©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



| Jb. Oö. Mus.-Ver. | Bd. 136 | Linz 1991 |
|---|---|---|

# DAS PHYTOPLANKTON IN EINIGEN BAGGERSEEN DES LINZER RAUMES

Von Gabriele Mair

(Mit 20 Abb. und 1 Tab.)

## Einleitung

Der Linzer Raum weist keine natürlichen stehenden Gewässer auf. Deshalb sind die hier befindlichen Baggerseen als Erholungsgebiet für die Linzer Stadtbevölkerung von großer Bedeutung. Da es sich bei Baggerseen im Vergleich zu natürlichen Seen um relativ seichte Gewässer handelt, sind sie für Überdüngungserscheinungen (Eutrophierungserscheinungen) besonders anfällig. Diese Überdüngung kann zu Massenentfaltungen von höheren Wasserpflanzen (Makrophyten) oder Algen, oder im Extremfall zu einer völligen Störung des ökologischen Gleichgewichtes des Gewässers führen.

Der vorliegenden Arbeit lagen zwei wesentliche Zielsetzungen zugrunde: Zum ersten sind derartige künstlich entstandenen Kleingewässer wie die Baggerseen in gewässerkundlicher (limnologischer) Hinsicht noch wenig erfaßt. Daher wurde im Rahmen dieser Arbeit versucht, Grundlagen über die Artzusammensetzung und über die jahreszeitlichen Veränderungen des Phytoplanktons (pflanzlichen Planktons) zu erfassen.

Das zweite Ziel war es, einen Überblick über Ursachen, Auswirkungen und Folgen der Eutrophierung zu gewinnen, nach Zusammenhängen zwischen physikalischen bzw. chemischen Faktoren und Phytoplanktonentwicklung zu suchen, um derart künftig beginnende Eutrophierungsprozesse frühzeitig erkennen und möglichst verlangsamen zu können.

## Methodik

Die Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Wasseraufbereitung, Abwasserreinigung und -forschung der SBL — Stadtbetriebe Ges.m.b.H. unter der Leitung von Dr. Gerd E. Reichel durchgeführt.

Die Proben wurden monatlich — jeweils in etwa an derselben Stelle wie im Vormonat (allerdings ohne genaue Markierung eines Probenpunktes) — entnommen. Im Pichlinger See und im Hohenlohe-Ausee wurden die Pro-

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



ben in Einmeterabständen, im Pleschinger See aufgrund von dessen größerer Tiefe in Zweimeterabständen entnommen.

Sichttiefe und Sauerstoffgehalt wurden an Ort und Stelle ermittelt, sonstige chemische Untersuchungen wurden im Labor der SBL durchgeführt. Die Trübungswerte wurden mit Hilfe eines Monitek Laboratory Turbidimeters (Modell 150) ermittelt.

Die Leitfähigkeit wurde bei 20° C in einem Labin-Meßgerät gemessen, der pH-Wert mittels eines pH-Meters. Die Gesamthärte wurde komplexometrisch mit EDTA (Dinatriumdihydrogenethyldiamintetraazetat) bestimmt, die Karbonathärte mit einer Salzsäureelektrode.

Der Kaliumpermanganatverbrauch wurde nach der Methode mit Kaliumpermanganat und Oxalsäure bestimmt.

Bei der Eisenbestimmung wurde nach folgendem Prinzip gearbeitet: 1,10 Phenanthrolin reagiert mit Eisen(II)ionen unter Bildung einer Komplexverbindung, die im Bereich von pH 2,5—9 beständig ist. Eisen(III)ionen werden vor der Komplexbildung durch Hydroxylammoniumchlorid zur Eisen(II)ionen reduziert.

Die Chloridwerte wurden mit einer Silbernitratelektrode festgestellt. Die Sulfatbestimmung erfolgte nach der Farbbestimmungsmethode mit Bariumperchlorat und Thorin-Indikator.

Nitrat wurde entsprechend ÖNORM 6283 nach der spektrophotometrischen Methode mit 2,6 Dimethylphenol bestimmt. Die Ermittlung der Nitrit-Werte erfolgte nach folgendem Prinzip: in essigsaurer Lösung wird Sulfanilsäure durch salpetrige Säure diazotiert und mit Alpha-Naphtylamin zu einem Farbstoff gekuppelt. Die Auswertung erfolgte mit einem Nesslerrohr-Komparator.

Ammonium wurde ähnlich wie Nitrit bestimmt: Ammoniumionen bilden mit Dikaliumtetrajodmercurat (II) (= Nessler-Reagens) ein Salz der Millonschen Base, das gelbbraune Oxydquecksilberamidjodid. Die weitere Auswertung erfolgt wie beim Nitrit mit dem Nesslerrohr-Komparator.

Mangan wurde mittels Atomabsorption bestimmt, die Extinktion wurde im Photometer bei UV-Licht von 254 nm Wellenlänge gemessen. Alle diese Methoden entsprechen den Önormen und sind im Buch Deutsche Einheitsverfahren zur Wasseruntersuchung, Verlag Chemie, 1988 nachzulesen.

Einzig für die Ermittlung der Phosphatwerte wurde eine amerikanische Meßmethode herangezogen. Bei dieser Zinnchloridmethode reagieren Phosphate im Molybdän zu Molybdänphosphorsäure, welches durch Zinn zu einem blauen Komplex reduziert wird. Im Spektrometer kann bei einer Wellenlänge von 690 nm die Phosphorkonzentration durch einen Vergleich mit einer Eichreihe bestimmt werden.

Das Phytoplankton wurde mittels Jodlösung fixiert und nach Sedimentation mit dem Umkehrmikroskop untersucht. Von den häufigeren Algen wurde versucht, jeweils pro Zählung mindestens hundert Individuen bzw. Coenobien bzw. Fäden zu erfassen, was eine statistische Genauigkeit von

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



± 10 % ermöglicht, bei den weniger häufigen wurde versucht, mindestens 16 zu zählen. Das entspricht einer Genauigkeit von ± 50 %, was für eine derartige algensoziologische Untersuchung durchaus ausreichend erscheint (LUND, J. W. G., KIPLING, C & LE CREN, E. D. 1958). Vereinzelt auftretenden Algen wurden trotz der statistischen Ungenauigkeit ebenfalls notiert, um so ein genaueres Bild der Zusammensetzung der herrschenden Algengesellschaften zeichnen zu können.

Da im Rahmen der Zählvorgänge mittels Umkehrmikroskop nicht jede aufgetretene Alge bis auf die Art genau bestimmt werden kann, handelt es sich auch bei den im nachfolgenden unter einem Artnamen geführten Gruppen um Sammelgruppen ähnlicher Organismen. Die Ergebnisse der Untersuchungen wurden sowohl in tabellarischer wie auch in graphischer Form festgehalten. Die gesammelten Daten liegen im Oberösterreichischen Landesmuseum (Mair 1989) auf.

Bei der graphischen Darstellung der Untersuchungsergebnisse an einzelnen Algen wurden die folgenden Darstellungstypen verwendet:

a) Jahreszeitliche Schwankungen der Individuen (Kolonien/Coenobien)dichte: hier wurde als etwas ungewöhnlicher Maßstab der durchschnittliche Kugelkurvenradius der entsprechenden Alge gewählt, da aufgrund der starken Schwankungen in der Individuendichte eine lineare Darstellung nicht möglich war. Ebensowenig wie eine Darstellung in logarithmischem Maßstab, welcher die Kurven zu sehr abgeflacht hätte. Zur Ermittlung des Kugelkurvenradius stellt man sich die Gesamtmasse der Algen als eine Kugel vor und verwendet in der Darstellung lediglich den Radius dieser Kugel.

b) In Fällen, wo eine deutliche Präferenz für bestimmte Tiefenlagen beobachtet wurde, fand die bewährte Darstellungsform der Kugelkurvenradien Anwendung.

Die Abbildungen 11 bis 15 geben einen groben Überblick über die aufgetretenen Planktonorganismen und ihre zahlenmäßige Veränderung im Jahresverlauf. Algen mit vereinzeltem Auftreten wurden nicht berücksichtigt. Bleibt ein Kästchen leer, so bedeutet dies, daß an der entsprechenden Stelle zum entsprechenden Zeitpunkt null oder weniger als 1000 Individuen (Kolonien/Coenobien) der betreffenden Alge pro Liter Seewasser gefunden wurden. Ist ein Kästchen durch einen senkrechten Strich unterteilt, so bedeutet dies, daß zum entsprechenden Zeitpunkt an der entsprechenden Stelle keine Probennahme erfolgte. Ist ein Viertel des Kästchens schwarz ausgefüllt, traten mehr als 1000 und weniger als 10.000 Individuen (Kolonien/Coenobien) der betreffenden Alge pro Liter Seewasser auf. Ist die Hälfte des Kästchens schwarz ausgefüllt, traten mehr als 10.000 und weniger als 100.000 Individuen (Kolonien/Coenobien) der betreffenden Alge pro Liter Seewasser auf. Sind drei Viertel des Kästchens schwarz ausgefüllt, traten mehr als 100.000 und weniger als 1,000.000 Individuen (Kolonien/Coenobien) der betreffenden Alge pro Liter Seewasser auf. Ist das Kästchen

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



zur Gänze schwarz ausgefüllt, traten mehr als 1,000.000 Individuen (Kolonien/Coenobien) der betreffenden Alge pro Liter Seewasser auf.

## Die untersuchten Gewässer

Bei den untersuchten Gewässern (Abb. 1) handelt es sich um den Pichlinger See, den Hohenlohe-Ausee und den Pleschinger See. (Vorweg noch eine kurze Begriffserklärung: Bei den nachfolgend ständig als „Baggerseen" bezeichneten Gewässern handelt es sich entsprechend der limnologischen

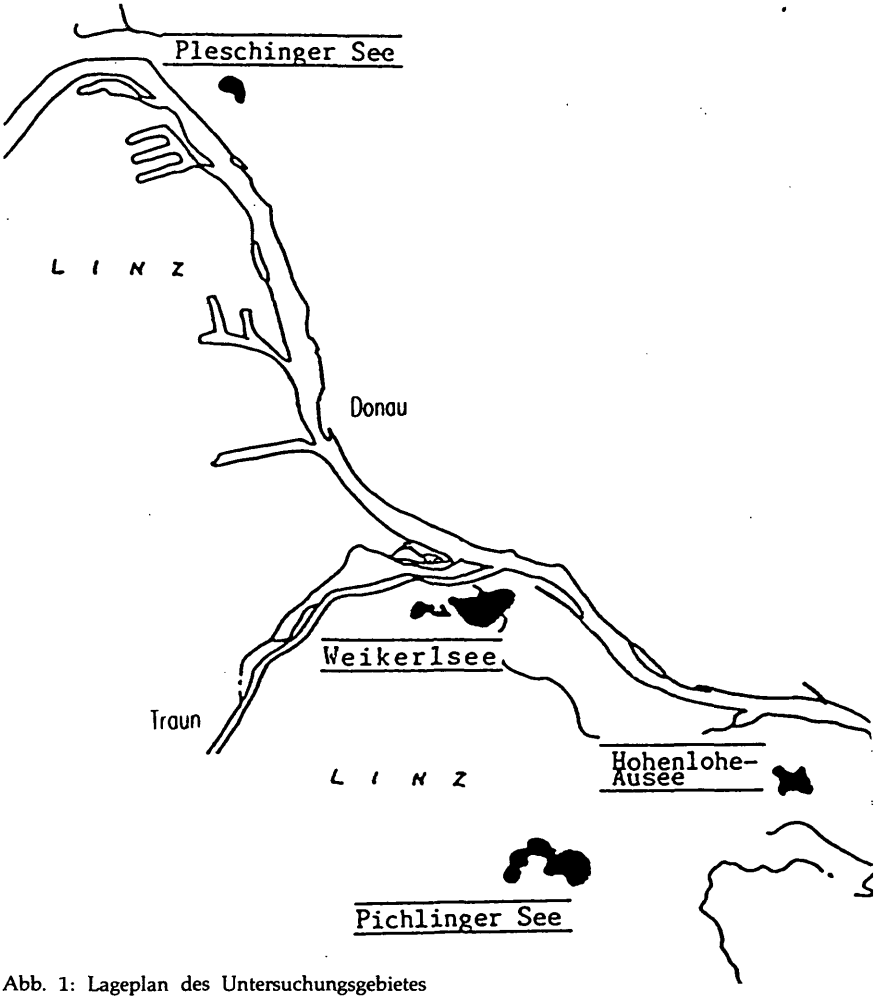


Abb. 1: Lageplan des Untersuchungsgebietes

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



Definition eigentlich um Baggerweiher. Da aber die drei Gewässer als „Seen" bekannt sind, soll diese Bezeichnung beibehalten werden.)

