | 456 | 448              |

## Chemisch-physikalische Daten

Großer Eutiner See 1982/83

Parameter: Wassertemperatur (°C)

| Datum        | Stat.      |      |      |      |   | Tiefe |      |      |      |
|--------------|------------|------|------|------|---|-------|------|------|------|
|              | 1 m        | 3 m  | 5 m  | 6 m  | x | 3 m   | 15 m | 6 m  | x    |
|              | 55-012-5.2 | 5.3  | 5.4  |      |   | 5.2   | 5.3  | 5.4  |      |
| 23.11.       | 5.4        | 6.3  | 6.2  | 6.0  |   | 5.4   | 6.3  | 6.2  | 5.9  |
| 14.12.       | 2.7        | 3.7  | 3.3  | 3.2  |   | 3.2   | 3.7  | 3.3  | 3.2  |
| 05.01.       | 3.4        | 3.2  | 3.2  | 3.3  |   | 3.4   | 3.2  | 3.2  | 3.3  |
| 15.03.       | 5.2        | 4.8  | 4.9  | 5.0  |   | 5.2   | 4.5  | 4.8  | 5.0  |
| 28.04.       | 11.8       | 10.6 | 10.7 | 11.0 |   | 11.8  | 7.4  | 10.2 | 11.0 |
| 30.05.       | 14.4       | 14.4 | 14.2 | 14.3 |   | 14.4  | 10.0 | 14.0 | 14.2 |
| 14.06.       | 18.8       | 18.7 | 19.0 | 18.8 |   | 18.2  | 10.4 | 17.4 | 18.1 |
| 05.07.       | 20.0       | 19.6 | 21.6 | 20.4 |   | 18.5  | 11.2 | 18.5 | 19.1 |
| 08.08.       | 22.1       | 21.7 | 21.6 | 21.8 |   | 20.2  | 11.5 | 19.2 | 20.4 |
| 22.09.       | 14.8       | 15.2 | 15.2 | 15.1 |   | 14.8  | 15.0 | 15.2 | 15.0 |
| 24.10.       | 9.1        | 10.2 | 10.1 | 9.8  |   | 9.1   | 10.0 | 10.0 | 9.6  |
| 08.11.       | 8.4        | 8.7  | 8.7  | 8.6  |   | 8.4   | 8.7  | 8.7  | 8.6  |
| Jahresmittel |            |      |      | 11.4 |   |       | 8.5  |      | 11.1 |

Großer Eutiner See 1982/83

Parameter: Sauerstoff (mg/l)

| Datum        | Stat.      |      |      |      |   | Tiefe |      |      |  |
|--------------|------------|------|------|------|---|-------|------|------|--|
|              | 1 m        | 3 m  | 5 m  | 6 m  | x | 3 m   | 15 m | 6 m  |  |
|              | 55-012-5.2 | 5.3  | 5.4  |      |   | 5.2   | 5.3  | 5.4  |  |
| 23.11.       | 11.3       | 11.1 | 11.1 | 11.2 |   | 11.0  | 11.1 | 10.9 |  |
| 14.12.       | 11.3       | 11.2 | 11.3 | 11.3 |   | 11.2  | 11.3 | 11.2 |  |
| 05.01.       | 12.2       | 12.4 | 12.8 | 12.5 |   | 12.6  | 12.9 | 12.4 |  |
| 15.03.       | 17.2       | 16.2 | 16.2 | 16.5 |   | 14.8  | 15.4 | 15.3 |  |
| 28.04.       | 12.5       | 12.0 | 12.0 | 12.2 |   | 12.8  | 5.9  | 11.4 |  |
| 30.05.       | 11.9       | 10.0 | 9.9  | 10.6 |   | 11.7  | 0.7  | 9.7  |  |
| 14.06.       | 21.1       | 19.6 | 20.0 | 20.2 |   | 14.0  | 4.0  | 12.0 |  |
| 05.07.       | 14.5       | 9.8  | 10.0 | 11.4 |   | 8.7   | 0    | 6.8  |  |
| 08.08.       | 17.1       | 14.0 | 13.3 | 14.8 |   | 10.4  | 0    | 6.3  |  |
| 22.09.       | 14.1       | 9.3  | 10.8 | 11.4 |   | 14.2  | 7.4  | 10.2 |  |
| 24.10.       | 9.5        | 9.6  | 9.4  | 9.5  |   | 9.6   | 9.6  | 9.6  |  |
| 08.11.       | 9.5        | 9.6  | 9.4  | 9.5  |   | 9.6   | 9.6  | 9.6  |  |
| Jahresmittel |            |      |      | 12.6 |   |       | 7.3  | 10.6 |  |

Großer Eutiner See 1982/83

Parameter: Sauerstoffsättigungsindex (%)

|        | 1 m        |     |     | 3 m | 15 m | 6 m |
|--------|------------|-----|-----|-----|------|-----|
| Datum  | 55-012-5.2 | 5.3 | 5.4 | 5.2 | 5.3  | 5.4 |
| 23.11. | 92         | 93  | 93  | 90  | 93   | 91  |
| 14.12. | 86         | 87  | 87  | 86  | 88   | 87  |
| 05.01. | 95         | 96  | 99  | 98  | 99   | 96  |
| 15.03. | 140        | 130 | 131 | 120 | 123  | 123 |
| 28.04. | 119        | 111 | 112 | 122 | 51   | 105 |
| 30.05. | 120        | 101 | 100 | 118 | 6    | 97  |
| 14.06. | 233        | 216 | 222 | 153 | 38   | 129 |
| 05.07. | 164        | 110 | 116 | 96  | 0    | 75  |
| 08.08. | 201        | 163 | 155 | 118 | 0    | 70  |
| 22.09. | 144        | 96  | 111 | 145 | 76   | 105 |
| 24.10. | 85         | 88  | 86  | 86  | 88   | 88  |

Großer Eutiner See 1982/83

Parameter: Corg., unfiltriert (mg/l)

|        | 1 m        |      |      | 3 m  | 15 m | 6 m  |
|--------|------------|------|------|------|------|------|
| Datum  | 55-012-5.2 | 5.3  | 5.4  | 5.2  | 5.3  | 5.4  |
| 23.11. | 12.1       | 45.5 | 45.1 | 14.1 | 32.4 | 45.1 |
| 14.12. | 16.3       | 36.0 | 30.4 | 18.5 | 28.6 | 28.5 |
| 05.01. | 23.8       | 25.5 | 25.8 | 23.8 | 25.6 | 24.4 |
| 15.03. | 27.7       | 26.1 | 27.4 | 25.4 | 22.8 | 26.5 |
| 28.04. | 27.8       | 32.4 | 28.0 | 25.8 | 28.8 | 28.2 |
| 30.05. | 28.0       | 25.0 | 23.4 | 24.3 | 30.2 | 24.1 |
| 14.06. | -          | -    | -    | -    | -    | -    |
| 05.07. | -          | -    | -    | -    | -    | -    |
| 08.08. | -          | -    | -    | -    | -    | -    |
| 22.09. | 11.0       | 10.0 | 10.0 | 12.0 | 10.0 | 10.0 |
| 24.10. | 15.0       | 14.0 | 16.0 | 15.0 | 15.0 | 13.0 |
| 08.11. | 13.0       | 14.0 | 12.0 | 14.0 | 12.0 | 14.0 |

Großer Eutiner See 1982/83

Parameter: Corg., filtriert (mg/l)

|        | 1 m        |      |      | 3 m  | 15 m | 6 m  |
|--------|------------|------|------|------|------|------|
| Datum  | 55-012-5.2 | 5.3  | 5.4  | 5.2  | 5.3  | 5.4  |
| 23.11. | 10.8       | 32.0 | 44.6 | 10.5 | 30.3 | 42.1 |
| 14.12. | 13.5       | 30.9 | 28.5 | 17.6 | 25.3 | 26.6 |
| 05.01. | 21.2       | 24.3 | 22.7 | 22.8 | 23.9 | 23.0 |
| 15.03. | 25.8       | 24.0 | 21.8 | 25.0 | 21.8 | 24.6 |
| 28.04. | 25.4       | 30.2 | 26.5 | 24.9 | 25.6 | 27.8 |
| 30.05. | 25.5       | 23.4 | 22.1 | 23.8 | 29.0 | 23.5 |
| 14.06. | -          | -    | -    | -    | -    | -    |
| 05.07. | -          | -    | -    | -    | -    | -    |
| 08.08. | -          | -    | -    | -    | -    | -    |
| 22.09. | 10.0       | 9.5  | 10.0 | 10.0 | 9.4  | 10.0 |
| 24.10. | 12.0       | 11.0 | 12.0 | 12.0 | 11.0 | 12.0 |
| 08.11. | 12.0       | 14.0 | 11.0 | 12.0 | 11.0 | 13.0 |

Großer Eutiner See 1982/83

Parameter: Gesamtstickstoff, unfiltriert ( $\mu\text{g/l}$ )

| Datum        | 1 m<br>55-012-5.2 | 5.3  | 5.4  | x    | 3 m<br>5.2 | 15 m<br>5.3 | 6 m<br>5.4 | x 1 m über Grund |
|--------------|-------------------|------|------|------|------------|-------------|------------|------------------|
| 23.11.       | 1110              | 1310 | 1380 | 1267 | 1100       | 1360        | 1470       | 1299             |
| 14.12.       | 980               | 1305 | 1495 | 1260 | 1280       | 1395        | 1580       | 1379             |
| 05.01.       | 1130              | 1190 | 1310 | 1210 | 990        | 1275        | 970        | 1111             |
| 15.03.       | 1210              | 880  | 1650 | 1247 | 1060       | 860         | 1285       | 1113             |
| 28.04.       | 1270              | 1140 | 1080 | 1163 | 1080       | 2055        | 910        | 1302             |
| 30.05.       | 1015              | 1035 | 1170 | 1073 | 1040       | 3960        | 1140       | 1803             |
| 14.06.       | 3720              | 1980 | 1870 | 2523 | 2050       | 5310        | 2990       | 2946             |
| 05.07.       | 1570              | 1400 | 1680 | 1550 | 1490       | 4600        | 1630       | 2257             |
| 08.08.       | 1970              | 1770 | 1690 | 1810 | 1420       | 7440        | 1450       | 2977             |
| 22.09.       | 1920              | 2710 | 1840 | 2157 | 1830       | 1870        | 1840       | 1894             |
| 24.10.       | 1510              | 1720 | 1510 | 1580 | 3200       | 1770        | 1590       | 2015             |
| 08.11.       | 1580              | 2060 | 1500 | 1713 | 2010       | 1650        | 1580       | 1686             |
| Jahresmittel |                   |      |      | 1546 |            | 2795        |            | 1815             |

Großer Eutiner See 1982/83

Parameter: Gesamtstickstoff, filtriert ( $\mu\text{g/l}$ )

| Datum        | 1 m<br>55-012-5.2 | 5.3  | 5.4  | x    | 3 m<br>5.2 | 15 m<br>5.3 | 6 m<br>5.4 | x 1 m über Grund |
|--------------|-------------------|------|------|------|------------|-------------|------------|------------------|
| 23.11.       | 1020              | 1045 | 1310 | 1125 | 1080       | 1220        | 1010       | 1109             |
| 14.12.       | 900               | 945  | 1320 | 1055 | 1190       | 1370        | 1110       | 1181             |
| 05.01.       | 950               | 905  | 905  | 920  | 915        | 995         | 875        | 926              |
| 15.03.       | 860               | 645  | 995  | 833  | 585        | 790         | 995        | 801              |
| 28.04.       | 945               | 670  | 615  | 743  | 500        | 1370        | 630        | 811              |
| 30.05.       | 685               | 690  | 975  | 783  | 530        | 3225        | 750        | 1609             |
| 14.06.       | 1700              | 1380 | 1580 | 1553 | 1610       | 3320        | 1900       | 2096             |
| 05.07.       | 830               | 1350 | 1230 | 1137 | 955        | 4530        | 1390       | 2003             |
| 08.08.       | 1000              | 915  | 970  | 962  | 880        | 6990        | 1240       | 2518             |
| 22.09.       | 1250              | 1740 | 1770 | 1587 | 1030       | 1740        | 1720       | 1519             |
| 24.10.       | 1240              | 1590 | 1320 | 1383 | 1210       | 1350        | 1510       | 1363             |
| 08.11.       | 1340              | 1440 | 1320 | 1367 | 1440       | 1440        | 1370       | 1404             |
| Jahresmittel |                   |      |      |      |            |             |            | 1445             |

Großer Eutiner See 1982/83

Parameter: Ammonium ( $\mu\text{g NH}_4\text{-N/l}$ )

| Datum        | 1 m<br>55-012-5.2 | 5.3 | 5.4 | x   | 3 m<br>5.2 | 15 m<br>5.3 | 6 m<br>5.4 | x 1 m über Grund |
|--------------|-------------------|-----|-----|-----|------------|-------------|------------|------------------|
| 23.11.       | 305               | 470 | 445 | 407 | 295        | 470         | 430        | 400              |
| 14.12.       | 260               | 370 | 460 | 363 | 230        | 385         | 495        | 368              |
| 05.01.       | 230               | 245 | 340 | 272 | 240        | 395         | 325        | 308              |
| 15.03.       | 80                | 5   | 55  | 47  | 15         | 35          | 10         | 27               |
| 28.04.       | 80                | 40  | 35  | 52  | 40         | 550         | 32         | 168              |
| 30.05.       | 50                | 110 | 175 | 112 | 45         | 2270        | 170        | 649              |
| 14.06.       | 640               | 150 | 310 | 367 | 425        | 2300        | 229        | 830              |
| 05.07.       | 60                | 275 | 145 | 160 | 120        | 3620        | 645        | 1136             |
| 08.08.       | 15                | 60  | 325 | 133 | 80         | 6340        | 200        | 1688             |
| 22.09.       | 215               | 835 | 645 | 565 | 160        | 720         | 630        | 519              |
| 24.10.       | 305               | 395 | 335 | 345 | 300        | 630         | 690        | 491              |
| 08.11.       | 397               | 426 | 445 | 423 | 426        | 161         | 374        | 346              |
| Jahresmittel |                   |     |     |     |            |             |            | 577              |

Großer Eutiner See 1982/83

Parameter: Nitrit + Nitrat ( $\mu\text{g N/l}$ )

| Datum        | 1 m<br>55-012-5.2 | 5.3 | 5.4 | x   | 3 m<br>5.2 | 15 m<br>5.3 | 6 m<br>5.4 | x | 1 m über Grund |
|--------------|-------------------|-----|-----|-----|------------|-------------|------------|---|----------------|
| 23.11.       | 30                | 32  | 33  | 32  | 39         | 33          | 29         |   | 33             |
| 14.12.       | 22                | 25  | 24  | 24  | 21         | 28          | 65         |   | 34             |
| 05.01.       | 24                | 27  | 29  | 27  | 23         | 28          | 28         |   | 26             |
| 15.03.       | 28                | 39  | 42  | 36  | 25         | 41          | 42         |   | 36             |
| 28.04.       | 25                | 25  | 26  | 25  | 24         | 46          | 25         |   | 30             |
| 30.05.       | 24                | 30  | 31  | 28  | 25         | 10          | 32         |   | 24             |
| 14.06.       | 39                | 465 | 320 | 275 | 80         | 11          | 811        |   | 294            |
| 05.07.       | 8                 | 162 | 112 | 94  | 44         | 6           | 126        |   | 67             |
| 08.08.       | 60                | 14  | 5   | 26  | 5          | 43          | 15         |   | 22             |
| 22.09.       | 271               | 943 | 200 | 471 | 114        | 143         | 257        |   | 246            |
| 24.10.       | 283               | 424 | 357 | 355 | 216        | 337         | 310        |   | 304            |
| 08.11.       | 225               | 250 | 350 | 275 | 275        | 513         | 300        |   | 341            |
| Jahresmittel |                   |     |     |     |            |             |            |   | 121            |

Großer Eutiner See 1982/83

Parameter: Gesamt-Phosphor, unfiltriert ( $\mu\text{g/l}$ )

| Datum        | 1 m<br>55-012-5.2 | 5.3 | 5.4 | x   | 3 m<br>5.2 | 15 m<br>5.3 | 6 m<br>5.4 | x   | x | 1 m über Grund |
|--------------|-------------------|-----|-----|-----|------------|-------------|------------|-----|---|----------------|
| 23.11.       | 195               | 360 | 255 | 270 | 205        | 315         | 255        | 243 |   | 261            |
| 14.12.       | 185               | 225 | 295 | 235 | 200        | 225         | 300        | 245 |   | 240            |
| 05.01.       | 170               | 225 | 200 | 198 | 125        | 195         | 185        | 169 |   | 176            |
| 15.03.       | 65                | 75  | 120 | 87  | 50         | 95          | 135        | 91  |   | 92             |
| 28.04.       | 50                | 90  | 60  | 67  | 65         | 195         | 75         | 69  |   | 100            |
| 30.05.       | 60                | 95  | 95  | 83  | 75         | 690         | 105        | 88  |   | 238            |
| 14.06.       | 125               | 120 | 110 | 118 | 30         | 411         | 155        | 121 |   | 193            |
| 05.07.       | 265               | 200 | 250 | 238 | 285        | 1120        | 250        | 258 |   | 473            |
| 08.08.       | 290               | 295 | 300 | 295 | 365        | 1350        | 305        | 288 |   | 554            |
| 22.09.       | 419               | 420 | 355 | 398 | 371        | 485         | 470        | 413 |   | 431            |
| 24.10.       | 260               | 265 | 265 | 263 | 275        | 315         | 260        | 266 |   | 278            |
| 08.11.       | 274               | 277 | 262 | 271 | 651        | 272         | 269        | 397 |   | 366            |
| Jahresmittel |                   |     |     |     |            |             |            | 221 |   | 283            |

Großer Eutiner See 1982/83

Parameter: Gesamt-Phosphor, filtriert ( $\mu\text{g/l}$ )

| Datum  | 1 m<br>55-012-5.2 | 5.3 | 5.4 | x   | 3 m<br>5.2 | 15 m<br>5.3 | 6 m<br>5.4 |
|--------|-------------------|-----|-----|-----|------------|-------------|------------|
| 23.11. | 195               | 330 | 255 | 260 | 205        | 290         | 225        |
| 14.12. | 175               | 215 | 255 | 215 | 150        | 200         | 230        |
| 05.01. | 150               | 165 | 185 | 167 | 95         | 180         | 180        |
| 15.03. | 35                | 60  | 75  | 57  | 20         | 80          | 105        |
| 28.04. | 10                | 30  | 30  | 23  | 25         | 110         | 30         |
| 30.05. | 15                | 80  | 90  | 62  | 35         | 630         | 90         |
| 14.06. | 90                | 75  | 85  | 83  | 75         | 125         | 100        |
| 05.07. | 150               | 160 | 200 | 170 | 185        | 1100        | 205        |
| 08.08. | 150               | 205 | 215 | 190 | 185        | 1340        | 240        |
| 22.09. | 257               | 390 | 300 | 316 | 257        | 390         | 320        |
| 24.10. | 185               | 195 | 190 | 190 | 185        | 190         | 185        |
| 08.11. | 231               | 254 | 249 | 245 | 231        | 259         | 259        |

Großer Eutiner See 1982/83

Parameter: gelöstes reaktives Phosphat ( $\mu\text{g PO}_4\text{-P/l}$ )

| Datum  | 1 m<br>55-012-5.2 | 5.3 | 5.4 | x   | 3 m<br>5.2 | 15 m<br>5.3 | 6 m<br>5.4 | x | 1 m über Grund |
|--------|-------------------|-----|-----|-----|------------|-------------|------------|---|----------------|
| 23.11. | 191               | 313 | 194 | 233 | 202        | 254         | 214        |   | 226            |
| 14.12. | 171               | 180 | 253 | 201 | 140        | 159         | 216        |   | 179            |
| 05.01. | 140               | 149 | 172 | 154 | 75         | 149         | 149        |   | 132            |
| 15.03. | 30                | 59  | 74  | 54  | 15         | 79          | 97         |   | 61             |
| 28.04. | 7                 | 15  | 22  | 15  | 17         | 104         | 22         |   | 39             |
| 30.05. | 14                | 75  | 82  | 57  | 22         | 620         | 89         |   | 197            |
| 14.06. | 19                | 5   | 7   | 10  | 5          | 266         | 30         |   | 78             |
| 05.07. | 69                | 82  | 67  | 73  | 97         | 906         | 113        |   | 297            |
| 08.08. | 117               | 161 | 192 | 157 | 141        | 1080        | 192        |   | 392            |
| 22.09. | 162               | 282 | 266 | 237 | 165        | 283         | 267        |   | 238            |
| 24.10. | 150               | 160 | 163 | 158 | 157        | 153         | 152        |   | 155            |
| 08.11. | 197               | 220 | 217 | 211 | 208        | 208         | 214        |   | 209            |

Großer Eutiner See 1982/83

Parameter: Sichttiefe (m)

| Datum        | 55-012-5.2 | 5.3 | 5.4 | x   |
|--------------|------------|-----|-----|-----|
| 23.11.       | 4.0        | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| 14.12.       | 4.0        | 4.5 | 4.5 | 4.3 |
| 05.01.       | 3.5        | 4.5 | 4.0 | 4.0 |
| 15.03.       | 1.5        | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 28.04.       | 1.5        | 2.0 | 2.0 | 1.8 |
| 30.05.       | 2.0        | 3.0 | 2.5 | 2.5 |
| 14.06.       | 2.0        | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| 05.07.       | 1.0        | 1.5 | 1.5 | 1.3 |
| 08.08.       | 1.0        | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 22.09.       | 1.0        | 1.5 | 1.5 | 1.3 |
| 24.10.       | 1.5        | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 08.11.       | 2.5        | 3.0 | 3.0 | 2.8 |
| Jahresmittel |            |     |     | 2.3 |

Großer Eutiner See 1982/83

Parameter: Chlorophyll a ( $\mu\text{g/l}$ )

Phaeophytin ( $\mu\text{g/l}$ )

| Datum        | 1 m<br>55-012-5.2 | 5.3  | 5.4  | x    | 1 m<br>5.2 | 5.3  | 5.4  |
|--------------|-------------------|------|------|------|------------|------|------|
| 23.11.       | 4.4               | 4.4  | 3.0  | 3.9  | 2.3        | 3.4  | 5.9  |
| 14.12.       | 3.0               | 1.5  | 2.2  | 2.2  | 4.3        | 2.7  | 2.5  |
| 05.01.       | 2.2               | 1.5  | 1.5  | 1.7  | 4.5        | 3.2  | 3.2  |
| 15.03.       | 53.3              | 13.3 | 47.4 | 38.0 | 16.9       | 53.2 | 17.1 |
| 28.04.       | 25.2              | 11.8 | 14.1 | 17.0 | 10.2       | 13.1 | 10.4 |
| 30.05.       |                   |      |      |      |            |      |      |
| 14.06.       | 21.5              | 23.7 | 27.4 | 24.2 | 11.3       | 7.5  | 10.1 |
| 05.07.       | 37.7              | 18.5 | 22.2 | 26.1 | 18.4       | 6.5  | 7.4  |
| 08.08.       | 70.3              | 37.7 | 34.0 | 47.3 | 14.5       | 7.5  | 9.6  |
| 22.09.       | 91.0              | 19.2 | 24.4 | 44.9 | 11.9       | 7.3  | 6.3  |
| 24.10.       | 26.6              | 26.6 | 22.2 | 25.1 | 10.3       | 10.3 | 5.9  |
| 08.11.       | 10.4              | 5.9  | 3.7  | 6.7  | 4.7        | 3.4  | 5.1  |
| Jahresmittel |                   |      |      | 21.6 |            |      |      |



Großer Eutiner See - Phytoplankton

|                           | XI<br>82 | XII<br>82 | I<br>83 | III<br>83 | IV<br>83 | V<br>83 | VI<br>83 | VII<br>83 | VIII<br>83 | IX<br>83 | X<br>83 | XI<br>83 |
|---------------------------|----------|-----------|---------|-----------|----------|---------|----------|-----------|------------|----------|---------|----------|
| <b>Cyanophyceae:</b>      |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Anabaena spec.            |          |           |         |           |          | 7       |          | 2         | 2          |          |         |          |
| Aphanizomenon spec.       | 2        | 2         | 2       |           | 2        |         |          | 2         | 2          |          | 2       |          |
| Microcystis spec.         | 3        | 2         | 2       |           | 2        | 3       |          | 5         | 6          | 4        | 5       | 4        |
| Oscillatoria spec.        | 2        |           | 2       |           |          |         |          |           |            | 2        |         |          |
| <b>Bacillariophyceae:</b> |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Asterionella formosa      | 6        | 4         | 3       | 5         | 4        | 4       | 3        | 3         | 3          | 3        | 3       | 3        |
| Fragilaria crotonensis    | 5        | 5         | 4       | 3         | 4        | 3       | 4        | 3         | 3          | 3        | 4       | 4        |
| Fragilaria capucina       |          |           | 3       | 2         | 2        | 2       | 2        |           |            |          |         |          |
| Melosira granulata        | 4        | 3         | 4       | 4         | 3        | 3       | 6        | 3         | 4          | 2        | 3       | 3        |
| Melosira varians          | 2        |           |         | 2         | 2        |         | 2        |           |            |          |         |          |
| Melosira spec.            |          |           |         |           |          |         | 4        |           |            |          |         |          |
| Nitzschia acicularis      |          | 2         | 2       | 2         |          |         |          |           |            |          | 2       | 2        |
| Nitzschia sigmoidea       | 2        |           |         | 2         |          |         |          |           |            |          | 2       |          |
| Stephanodiscus astraea    | 3        | 4         | 4       | 4         | 3        | 2       | 4        |           |            | 2        | 4       | 3        |
| Surirella spec.           | 2        |           | 2       |           | 2        |         |          |           |            |          |         |          |
| Synedra spec.             |          |           | 2       | 4         | 2        |         | 2        |           |            |          |         |          |
| Tabellaria fenestrata     |          |           |         | 3         |          |         |          |           |            |          |         |          |
| <b>Dinophyceae:</b>       |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Ceratium hirundinella     |          |           |         |           | 2        | 2       |          | 4         | 4          | 5        |         |          |
| <b>Chlorophyceae:</b>     |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Coelastrum microporum     |          | 2         |         | 2         |          | 3       |          | 2         |            |          |         |          |
| Eudorina elegans          | 2        | 2         |         |           |          | 4       |          | 3         |            |          | 2       | 2        |
| Pseudonitzschia morum     | 3        | 3         | 3       | 2         | 3        |         |          | 3         |            |          | 2       | 3        |
| Pediastrum spec.          | 3        | 3         | 3       | 3         | 3        | 3       | 3        | 4         | 3          | 2        | 4       | 3        |
| Scenedesmus spec.         |          |           | 2       |           | 2        |         |          |           |            |          |         |          |
| Staurastrum spec.         | 4        | 4         | 3       | 3         | 3        | 3       | 4        | 4         | 3          | 3        | 4       | 4        |
| fädige Grünalgen          | 4        | 3         | 3       | 3         | 3        | 4       |          | 3         |            |          |         | 2        |
| <b>Conjugatae:</b>        |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Closterium spec.          | 4        | 3         | 2       | 2         |          |         |          |           | 2          | 2        | 3       | 3        |
| <b>Rotatoria:</b>         |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Keratella cochlearis      |          | 2         | 2       |           | 4        | 2       | 3        | 3         |            | 2        | 2       | 3        |

Häufigkeitsklassen: 1 (selten) - 7 (massenhaft)

Großer Eutiner See 1982/83, Zooplankton: Crustaceen.

Prozentanteil der Crustaceen am Zooplankton;

Prozentanteil der Arten am Crustaceen-Plankton (bezogen auf Individuenzahlen; ohne Nauplien).

Bearbeiter: Dr. Wolfgang Hofmann, Max-Planck-Institut für Limnologie, Plön.

|                         | 1982   |        | 1983   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                         | 23.11. | 14.12. | 05.01. | 15.03. | 28.04. | 30.05. | 14.06. | 05.07. | 08.08. | 22.09. | 24.10. | 08.11. |
| n =                     | 243    | 263    | 201    | 166    | 152    | 105    |        | 92     | 155    | 187    | 271    | 146    |
| CRUSTACEEN (%)          | 90     | 79     | 88     | 72     | 45     | 79     |        | 36     | 60     | 76     | 86     | 85     |
| Diaphanosoma brachyurum | 1      |        |        |        |        |        |        |        | 5      | 10     | 1      |        |
| Daphnia hyalina         | 11     | 8      |        |        | 1      | 13     |        |        | 1      | 1      | 3      | 2      |
| Daphnia galeata         | 7      | 8      |        | 1      | 9      | 16     |        | 5      | 26     | 7      | 16     | 12     |
| Bosmina longirostris    | 1      |        |        |        | 1      |        |        |        |        |        |        |        |
| Bosmina coregoni        | 9      | 6      | 2      | 1      | 2      | 6      |        | 2      | 1      | 17     | 54     | 60     |
| f. gibbera              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Chydorus sphaericus     |        | 1      |        |        |        |        |        | 1      | 45     | 43     | 8      | 3      |
| Eudiaptomus graciloides | 40     | 20     | 38     | 17     | 15     | 64     |        | 71     | 9      | 18     | 9      | 16     |
| Mesocyclops leuckarti   |        |        |        |        | 3      | 1      |        | 20     | 13     | 3      | 10     | 1      |
| Cyclops sp.             | 32     | 57     | 60     | 81     | 69     |        |        |        |        |        | 1      | 5      |

Großer Eutiner See 1982/83, Zooplankton: Rotatorien.

Prozentanteil der Rotatorien am Zooplankton;

Prozentanteil der Arten am Rotatorien-Plankton (bezogen auf Individuenzahlen).