### Der Pichlinger See

liegt etwa 15 km östlich von Linz in den landwirtschaftlich genützten Flächen zwischen der Bundesstraße 1 und der Trasse der Österreichischen Bundesbahnen. Er entstand zwischen den Jahren 1941 und 1960 und ist somit der älteste der drei untersuchten Seen.

Er weist eine morphologische Untergliederung in drei Becken auf. Das größte davon ist das östlich gelegene Ostbecken, das kleinste das südlich gelegene Südbecken, welches auch Quäckteich genannt wird. Dazwischen liegt das Westbecken, welches infolge seiner Lage auch als Mittelbecken bezeichnet wird.

Bereits ab dem Jahre 1963 wurde der See in unregelmäßigen Abständen von der Gewässeraufsicht des Amtes der oberösterreichischen Landesregierung in Zusammenarbeit mit der Bakteriologischen serologischen Untersuchungsanstalt in Linz untersucht. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind besonders insofern interessant, als sie herangezogen werden können, um einen Vergleich der Artzusammensetzung in früheren und gegenwärtigen Zeiten anzustellen. Leider ermöglichen sie aber keine Aussagen über die quantitativen Verhältnisse und über die Tiefenverteilung. Interessant ist auch die Tatsache, daß sich bereits diese Untersuchungen mit der Problematik des überhandnehmenden Makrophytenbewuchses im Pichlinger See beschäftigten. Als Maßnahme zur Bekämpfung eines allzu heftigen Makrophytenwachstums schlug Hofrat Dr. W. Werth (1966) vor, zweimal im Jahr vor und nach der Badesaison die Makrophyten abzumähen bzw. abzureißen.

In den folgenden Jahren schritt die Verkrautung des Pichlinger Sees weiter voran. Dabei kam es mehrfach zu so starkem Makrophytenbewuchs, daß der Badebetrieb deutlich gestört wurde. Die Badegäste fühlten sich durch die „Schlingpflanzen" verunsichert, es bestand die Gefahr von Badeunfällen infolge panikhafter Reaktionen. Daher wurde im Jahre 1981 in einer großangelegten Aktion der gesamte Makrophytenbestand abgemäht. Kurz danach trat erstmals das Phänomen einer Wasserblüte, verursacht durch die Blaualge *Microcystis* sp. auf, das zu einer erneuten Störung des Badebetriebes führte. Derartige Massenentfaltungen von Algen sind durch eine Faktorenkombination besonders günstiger Nährstoff-, Licht- und Temperaturverhältnisse bedingt. Meist handelt es sich bei den blütenbildenden Algen um Blaualgen oder um fädige Grünalgen. Überschreitet bei einer solchen Massenentfaltung die Biomasse der Algen einen optimalen Grenzbereich, so dominieren die negativen Auswirkungen der Algenmassenproduktion. Es tritt eine Verunreinigung des Wassers durch Stoffwechselprodukte der blütenbildenden Algen auf, die nicht nur den Stoffhaushalt des Gewässers empfindlich stören können, sondern sich auch bei den Badenden

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



durch allergische Hautreaktionen bemerkbar machen können. (SIRENKO 1978)

Im Auftrag der Stadtbetriebe Linz untersuchten Univ.-Prof. Dr. Roland Pechlaner und Dr. Gerhard Tautermann von der Abteilung für Limnologie am Institut für Zoologie der Universität Innsbruck unter Mitarbeit von Dr. Eugen Rott, Institut für Botanik der Universität Innsbruck, 1982 während eines Zeitraums von sechs Monaten den See. In dieser Arbeit wurden viele grundlegende Daten erhoben, welche ich immer wieder zum Vergleich heranziehen konnte. Auch Pechlaner betonte die Eutrophierungsgefahr des Gewässers, verursacht durch Phosphoreintrag aus angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen und durch Badegäste. Die zur Diskussion stehenden — da den Badebetrieb störenden — Makrophyten hob er als bedeutende Nährstoffpuffer innerhalb des limnischen Systems des Pichlinger Sees hervor. Um eine Verbesserung zu erzielen, schlug er folgende Maßnahmen vor:

— geringere Stoffzufuhr durch die Beseitigung von Bachversickerungen
— Verbot des Einsetzens des Fisches *Ctenopharyngodon idella* (Graskarpfen)
— Erweiterung der Sanitäranlagen (Pechlaner, R. Tautermann, G. & Rott, E. 1983).

Um den Überdüngungszustand des Gewässers zu verringern, führten die SBL im Jahre 1983 eine Seilzugbaggerung des Mittelbeckens durch. Die beiden anderen Becken blieben im ursprünglichen Zustand. Besonders diese Situation schien mir ein interessanter Ausgangspunkt für meine Untersuchungen.

Der Pleschinger See
liegt noch im Stadtgebiet von Linz am linken Donauufer im Bereich der Pleschinger Donauau und ist wie der Pichlinger See zum Teil von landwirtschaftlichen Flächen umgeben. Dieses Gewässer besteht seit ca. 1965 in seiner heutigen Form und wurde wie der Pichlinger See von den SBL zum Badesee umgestaltet. Von den drei untersuchten Gewässern ist er mit 120.000 m² Oberfläche der kleinste See, weist aber eine relativ große mittlere Tiefe von 4,9 m und eine Maximaltiefe von 8 m auf.

Der Hohenlohe-Ausee,
der im Besitz und unter der Verwaltung von Prinzessin Elisabeth von Hohenlohe steht, ist der jüngste und zugleich der am wenigsten überdüngte der drei untersuchten Seen. Er liegt in der Nähe der Gemeinde Asten inmitten der Raffelstettner Au.

Ein besonderer Vorteil dürfte sein, daß in der direkten Umgebung dieses Gewässers keine Landwirtschaft betrieben wird, durch die Düngemittel in den See gelangen könnten. Außerdem weist er morphometrisch günstigere Daten als Pleschinger und Pichlinger See auf. Mit einer maximalen Tiefe

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



von 8,8 m und einer mittleren Tiefe von 7,0 m dürfte sein Becken weniger zur Eutrophierung neigen als die der beiden anderen Seen.

Tab. 1: Zahlenangaben zu den untersuchten Seen (entnommen aus dem amtlichen oberösterreichischen Wassergüteatlas Nummer 12).

| | Pichlinger See | Pleschinger See | Hohenlohe-Ausee |
|---|---|---|---|
| Gemeinde | Linz | Steyregg | Luftenberg |
| Besitzer | Stadtgemeinde Linz | Stadtgemeinde Linz | Elisabeth Hohenlohe, Enns |
| Oberfläche | 264.000 $m^2$ | 120.000 $m^2$ | 190.000 $m^2$ |
| maximale Tiefe | 6,9 m | 8,0 m | 8,8 m |
| mittlere Tiefe | 3,9 m | 4,9 m | 7,0 m |
| Volumen | 1,030.000 $m^3$ | 588.000 $m^3$ | 1,330.000 $m^3$ |
| Entstehungsjahr | 1942 | 1965 | 1969 |
| oberirdischer Zufluß | nein | nein | nein |
| oberirdischer Abfluß | nein | nein | ja |
| Naßbaggerung | beendet | beendet | beendet |
| Nutzung | Badesee, angegliedert: Campingplatz | Badesee | Badesee, Wasserschilift Campingplatz |

## Die Arten

### Das Phytoplankton

Die mikroskopische Untersuchung des Phytoplanktons, also der mikroskopisch kleinen, im Wasser schwebenden Pflanzen, bedeutet das Eintreten in eine dem menschlichen Auge verschlossenen Welt, können sich doch in einem Liter Seewasser während des Sommers um die vierzig verschiedene Planktonarten mit einer Dichte von jeweils mehreren tausend Individuen befinden.

Es folgt eine kurze Beschreibung der aufgetretenen Algenarten, ihres zeitlichen Auftretens, ihrer Dichteentwicklung im Verlauf des Jahres und sofern Besonderheiten zu erkennen waren, Hinweise auf mögliche Zusammenhänge ihres Auftretens mit chemischen und physikalischen Umweltfaktoren.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



*Thiopedia rosea* WINOGR. (Abb. 2)
(Syn.: *Erythroconis littoralis* OERSTEDT, *Merismopedia littoralis* RBH., *Planococcus roseus* MIGULA.).

Diese Form taxierte ich ursprünglich als *Merismopedia tenuissima*, erst bei genauer Bearbeitung der zum Zeitpunkt des Auftretens dieser Alge herrschenden chemischen und physikalischen Parameter ergab sich der Verdacht, daß es sich um die schwefelverarbeitende, microaerophile *Thiopedia rosea* handeln könnte. Eine daraufhin durchgeführte erneute Untersuchung bestätigte diesen Verdacht.

Im Pleschinger See fiel die deutliche Konzentration des Vorkommens auf bodennahe Schichten auf, was auch mit Hinweisen aus der Literatur bezüglich *Merismopedia tenuissima* (Abb. 3) übereinstimmte.

Nach HUBER-PESTALOZZI (1938—1974) kommen *Merismopedia*-Arten im Plankton von Seen nur vereinzelt vor. Es dürfte sich dabei wohl immer um aus dem Litoral verschlagene Formen handeln, die sich oft sehr lange schwebend zu erhalten vermögen. Massenentfaltungen treten nach Hu-

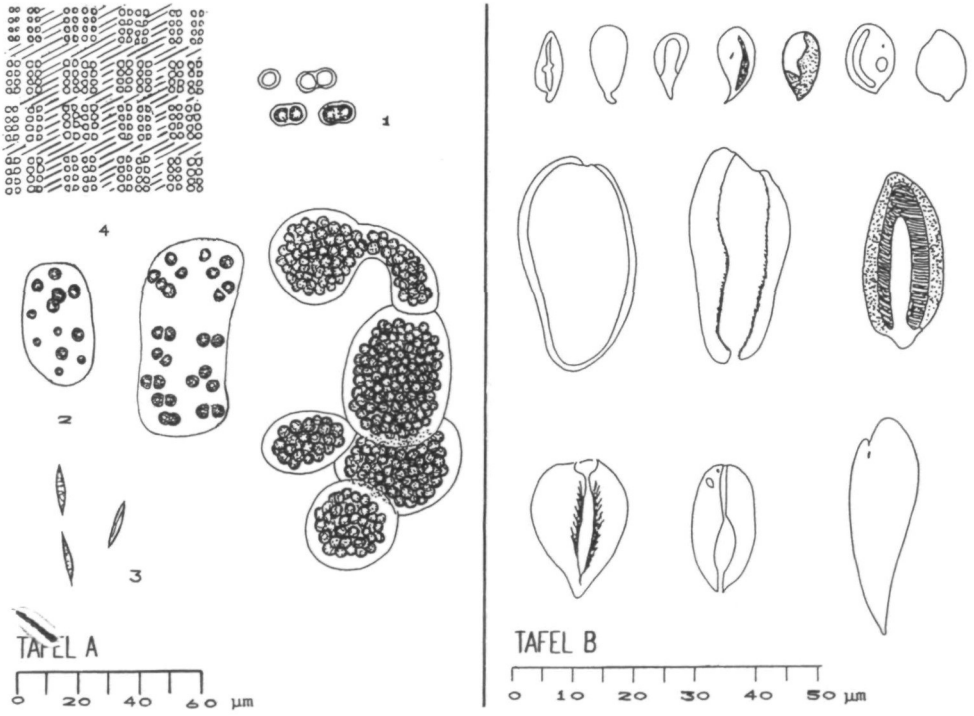


Abb. 2: Algentafel Schizophyta und Cryptomonaden
Tafel A: 1. *Chroococcus minutus* (KG.) NAEG. (nicht maßstabsgetreu), 2. *Microcystis* sp., 3. *Dactylococcopsis* sp., 4. *Thiopedia rosea*.
Tafel B: erste Reihe verschiedene kleine Cryptomonaden, zweite und dritte Reihe verschiedene große Cryptomonaden.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