Bearbeiter: Dr. Wolfgang Hofmann, Max-Planck-Institut für Limnologie, Plön.

|                         | 1982   |        | 1983   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                         | 23.11. | 14.12. | 05.01. | 15.03. | 28.04. | 30.05. | 14.06. | 05.07. | 08.08. | 22.09. | 24.10. | 08.11. |
| n =                     | 96     | 83     | 34     | 78     | 242    | 59     |        | 187    | 91     | 75     | 97     | 82     |
| ROTATORIEN (%)          | 10     | 21     | 12     | 28     | 55     | 21     |        | 64     | 40     | 24     | 14     | 15     |
| Brachionus angularis    | 11     | 8      | 3      | 9      | 15     |        |        |        |        |        | 7      | 5      |
| Brachionus calyciflorus |        |        |        |        | 4      |        |        |        |        |        |        |        |
| Keratella cochlearis    | 70     | 41     | 41     | 53     | 52     | 83     |        | 30     | 29     | 68     | 65     | 77     |
| Keratella tecta         |        |        |        |        |        | 2      |        | 7      | 11     | 7      | 3      | 2      |
| Keratella quadrata      | 6      | 12     | 26     | 13     | 19     | 7      |        | 28     |        | 1      | 12     | 1      |
| Keratella hiemalis      |        | 2      | 3      | 3      |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Kellicottia longispina  |        | 1      |        |        |        | 3      |        | 3      | 1      |        |        |        |
| Notholca labis          |        |        |        | 4      |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Notholca squamula       |        |        |        | 5      |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Asplanchna priodonta    | 2      | 1      | 6      |        | 4      | 3      |        |        |        |        | 1      |        |
| Synchaeta pectinata     | 8      | 33     | 9      | 1      | 1      | 2      |        |        |        |        |        |        |
| Polyarthra vulgaris-    |        |        | 12     | 1      | 2      |        |        |        |        |        | 1      | 1      |
| dolichoptera            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Pompholyx sulcata       |        | 1      |        |        |        |        |        | 30     | 3      | 13     | 2      | 12     |
| Filinia terminalis      | 2      |        |        | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Filinia longiseta       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 4      | 1      |
| Trichocerca similis     |        |        |        |        |        |        |        |        | 56     | 7      | 2      |        |
| Trichocerca capucina    |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 4      | 1      |        |
| Conochilus natans       |        |        |        | 10     | 2      |        |        |        |        |        |        |        |

#### 9.3.4 Kleiner Eutiner See

| <u>Kennziffer</u> | <u>Meßstelle</u>    |
|-------------------|---------------------|
| 55-012-5.5        | Kleiner Eutiner See |

Kleiner Eutiner See 1982/83 55 - 012 - 5.5

Parameter:

| Datum  | 1 m |                       |                    |        | 2 m |                       |                    |        | T (°C)<br>x |
|--------|-----|-----------------------|--------------------|--------|-----|-----------------------|--------------------|--------|-------------|
|        | pH  | O <sub>2</sub> (mg/l) | O <sub>2</sub> (‰) | T (°C) | pH  | O <sub>2</sub> (mg/l) | O <sub>2</sub> (‰) | T (°C) |             |
| 23.11. | 9.4 | 12.8                  | 103                | 4.8    | 9.4 | 12.5                  | 100                | 4.8    | 4.8         |
| 14.12. | 8.8 | 13.5                  | 102                | 2.6    | 8.8 | 13.0                  | 99                 | 2.6    | 2.6         |
| 05.01. | 8.6 | 12.5                  | 97                 | 3.5    | 8.6 | 13.4                  | 104                | 3.5    | 3.5         |
| 15.03. | 9.2 | 16.4                  | 135                | 5.6    | 9.1 | 16.1                  | 132                | 5.6    | 5.6         |
| 28.04. | 9.2 | 10.5                  | 101                | 12.2   | 9.2 | 10.1                  | 97                 | 12.2   | 12.2        |
| 30.05. | 9.2 | 8.7                   | 88                 | 14.4   | 9.2 | 8.5                   | 86                 | 14.4   | 14.4        |
| 14.06. | 8.9 | 11.8                  | 132                | 19.5   | 8.9 | 12.2                  | 136                | 19.4   | 19.4        |
| 05.07. | 9.5 | 12.7                  | 143                | 19.9   | 9.3 | 11.5                  | 129                | 19.6   | 19.7        |
| 08.08. | 9.7 | 13.5                  | 156                | 21.1   | 9.7 | 8.7                   | 99                 | 20.6   | 20.8        |
| 22.09. | 9.1 | 10.9                  | 110                | 14.5   | 9.1 | 11.8                  | 120                | 14.5   | 14.5        |
| 24.10. | 8.3 | 9.2                   | 81                 | 8.3    | 8.2 | 9.2                   | 81                 | 8.3    | 8.3         |
| 08.11. | 8.1 | 9.2                   | 81                 | 8.2    | 8.1 | 9.2                   | 81                 | 8.2    | 8.2         |

Kleiner Eutiner See 1982/83 55 - 012 - 5.5

Parameter:

| Datum  | 1 m          |        |                              |                                                 | 2 m          |        |                              |                                                 | NH <sub>4</sub> -N<br>(µg/l)<br>x | (NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> )-N<br>(µg/l)<br>x | % NH <sub>4</sub> |
|--------|--------------|--------|------------------------------|-------------------------------------------------|--------------|--------|------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------|
|        | Ges-N (µg/l) |        | NH <sub>4</sub> -N<br>(µg/l) | (NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> )-N<br>(µg/l) | Ges-N (µg/l) |        | NH <sub>4</sub> -N<br>(µg/l) | (NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> )-N<br>(µg/l) |                                   |                                                      |                   |
|        | unfiltr.     | filtr. |                              |                                                 | unfiltr.     | filtr. |                              |                                                 |                                   |                                                      |                   |
| 23.11. | 1410         | 730    | 120                          | 4                                               | 2055         | 910    | 65                           | 4                                               | 92                                | 4                                                    | 96.8              |
| 14.12. | 1150         | 860    | 145                          | 4                                               | 1610         | 730    | 50                           | 4                                               | 97                                | 4                                                    | 96.0              |
| 05.01. | 1385         | 820    | 65                           | 12                                              | 1180         | 615    | 44                           | 10                                              | 54                                | 11                                                   | 83.1              |
| 15.03. | 2385         | 1095   | 48                           | 22                                              | 1310         | 855    | 75                           | 21                                              | 61                                | 21                                                   | 74.4              |
| 28.04. | 2255         | 1700   | 220                          | 45                                              | 2760         | 1230   | 230                          | 48                                              | 225                               | 46                                                   | 83.0              |
| 30.05. | 2885         | 1920   | 470                          | 46                                              | 2495         | 1960   | 435                          | 46                                              | 452                               | 46                                                   | 90.8              |
| 14.06. | 3820         | 3310   | 1340                         | 1040                                            | 3550         | 2660   | 1040                         | 256                                             | 1100                              | 1115                                                 | 51.6              |
| 05.07. | 4400         | 1850   | 285                          | 5                                               | 4060         | 1460   | 55                           | 4                                               | 170                               | 87                                                   | 66.1              |
| 08.08. | 3040         | 1650   | 75                           | 15                                              | 3280         | 1680   | 5                            | 158                                             | 40                                | 27                                                   | 59.7              |
| 22.09. | 2340         | 1470   | 120                          | 29                                              | 2260         | 1710   | 60                           | 93                                              | 90                                | 59                                                   | 60.4              |
| 24.10. | 2150         | 1430   | 380                          | 115                                             | 2040         | 1430   | 335                          | 132                                             | 357                               | 123                                                  | 74.4              |
| 08.11. | 2060         | 1550   | 460                          | 163                                             | 2420         | 1910   | 949                          | 64                                              | 704                               | 113                                                  | 86.2              |

Kleiner Eutiner See 1982/83

55 - 012 - 5.5

Parameter:

| Datum  | 1 m                      |        | PO <sub>4</sub> -P<br>(µg/l) | 2 m                      |        | PO <sub>4</sub> -P<br>(µg/l) | Pges. (µg/l)<br>unfiltr.<br>x |
|--------|--------------------------|--------|------------------------------|--------------------------|--------|------------------------------|-------------------------------|
|        | Ges.P (µg/l)<br>unfiltr. | filtr. |                              | Ges.P (µg/l)<br>unfiltr. | filtr. |                              |                               |
| 23.11. | 540                      | 405    | 403                          | 505                      | 440    | 440                          | 522                           |
| 14.12. | 485                      | 380    | 358                          | 420                      | 390    | 358                          | 452                           |
| 05.01. | 375                      | 335    | 299                          | 410                      | 345    | 285                          | 392                           |
| 15.03. | 270                      | 175    | 172                          | 345                      | 195    | 187                          | 307                           |
| 28.04. | 270                      | 135    | 134                          | 255                      | 150    | 149                          | 262                           |
| 30.05. | 305                      | 285    | 280                          | 320                      | 275    | 270                          | 290                           |
| 14.06. | 1160                     | 955    | 355                          | 1250                     | 965    | 356                          | 1205                          |
| 05.07. | 680                      | 465    | 184                          | 660                      | 455    | 180                          | 670                           |
| 08.08. | 570                      | 335    | 147                          | 640                      | 375    | 164                          | 605                           |
| 22.09. | 560                      | 490    | 282                          | 545                      | 525    | 282                          | 552                           |
| 24.10. | 500                      | 345    | 299                          | 520                      | 430    | 389                          | 510                           |
| 08.11. | 485                      | 433    | 382                          | 534                      | 451    | 396                          | 509                           |
|        |                          |        |                              |                          |        |                              | 523                           |

Kleiner Eutiner See 1982/83

55 - 012 - 5.5

Parameter:

| Datum  | 1 m              |                                 | 2 m              | x   | 2 m   |                                 |
|--------|------------------|---------------------------------|------------------|-----|-------|---------------------------------|
|        | Leitföh. (µS/cm) | Corg. (mg/l)<br>unfiltr. filtr. | Leitföh. (µS/cm) |     | 0-2 m | Corg. (mg/l)<br>unfiltr. filtr. |
| 23.11. | 402              | 38.2 29.2                       | 401              | 401 | 28.6  | 22.8                            |
| 14.12. | 452              | 30.1 28.7                       | 449              | 450 | 31.0  | 27.6                            |
| 05.01. | 414              | 27.6 23.4                       | 413              | 413 | 24.9  | 23.0                            |
| 15.03. | 438              | 30.3 22.9                       | 440              | 439 | 28.2  | 26.8                            |
| 28.04. | 370              | 33.5 29.0                       | 378              | 374 | 33.4  | 25.3                            |
| 30.05. | 392              | 30.9 26.5                       | 410              | 401 | 28.8  | 20.6                            |
| 14.06. | 435              | - -                             | 441              | 438 | -     | -                               |
| 05.07. | 410              | - -                             | 412              | 411 | -     | -                               |
| 08.08. | 413              | - -                             | 410              | 411 | -     | -                               |
| 22.09. | 433              | 23.0 22.0                       | 452              | 442 | 26.0  | 22.0                            |
| 24.10. | 426              | 24.0 19.0                       | 427              | 426 | 24.0  | 21.0                            |
| 08.11. | 465              | 23.0 21.0                       | 466              | 465 | 25.0  | 24.0                            |

Kleiner Eutiner See 1982/83

55 - 012 - 5.5

Parameter:

| Datum  | Chl a<br>(µg/l) | Phaeoph.<br>(µg/l) | Sichttiefe<br>(m) |
|--------|-----------------|--------------------|-------------------|
| 23.11. | 63.6            | 41.4               | 0.5               |
| 14.12. | 68.8            | 40.4               | 1                 |
| 05.01. | 78.4            | 77.6               | 1                 |
| 15.03. | 122.8           | 30.0               | 1                 |
| 28.04. | 71.0            | 43.4               | 1                 |
| 30.05. |                 |                    | 1                 |
| 14.06. | 44.4            | 13.8               | 1                 |
| 05.07. | 238.3           | 10.3               | 0.5               |
| 08.08. | 42.9            | 4.4                | 0.5               |
| 22.09. | 52.5            | 10.9               | 0.5               |
| 24.10. | 25.9            | 5.8                | 1                 |
| 08.11. | 17.8            | 3.6                | 1                 |

# Phytoplankton Kleiner Eutiner See

|                                        | 1982   | 1983   |        |        |        |        |        |        |                                  |        |        |        |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------------------|--------|--------|--------|
|                                        | 23.11. | 14.12. | 15.01. | 15.03. | 28.04. | 30.05. | 14.06. | 05.07. | 08.08.                           | 22.09. | 24.10. | 08.11. |
| <u>Cyanophyceae:</u>                   |        |        |        |        |        |        |        |        |                                  |        |        |        |
| Microcystis aeruginosa KÜTZ.           | 6      | 6      | 6      | 6      | 6      | 7      | 7      | 7      | 7                                | 6      | 6      | 6      |
| Microcystis wesenbergii KOMAREK        | 2      | 3      | 3      | 3      | 4      | 3      | 3      | 3      | 3                                | 4      | 3      | 3      |
| Microcystis viridis LEMM.              |        |        | 3      | 4      | 3      | 2      |        |        |                                  |        |        |        |
| Phormidium mucicola HUB.-PEST. & NAUM. | 4      | 4      | 4      | 4      | 4      | 4      | 4      | 4      | 4                                | 4      | 4      | 4*)    |
| Coelosphaerium kuetzingianum NAEG.     |        |        |        |        |        |        |        |        | 3                                |        |        |        |
| Chroococcus minutus NAEG.              | 2      | 2      |        | 2      | 3      | 3      | 3      | 3      | 3                                | 3      | 3      | 3      |
| Anabaena flos-aquae BREB.              |        |        |        |        |        |        | 3      |        |                                  |        |        |        |
| Lyngbya cryptovaginata SCHKORBATOW     |        |        |        |        |        |        |        |        |                                  |        |        |        |
|                                        |        |        |        |        |        |        |        |        | *) stets in Microcystis-Kolonien |        |        |        |
| <u>Bacillariophyceae:</u>              |        |        |        |        |        |        |        |        |                                  |        |        |        |
| Melosira granulata RALFS               | 4      | 4      | 4      | 4      | 4      | 3      | 2      | 4      | 3                                | 4      | 4      | 4      |
| Melosira italica KÜTZ.                 |        | 2      |        |        |        |        |        |        |                                  |        |        |        |
| Cyclotella meneghiniana KÜTZ.          | 2      | 2      | 3      | 2      |        |        |        |        |                                  |        | 2      | 2      |
| Stephanodiscus rotula HENDEY           | 2      | 3      | 2      |        |        |        |        |        |                                  |        |        | 2      |
| Stephanodiscus hantzschii GRUN.        | 3      | 3      | 3      | 3      | 3      | 2      |        |        |                                  |        |        | 2      |
| Coscinodiscus lacustris GRUN.          |        | 2      |        |        |        |        |        |        |                                  |        |        |        |
| Nitzschia acicularis SMITH             |        | 3      | 2      | 2      |        |        | 3      | 2      |                                  |        | 2      | 2      |
| Nitzschia perminuta GRUN.              | 2      | 2      | 3      | 2      |        | 3      | 3      | 3      | 3                                |        | 2      | 3      |
| Syndedra acus KÜTZ.                    | 2      |        |        | 3      |        |        |        |        |                                  |        |        |        |

Häufigkeitsklassen: 1 (sehr selten) - 7 (massenhaft)

# Phytoplankton Kleiner Eutiner See

|                                  | 1982   |        | 1983   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                  | 23.11. | 14.12. | 15.01. | 15.03. | 28.04. | 30.05. | 14.06. | 05.07. | 08.08. | 22.09. | 24.10. | 08.11. |
| <u>Chlorophyceae:</u>            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Scenedesmus quadricauda BREB.    | 3      | 2      | 2      |        | 2      | 3      |        |        | 2      |        |        | 3      |
| Scenedesmus acuminatus CHOD.     | 2      |        |        |        | 3      | 2      |        |        |        | 2      |        |        |
| Monoraphidium circinalis NYG.    |        |        |        |        | 2      | 2      |        |        | 2      |        |        |        |
| Pediastrum boryanum MENEH.       | 3      | 3      | 3      | 3      | 3      | 2      |        | 2      |        | 2      | 3      | 3      |
| Pediastrum duplex MEYEN          | 2      | 2      | 3      | 3      | 3      | 2      | 2      | 2      | 2      | 3      | 3      | 2      |
| Dictyosphaerium pulchellum WOOD  |        |        | 2      | 3      |        |        |        |        |        | 3      |        |        |
| Coelastrum pulchrum SCHMIDLE     |        |        |        |        |        |        | 3      |        |        |        |        |        |
| Oocystis marssonii LEMM.         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Eutetramorus tetrasporus KOMAREK | 2      | 2      |        | 3      |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Sphaerocystis Schroeteri CHOD.   |        |        |        |        |        |        | 3      |        |        |        |        | 2      |
| <u>Coniugatophyceae:</u>         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Staurastrum cinculum SMITH       | 2      | 2      | 3      | 2      | 2      |        |        |        |        |        |        |        |
| Closterium tumidum KRIEG         |        |        |        | 2      |        |        | 2      |        |        |        |        |        |
| <u>Cryptophyceae:</u>            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Cryptomonas cf. ovata EHR.       | 2      |        | 3      | 2      | 3      | 2      | 3      | 3      | 2      | 3      | 2      | 2*)    |

\*) wahrscheinlich unterrepräsentiert durch  
Fixierungsmethode (Formol) und Probenahme (Netz)

Häufigkeitsklassen: 1 (sehr selten) - 7 (massenhaft)



Kleiner Eutiner See 1982/83, Zooplankton: Crustaceen.

Prozentanteil der Crustaceen am Zooplankton;

Prozentanteil der Arten am Crustaceen-Plankton (bezogen auf Individuenzahlen; ohne Nauplien).

Bearbeiter: Dr. Wolfgang Hofmann, Max-Planck-Institut für Limnologie, Plön.

|                         | 1982   |        | 1983   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                         | 23.11. | 14.12. | 05.01. | 15.03. | 28.04. | 30.05. | 14.06. | 05.07. | 08.08. | 22.09. | 24.10. | 08.11. |
| n =                     | 49     | 86     | 82     | 255    | 267    | 238    | 200    | 132    | 70     | 92     | 167    | 125    |
| CRUSTACEEN (%)          | 4      | 8      | 10     | 30     | 9      | 81     | 93     | 55     | 9      | 17     | 30     | 27     |
| Daphnia galeata         | 92     | 42     | 43     | 5      | 7      | 95     | 81     | 95     | 87     | 46     | 69     | 40     |
| Bosmina longirostris    |        |        |        |        |        | 1      |        |        |        |        |        | 1      |
| Bosmina coregoni        | 2      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Eudiaptomus graciloides | 2      | 1      |        | 1      | 1      | 1      | 20     | 4      | 11     | 48     | 28     | 54     |
| Mesocyclops leuckarti   |        |        |        |        |        |        |        | 1      |        | 4      | 1      |        |
| Cyclops vicinus         | 4      | 57     | 57     | 94     | 93     | 4      |        | 1      | 1      | 2      | 1      | 5      |

Kleiner Eutiner See 1982/83, Zooplankton: Rotatorien.

Prozentanteil der Rotatorien am Zooplankton;

Prozentanteil der Arten am Rotatorien-Plankton (bezogen auf Individuenzahlen).

Bearbeiter: Dr. Wolfgang Hofmann, Max-Planck-Institut für Limnologie, Plön.

|                         | 1982   |        | 1983   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                         | 23.11. | 14.12. | 05.01. | 15.03. | 28.04. | 30.05. | 14.06. | 05.07. | 08.08. | 22.09. | 24.10. | 08.11. |
| n =                     | 236    | 249    | 166    | 299    | 407    | 69     | 23     | 86     | 129    | 132    | 149    | 238    |
| ROTATORIEN (%)          | 96     | 92     | 90     | 70     | 91     | 19     | 7      | 45     | 91     | 83     | 70     | 73     |
| Brachionus angularis    | 16     | 22     | 13     | 1      | 1      |        |        |        |        | 1      | 3      | 2      |
| Brachionus calyciflorus | 5      | 6      | 7      | 1      |        | 1      |        |        |        |        |        |        |
| Brachionus urceolaris   |        | 1      |        | 1      |        | 58     | 65     |        | 1      |        |        |        |
| Keratella cochlearis    | 68     | 23     | 13     | 94     | 99     | 3      |        | 4      | 9      | 79     | 68     | 85     |
| Keratella quadrata      | 10     | 33     | 42     | 4      | 1      | 9      | 22     | 79     | 18     | 8      | 26     | 13     |
| Asplanchna girodi       | 1      |        |        |        |        |        |        |        | 1      |        |        |        |
| Synchaeta pectinata     | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Folyarthra vulg./dol.   | 1      | 15     | 25     | 1      |        | 7      |        |        |        |        |        |        |
| Filinia terminalis      |        | 1      | 1      | 1      |        | 3      |        |        |        |        |        |        |
| Filinia longiseta       |        |        |        |        |        | 14     | 13     | 18     | 72     | 14     | 4      | 1      |
| Conochilus unicornis    |        |        |        |        |        | 4      |        |        |        |        |        |        |

#### 9.3.5 Kellersee

| <u>Kennziffer</u> | <u>Meßstelle</u> |
|-------------------|------------------|
| 55-028-5.11       | Malenter Bucht   |
| 55-028-5.12       | Fissauer Bucht   |
| 55-028-5.13       | Sielbecker Bucht |

Kellersee 1982/83

Parameter: Leitfähigkeit ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

| Datum  | Stat.<br>1 m<br>55-028-5.11 | 5.12 | 5.13 | x   | 18 m<br>5.11 | 14,5 m<br>5.12 | 15 m<br>5.13 | x   | x 1 m über Grund |
|--------|-----------------------------|------|------|-----|--------------|----------------|--------------|-----|------------------|
| 22.11. | 505                         | 505  | 510  | 507 | 505          | 513            | 507          | 508 | 507              |
| 21.12. | 473                         | 455  | 465  | 464 | 478          | 430            | 480          | 463 | 463              |
| 06.01. | 459                         | 466  | 470  | 465 | 468          | 473            | 454          | 465 | 465              |
| 16.03. | 419                         | 438  | 422  | 426 | 412          | 427            | 420          | 420 | 423              |
| 21.04. | 504                         | 500  | 495  | 500 | 495          | 495            | 493          | 494 | 497              |
| 31.05. | 498                         | 480  | 473  | 484 | 485          | 495            | 490          | 490 | 487              |
| 15.06. | 497                         | 495  | 494  | 495 | 507          | 504            | 504          | 505 | 500              |
| 07.07. | 442                         | 450  | 446  | 446 | 510          | 509            | 507          | 509 | 477              |
| 09.08. | 443                         | 444  | 448  | 445 | 514          | 505            | 513          | 511 | 478              |
| 08.09. | 449                         | 452  | 449  | 450 | 519          | 508            | 515          | 514 | 482              |
| 17.10. | 339                         | 341  | 345  | 342 | 331          | 330            | 339          | 333 | 337              |
| 07.11. | 468                         | 473  | 472  | 471 | 474          | 473            | 471          | 473 | 472              |

Kellersee 1982/83

Parameter: pH

| Datum  | Stat.<br>1 m<br>55-028-5.11 | 5.12 | 5.13 | 18 m<br>5.11 | 14,5 m<br>5.12 | 15 m<br>5.13 |
|--------|-----------------------------|------|------|--------------|----------------|--------------|
| 22.11. | 8.4                         | 8.4  | 8.4  | 8.4          | 8.4            | 8.4          |
| 21.12. | 8.4                         | 8.4  | 8.4  | 8.4          | 8.4            | 8.4          |
| 06.01. | 8.2                         | 8.2  | 8.2  | 8.2          | 8.2            | 8.2          |
| 16.03. | 8.5                         | 8.7  | 8.6  | 8.5          | 8.7            | 8.6          |
| 21.04. | 8.6                         | 8.6  | 8.6  | 8.6          | 8.6            | 8.6          |
| 31.05. | 8.2                         | 8.3  | 8.2  | 7.8          | 7.8            | 7.8          |
| 15.06. | 8.6                         | 8.7  | 8.6  | 7.8          | 7.8            | 7.9          |
| 07.07. | 9.0                         | 8.9  | 9.2  | 7.7          | 7.9            | 8.2          |
| 09.08. | 8.9                         | 8.7  | 8.5  | 7.6          | 7.5            | 7.7          |
| 08.09. | 8.0                         | 8.0  | 8.0  | 7.5          | 7.5            | 7.5          |
| 17.10. | 7.8                         | 7.8  | 7.8  | 7.8          | 7.8            | 7.8          |
| 07.11. | 7.9                         | 7.9  | 7.9  | 7.9          | 7.8            | 7.8          |

Kellersee 1982/83

Parameter: Sauerstoff ( $\text{mg}/\text{l}$ )

| Datum  | Stat.<br>1 m<br>55-028-5.11 | 5.12 | 5.13 | x    | 18 m<br>5.11 | 14,5 m<br>5.12 | 15 m<br>5.13 | x    | x 1 m über Grund |
|--------|-----------------------------|------|------|------|--------------|----------------|--------------|------|------------------|
| 22.11. | 10.0                        | 10.2 | 10.3 | 10.2 | 10.2         | 9.7            | 10.4         | 10.1 | 10.1             |
| 21.12. | 10.2                        | 10.5 | 11.2 | 10.6 | 11.5         | 10.6           | 11.6         | 11.2 | 10.9             |
| 06.01. | 12.0                        | 11.7 | 11.9 | 11.9 | 11.8         | 11.7           | 11.9         | 11.8 | 11.8             |
| 16.03. | 13.6                        | 13.7 | 13.6 | 13.6 | 13.2         | 13.1           | 13.4         | 13.2 | 13.4             |
| 21.04. | 14.7                        | 14.3 | 14.5 | 14.5 | 14.4         | 14.1           | 14.1         | 14.2 | 14.3             |
| 31.05. | 10.0                        | 10.2 | 10.3 | 10.2 | 5.7          | 6.7            | 7.0          | 6.5  | 8.3              |
| 15.06. | 13.2                        | 14.6 | 14.6 | 14.1 | 5.4          | 6.6            | 7.6          | 6.5  | 10.3             |
| 07.07. | 17.6                        | 15.2 | 16.5 | 16.4 | 2.4          | 2.2            | 2.1          | 2.2  | 9.3              |
| 09.08. | 15.4                        | 13.9 | 11.2 | 13.5 | 0.4          | 0.8            | 0.7          | 0.6  | 7.0              |
| 08.09. | 8.0                         | 7.8  | 8.0  | 7.9  | 0.4          | 0.4            | 0.9          | 0.6  | 4.2              |
| 17.10. | 8.8                         | 8.1  | 8.5  | 8.5  | 7.8          | 8.0            | 8.4          | 8.1  | 8.3              |
| 07.11. | 9.5                         | 9.5  | 9.7  | 9.6  | 9.2          | 8.9            | 9.6          | 9.2  | 9.4              |

Kellersee 1982/83

Parameter: O<sub>2</sub>-Sättigung (%)

| Datum  | Stat.<br>1 m |      |      |     | 18 m |      | 14,5 m |     | 15 m |      |
|--------|--------------|------|------|-----|------|------|--------|-----|------|------|
|        | 55-028-5.11  | 5.12 | 5.13 | x   | 5.11 | 5.12 | 5.13   | x   | 5.11 | 5.12 |
| 22.11. | 87           | 89   | 89   | 88  | 89   | 84   | 90     | 88  | 89   | 84   |
| 21.12. | 81           | 84   | 89   | 85  | 91   | 84   | 92     | 89  | 91   | 84   |
| 06.01. | 95           | 93   | 94   | 94  | 93   | 93   | 94     | 93  | 93   | 93   |
| 16.03. | 107          | 108  | 107  | 107 | 103  | 103  | 106    | 104 | 103  | 103  |
| 21.04. | 126          | 123  | 125  | 125 | 121  | 118  | 120    | 120 | 121  | 118  |
| 31.05. | 99           | 103  | 103  | 102 | 51   | 61   | 63     | 58  | 51   | 61   |
| 15.06. | 140          | 158  | 157  | 152 | 48   | 62   | 72     | 61  | 48   | 62   |
| 07.07. | 202          | 171  | 188  | 187 | 22   | 20   | 19     | 20  | 22   | 20   |
| 09.08. | 180          | 160  | 127  | 156 | 4    | 7    | 7      | 6   | 4    | 7    |
| 08.09. | 84           | 83   | 84   | 84  | 4    | 4    | 8      | 5   | 4    | 4    |
| 17.10. | 84           | 78   | 81   | 81  | 75   | 77   | 81     | 72  | 75   | 77   |
| 07.11. | 86           | 86   | 88   | 87  | 84   | 81   | 87     | 84  | 84   | 81   |

Kellersee 1982/83

Parameter: Gesamt-Stickstoff, unfiltriert (µg/l)

| Datum  | Stat.<br>1 m |      |      |      | 18 m |      | 14,5 m |      | 15 m |      |
|--------|--------------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|
|        | 55-028-5.11  | 5.12 | 5.13 | x    | 5.11 | 5.12 | 5.13   | x    | 5.11 | 5.12 |
| 22.11. | 1785         | 2670 | 1685 | 2050 | 2855 | 2575 | 3000   | 2810 | 2855 | 2575 |
| 21.12. | 960          | 1315 | 740  | 1005 | 1090 | 865  | 865    | 940  | 1090 | 865  |
| 06.01. | 650          | 700  | 915  | 755  | 795  | 985  | 595    | 792  | 795  | 985  |
| 16.03. | 920          | 940  | 1195 | 1018 | 1120 | 860  | 590    | 857  | 1120 | 860  |
| 21.04. | 930          | 1145 | 1290 | 1122 | 900  | 1090 | 1015   | 1002 | 900  | 1090 |
| 31.05. | 1185         | 1185 | 1425 | 1265 | 1305 | 1075 | 1065   | 1148 | 1305 | 1075 |
| 15.06. | 5820         | 4730 | 8220 | 6257 | 3350 | 3440 | 4070   | 3620 | 3350 | 3440 |
| 07.07. | 2540         | 2530 | 2450 | 2480 | 2720 | 2650 | 2790   | 2720 | 2720 | 2650 |
| 09.08. | 3570         | 2400 | 2400 | 2790 | 2700 | 3040 | 2830   | 2857 | 2700 | 3040 |
| 08.09. | 2320         | 2350 | 2080 | 2250 | 2360 | 2380 | 2660   | 2467 | 2360 | 2380 |
| 17.10. | 2300         | 2730 | 2280 | 2437 | 2420 | 2390 | 2160   | 2323 | 2420 | 2390 |
| 07.11. | 2410         | 2410 | 2240 | 2353 | 2300 | 2590 | 2270   | 2387 | 2300 | 2590 |