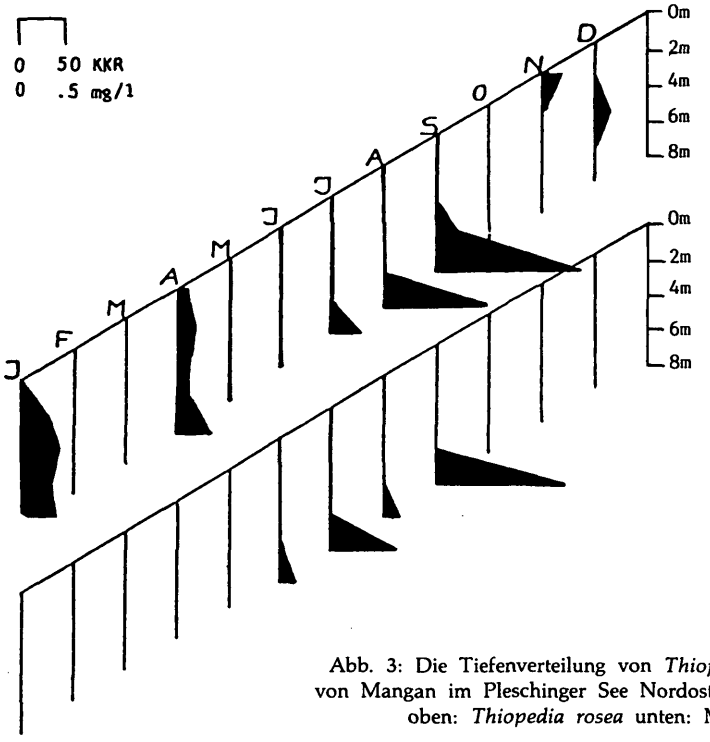


Abb. 3: Die Tiefenverteilung von *Thiopedia rosea* und von Mangan im Pleschinger See Nordostbecken, 1986. — oben: *Thiopedia rosea* unten: Mangan.

ber-Pestalozzi's Aussagen bei einer größeren Anreicherung organischer Substanz auf. Beim Vergleich des Kaliumpermanganat-Verbrauches als Maß für die vorhandene organische Substanz zeigte sich allerdings kein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Vorkommen der Alge und der chemischen Beschaffenheit des Wassers des Pleschinger Sees. Statt dessen fiel ein deutlicher Zusammenhang mit Mangan- und Ammonium-Gehalt auf. Da diese Stoffe besonders unter anaeroben Bedingungen freigesetzt werden, lag die Vermutung nahe, daß es sich bei der hier aufgefundenen Art um eine Form handelt, die anaerobe Bedingungen bevorzugt.

An den anderen Untersuchungsstellen wurden in geringem Ausmaß ebenfalls Merismopedien registriert. Hier war eine weitere Kontrolle der systematischen Zuordnung aufgrund der geringen Häufigkeit nicht möglich.

*Chroococcus minutus* (KG.) *NAEG.* (Abb. 2)

*Chroococcus minutus* weist eine ungeschichtete Hülle auf, tritt einzeln oder zu zwei bis vieren auf, die Einzelzellen sind kugelig, ohne Hüllen 4—10 $\mu$m, mit Hüllen 6—15 $\mu$m groß.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



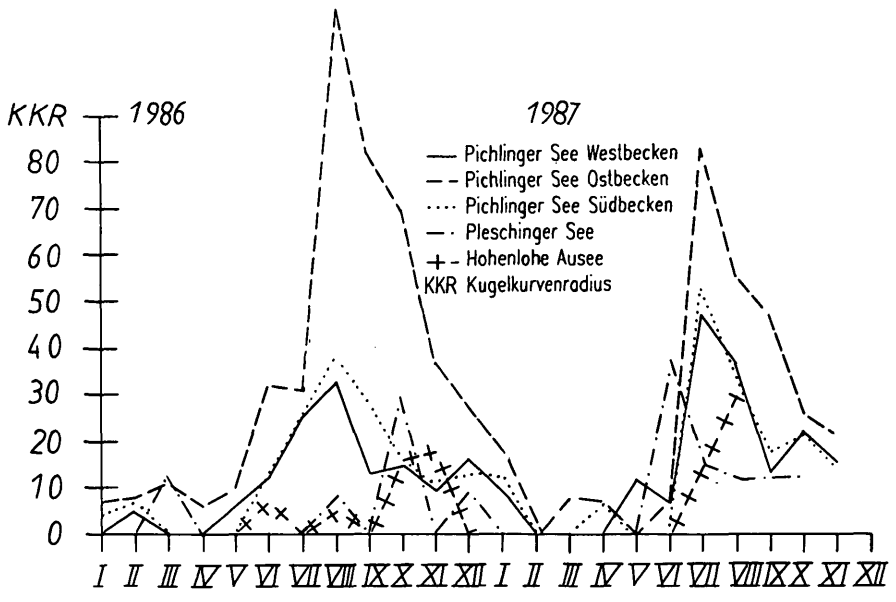


Abb. 4: Jahreszeitliche Schwankungen in der Individuendichte von *Chroococcus minutus;*

Die Art trat in allen drei Seen auf (Abb. 4). Einen deutlichen Schwerpunkt ihres Vorkommens zeigte sie im Pichlinger-See-Ostbecken. Hier trat *Chroococcus minutus* im August des ersten Untersuchungsjahres neben *Dactylococcopsis* sp. an die zweite Stelle der Häufigkeit (bezogen auf die Individuenzahl). Von September bis Oktober hielt die Alge sogar die Führungsposition. Zur gleichen Zeit traten auch besonders viele Krötenhäute im Pichlinger-See-Ostbecken auf.

*Coelosphaerium minutissimum* LEMM.

*Coelosphaerium minutissimum* bildet kugelige bis ovale Kolonien, welche eine Größe von 20—30 $\mu$m erreichen. Die die Kolonie umgebende Gallerthülle ist nur sehr dünn ausgebildet. Die Einzelzellen sind kugelig mit einem Durchmesser von lediglich ca. 1 $\mu$m.

*Coelosphaerium sp.* trat in allen drei untersuchten Gewässern auf, zeigte allerdings einen deutlichen Schwerpunkt im Pichlinger-See-Ostbecken, wo es vor allem mit *Chroococcus minutus* und *Microcystis sp.* vergesellschaftet auftrat. Der zeitliche Schwerpunkt des Auftretens lag in den Sommermonaten.

*Dactylococcopsis* sp. (Abb. 2)

Die unter dieser Bezeichnung registrierten Algen dürften wohl am ehesten dem Typ *Dactylococcopsis Smithii* R. & F. CHODAT (Syn.: *D. raphidioides*

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



sensu G. M. SMITH) zuzuordnen sein. Es handelt sich hier um schlank spindelförmige Blaualgen, die eine Länge von ca. 16 µm und eine Breite von ca. 1 µm erreichen.

*Dactylococcopsis* sp. zeigte spontane Massenentfaltungen in allen drei Seen während der Monate Juli und August. Im ersten Untersuchungsjahr unterblieb die Massenentfaltung interessanterweise gerade im frisch ausgebaggerten Westbecken des Pichlinger Sees. Das Vorkommen war auch jeweils auf bestimmte Tiefenlagen beschränkt, wobei allerdings die bevorzugte Tiefenlage ständig unterschiedlich war, sich einmal direkt an der Oberfläche, dann wieder in Bodennähe befand.

*Microcystis* sp. (Abb. 2 u. 5)

*Microcystis* sp. ist eine Blaualgengruppe, die sich bei ausreichender Durchmischung des Wassers in geringer Zahl frei im Plankton befindet, während der Stagnationsperioden aber in das Sediment absinkt und sich auf dem Gewässergrund entwickelt. Durch das Ausbilden von Gasvakuolen wird ein Aufsteigen und eine Regulation ihrer Position im freien Wasser ermöglicht.

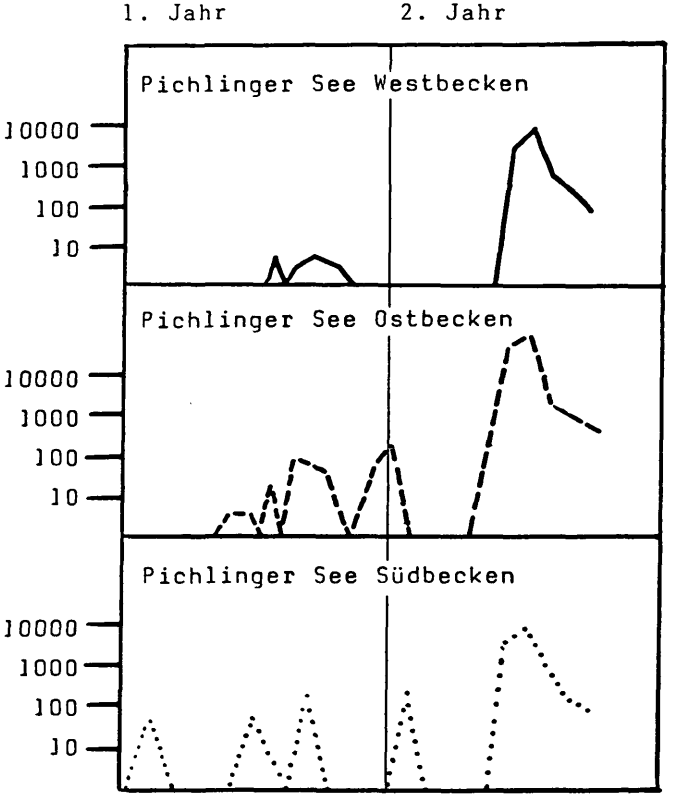


Abb. 5: Die Entwicklung der Biomasse von *Microcystis* in den drei Becken des Pichlinger Sees. — Biomasse in mg pro m³ Seewasser.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



Werden diese Gasvakuolen plötzlich zerstört oder sind sie nicht mehr ausreichend regulierbar, kommt es zum Aufsteigen der Blaualge an die Oberfläche. Dort bildet sie dann einen Film aus, der sich durch Windeinwirkung zu größeren Watten zusammenballt.

In den untersuchten Gewässern fanden sich in den Proben immer wieder Kolonien von Blaualgen, die nur äußerst schwierig zuzuordnen waren. Manchmal sahen sie wie eine Ansammlung von *Chroococcus* in einer Gallerte aus. Da die Zellen aber nicht tafelförmig angeordnet waren, schien eine Zuordnung zu *Chroococcus limneticus* nicht möglich.

Es tauchten auch Kolonien auf, bei denen kugelige Zellen paarweise auftraten, also der *Aphanocapsa*-Gruppe nahestanden. Meist aber handelte es sich um kugelige Zellen, welche ungeregelt in allen drei Raumrichtungen innerhalb einer Gallerte verteilt waren. Dagegen konnte bei sommerlichen Massenentfaltungen im Pichlinger See eindeutig *Microcystis* identifiziert werden. All diese Formen fasse ich im nachfolgenden unter der Bezeichnung *„Microcystis sp."* zusammen.