Kellersee 1982/83

Parameter: Gesamt-Stickstoff, filtriert (µg/l)

| Datum  | Stat.<br>1 m |      |      |      | 18 m |      | 14,5 m |      | 15 m |      |
|--------|--------------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|
|        | 55-028-5.11  | 5.12 | 5.13 | x    | 5.11 | 5.12 | 5.13   | x    | 5.11 | 5.12 |
| 22.11. | 1550         | 1730 | 1480 | 1067 | 1740 | 1950 | 1990   | 1893 | 1740 | 1950 |
| 21.12. | 685          | 935  | 430  | 683  | 720  | 690  | 695    | 702  | 720  | 690  |
| 06.01. | 520          | 580  | 705  | 602  | 575  | 630  | 540    | 582  | 575  | 630  |
| 16.03. | 740          | 660  | 655  | 685  | 780  | 710  | 545    | 678  | 780  | 710  |
| 21.04. | 790          | 1045 | 920  | 918  | 775  | 920  | 530    | 742  | 775  | 920  |
| 31.05. | 985          | 1140 | 955  | 1027 | 1130 | 765  | 825    | 907  | 1130 | 765  |
| 15.06. | 5420         | 4480 | 7100 | 5667 | 2930 | 3180 | 3960   | 3357 | 2930 | 3180 |
| 07.07. | 1990         | 2140 | 2200 | 2110 | 2620 | 2240 | 2640   | 2500 | 2620 | 2240 |
| 09.08. | 2250         | 2270 | 1980 | 2167 | 2630 | 2470 | 2470   | 2523 | 2630 | 2470 |
| 08.09. | 1820         | 1990 | 1680 | 1830 | 2170 | 2050 | 2050   | 2090 | 2170 | 2050 |
| 17.10. | 2210         | 2530 | 2020 | 2253 | 2050 | 2000 | 2020   | 2023 | 2050 | 2000 |
| 07.11. | 2180         | 2300 | 2130 | 2203 | 2240 | 2530 | 2130   | 2300 | 2240 | 2530 |

Kellersee 1982/83

Parameter: Ammonium-Stickstoff ( $\mu\text{g NH}_4\text{-N/l}$ )

| Datum  | 1 m<br>55-028-5.11 | 5.12 | 5.13 | x    | 18 m<br>5.11 | 14,5 m<br>5.12 | 15 m<br>5.13 | x    | x 1 m über Grund |
|--------|--------------------|------|------|------|--------------|----------------|--------------|------|------------------|
| 22.11. | 615                | 655  | 620  | 630  | 605          | 840            | 615          | 687  | 658              |
| 21.12. | 60                 | 80   | 18   | 52   | 45           | 80             | 25           | 50   | 51               |
| 06.01. | 60                 | 65   | 5    | 43   | 35           | 80             | 10           | 42   | 42               |
| 16.03. | 60                 | 42   | 21   | 41   | 33           | 105            | 25           | 54   | 47               |
| 21.04. | 55                 | 100  | 50   | 68   | 45           | 55             | 45           | 48   | 58               |
| 31.05. | 245                | 230  | 160  | 212  | 70           | 30             | 40           | 47   | 129              |
| 15.06. | 235                | 930  | 2510 | 1225 | 180          | 220            | 235          | 212  | 718              |
| 07.07. | 85                 | 75   | 180  | 113  | 255          | 160            | 210          | 208  | 660              |
| 09.08. | 40                 | 1120 | 230  | 463  | 460          | 1060           | 375          | 632  | 547              |
| 08.09. | 250                | 395  | 230  | 292  | 1210         | 825            | 1130         | 1055 | 673              |
| 17.10. | 670                | 490  | 530  | 563  | 430          | 540            | 470          | 480  | 521              |
| 07.11. | 391                | 426  | 397  | 405  | 444          | 787            | 414          | 548  | 476              |

Kellersee 1982/83

Parameter: Summe von Nitrit u. Nitrat-Stickstoff ( $\mu\text{g N/l}$ )

| Datum  | 1 m<br>55-028-5.11 | 5.12 | 5.13 | x    | 18 m<br>5.11 | 14.5 m<br>5.12 | 15 m<br>5.13 | x    |
|--------|--------------------|------|------|------|--------------|----------------|--------------|------|
| 22.11. | 21                 | 23   | 24   | 23   | 20           | 26             | 23           | 23   |
| 21.12. | 10                 | 14   | 8    | 11   | 8            | 20             | 7            | 10   |
| 06.01. | 23                 | 29   | 9    | 21   | 21           | 31             | 12           | 21   |
| 16.03. | 27                 | 31   | 29   | 29   | 29           | 33             | 25           | 29   |
| 21.04. | 50                 | 50   | 50   | 50   | 51           | 51             | 49           | 51   |
| 31.05. | 82                 | 75   | 72   | 76   | 157          | 103            | 131          | 130  |
| 15.06. | 4560               | 2590 | 4110 | 3753 | 1750         | 2090           | 2960         | 2266 |
| 07.07. | 1190               | 1140 | 1060 | 1074 | 1770         | 1710           | 1580         | 1687 |
| 09.08. | 928                | 1020 | 1010 | 986  | 1200         | 1080           | 1620         | 1300 |
| 08.09. | 794                | 721  | 714  | 743  | 118          | 630            | 317          | 346  |
| 17.10. | 984                | 1100 | 876  | 987  | 950          | 910            | 903          | 921  |
| 07.11. | 928                | 915  | 928  | 803  | 940          | 903            | 940          | 928  |

Kellersee 1982/83

Parameter: Gesamt-Phosphor, unfiltriert ( $\mu\text{g/l}$ )

| Datum  | 1 m<br>55-028-5.11 | 5.12 | 5.13 | x   | 18 m<br>5.11 | 14.5 m<br>5.12 | 15 m<br>5.13 | x   | x 1 m über Grund |
|--------|--------------------|------|------|-----|--------------|----------------|--------------|-----|------------------|
| 22.11. | 270                | 285  | 495  | 350 | 260          | 270            | 260          | 263 | 306              |
| 21.12. | 300                | 285  | 290  | 292 | 270          | 245            | 280          | 265 | 278              |
| 06.01. | 350                | 240  | 225  | 272 | 285          | 255            | 260          | 267 | 269              |
| 16.03. | 195                | 195  | 185  | 192 | 200          | 150            | 210          | 187 | 189              |
| 21.04. | 105                | 80   | 180  | 122 | 105          | 90             | 140          | 112 | 117              |
| 31.05. | 135                | 80   | 160  | 125 | 195          | 135            | 135          | 155 | 140              |
| 15.06. | 340                | 315  | 360  | 338 | 600          | 400            | 355          | 452 | 395              |
| 07.07. | 85                 | 95   | 95   | 92  | 295          | 335            | 310          | 313 | 203              |
| 09.08. | 145                | 125  | 120  | 130 | 430          | 445            | 370          | 415 | 272              |
| 08.09. | 185                | 315  | 195  | 230 | 580          | 470            | 560          | 537 | 384              |
| 17.10. | 305                | 310  | 240  | 285 | 265          | 245            | 235          | 248 | 267              |
| 07.11. | 339                | 309  | 303  | 317 | 294          | 291            | 318          | 301 | 309              |

# Kellersee 1982/83

Parameter: Gesamt-Phosphor, filtriert ( $\mu\text{g/l}$ )

| Datum  | 1 m<br>55-028-5.11 | 5.12 | 5.13 | x   | 18 m<br>5.11 | 14.5 m<br>5.12 | 15 m<br>5.13 | x   |
|--------|--------------------|------|------|-----|--------------|----------------|--------------|-----|
| 22.11. | 245                | 275  | 440  | 320 | 255          | 260            | 215          | 243 |
| 21.12. | 275                | 245  | 260  | 260 | 240          | 240            | 270          | 250 |
| 06.01. | 240                | 210  | 195  | 215 | 255          | 245            | 255          | 252 |
| 16.03. | 190                | 190  | 165  | 182 | 195          | 130            | 155          | 160 |
| 21.04. | 80                 | 65   | 95   | 80  | 80           | 80             | 95           | 85  |
| 31.05. | 120                | 75   | 95   | 97  | 165          | 125            | 115          | 135 |
| 15.06. | 240                | 225  | 245  | 237 | 525          | 335            | 240          | 367 |
| 07.07. | 45                 | 50   | 65   | 53  | 290          | 275            | 285          | 283 |
| 09.08. | 75                 | 70   | 55   | 67  | 425          | 440            | 320          | 395 |
| 08.09. | 100                | 85   | 100  | 95  | 550          | 440            | 515          | 502 |
| 17.10. | 230                | 210  | 215  | 218 | 220          | 180            | 190          | 107 |
| 07.11. | 279                | 279  | 285  | 281 | 276          | 282            | 291          | 283 |

# Kellersee 1982/83

Parameter: gl. reaktives Phosphat ( $\mu\text{g PO}_4\text{-P/l}$ )

| Datum  | 1 m<br>55-028-5.11 | 5.12 | 5.13 | x    | 18 m<br>5.11 | 14.5 m<br>5.12 | 15 m<br>5.13 | x    |
|--------|--------------------|------|------|------|--------------|----------------|--------------|------|
| 22.11. | 2.2                | 3.0  | 3.0  | 2.7  | 1.9          | 0.2            | 0.2          | 0.8  |
| 21.12. | -                  | -    | -    | -    | -            | -              | -            | -    |
| 06.01. | 1.5                | 0.7  | 0.7  | 1.0  | 1.1          | 1.9            | 1.3          | 1.4  |
| 16.03. | 7.4                | 8.1  | 6.7  | 7.4  | -            | -              | -            | -    |
| 21.04. | 5.9                | 5.9  | 6.7  | 6.2  | 4.0          | 4.5            | 3.2          | 3.9  |
| 31.05. | -                  | -    | -    | -    | -            | -              | -            | -    |
| 15.06. | 7.4                | 21.5 | 7.4  | 12.1 | 10.8         | 10.3           | 12.9         | 11.3 |
| 07.07. | 33.3               | 29.6 | 37.0 | 33.3 | 10.4         | 9.4            | 9.8          | 9.9  |
| 09.08. | 46.0               | 55.5 | 17.8 | 39.7 | 7.7          | 7.4            | 8.2          | 7.8  |
| 08.09. | 25.2               | 24.4 | 30.3 | 26.6 | 4.5          | 5.7            | 4.0          | 4.7  |
| 17.10. | 2.2                | 3.0  | 2.2  | 2.5  | 2.5          | 2.4            | 0.9          | 1.9  |
| 07.11. | 1.5                | 1.5  | 1.5  | 1.5  | 2.7          | 1.6            | 1.6          | 2.0  |

# Kellersee 1982/83

Parameter: Sichttiefe (m)

| Datum  | Stat.<br>55-028-5.11 | 5.12 | 5.13 | x   |
|--------|----------------------|------|------|-----|
| 22.11. | 3.0                  | 3.0  | 3.0  | 3.0 |
| 21.12. | 4.5                  | 4.5  | 4.5  | 4.5 |
| 06.01. | 4.5                  | 5.5  | 5.5  | 5.2 |
| 16.03. | 3.5                  | 3.5  | 3.5  | 3.5 |
| 21.04. | 3.5                  | 3.5  | 3.5  | 3.5 |
| 31.05. | 6.5                  | 4.5  | 6.5  | 5.8 |
| 15.06. | 3.5                  | 2.5  | 2.5  | 2.8 |
| 07.07. | 1.5                  | 1.5  | 1.5  | 1.5 |
| 09.08. | 2.0                  | 1.5  | 2.0  | 1.7 |
| 08.09. | 2.0                  | 2.0  | 2.0  | 2.0 |
| 17.10. | 4.5                  | 4.5  | 4.5  | 4.5 |
| 07.11. | 3.5                  | 3.5  | 3.5  | 3.5 |

# Phytoplankton Kellersee

|                           | XI<br>82 | XII<br>82 | I<br>83 | III<br>83 | IV<br>83 | V<br>83 | VI<br>83 | VII<br>83 | VIII<br>83 | IX<br>83 | X<br>83 | XI<br>83 |
|---------------------------|----------|-----------|---------|-----------|----------|---------|----------|-----------|------------|----------|---------|----------|
| <b>Cyanophyceae:</b>      |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Anabaena spec.            |          |           |         |           |          | 3       | 2        | 2         | 3          |          |         |          |
| Aphanizomenon spec.       |          |           |         |           |          | 3       | 2        | 4         | 6          |          |         |          |
| Microcystis spec.         | 3        | 3         | 3       |           |          |         | 2        | 2         | 3          | 3        | 2       | 2        |
| Phormidium spec.          | 3        |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| <b>Chrysophyceae:</b>     |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Dinobryon sociale         |          |           |         |           |          |         |          | 4         |            |          |         |          |
| Tribonema spec.           |          |           |         |           |          | 3       | 3        | 2         |            | 4        | 3       | 2        |
| <b>Bacillariophyceae:</b> |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Asterionella formosa      | 2        | 2         | 2       | 4         | 5        | 5       | 3        |           | 2          | 2        | 2       | 2        |
| Cyclotella comta          | 3        | 3         | 3       | 3         | 4        | 3       | 3        | 4         |            | 3        | 3       | 3        |
| Diatoma vulgare           |          |           |         |           | 2        |         | 2        |           |            |          |         |          |
| Fragilaria crotonensis    | 3        | 2         | 2       | 3         | 4        | 4       | 3        | 2         | 3          | 3        | 3       | 2        |
| Fragilaria spec.          | 2        | 2         | 2       | 3         | 3        | 2       | 2        |           | 2          | 2        |         |          |
| Melosira granulata        | 3        | 3         | 2       | 3         | 2        | 3       | 4        | 3         |            | 6        | 4       | 3        |
| Melosira varians          |          |           | 2       | 3         | 3        | 2       |          | 2         |            |          |         |          |
| Nitzschia acicularis      |          |           |         |           | 2        | 2       | 2        |           | 2          |          |         |          |
| Synedra ulna              |          |           |         | 2         | 2        |         |          | 2         |            | 2        |         |          |
| Synedra spec.             |          |           |         | 3         | 3        |         |          |           |            |          |         |          |
| <b>Dinophyceae:</b>       |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Ceratium hirundinella     |          |           |         | 2         | 3        | 3       | 4        | 6         | 3          | 3        | 3       | 2        |
| Peridinium spec.          |          |           |         |           |          |         |          |           |            | 2        |         |          |
| <b>Chlorophyceae:</b>     |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Eudorina elegans          | 2        |           |         | 3         | 2        |         | 3        | 2         | 2          |          |         |          |
| Pediastrum spec.          | 3        | 3         | 3       | 3         | 3        | 3       | 3        | 3         | 3          | 3        | 3       |          |
| Scenedesmus spec.         |          |           |         |           |          |         |          | 2         |            |          |         |          |
| Staurostrum spec.         | 4        | 4         | 4       | 4         | 2        | 3       | 2        | 2         | 3          | 3        | 3       | 4        |
| <b>Conjugatophyceae:</b>  |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Spirogyra spec.           |          |           |         |           |          | 2       | 2        |           |            |          |         |          |
| Closterium aciculare      | 3        | 2         | 3       |           |          |         |          |           |            |          | 2       | 2        |
| <b>Rotatoria:</b>         |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Kellicottia longispina    |          | 2         |         |           |          |         |          |           |            | 2        |         |          |
| Keratella cochlearis      | 2        | 3         | 2       | 2         | 3        | 3       | 3        | 2         |            | 3        | 2       | 2        |
| Keratella quadrata        |          |           | 2       | 2         | 2        | 2       |          | 3         |            |          |         |          |
| <b>Ciliata:</b>           |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Tintinuopsis lacustris    |          | 2         |         |           | 4        |         |          | 2         |            | 2        | 2       |          |

Häufigkeitsklassen: 1 (sehr selten) - 7 (massenhaft)



Kellersee 1982/83, Zooplankton: Crustaceen.