Schon in früheren Jahren war es im Pichlinger See zu starken *Microcystis*-Blüten gekommen. Als Maßnahme zur Verhinderung wurde versucht, den Nährstoffstandard des Sees zu senken. Dies geschah zum einen durch die Anlage von Toiletten im Bereich des Badesees, zum anderen durch das Einsetzen des Graskarpfens, was allerdings nicht zum gewünschten Erfolg führte.

Den wohl größten und kostenintensivsten Versuch in diese Richtung stellen die Baggerarbeiten im Bereich des Westbeckens dar, die im Jahr 1985 durchgeführt wurden. Im ersten Jahr nach den Baggerarbeiten trat *Microcystis* sp. in kaum nennenswerter Menge auf, statt dessen kam es zu einer gewaltigen Massenentfaltung von Makrophyten in den beiden nicht-ausgebaggerten Becken. Im darauffolgenden Jahr blieb eine stärkere Entfaltung der Makrophyten aus, *Microcystis* zeigte aber ab Juli stark steigende Tendenzen mit einem Entwicklungsmaximum im August. Deutlich war auch hier der Gewässergrund als Bildungszone erkennbar.

Interessant war die regelmäßige Vergesellschaftung von *Microcystis* sp. mit *Chroococcus minutus* und *Coelosphaerium* sp. eine Artengruppierung, welche im Pichlinger-See-Ostbecken besonders ausgeprägt war.

Die Euglenoidea zeigten allgemein ein nur schwaches Auftreten. Dieses geringe Vorkommen war streng an die wärmere Jahreszeit gebunden.

*Phacus acuminatus* STOKES

Bei den als *Phacus* sp. registrierten Arten dürfte es sich um *Phacus acuminatus* var. *granulata* ROLL (Syn.: *Phacus granulata* ROLL 1925 = *Phacus acuminatus* ssp. *granulatum* POCHM. 1942) handeln.

Phacus *acuminatus* trat lediglich im Pichlinger See auf, mit einem deutlichen Maximum der Entwicklung im Westbecken gegen Ende August 1986,

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



wo diese Alge in allen Tiefenstufen mit bis zu 60.000 Individuen pro Liter auftrat.

*Peridinium* sp.

Die unter dieser Bezeichnung registrierten Individuen dürften wohl hauptsächlich der Art *Peridinium inconspicuum* angehören. Diese Alge zeigte ein jahreszeitlich streng begrenztes Auftreten. Erstmals wurde sie im Mai gefunden, der Höhepunkt der Entwicklung wurde zwischen Juli und August erreicht. Der letzte Vertreter wurde im Oktober gesichtet.

Die grundsätzliche Entwicklung verlief in allen drei Gewässern in etwa gleich, lediglich die erreichten Individuendichten waren unterschiedlich. Die stärkste Entwicklung zeigt *Peridinium* sp. im Pleschinger See, wo es Anfang Juli 1986 eine Individuendichte von ca. 100.000 Individuen pro Liter aufwies, danach sank die Zahl rapide ab. Bei den anderen Seen war die Entwicklung etwas ausgeglichener, erreichte aber nicht so hohe Werte wie beim Pleschinger See. Am geringsten war die Alge im Hohenlohe-Ausee vertreten. Während der Zeit der Hochblüte zeigte sie keinerlei Vorlieben für bestimmte Tiefenlagen. In Zeiten der geringeren Entwicklung scheinen die oberflächennahen Schichten bevorzugt.

Cryptomonaden (Abb. 2)

Die in den Proben gefundenen Cryptomonaden wiesen relativ stark sich ändernde Formen und Größen auf, was bereits zu deutlichen Schwierigkeiten beim Versuch einer eindeutigen Zuordnung führt. Die unter der Bezeichnung „große Cryptomonaden" geführten Arten sind noch am ehesten *Cryptomonas erosa* zuzuordnen, wobei allerdings auch Tendenzen zu *Cryptomonas ovata* erkennbar sind (bereits SKUJA zit. in HUBER-PESTALOZZI 1968, überlegte, ob diese beiden Formen nicht in einer Gruppe zusammengefaßt werden sollten).

Große und kleine Cryptomonaden gehörten in allen drei Gewässern zu den dominierenden Algenformen, in der kalten Jahreszeit traten sie stärker in den Vordergrund als in der warmen. Stellt man allerdings die absolut gezählten Werte dieser Aussage gegenüber, so scheint sich zunächst ein Widerspruch zu ergeben: Die Zahl der großen Cryptomonaden sank während der Sommermonate durchaus nicht so drastisch ab wie es nach überblicksmäßigem Betrachten der Proben den Anschein hatte. Anscheinend war hier der Effekt aufgetreten, daß die Cryptomonaden während der Wintermonate deshalb so zahlreich erschienen, weil neben ihnen kaum andere Algen auftraten und sie so das Bild des Winterplanktons prägten. Im Sommer gingen sie, obwohl nicht so schwach wie vermeintlich vertreten, sozusagen zwischen den vielen anderen Algenarten unter.

Bei den kleinen Cryptomonaden fiel der in allen drei Seen einheitliche

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



Entwicklungszyklus auf (Abb. 6). Dies weist darauf hin, daß das Auftreten der kleinen Cryptomonaden weniger durch chemische Faktoren der Wasserbeschaffenheit als vielmehr durch Licht und Temperatur gesteuert werden dürfte.

*Dinobryon divergens* IMHOF

Es ist die häufigste *Dinobryon*-Art und wird als häufiger Bewohner der eutrophen Tieflandseen beschrieben. Ihre Hauptvegetationszeit fällt in den

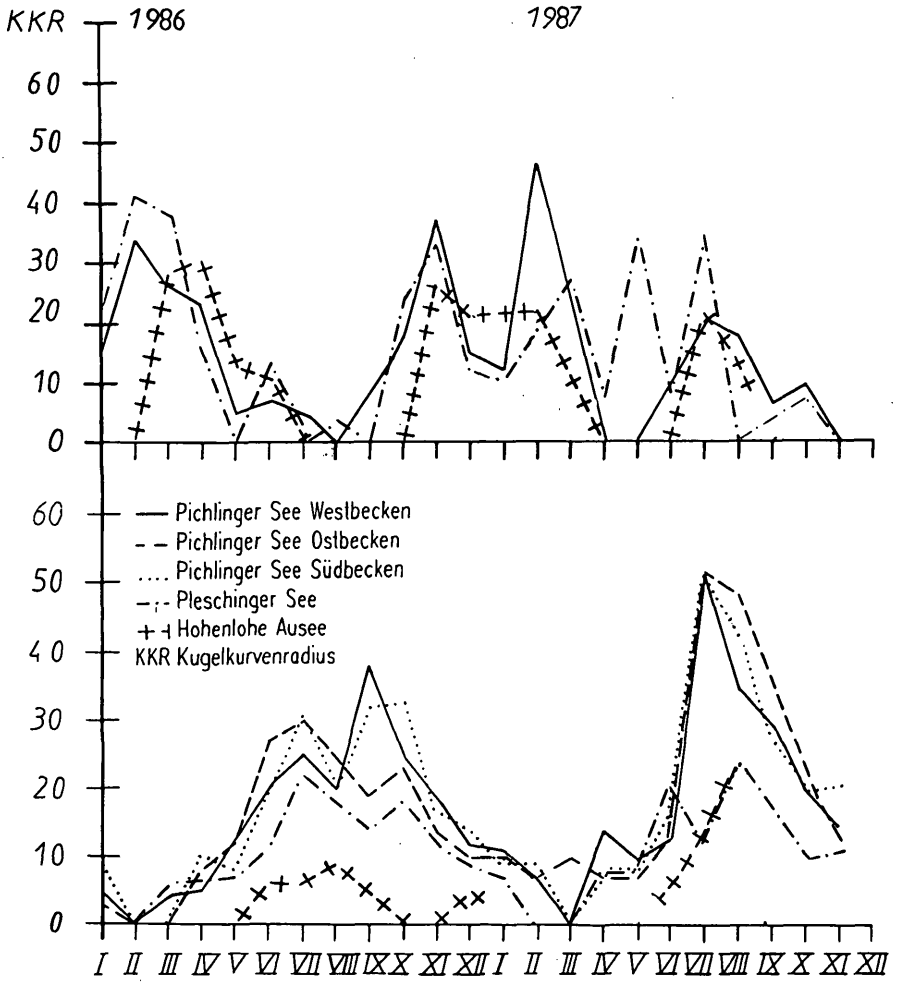


Abb. 6: oben: die jahreszeitlichen Schwankungen der Individuendichte der kleinen Cryptomonaden; — unten: die jahreszeitlichen Schwankungen der Coenobiendichte von *Crucigenia tetrapedia*.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



Sommer. Diese Alge zeigte im Pichlinger-See-Westbecken und im Pleschinger See leicht zeitverschobene Massenentfaltungen: Im Westbecken im Juni, im Pleschinger See erst im Juli. Die Individuendichten in den einzelnen Tiefenschichten waren dabei durchaus unterschiedlich, es wurde aber keinerlei Präferenz einer bestimmten Tiefenzone erkennbar.

Neben *Dinobryon divergens* trat auch *Dinobryon bavaricum* IMHOF (ssp. *bavaricum* PASCHER) auf.

### Glatte Kephyrien

Unter dieser Gruppe wurden verschiedene glattwandige Kephyrien zusammengefaßt, die einmal mit, einmal ohne Kragen auftraten. Die Zuordnung zu *Kephyrion* (1 Geißel) bzw. *Pseudokephyrion* (2 Geißeln) war mit den vorhandenen optischen Hilfsmitteln nicht möglich.

Diese Gruppe trat in allen drei untersuchten Gewässern auf, mit etwas stärkeren Maxima im Hohenlohe-Ausee, im Pleschinger See und im Pichlinger-See-Mittelbecken.

### *Asterionella formosa* HASSALL

Sie ist als sehr häufige Massenform im Plankton von Seen und Teichen bekannt und gilt als Zeigerart für relativ hohe Wassergüte (Klasse 2 von vier Wassergüteklassen).

Im Pleschinger See und im Pichlinger See war die Entwicklung nur schwach, im Hohenlohe-Ausee dagegen sehr stark. Das Maximum des Auftretens lag eindeutig im März und April.

Bezüglich der Tiefenverteilung waren keinerlei bevorzugte Zonen erkennbar.

### *Gyrosigma attenuatum* (KÜTZ.) RABH.

*Gyrosigma* trat in sehr geringer Dichte an allen Untersuchungspunkten auf. Das größte Auftreten zeigte diese Alge im Hohenlohe-Ausee, das geringste im Pleschinger See. Im Pichlinger See kam es vor allem im Südbecken zu einer starken Entwicklung.

### *Synedra*

Diese nadelförmige Kieselalge war in allen drei Seen vertreten und zeigte an allen fünf Untersuchungsstellen in etwa gleichstarke Entwicklung. Es dürfte sich in den meisten Fällen um Vertreter der Form *Synedra acus* var. *angustissima* handeln, die in der Literatur als typische Planktonform beschrieben wird. Daneben wurden in dieser Gruppe auch einige Vertreter der Art *Synedra nana* erfaßt.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



## Zentrische Diatomeen

Die zentrischen Diatomeen sind eine für Baggerseen typische Algengruppe. Sie gehörten auch an allen Untersuchungsstellen während des ganzen Jahres zu den dominierenden Algen. Es ließen sich in bezug auf ihre Individuendichte Steigerungstendenzen vom Hohenlohe-Ausee über den Pleschinger See und das Pichlinger-See-Ost- und Südbecken zum Pichlinger-See-Westbecken beobachten.

*Coelastrum microporum* NAEGELI (Abb. 7)
(Syn.: *Coelastrum robustrum* HANTZSCH = *Coelastrum sphaericum* var. *compact.* MOEBIUS = *Coelastrum indicum* TURNER)

Es kam vereinzelt in allen Tiefenlagen aller drei Seen vor. Die stärkste Ver-

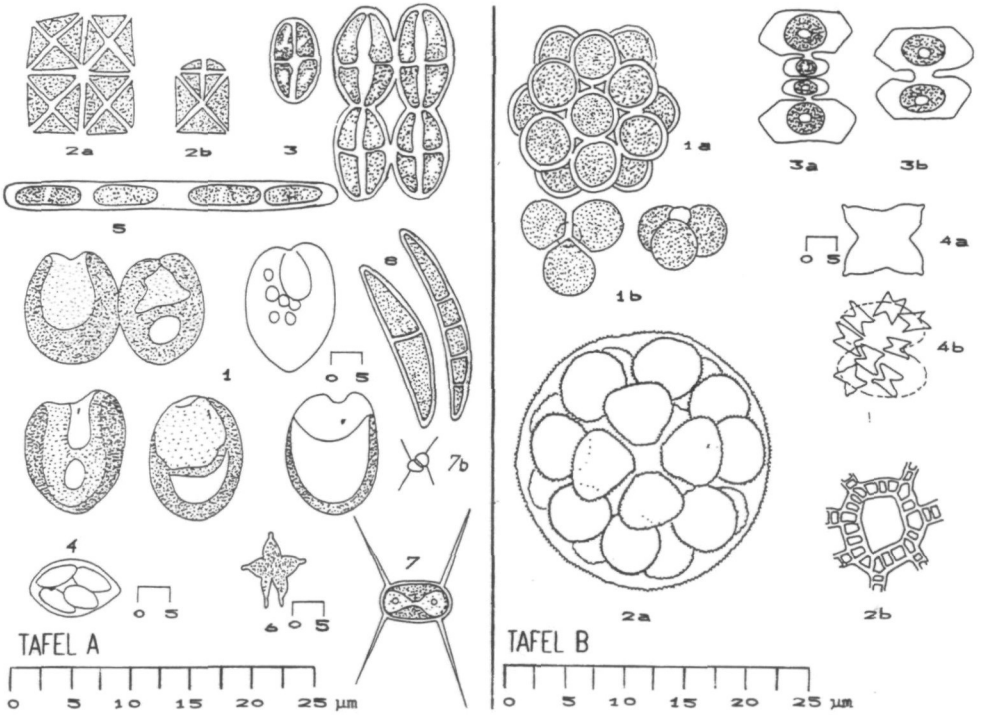


Abb. 7: Algentafel Chlorophyta 1
Tafel A: 1. *Carteria* sp., 2. *Crucigenia tetrapedia* (KIRCHN.) W. & G. S. WEST, 3. *Crucigeniella rectangularis* (NÄG.) KOM), 4. *Oocystis* sp., 5. *Planctonema lauterbornii* SCHMIDLE, 6. *Tetraedron caudatum* var. *incisum* HANSGIRG, 7. *Lagerheimia quadriseta* (LEMM.) G. M. SMITH, (b: im Teilungsstadium, nicht dem Maßstab entsprechend), 8. *Monoraphidium dybowskii* (WOLOSZ) HIND. & KOM. LEGN.
Tafel B: 1a. *Coelastrum microporum* NAEGELI, 1b. vermutlich Jugendformen von *Coelastrum microporum* 2. *Coelastrum polychordum* (KORS.) HIND., 3. *Cosmarium* sp., 4. *Tetraedron minimum* (A. BR.) HANSG.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



breitung fand es im Pichlinger-See-Ostbecken, wo es im August 1986 einen absoluten Höhepunkt von ca. 30.000 Kolonien pro Liter Seewasser erreichte. Das zeitliche Auftreten war ab dem Monat Mai über das ganze Jahr verstreut. Eine gewisse Ballung war zwischen Juli und September festzustellen. In den Proben fanden sich auch Gruppen aus vorwiegend drei Zellen. Da auch (wenngleich selten) Gruppen aus vier oder mehr Zellen beobachtet wurden, liegt der Schluß nahe, daß es sich bei den oben erwähnten Dreiergruppen um Jugendformen handeln könnte. Sie traten in allen drei Seen auf, der Schwerpunkt lag im Pichlinger See.

In dieser Gruppe sind die auch seltener auftretenden Vertreter von *Coelastrum astroideum* und *Coelastrum cambricum* erfaßt.

*Coelastrum polychordum* (KORS) HIND. 1977 (Abb. 7)
(Syn.: *Coelastrum reticulatum* var. *polychordum* KORS. 1953 = *C. r. reticulatum* (DANG.) SENN sensu TEILING 1942. FENWICK 1962 u. a.)

Der Schwerpunkt der Entwicklung dieser Alge lag jeweils im Oktober.

*Cosmarium* sp. (Abb. 7)

Hierbei handelt es sich um eine kleine nicht näher bestimmbare Form von *Cosmarium* mit den Ausmaßen: Länge ca. 12 µm, Breite ca. 8 µm.

Diese Alge zeigte geringes ganzjähriges Auftreten mit einem Entwicklungsmaximum in der warmen Jahreszeit.

*Crucigenia tetrapedia* (KIRCHN.) W. & G. S. WEST (Abb. 6 u. 7)

Sie stellt eine Kolonie aus vier dreieckigen Einzelzellen dar. Die Außenkante der so gebildeten quadratischen Kolonie mißt 5—15 µm.

Diese Alge trat in allen drei Seen auf, allerdings in stark unterschiedlicher Häufigkeit. Am stärksten war sie im Pichlinger See vertreten, weitaus am schwächsten im Hohenlohe-Ausee. Der zeitliche Höhepunkt ihrer Entwicklung lag in den Monaten Juni bis Oktober.

*Crucigeniella rectangularis* (NÄG.) KOM. (Abb. 7)

Sie ist eine Kolonie von vier länglichen ovalen Zellen, welche sich an den Scheiteln leicht zusammenneigen, wodurch in der Mitte eine leichte viereckige Öffnung freigelassen wird.

Die Art trat in allen drei untersuchten Seen auf. Vor allem im Pichlinger See zeigte sie ein relativ starkes Aufkommen. Der Entwicklungsverlauf war in allen drei Becken recht ähnlich. Maxima konnten jeweils im Sommer (Juli/August) und im Herbst (Oktober) beobachtet werden.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



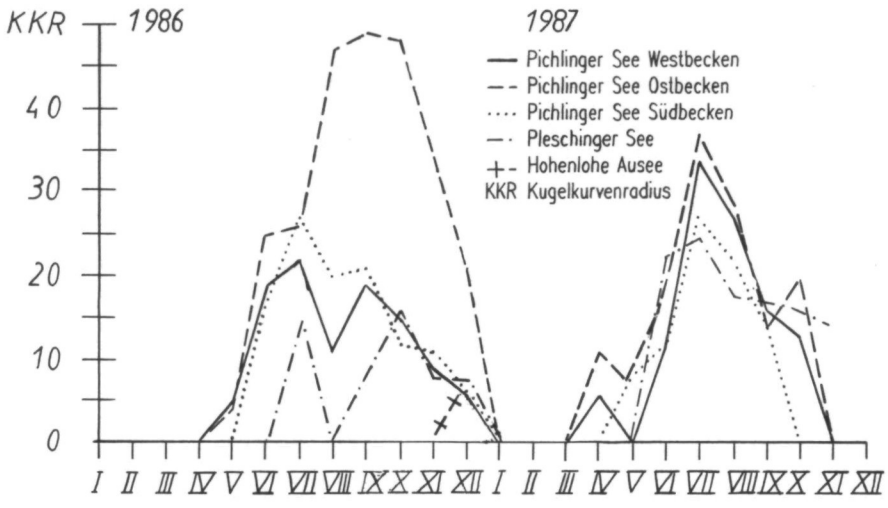


Abb. 8: Die jahreszeitlichen Schwankungen in der Individuendichte von *Lagerheimia genevensis*.

*Lagerheimia genevensis* (CHOD.) CHOD. 1895 (Abb. 7 u. 8)
(Syn.: *Tetraceras genevensis* CHOD. 1894 = *Chodatella quadriseta* LEMM. 1898 = *Lagerheimia subglobulosa* LEMM. 1898 = *Lagerheimia quadriseta* (LEMM.) G. M. SMITH 1926 = *Chodatella genevensis* (CHOD.) LEY 1948)

Die Art besitzt eine ellipsoidische Zelle mit vier in einer Ebene liegenden Borsten. Sie trat in allen drei Seen auf, zeigte allerdings den Schwerpunkt ihrer Entfaltung im Pichlinger-See-Ostbecken. Das zeitliche Entwicklungsmaximum lag im Herbst (August bis Oktober).

*Monoraphidium dybowskii* (WOLOSZ) HIND & KOM.-LEGN. 1969 (Abb. 7)
(Syn.: *Keratococcus dybowskii* WOLOSZ 1917)

Es weist leicht spindelförmige, schwach mondförmig gebogene Zellen auf. An den Enden sind die Zellen verjüngt und breit abgerundet. Die Vermehrung erfolgt durch 2, 4 oder 8 Autosporen, die durch Riß der Mutterzellwand frei werden.

Diese Alge trat in allen drei Gewässern auf und zeigte im ersten Untersuchungsjahr ein schlagartiges Auftreten ab Juni. Sie wies bis in den Spätherbst eine sehr starke Entfaltung auf.

*Monoraphidium mirabile* (W. & G. S. WEST) PANKOW 1976
(Syn.: *Ankistrodesmus mirabilis* (W. & G. S. WEST) LEMM. 1908)

Es besitzt eine schmal spindelförmige Zelle, die mehr als zehnmal länger als breit ist. Die Enden sind stark zugespitzt, die Zelle ist halbkreisförmig

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



oder leicht sigmoid gebogen. Der Chloroplast ist wandständig, reicht aber nicht bis in die Zellspitzen und zeigt in der Mitte der Zelle eine deutliche Ausnehmung.

Diese Alge war für das Plankton des Pleschinger Sees typisch, war aber vereinzelt auch in den beiden anderen Gewässern anzutreffen.

*Pediastrum* (Abb. 10)

Aus der Gruppe der Pediastren wurden die Arten: *Pediastrum boryanum* (TURP) MENEGH., *Pediastrum duplex* MEYEN mit forma *gracilis* und *Pediastrum tetras* (EHRENB.) RALFS gefunden.

Sie alle traten vor allem im Pichlinger See und jeweils nur in geringer Dichte auf.

*Planctonema lauterbornii* (SCHMIDLE) (Abb. 7 u. 9)

Diese Art bildet einfache freischwimmende Fäden, die 2,5 bis 4 µm breit und bis zu 1 mm lang werden können.

Sie trat dominierend im Plankton des Pleschinger Sees auf, während sie in den anderen Seen nur spärlich zu finden war. Sie zeigte eine strenge zeitliche Begrenzung ihres Auftretens auf die zweite Jahreshälfte.

*Scenedesmus linearis* KOM. 1974 (Abb. 10)
(Syn.: *Scenedesmus ellipticus* CORDA 1835 ?, *S. bijugatus* var. *seriatus* CHOD. 1902 et var. *regularis* VODENIC 1960, *S. bijugatus* et *S. bijuga* sensu auct. post.)