Prozentanteil der Crustaceen am Zooplankton;

Prozentanteil der Arten am Crustaceen-Plankton (bezogen auf Individuenzahlen; ohne Nauplien).

Bearbeiter: Dr. Wolfgang Hofmann, Max-Planck-Institut für Limnologie, Plön.

|                                  | 1982   |        | 1983   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                  | 22.11. | 21.12. | 06.01. | 16.03. | 21.04. | 31.05. | 15.06. | 07.07. | 04.08. | 08.09. | 17.10. | 07.11. |
| n =                              | 228    | 240    | 260    | 407    | 112    | 259    | 57     | 25     | 31     | 198    | 190    | 246    |
| CRUSTACEEN (%)                   | 86     | 89     | 86     | 97     | 73     | 95     | 5      | 2      | 70     | 16     | 88     | 95     |
| <i>Daphnia cucullata</i>         |        |        |        |        |        |        |        | 8      |        |        |        |        |
| <i>Daphnia hyalina</i>           | 4      | 1      | 1      | 1      | 3      | 6      | 7      | 4      |        |        | 5      | 2      |
| <i>Daphnia galeata</i>           | 4      |        | 1      |        | 1      | 62     | 42     | 60     | 55     | 4      | 30     | 2      |
| <i>Ceriodaphnia quadrangula</i>  | 21     | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        | 22     | 35     |
| <i>Bosmina longirostris</i>      | 5      | 8      | 12     |        | 3      | 1      |        |        |        |        | 2      | 1      |
| <i>Bosmina coregoni</i>          | 1      |        | 1      |        | 4      | 1      |        |        |        |        |        | 1      |
| f. gibbera                       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <i>Chydorus sphaericus</i>       | 7      | 11     | 10     |        |        |        | 7      |        |        |        | 1      | 1      |
| <i>Eudiaptomus gracilis</i>      | 39     | 49     | 41     | 8      | 19     | 29     | 5      | 4      | 19     | 6      | 28     | 34     |
| <i>Eudiaptomus graciloides</i>   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <i>Thermocyclops oithonoides</i> | 1      |        |        |        | 1      |        |        |        |        |        |        |        |
| <i>Mesocyclops leuckarti</i>     | 6      | 1      |        |        | 3      |        | 32     | 24     | 26     | 90     | 12     | 18     |
| <i>Diacyclops bicuspidatus</i>   | 1      | 1      | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <i>Cyclops abyssorum</i> spp.    | 11     | 30     | 35     | 91     | 69     | 2      | 7      |        |        |        | 1      | 6      |

### Prozentanteil der Rotatorien am Zooplankton;

Bearbeiter: Dr. Wolfgang Hofmann, Max-Planck-Institut für Limnologie, Plön.

[illegible]

### 9.3.6 Ukleisee

| <u>Kennziffer</u> | <u>Meßstelle</u> |
|-------------------|------------------|
| 55-012-5.1        | Ukleisee         |

# Physikalisch-chemische Daten

Ukleisee Stat. 55 - 012 - 5.1

Parameter:

| Datum  | T (°C) |      |      | Leitfähigkeit<br>( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) |      |     |
|--------|--------|------|------|----------------------------------------------|------|-----|
|        | 1 m    | 14 m | x    | 1 m                                          | 14 m | x   |
| 30.11. | 6.4    | 6.4  | 6.4  | 470                                          | 475  | 472 |
| 13.12. | 4.6    | 4.6  | 4.6  | 445                                          | 440  | 442 |
| 24.01. | 3.7    | 3.7  | 3.7  | 539                                          | 523  | 531 |
| 23.03. | 5.0    | 4.8  | 4.9  | 538                                          | 533  | 535 |
| 25.04. | 11.8   | 5.7  | 8.7  | 479                                          | 505  | 492 |
| 24.05. | 15.2   | 6.0  | 10.6 | 485                                          | 523  | 504 |
| 02.06. | 17.1   | 6.2  | 11.6 | 417                                          | 441  | 429 |
| 26.07. | 22.1   | 6.5  | 14.3 | 423                                          | 530  | 476 |
| 11.08. | 20.0   | 6.8  | 13.4 | 415                                          | 534  | 474 |
| 27.09. | 14.7   | 6.9  | 10.8 | 427                                          | 529  | 478 |
| 25.10. | 9.9    | 8.4  | 9.1  | 382                                          | 454  | 418 |
| 10.11. | 8.6    | 8.6  | 8.6  | 454                                          | 460  | 457 |

Ukleisee Stat. 55 - 012 - 5.1

Parameter:

| Datum  | pH  |      | O <sub>2</sub> (mg/l) |      | % O <sub>2</sub> -<br>Sättigung |     |
|--------|-----|------|-----------------------|------|---------------------------------|-----|
|        | 1 m | 14 m | 1 m                   | 14 m | 1 m                             | 5 m |
| 30.11. | 8.5 | 8.5  | 11.1                  | 10.9 | 93                              | 91  |
| 13.12. | 7.8 | 7.8  | 9.2                   | 8.8  | 74                              | 70  |
| 24.01. | 8.1 | 8.1  | 12.4                  | 12.1 | 97                              | 94  |
| 23.03. | 8.8 | 8.8  | 14.1                  | 13.8 | 114                             | 111 |
| 25.04. | -   | -    | 17.2                  | 7.9  | 164                             | 65  |
| 24.05. | 8.4 | 7.8  | 9.4                   | 0.5  | 97                              | 4   |
| 02.06. | 8.1 | 7.3  | 12.2                  | 1.7  | 130                             | 14  |
| 26.07. | 8.7 | -    | 10.9                  | 0.7  | 127                             | 6   |
| 11.08. | 8.6 | 7.7  | 13.6                  | 0.4  | 159                             | 3   |
| 27.09. | 8.1 | 7.2  | 9.5                   | 0.4  | 97                              | 3   |
| 25.10. | 8.1 | 7.6  | 7.8                   | 6.2  | 71                              | 55  |
| 10.11. | 7.7 | 7.6  | 7.6                   | 5.9  | 67                              | 52  |

Ukleisee 1982/83 55 - 012 - 51

Parameter:

| Datum  | Chl a (µg/l) |      | Phaeo-<br>phytin (µg/l) | Sicht-<br>tiefe (m) | Corg. (mg/l)    |      | Corg. (mg/l)  |      |
|--------|--------------|------|-------------------------|---------------------|-----------------|------|---------------|------|
|        | 1 m          | 14 m |                         |                     | unfiltr.<br>1 m | 14 m | filtr.<br>1 m | 14 m |
| 30.11. | -            | -    | -                       | 3.0                 | 22.0            | 26.7 | 20.4          | 25.0 |
| 13.12. | 3.0          | -    | 4.8                     | 3.0                 | 23.7            | 26.7 | 20.3          | 25.8 |
| 24.01. | 0.7          | -    | 6.0                     | 4.0                 | 25.8            | 28.0 | 24.0          | 26.5 |
| 23.03. | 22.2         | -    | 12.1                    | 2.0                 | 24.7            | 25.3 | 23.5          | 24.8 |
| 25.04. | 1.5          | -    | 2.1                     | 1.5                 | 25.2            | 26.2 | 22.8          | 25.7 |
| 24.05. | 0.7          | -    | 1.3                     | 4.5                 | 28.5            | 25.4 | 25.1          | 24.0 |
| 02.06. | -            | -    | -                       | 4.0                 | -               | -    | -             | -    |
| 26.07. | 8.9          | -    | 4.6                     | 1.5                 | -               | -    | -             | -    |
| 11.08. | 8.9          | -    | 2.6                     | 1.5                 | -               | -    | -             | -    |
| 27.09. | 19.2         | -    | 0.0                     | 2.5                 | 12.0            | 11.0 | 11.0          | 10.0 |
| 25.10. | 5.5          | -    | 0.0                     | 2.5                 | 10.0            | 11.0 | 9.1           | 10.0 |
| 10.11. | 0.7          | -    | 0.3                     | 3.5                 | 10.0            | 10.0 | 9.3           | 7.3  |

Ukleisee 1982/83 55 - 012 - 51

Parameter:

| Datum  | Ges.-P (µg/l)   |      |     | Ges.-P (µg/l) |      | PO <sub>4</sub> -P (µg/l) |      |
|--------|-----------------|------|-----|---------------|------|---------------------------|------|
|        | unfiltr.<br>1 m | 14 m | x   | filtr.<br>1 m | 14 m | 1 m                       | 14 m |
| 30.11. | 235             | 170  | 202 | 190           | 140  | 188                       | 119  |
| 13.12. | 135             | 135  | 135 | 120           | 125  | 88                        | 119  |
| 24.01. | 125             | 125  | 125 | 125           | 120  | 119                       | 97   |
| 23.03. | 115             | 105  | 110 | 60            | 30   | 59                        | 29   |
| 25.04. | 60              | 75   | 67  | 39            | 20   | 15                        | 15   |
| 24.05. | 80              | 30   | 55  | 45            | 20   | 30                        | 15   |
| 02.06. | 110             | 125  | 117 | 75            | 95   | 22                        | 23   |
| 26.07. | 125             | 335  | 230 | 55            | 325  | 5                         | 142  |
| 11.08. | 50              | 520  | 285 | 30            | 380  | 5                         | 170  |
| 27.09. | 185             | 710  | 447 | 150           | 585  | 12                        | 492  |
| 25.10. | 162             | 555  | 358 | 92            | 439  | 45                        | 404  |
| 10.11. | 213             | 163  | 188 | 103           | 80   | 47                        | 45   |

Ukleisee 1982/83 55 - 012 - 51

Parameter:

| Datum  | Ges.N. (µg/l)   |      |      | Ges.N. (µg/l) |      | NH <sub>4</sub> -N (µg/l) |      |      | (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> )-N (µg/l) |      |      |      |
|--------|-----------------|------|------|---------------|------|---------------------------|------|------|-----------------------------------------------|------|------|------|
|        | unfiltr.<br>1 m | 14 m | x    | filtr.<br>1 m | 14 m | 1 m                       | 14 m | x    | % NH <sub>4</sub>                             | 1 m  | 14 m | x    |
| 30.11. | 1225            | 1243 | 1234 | 1190          | 940  | 455                       | 455  | 455  | 91.0 <sup>4</sup>                             | 44   | 46   | 45   |
| 13.12. | 1410            | 1015 | 1212 | 1165          | 790  | 505                       | 475  | 490  | 97.4                                          | 14   | 12   | 13   |
| 24.01. | 770             | 1015 | 892  | 740           | 835  | 190                       | 265  | 227  | 92.3                                          | 21   | 17   | 19   |
| 23.03. | 950             | 1005 | 977  | 920           | 720  | 25                        | 35   | 30   | 61.2                                          | 19   | 19   | 19   |
| 25.04. | 1380            | 1415 | 1397 | 860           | 1230 | 75                        | 335  | 205  | 83.7                                          | 31   | 49   | 40   |
| 24.05. | 1295            | 1505 | 1400 | 985           | 1230 | 150                       | 500  | 325  | 88.6                                          | 49   | 35   | 42   |
| 02.06. | 4410            | 4000 | 4205 | 4230          | 3790 | 775                       | 1230 | 1002 | 29.8                                          | 2650 | 2080 | 2365 |
| 26.07. | 2440            | 3170 | 2805 | 1980          | 2910 | 95                        | 2110 | 1102 | 54.9                                          | 1070 | 739  | 904  |
| 11.08. | 1820            | 3130 | 2475 | 1590          | 2920 | 45                        | 2530 | 1287 | 97.5                                          | 44   | 23   | 33   |
| 27.09. | 3050            | 4430 | 3740 | 1830          | 3350 | 690                       | 2380 | 1535 | 87.8                                          | 409  | 19   | 214  |
| 25.10. | 1930            | 3920 | 2925 | 1480          | 3010 | 367                       | 1560 | 963  | 64.5                                          | 405  | 657  | 531  |
| 10.11. | 1820            | 1790 | 1805 | 1530          | 1560 | 442                       | 445  | 443  | 59.4                                          | 379  | 228  | 303  |

# Phytoplankton Ukleisee

|                           | XI<br>82 | XII<br>82 | I<br>83 | III<br>83 | IV<br>83 | V<br>83 | VI<br>83 | VII<br>83 | VIII<br>83 | IX<br>83 | X<br>83 | XI<br>83 |
|---------------------------|----------|-----------|---------|-----------|----------|---------|----------|-----------|------------|----------|---------|----------|
| <b>Cyanophyceae:</b>      |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Fädige Blaualgen          | 4        | 5         | 5       | 3         | 4        | 3       | 4        |           |            | 2        | 3       | 3        |
| Microcystis spec.         | 3        | 2         | 2       |           |          |         | 4        | 4         | 6          | 5        | 4       | 4        |
| <b>Bacillariophyceae:</b> |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Asterionella formosa      | 3        | 3         | 4       | 6         | 5        | 4       | 2        | 2         |            | 3        | 2       | 2        |
| Cyclotella comta          | 3        | 2         | 3       | 5         |          | 2       | 4        | 3         |            | 2        | 3       | 3        |
| Fragilaria capucina       |          |           |         |           |          | 3       | 3        |           |            |          |         |          |
| Fragilaria crotonensis    | 3        | 3         | 2       | 3         | 2        | 2       | 2        |           |            | 3        | 4       | 3        |
| Gyrosigma attenuatum      | 2        | 2         | 2       | 2         |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Melosira granulata        | 5        | 4         | 3       | 4         | 2        |         |          | 2         |            | 2        | 3       | 3        |
| Melosira varians          |          |           |         | 3         |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Nitzschia acicularis      | 3        | 3         | 2       | 3         |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Nitzschia sigmaidea       |          |           |         | 2         |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Synedra spec.             | 3        | 3         | 3       | 4         | 2        |         |          |           |            |          |         |          |
| Tabellaria fenestrata     |          |           |         | 3         |          |         |          |           |            |          |         |          |
| <b>Dinophyceae:</b>       |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Ceratium hirundinella     | 2        |           |         | 2         | 3        | 5       | 4        | x         | 5          | 6        | 5       | 4        |
| Peridinium spec.          |          |           |         |           |          | 3       |          |           | 3          | 3        | 3       | 3        |
| <b>Chlorophyceae:</b>     |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Coelastrum microporum     |          |           |         |           |          |         | 3        | 3         | 3          | 3        | 2       |          |
| Coelastrum reticulatum    |          |           |         |           |          |         |          |           | 4          | 4        | 4       | 4        |
| Eudorina elegans          | 3        | 3         | 2       | 3         | 2        |         | 6        |           | 2          | 5        | 2       | 2        |
| Pseudonitzschia morum     |          |           |         |           |          |         |          |           |            | 3        | 3       | 4        |
| Pediastrum spec.          | 2        | 2         | 2       | 2         | 2        | 2       | 3        | 4         | 4          | 2        | 2       | 2        |
| Staurastrum spec.         | 2        | 2         | 2       |           |          | 2       | 2        | 2         | 2          | 2        | 3       | 2        |
| <b>Rotatoria:</b>         |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Kellicottia longispina    |          |           |         |           | 2        | 2       |          |           |            |          |         |          |
| Keratella cochlearis      | 3        | 3         | 2       | 2         | 3        | 4       | 3        | 4         | 3          | 2        | 2       | 2        |
| Keratella quadrata        |          |           |         |           | 2        | 2       | 3        |           |            |          |         |          |
| <b>Ciliata:</b>           |          |           |         |           |          |         |          |           |            |          |         |          |
| Tintinopsis lacustris     | 3        | 2         |         | 3         | 2        |         |          |           |            |          | 2       | 2        |

Häufigkeitsklassen: 1 (sehr selten) - 7 (massenhaft)

Uksee 1982/83, Zooplankton: Rotatorien.