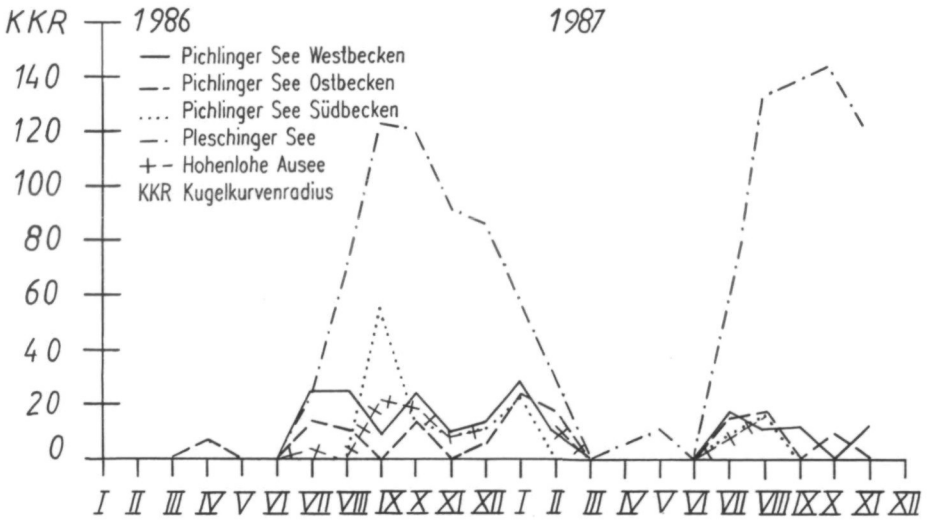


Abb. 9: Die jahreszeitlichen Schwankungen in der Fadendichte von *Planktonema lauterbornii*.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



Eine genaue systematische Zuordnung der Scenedesmen ist prinzipiell und vor allem im Rahmen einer algensoziologischen Untersuchung sehr schwierig. Daher darf die im nachfolgenden getroffene Zuordnung zu den drei Arten nur als ein Versuch betrachtet werden, wenigstens eine gewisse Differenzierung zu ermöglichen. Es darf keinesfalls angenommen werden, daß in allen Fällen eine eindeutige Identifizierung möglich war.

Die verschiedenen Scenedesmen zeigen eine sehr weite ökologische Toleranz und kommen in fast allen Gewässern vor. Daher bezeichnete KOLKWITZ (1950) sie auch als das „Unkraut der Gewässer". Auch in den drei untersuchten Seen traten verschiedene *Scenedesmus*-Arten häufig auf. Darunter auch *Scenedesmus linearis*, welcher länglich elliptische glatte Zellen mit dicker Membran aufweist. Die Coenobien bestehen aus vier bis acht Zellen.

Diese Alge zeigte ihr stärkstes Vorkommen im Pichlinger See. Bezüglich der Tiefenverteilung konnte lediglich einmal ein interessantes Phänomen beobachtet werden: Anfang Juli entwickelte *Scenedesmus linearis* im Ost-

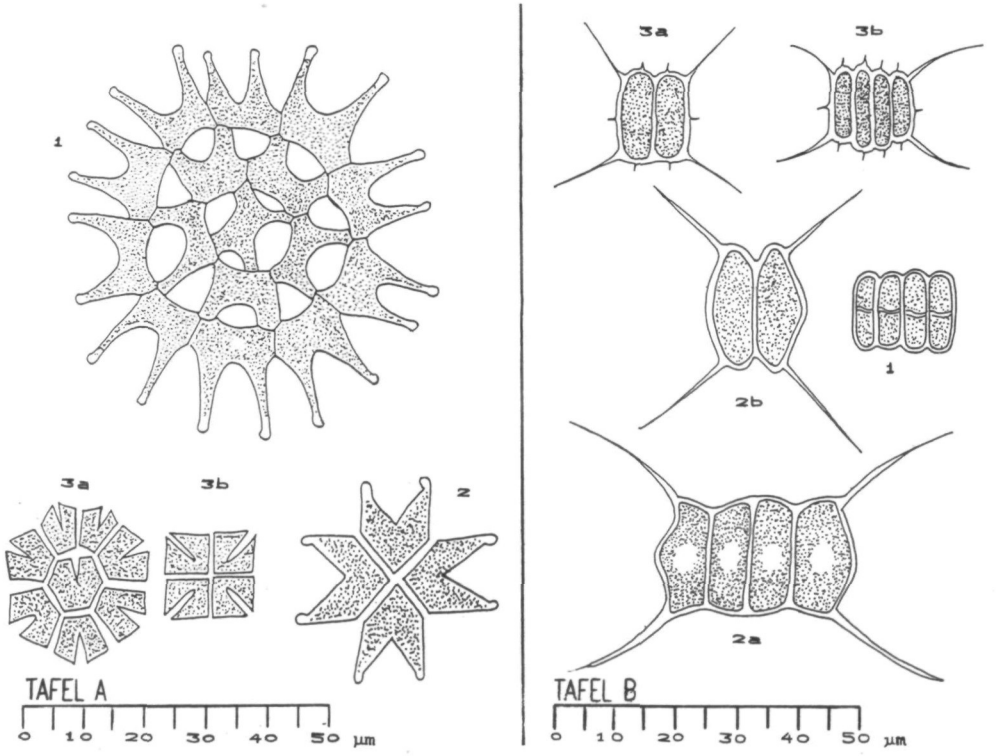


Abb. 10: Algentafel Chlorophyta 2
Tafel A: 1. *Pediastrum duplex* MEYEN, 2. *Pediastrum duplex* forma *gracilis*, 3. *Pediastrum tetras* (EHRENB.) RALFS.
Tafel B: 1. *Scenedesmus linearis* KOM., 2. *Scenedesmus quadricauda* (TURPIN) BREBISSON, 3. *Scenedesmus sempervirens* CHOD.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



becken in 3 m Tiefe eine extrem dichte Population mit rund 2,5 Mio. Coenobien pro Liter. Ein Zusammenhang mit den chemischen bzw. physikalischen Umweltfaktoren konnte nicht erkannt werden.

*Scenedesmus quadricauda* (TURPIN) BREBISSON (Abb. 10)
(Syn.: *Achnanthes quadricauda* TURPIN = *Scenedesmus variabilis* DE WILDEMAN var. *cornutus* FRANCÉ)

Bei meinen Zählungen wurden unter dieser Gruppe lediglich die eindeutig als *Scenedesmus quadricauda* identifizierbaren Adult-Coenobien erfaßt. Die nicht so eindeutig zuzuordnenden Jugendformen wurden dagegen bei der Gruppe *Scenedesmus sempervirens* mitgezählt.

*Scenedesmus quadricauda* trat vor allem im Pichlinger See auf, die geringste Entfaltung zeigte die Alge im Hohenlohe-Ausee. Das Maximum der Entwicklung lag in der Zeit von August bis September.

*Scenedesmus sempervirens* CHOD. (Abb. 10)

Diese Art umfaßt mehrere variable zart bestachelte Formen.

Die in den untersuchten Seen aufgetretenen Formen waren über das ganze Jahr hinweg zu finden und nahmen zeitweise sogar eine dominierende Stellung innerhalb der Algengesellschaften ein.

*Tetraedron minimum* (A. BR.) HANSGIRG. 1888 (Abb. 7)
(Syn.: *Polyedrium minimum* A. BR. 1855 = *Tetraedron quadratum* (REINSCH) HANSG. 1889 = T. *platyisthmum* (ARCH.) G. S. WEST 1908 = *T. glaucescens* (WITTR.) CLAUS 1963)

Es trat in allen drei untersuchten Seen auf, wobei auch hier wieder — wie bei den meisten anderen Grünalgen — das stärkste Vorkommen im Pichlinger See, das schwächste Vorkommen im Hohenlohe-Ausee lag.

## Die Makrophyten

Die in einem Gewässer auftretenden höheren Pflanzen genießen bei den Badegästen zu Unrecht keinen allzu guten Ruf. Häufig werden sie als Schlingpflanzen bezeichnet und man dichtet ihnen die Eigenschaft an, Badende in die Tiefe zu ziehen. Tatsächlich verursachen aber weniger die Makrophyten als die panikartigen Reaktionen der Badenden selbst Unfälle.

In diesem Zusammenhang wäre es wichtig, den Badegästen zunächst dieses Vorurteil von der Gefährlichkeit der Makrophyten zu nehmen und sie statt dessen von der großen Bedeutung dieser Pflanzen für den Stoffhaushalt des Gewässers zu überzeugen. Erst nach einer solchen Aufklärung wird es möglich sein, den Badegästen verständlich zu machen, warum

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



gewisse Zonen des Gewässers den Makrophyten vorbehalten bleiben sollten.

Die Makrophyten legen einen Großteil der im Gewässer vorhandenen Nährstoffe fest und konkurrenzieren so vor allem Algen, welche zur Blütenbildung neigen. Durch gezielte und rasche Mähaktionen wäre es möglich, z. B. dem dem Prozeß der rasanten Eutrophierung ausgesetzten Pichlinger See größere Mengen an Nährstoffen zu entziehen und so den Prozeß etwas zu verlangsamen. BOHL (1972) beschreibt den nährstoffentziehenden Effekt der Makrophyten recht anschaulich: Wasserstern und flutender Hahnenfuß können nach Angaben von SCHWOERBEL & TILLMANNS (1964) im Experiment 30—40 mg Phosphor auf 100 g Biomasse aufnehmen. Bei Laichkräutern konnte die Aufnahme von 39 mg auf 100 g Biomasse beobachtet werden. Zum anderen können Makrophyten auch selektiv verunreinigende Stoffe aufnehmen und sie so aus dem Stoffkreislauf des Gewässers entfernen (KARPATI V. & POMOGYI, P. 1979).

Schließlich verändern die Makrophyten in dichten Beständen auch die Lichtsituation im Gewässer wesentlich. Nach einer Arbeit von PIECZYNSKA & OZIMEK (1976) wird bei einer Bewuchsdichte von 60 Stengeln pro $m^2$ die Lichtintensität im Gewässer bereits um 50 % vermindert. Daraus wird verständlich, daß durch dichten Makrophytenbewuchs eine intensive Entfaltung des Phytoplanktons verhindert werden kann. Ein Zusammenhang, welcher ja auch häufig in der Folge von intensiven Mähaktionen beobachtet werden kann; nach der Entfernung der Makrophyten kommt es durch die wegfallende Nährstoff- und Lichtkonkurrenz häufig zur Auslösung von Algenblüten, die vermutlich durch erhöhte Nährstoffkonzentration in Folge der Mähaktion (Freisetzen von Nährstoffen durch Aufwirbeln des Sedimentes oder durch Verbleiben des abgeschnittenen Materials im Gewässer) verstärkt wird.

Während in Pleschinger See und Hohenlohe-Ausee nur relativ geringes Auftreten von Makrophyten beobachtet werden konnte, kam es im Pichlinger See, der ja bereits für die Problematik seiner Verkrautung bekannt ist, in der ersten Vegetationsperiode nach Beendigung der Baggerarbeiten zu einer Massenentfaltung von Makrophyten in den beiden nicht ausgebaggerten Teilen. Das starke Auftreten der Makrophyten dürfte vor allem durch die geringe Tiefe des Pichlinger Sees verursacht werden, vermutlich spielt auch das höhere Alter dieses Baggerweihers eine Rolle. Auf jeden Fall wurde hier der Erfolg der Baggermaßnahmen im Pichlinger-See-Westbecken deutlich, da es hier zu keinerlei Verkrautung kam, während im Ost- und Südbecken die Makrophyten flächendeckend auftraten. Interessant war auch die Abfolge zweier Makrophytenarten: Im Mai kam es zu einer Massenentwicklung von *Potamogeton crispus* L. (Krauses Laichkraut), der die Oberfläche erreichte und Blüten bildete. Aufgrund eines Defektes des Mähbootes konnte dieser Bestand nicht abgemäht werden und sank Anfang Juni auf den Grund. Somit konnte die Chance, mit den Pflanzen eine

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



große Menge von Nährstoffen aus dem Gewässer zu entfernen, nicht genützt werden. Nun folgte eine Massenentfaltung von *Ranunculus circinatus* (Spreizender Hahnenfuß). Da diese Pflanze eine bessere Wasserqualität bevorzugt als *Potamogeton crispus* könnte diese Aufeinanderfolge ein Hinweis auf die durch die *Potamogeton*-Pflanzen erfolgte Nährstoffixierung sein. Der *Ranunculus circinatus*-Bestand (und mit ihm die enthaltenen Nährstoffe) konnte mit Hilfe des Mähbootes aus dem See entfernt werden.

Im Pleschinger See war lediglich im Bereich des Uferschwalben-Schutzgebietes als einzige Makrophytenart *Ranunculus circinatus* zu beobachten.

Im Hohenlohe-Ausee kam es an den Rändern sowie rund um die kleine Insel im See zum vereinzelten Auftreten von *Myriophyllum verticillatum* (Quirlblättriges Tausendblatt). Etwas stärker war das Vorkommen im Bereich der Wasserskistation und entlang der das Wasserskigebiet begrenzenden Landzunge.

Im Pichlinger See scheint es nur die Wahl zwischen zwei Extremen zu geben. Entweder man läßt die Makrophyten wachsen, und verhindert dadurch das Auftreten von Algenblüten oder man entfernt radikal die Makrophyten — was zur Ausbildung von Wasserblüten führt. Beide Extreme sind für die Badenden unangenehm. Doch es besteht eine Möglichkeit, einen Mittelweg zwischen diesen beiden Extremen zu wählen, der einen weitgehend ungestörten Badebetrieb ermöglicht. Ich kann mich hier nur den bereits in den Arbeiten von Herrn Hofrat Dr. W. Werth und Herrn Professor Pechlaner geäußerten Vorschlägen anschließen: am günstigsten erscheint es, wenn gewisse Bereiche des Sees den Makrophyten vorbehalten werden könnten. Diese würden durch ihre Begrenzung auf einen bestimmten Bereich die Badenden nicht stören, könnten aber als Konkurrenz zum Phytoplankton wirken. Weiters könnten durch gezielte Mähaktionen größere Mengen an Nährstoffen aus dem Gewässer entfernt werden.

## Algensoziologie

Bereits Karl BEHRE (1966) stellte in seinem Artikel „Zur Algensoziologie des Süßwassers unter Berücksichtigung der Litoralalgen" fest, daß die Artenkombination von Algengesellschaften aufgrund der leichten Verbreitbarkeit des Planktons praktisch nur von den ökologischen Bedingungen dieses Standortes abhängt. Er wies auch darauf hin, daß das Herausarbeiten von streng definierten Assoziationen in normalen (d. h. nicht durch Extremfaktoren gekennzeichneten) Gewässern infolge der fließenden Übergänge zwischen den verschiedenen Algengesellschaften nur schwer bis kaum möglich sei. Dennoch sei das Betreiben der Algensoziologie vor allem unter Beachtung des ökologischen Zeigerwertes der Planktonorganismen eine wichtige Aufgabe. In Hinblick auf diese Betrachtungen versteht

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



sich dieses Kapitel weniger als ein Beitrag zur Herausstreichung von Assoziationen als vielmehr als ein Überblick über die verschiedenen beobachteten Gesellschaften sowie deren jahreszeitliche Aspekte. Gleichzeitig wird versucht, einen Zusammenhang mit den herrschenden ökologischen Faktoren (chemischer und physikalischer Natur) herzustellen.

Für alle drei Untersuchungsstellen gilt gleichermaßen, daß während der Wintermonate lediglich eine geringe Anzahl verschiedener Arten vorhanden war. Zumeist kam es im Mai zu einem explosionsartigen Hinzutreten neuer Arten. Das Maximum der Artendiversität hielt sich mindestens bis in den August. Danach kam es wieder zu einem Absinken der Artenzahl.

## Algensoziologische Beobachtungen im Pichlinger-See-Westbecken

### 1. Untersuchungsjahr (1986)

Jänner: Die drei dominierenden Algen sind die zentrischen Diatomeen, sowie große und kleine Cryptomonaden. Unter den anderen Planktonorganismen finden sich vor allem Vertreter der Bacillariophyta (*Synedra, Navicula*) und der Chlorophyta (*Scendesmus sempervirens, Coelastrum microporum*).

Februar: Es kommt zu einer starken Dynamik in der Artzusammensetzung. Im Vergleich zu den Algengesellschaften im Jänner sind nun mehr als die Hälfte der vorhandenen Arten neuhinzugetreten, wobei durch sie die vorhandene Dominanz der Kieselalgen, Cryptomonaden und Grünalgen etwas durchbrochen wird. So treten zum Beispiel *Dinobryon, Cosmarium* und *Phacus* neu auf. Nur die Cryptomonaden zeigen noch steigende Tendenz, die Kieselalgen zeigen eine leichte Neigung zur Senkung ihrer Individuendichte.

März: Neun von insgesamt 21 Arten zeigen steigende Tendenz. Darunter auch die zentrischen Diatomeen und die Cryptomonaden.

April: Nach wie vor herrscht eine allgemeine Steigerungstendenz — besonders bei den Dinobryen. *Dinobryon divergens* steht bereits an zweiter Stelle in bezug auf die Individuendichte. Die Cryptomonaden haben dagegen deutlich an Bedeutung verloren und werden in ihrer Häufigkeit von *Synedra, Scenedesmus* und *Carteria* eingeholt.

Mai: Nun kommt es zu einer explosionsartigen Veränderung der Verhältnisse: Die zentrischen Diatomeen zeigen eine sehr starke Entwicklung, *Dinobryon divergens* steht nach wie vor an zweiter Stelle der Häufigkeit, gefolgt von *Synedra* und *Scenedesmus sempervirens.* Die Cryptomonaden sind völlig zurückgedrängt. Von insgesamt 47 Arten sind 23 neu hinzugetreten. Darunter befinden sich zahlreiche Grünalgen.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



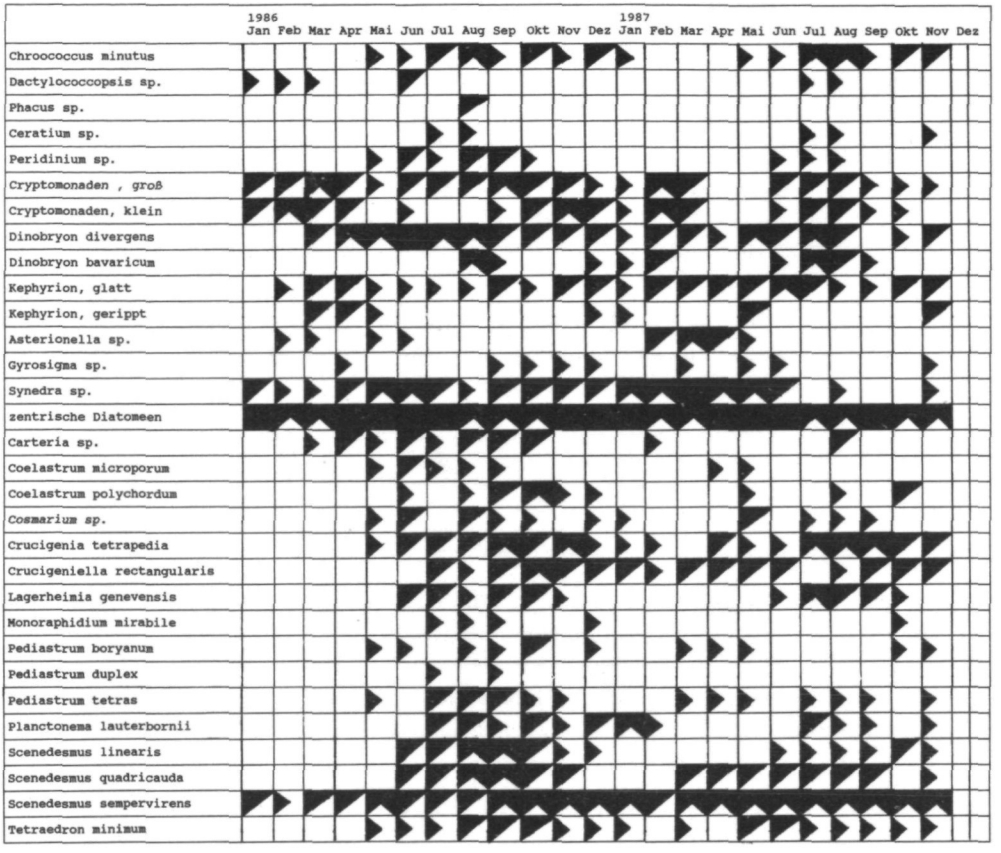


Abb. 11: Algensoziologische Beobachtungen im Pichlinger See Westbecken.

Juni: Während die zentrischen Diatomeen in geringeren Individuendichten vorhanden sind, stieg die Zahl der Dinobryen weiter an. An dritter Stelle der Häufigkeit stehen die Synedren.

Juli: Nun dominieren wieder eindeutig die zentrischen Diatomeen, die Dinobryen sind wieder an die zweite Stelle zurückgetreten. *Merismopedia* ist weiter angestiegen und nimmt die dritte Stelle in bezug auf die Koloniendichte ein. Es sind 18 Arten neuhinzugetreten, darunter wieder sehr viele Grünalgen. Es zeigen ebensoviele Arten steigende wie sinkende Tendenz — der Gipfel der Artenentfaltung scheint hier erreicht zu sein.

August: Die Artzusammensetzung entspricht der des Juli. Die Individuendichten sind aber deutlich gesunken.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



September: Die Individuendichten sind weiter gesunken. An erster Stelle stehen die zentrischen Diatomeen, gefolgt von *Crucigenia tetrapedia, Scenedesmus sempervirens* und Cryptomonaden. Die in den Vormonaten noch dominierenden Dinobryen sind in das Feld mittlerer Häufigkeit abgesunken. Die Chlorophyta zeigen allerdings nach wie vor steigende Tendenz.

Oktober: Abgesehen von den nach wie vor an erster Stelle stehenden zentrischen Diatomeen sind nun die Chlorophyta mit *Scenedesmus sempervirens, Coelastrum polychordum* und *Crucigeniella rectangularis* stark vertreten.

November: Die Artenzahl ist bereits deutlich gesunken, auffallend ist ein Anstieg der Cryptomonaden und Dinobryen. Die meisten anderen Arten zeigen sinkende Tendenz.

Dezember: Dominierende Arten bei relativ geringer Individuendichte sind nun die zentrischen Diatomeen, *Scenedesmus sempervirens* und *Crucigeniella rectangularis.*

## 2. Untersuchungsjahr (1987)

Im Jänner und Februar herrschen ähnliche Verhältnisse wie im Vorjahr. Im März kommt es zu einer Massenentfaltung der Synedren und von *Asterionella.* Auch *Scenedesmus sempervirens* zeigt eine starke Entwicklung. Die im Vergleichsmonat des Vorjahres beobachtete Massenentfaltung von *Dinobryon divergens* bleibt aus. Zudem kommt es zu einer vergleichsweise stärkeren Entfaltung der Chlorophyta.

Zwischen April und Juli ergibt sich ein ähnliches Bild wie im Vorjahr.

Juli: Es fällt auf, daß die zentrischen Diatomeen stark abgesunken sind, was auf die Konkurrenzsituation zu den mittlerweile stark entwickelten *Microcystis*-Kolonien hinweist.

August: *Microcystis* zeigt eine starke Aufwärtsentwicklung und scheint dadurch alle anderen Arten zurückzudrängen.

September: Die Arten- und Individuenzahl ist allgemein sinkend. Lediglich die zentrischen Diatomeen zeigen noch steigende Tendenz.

Oktober: Nun kommt es zu einem erneuten starken Auftreten von *Microcystis.* Gleichzeitig ist auch eine Erhöhung der Dichte bei *Chroococcus* zu beobachten. In den nachfolgenden Monaten bildet sich wieder das arten- und individuenärmere Winterplankton aus.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



## Algensoziologische Beobachtungen im Pichlinger-See-Ostbecken

### 1. Untersuchungsjahr (1986)

Jänner: Es herrschen in etwa gleiche Dominanzverhältnisse wie im Westbecken. Es kommt lediglich zu einer etwas stärkeren Entwicklung von Grün- und Blaualgen.