Prozentanteil der Rotatorien am Zooplankton;

Prozentanteil der Arten am Rotatorien-Plankton (bezogen auf Individuenzahlen).

Bearbeiter: Dr. Wolfgang Hofmann, Max-Planck-Institut für Limnologie, Plön.

|                                  | 1982   |        | 1983   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                  | 30.11. | 13.12. | 24.01. | 23.03. | 25.04. | 24.05. | 02.06. | 26.07. | 11.08. | 27.09. | 25.10. | 14.11. |
| n =                              | 214    | 191    | 183    | 56     | 436    | 239    | 208    | 212    | 166    | 332    | 130    | 63     |
| ROTATORIIEN (%)                  | 40     | 33     | 27     | 12     | 53     | 31     | 45     | 26     | 29     | 76     | 44     | 13     |
| Brachionus angularis             | 1      | 1      | 4      | 8      | 34     |        |        |        |        |        | 1      | 2      |
| Brachionus calyciflorus          |        |        |        | 2      | 12     |        |        |        |        |        |        |        |
| Keratella cochlearis             | 73     | 86     | 80     | 61     | 28     | 51     | 74     | 91     | 18     | 42     | 78     | 81     |
| Keratella quadrata               | 6      | 9      | 7      | 7      | 6      | 19     | 14     |        |        | 1      | 1      | 3      |
| Keratella tecta                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1      | 1      |        |
| Kellicottia longispina           | 1      | 1      | 5      | 7      | 2      | 4      | 10     | 1      |        |        | 2      | 2      |
| Asplanchna priodonta             | 1      |        | 1      |        | 4      | 2      |        | 1      | 1      | 1      |        | 2      |
| Synchaeta pectinata              | 1      | 1      |        |        | 3      |        |        |        |        |        |        |        |
| Polyarthra vulgaris-dolichoptera | 1      |        | 1      |        | 1      |        | 1      |        |        |        | 2      | 10     |
| Polyarthra major                 |        |        |        |        |        |        |        | 4      | 74     | 34     | 3      |        |
| Pompholyx sulcata                | 11     | 1      |        |        |        |        | 1      |        | 5      | 18     | 5      | 2      |
| Filinia terminalis               |        |        | 1      | 13     | 9      |        |        |        |        |        |        |        |
| Filinia longiseta                | 6      | 2      | 1      |        | 1      |        |        |        |        | 1      | 1      |        |
| Conochilus unicornis             |        |        |        | 2      | 2      | 23     | 1      | 2      |        | 2      |        |        |
| Trichocerca similis              | 1      |        |        |        | 1      |        |        |        | 1      | 1      | 3      |        |
| Trichocerca capucina             | 1      |        |        |        |        |        |        | 1      | 2      | 2      | 1      |        |

Ukleysee 1982/83, Zooplankton: Crustaceen.

Prozentanteil der Crustaceen am Zooplankton;

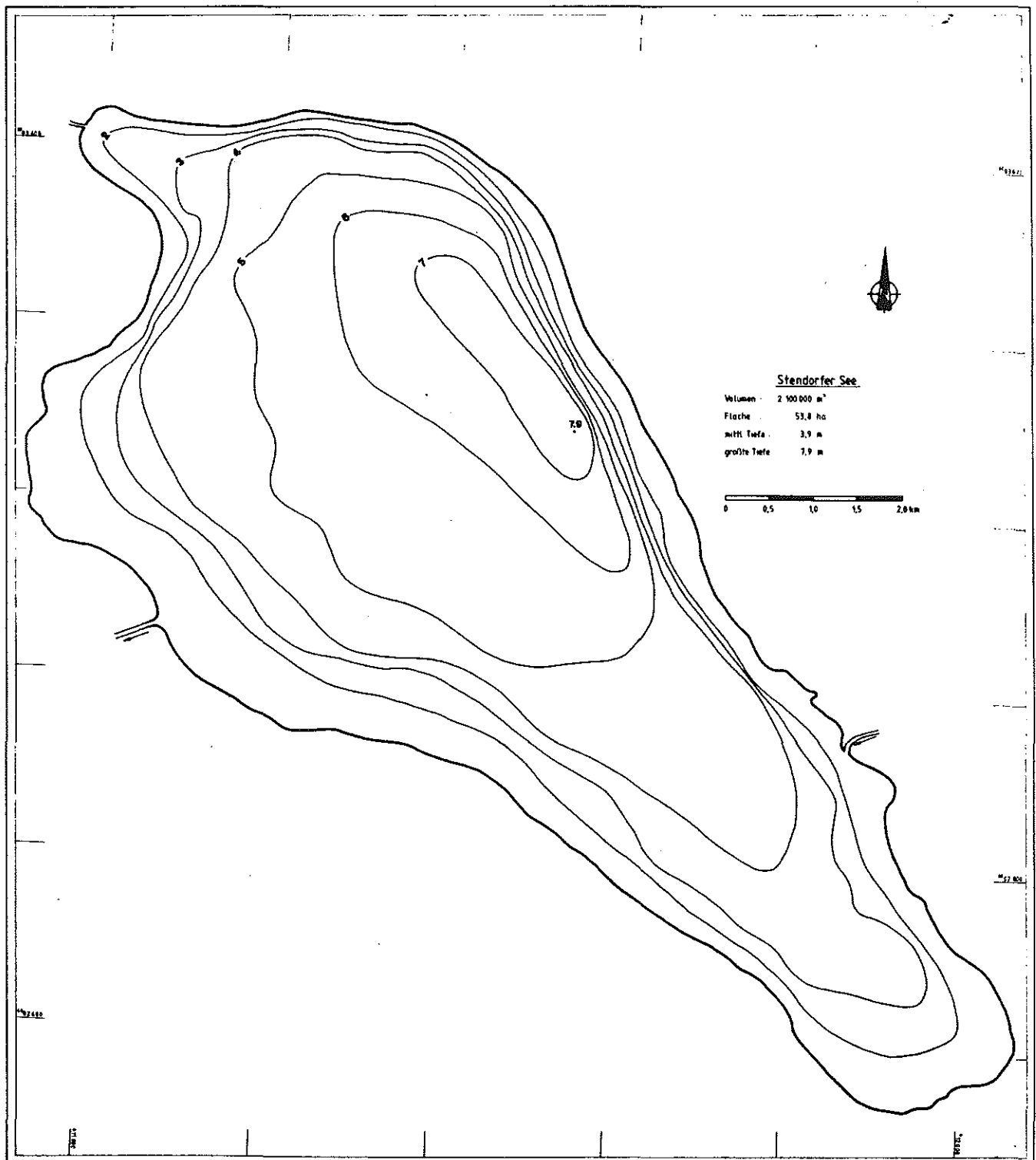
Prozentanteil der Arten am Crustaceen-Plankton (bezogen auf Individuenzahlen; ohne Nauplien).

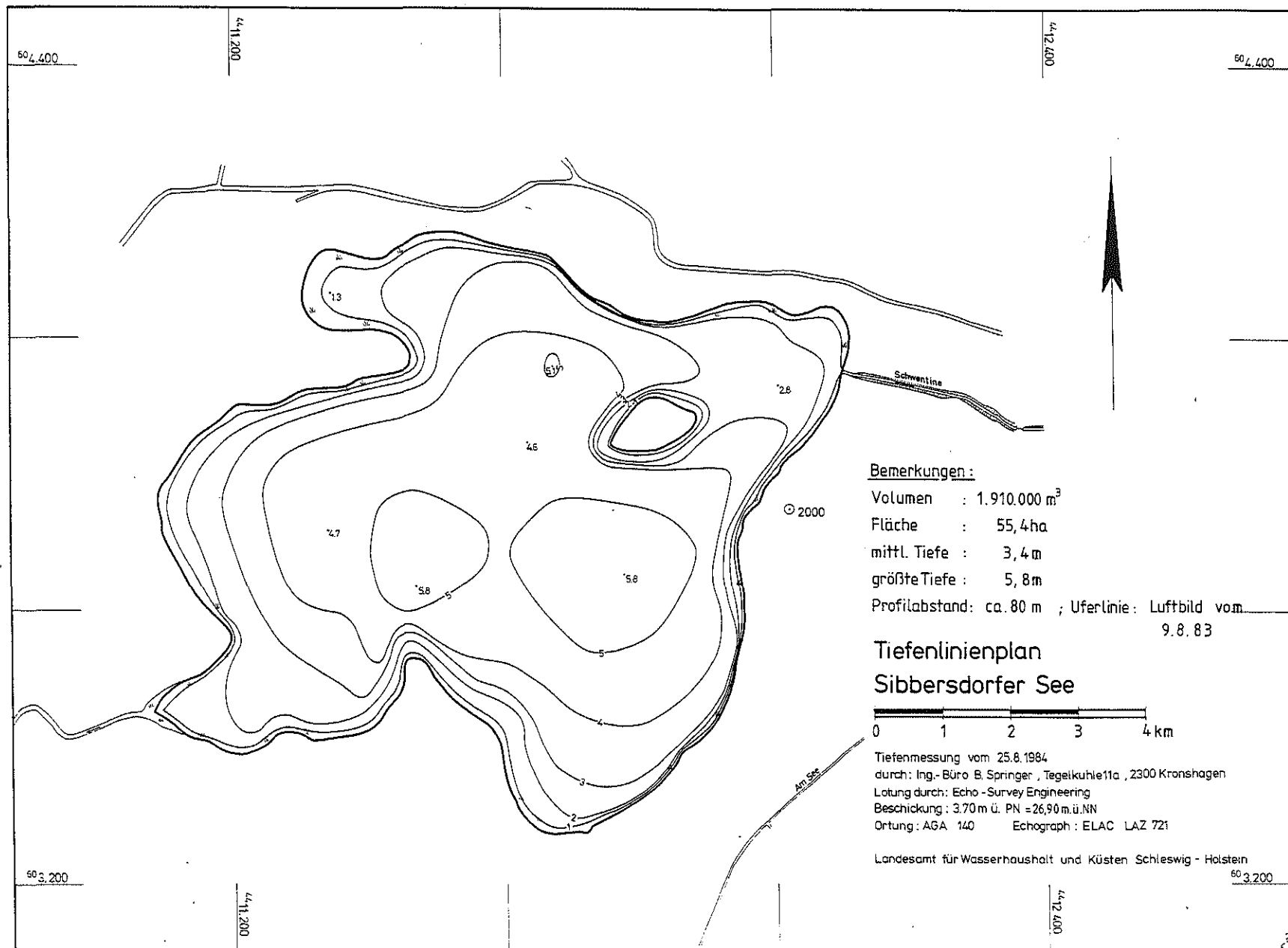
Bearbeiter: Dr. Wolfgang Hofmann, Max-Planck-Institut für Limnologie, Plön.

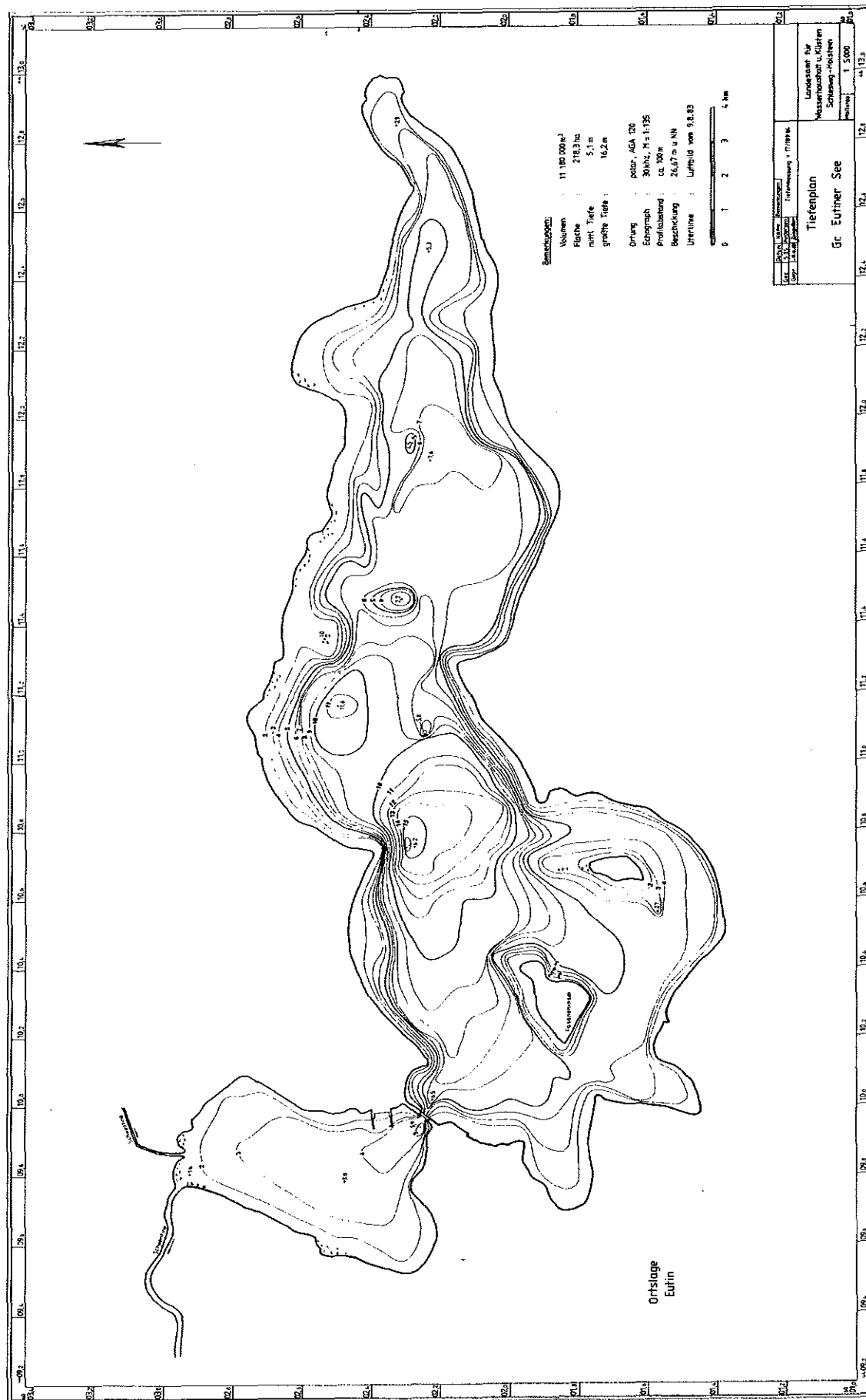
|                                  | 1982   |        | 1983   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                  | 30.11. | 13.12. | 24.01. | 23.03. | 25.04. | 24.05. | 02.06. | 26.07. | 11.08. | 27.09. | 25.10. | 14.11. |
| n =                              | 228    | 196    | 227    | 303    | 179    | 390    | 166    | 223    | 204    | 164    | 112    | 322    |
| CRUSTACEEN (%)                   | 60     | 67     | 73     | 88     | 47     | 69     | 55     | 74     | 71     | 24     | 56     | 87     |
| <i>Diaphanosoma brachyurum</i>   |        |        |        |        |        |        |        | 19     | 15     | 18     |        |        |
| <i>Daphnia cucullata</i>         | 32     | 6      | 1      |        | 3      | 41     | 35     | 19     | 16     | 15     | 13     | 13     |
| <i>Daphnia hyalina</i>           |        |        |        | 1      |        | 2      | 7      |        |        |        |        | 1      |
| <i>Daphnia galeata</i>           |        |        |        |        |        | 7      | 13     |        |        |        |        |        |
| <i>Bosmina longirostris</i>      | 1      |        |        |        |        | 2      | 2      |        |        |        |        |        |
| <i>Bosmina coregoni</i>          | 5      | 2      |        |        | 1      | 1      | 1      | 7      | 3      | 12     | 14     | 3      |
| <i>Chydorus sphaericus</i>       |        |        | 1      |        | 1      |        |        |        |        | 7      | 13     | 1      |
| <i>Eudiaptomus gracilis</i>      | 45     | 62     | 74     | 6      | 44     | 38     | 22     | 39     | 54     | 19     | 47     | 78     |
| <i>Eudiaptomus graciloides</i>   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <i>Thermocyclops oithonoides</i> | 6      | 6      | 1      | 5      | 2      | 6      | 1      | 15     | 8      | 22     | 4      | 1      |
| <i>Mesocyclops leuckarti</i>     |        |        |        | 1      | 4      | 3      | 18     | 2      | 5      | 6      | 8      | 3      |
| <i>Cyclops</i>                   | 11     | 24     | 88     | 47     | 1      | 1      |        |        |        |        | 1      | 3      |

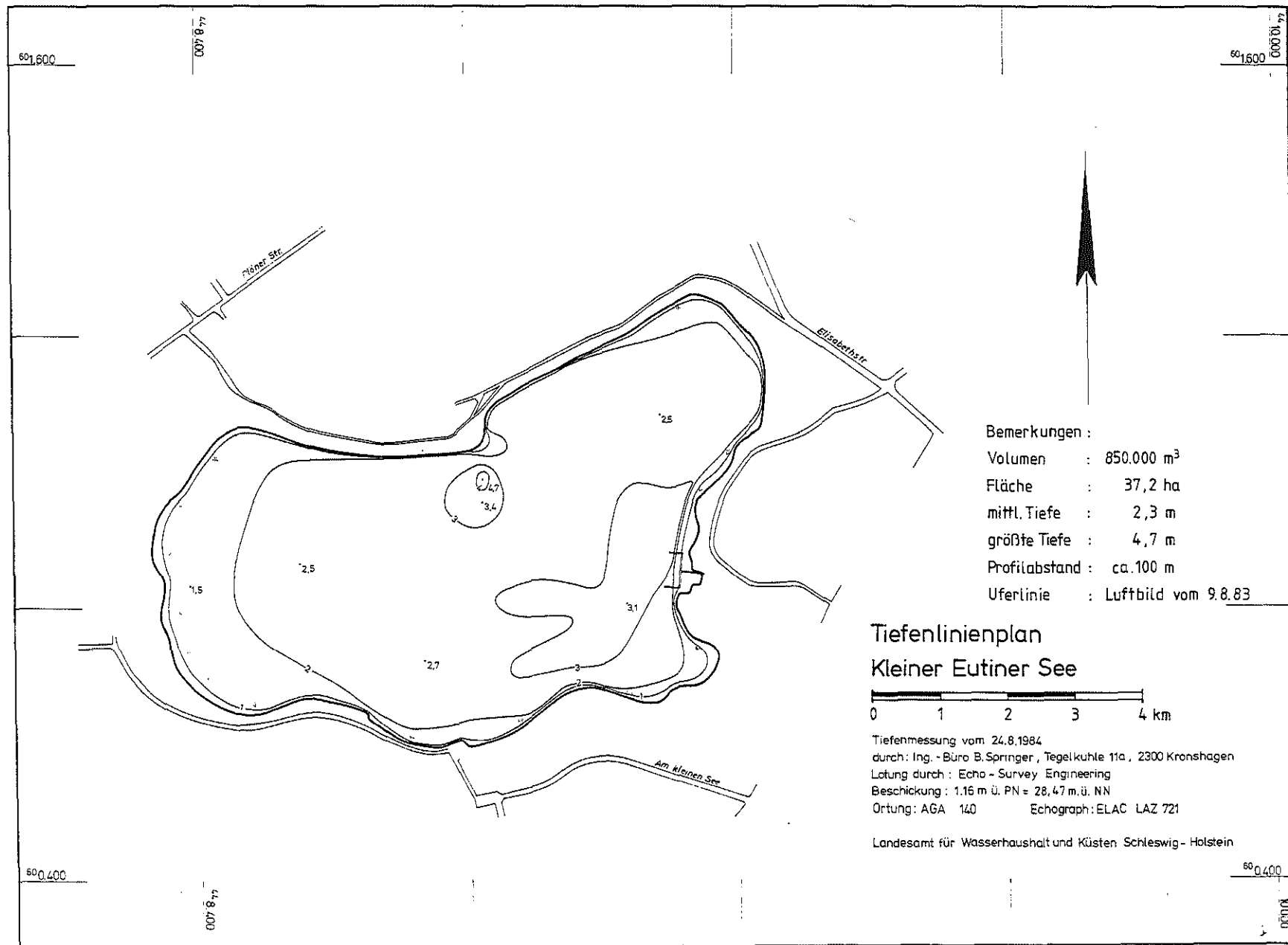


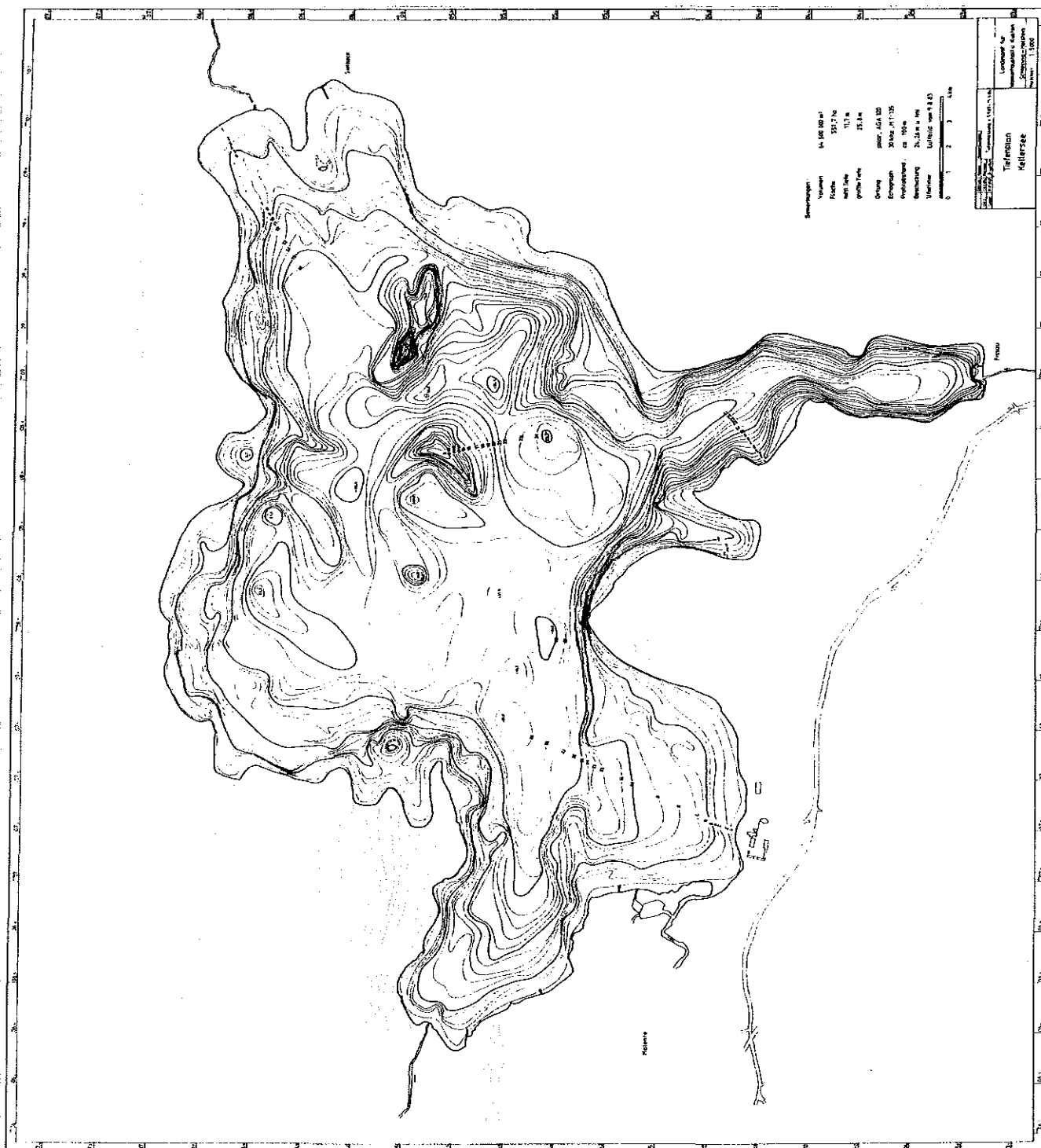
## 9.4 Tiefenpläne

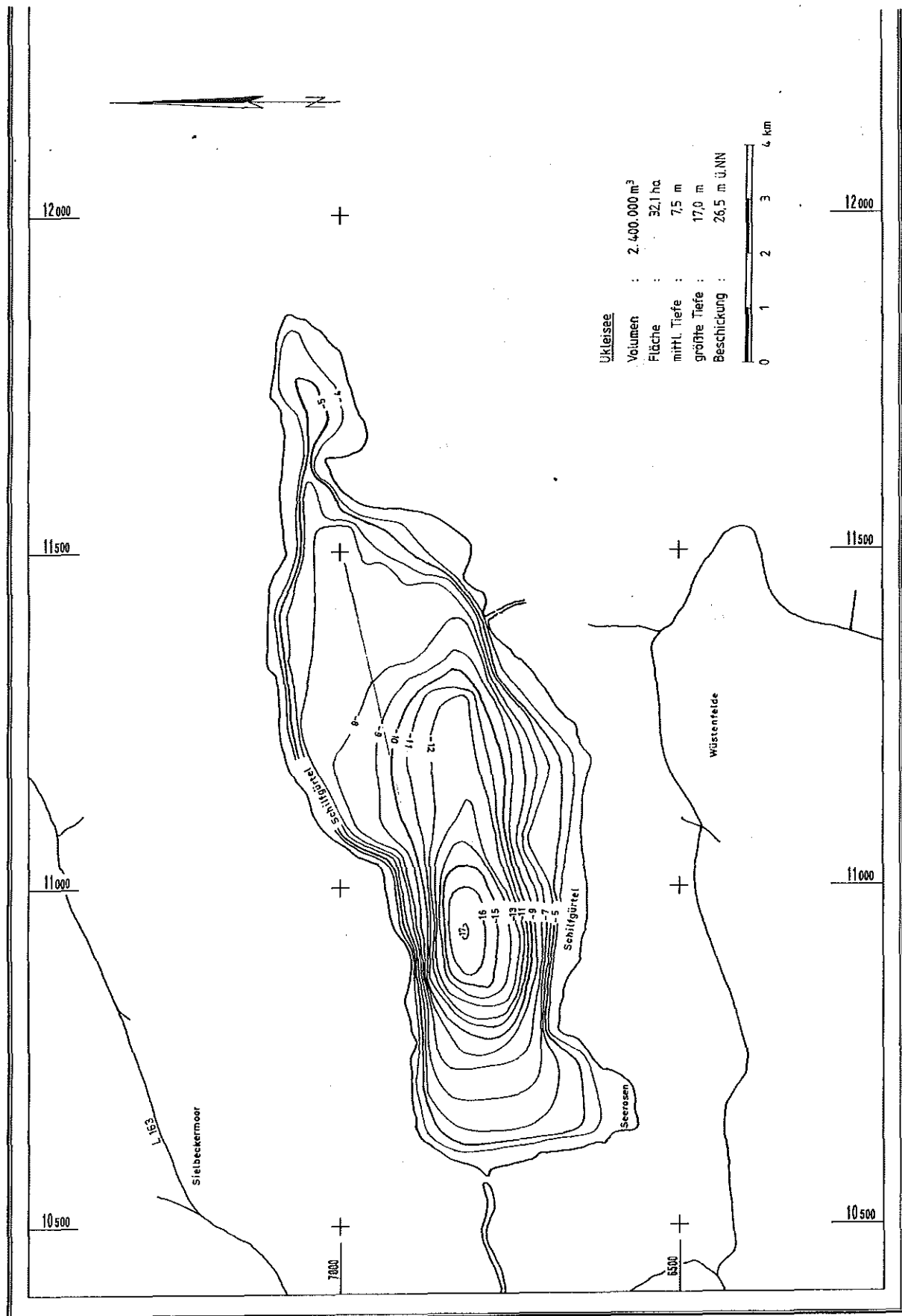












## 9.5 Bisher erschienene Seenberichte

|       |                                                                                        |       |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| B 1*  | Untersuchung des Zustandes und der Benutzung des Bültsees; Dezember 1975               | 3,--  |
| B 2*  | Untersuchung über den Zustand des Westensees, Bossees und Ahrensees; September 1977    | 10,-- |
| B 3*  | Untersuchung über den Zustand des Ratzeburger Sees, Domsees, Küchensees; Dezember 1977 | 10,-- |
| B 4*  | Ihlsee; Oktober 1978                                                                   | 11,-- |
| B 5*  | Einfelder See; Juli 1979                                                               | 11,-- |
| B 6   | Redingsdorfer See; November 1979                                                       | 10,-- |
| B 7   | Blunker See; Dezember 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* | Sankelmarker 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, Sarnekower See; 1989                                                      | 20,-- |
| B 30  | Schluensee; 1993                                                                       | 20,-- |
| B 31  | Selenter See; 1993                                                                     | 20,-- |
| B 32  | Die Seen der oberen Schwentine; 1993                                                   | 25,-- |

\* Berichte vergriffen