Februar: Hier gibt es nicht ganz so deutliche Veränderungen wie im Westbecken. Die Cryptomonaden zeigen im Ostbecken ebenfalls noch steigende Tendenz.

März: Nun herrscht im Ostbecken bereits eine höhere Artenzahl als im Westbecken, auch hier gibt es deutliche Steigerungstendenzen.

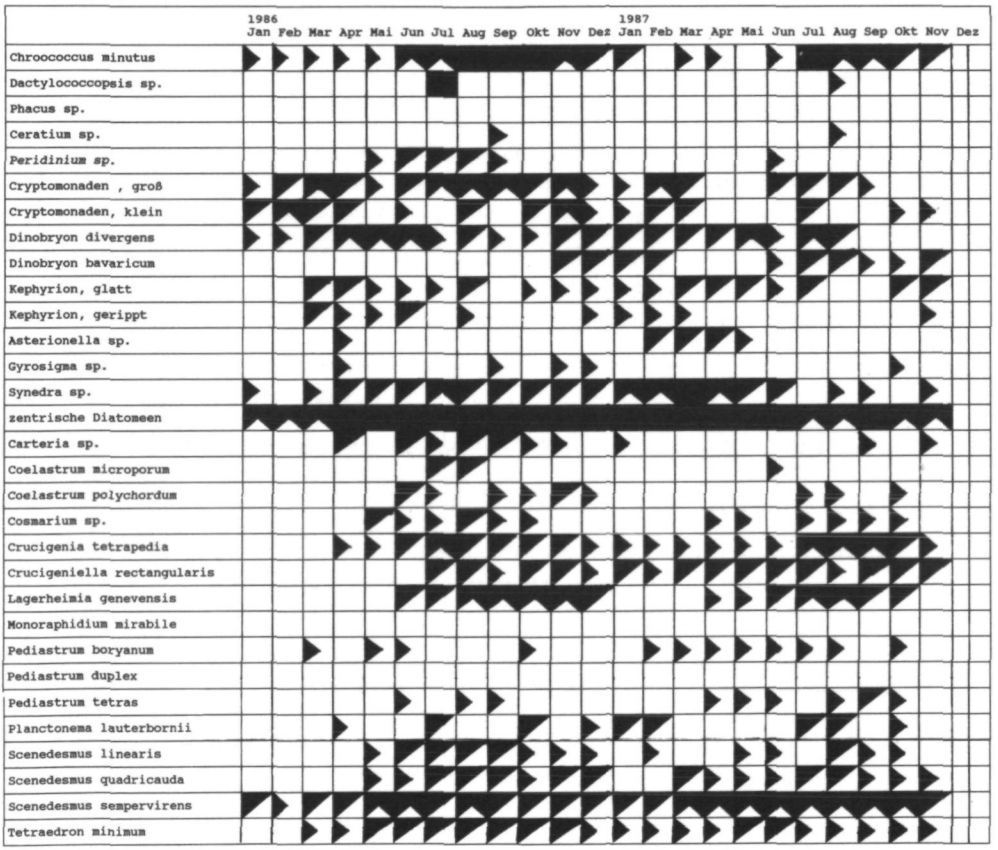


Abb. 12: Algensoziologische Beobachtungen im Pichlinger See Ostbecken.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



April: Auch im Ostbecken herrschen zu diesem Zeitpunkt die steigenden Tendenzen vor, *Dinobryon divergens* ist auch hier an die zweite Stelle der Häufigkeit gerückt.

Mai: Im Gegensatz zum Mittelbecken, wo die Zahl der zentrischen Diatomeen deutlich steigt, sinkt hier ihre Individuendichte ab. Sonst stimmen die Dominanzverhältnisse völlig überein. Allerdings sind im Ostbecken im Gegensatz zum Westbecken keine neuen Arten hinzugetreten. Hier ist die Steigerungstendenz nicht so stark wie im Westbecken. Möglicherweise ist das durch die hier stattfindende Konkurrenz durch die Makrophyten verursacht.

Juni: Es zeigen beinahe ebensoviele Arten steigende wie sinkende Tendenz. *Chroococcus, Dinobryon divergens* und *Scendesmus* zeigen steigende Tendenz. Leicht verzögert im Vergleich zum Westbecken treten nun etliche neue Arten hinzu.

Juli: Nun unterscheidet sich die Planktonzusammensetzung des Ostbeckens ganz deutlich von der des Westbeckens. An dritter Stelle der Häufigkeit steht *Merismopedia,* auch *Chroococcus* zeigt nach wie vor steigende Tendenz. Auffallend ist auch das starke Auftreten von *Dactylococcopsis.*

August: Es herrschen ähnliche Verhältnisse wie im Juli. Das im Westbecken aufgetretene Maximum der Dinobryen fehlt im Ostbecken ganz.

September: Wie im Mittelbecken weisen auch hier die dominierenden Algenarten geringere Individuendichten auf als im Vormonat. *Lagerheimia quadriseta* ist an die dritte Stelle der Häufigkeit gerückt. Die meisten Arten zeigen bereits sinkende Tendenz.

Oktober: *Chroococcus* hat nun die Spitze übernommen. Allerdings weist auch diese Alge, wie die meisten anderen, sinkende Tendenz auf.

November: Es herrschen nach wie vor die gleichen Dominanzverhältnisse wie im Oktober.

Dezember: Noch immer dominieren *Chroococcus* und *Lagerheimia quadriseta* das Bild. Ähnlich wie beim Westbecken befindet sich nun auch hier *Scenedesmus sempervirens* im Vormarsch. Mehr als die Hälfte aller auftretenden Arten zeigt sinkende Tendenz.

## 2. Untersuchungsjahr (1987)

Jänner: Die Entwicklung von *Chroococcus* erfolgt nach wie vor deutlich stärker als im Westbecken, sonst herrschen jedoch ganz ähnliche Dominanzverhältnisse. Auch hier kommt es zu einer starken Entwicklung der Synedren.

Februar: Die Artzusammensetzung ähnelt der des Westbeckens zum Ver-

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



gleichszeitpunkt. Große und kleine Cryptomonaden zeigen deutlich steigende Tendenz.

März: Mit zentrischen Diatomeen, Synedren, *Scenedesmus sempervirens* als dominierende Arten mit steigender Tendenz herrschen wieder ähnliche Verhältnisse wie im Westbecken.

April: Wieder wie beim Westbecken überwiegend sinkende Tendenzen.

Mai: Weiterhin ähnliche Artzusammensetzung wie im Westbecken. *Scenedesmus sempervirens* und *Dinobryon divergens* zeigen steigende Tendenz, andere dominierende Algen sind zentrische Diatomeen, glatte Kephyrien, Synedren. Die Grünalgen zeigen steigende, die Kieselalgen dagegen sinkende Tendenz.

Juni: Es dominieren eindeutig die zentrischen Diatomeen.

Juli: Ab nun verläuft die Entwicklung in West- und Ostbecken wieder recht unterschiedlich. *Chroococcus minutus* zeigt ein dramatisches Ansteigen und wird die dominierende Alge im Pichlinger-See-Ostbecken. Daneben treten zentrische Diatomeen, *Coelosphaerium, Crucigenia tetrapedia* und *Scenedesmus sempervirens* als häufigste Algen auf. Auch das Ansteigen der Zahl der *Microcystis*-Kolonien kann bereits beobachtet werden.

August: *Coelosphaerium* und *Microcystis* zeigen noch immer steigende Tendenz. Sonst herrscht eine Neigung zur Senkung der Individuen- bzw. Koloniendichte vor.

September, Oktober, November: Allgemein sinkende Tendenzen und allmähliche Einstellung auf das bereits bekannte Winterplankton.

## Algensoziologische Beobachtungen im Pichlinger-See-Südbecken

Das Südbecken weist wie das Ostbecken deutlich geringere Schwankungen in bezug auf die Artendiversität auf als das Westbecken, was als eine Folge der Baggerungsmaßnahmen im Westbecken, den damit gewonnenen freien Wassermassen und der wegfallenden Konkurrenz durch die Makrophyten betrachtet werden kann.

### 1. Untersuchungsjahr (1986)

Jänner: Die Dominanzverhältnisse liegen ähnlich wie in den beiden anderen Becken, lediglich *Synedra* und *Scenedesmus sempervirens* sind etwas stärker entwickelt.

Februar: Es treten nicht so viele neue Arten wie im Westbecken hinzu. Wie auch in den anderen Becken sind vor allem die Cryptomonaden noch im Steigen begriffen.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



März: Auch im Südbecken sind zu diesem Zeitpunkt deutliche Steigerungstendenzen bemerkbar; mehr als die Hälfte der auftretenden Arten zeigen das.

April: Es herrscht weiterhin allgemein steigende Tendenz. *Dinobryon divergens* nimmt wie im Mittelbecken hier bereits die zweite Stelle der Häufigkeit ein. Die Cryptomonaden sind dagegen nur noch schwach vertreten.

Mai: Es herrschen weiterhin steigende Tendenzen bei den zentrischen Diatomeen, *Scenedesmus sempervirens* und *Dinobryon divergens.* Auffallend ist — ebenso wie in den anderen Becken — die Artenvielfalt.

Juni: Weiterhin prägt ein großes Artenspektrum das Bild. Allgemein herrschen gleichbleibende oder steigende Tendenzen vor. Die zentrischen Diatomeen sind deutlich dominierend. Die Artzusammensetzung entspricht weitgehend der des Ostbeckens. *Scenedesmus sempervirens* und große Cryptomonaden prägen auch hier das Bild der Planktonzusammensetzung.

Juli: Gegen Ende des Monats werden sinkende Tendenzen bemerkbar.

August: Die Artzusammensetzung entspricht der des Westbeckens. Es dominieren: zentrische Diatomeen, *Dinobryon divergens, Scenedesmus linearis, Chroococcus minutus* und *Scenedesmus quadricauda.*

September: Nun zeigen ebensoviele Arten steigende wie sinkende Tendenz. Die Artzusammensetzung unterscheidet sich deutlich von der in West- und Ostbecken: neben den zentrischen Diatomeen dominieren *Planktonema lauterbornii, Merismopedia, Dinobryon divergens* und *Scenedesmus sempervirens.*

Oktober, November: Es herrschen sinkende Tendenzen.

Dezember: Bereits im Dezember zeigen die Algen wieder leicht steigende Tendenz. Die Artzusammensetzung ist nun in allen drei Becken sehr ähnlich.

## 2. Untersuchungsjahr (1987)

Jänner: Wie zu dieser Zeit in diesem und in den beiden anderen Becken üblich, zeigen große und kleine Cryptomonaden deutlich steigende Tendenzen. Das gleiche gilt für Februar.

Februar: Allerdings kommt es im Vergleich zum Vorjahr zu einer stärkeren Entwicklung der Synedren.

März: Die Diatomeen herrschen nun deutlich mit einer starken Entwicklung von *Synedra,* zentrischen Diatomeen und *Asterionella* vor.

April: Wie in den beiden anderen Becken herrscht zu diesem Zeitpunkt eine allgemein sinkende Tendenz. Die Artzusammensetzung gleicht im wesentlichen wiederum der des Westbeckens.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



Mai: Auch hier wird wie in den beiden anderen Becken eine starke Erhöhung der Artenzahl und der Individuendichte bemerkbar. Die Artzusammensetzung ist in allen drei Becken in etwa gleich.

Juni: Es bietet sich ein ganz ähnliches Bild wie im Westbecken.

Juli: *Chroococcus* steht wie im Ostbecken bereits an erster Stelle der Häufigkeit. Überhaupt herrscht zu diesem Zeitpunkt in allen drei Becken eine ganz ähnliche Artzusammensetzung mit allerdings unterschiedlichen Dominanzverhältnissen.

August: *Chroococcus minutus* zeigt nun sinkende, die anderen Algen zeigen eher gleichbleibende Tendenz.

In den darauffolgenden Monaten erfolgt der bereits bekannte Übergang zum Winterplankton.

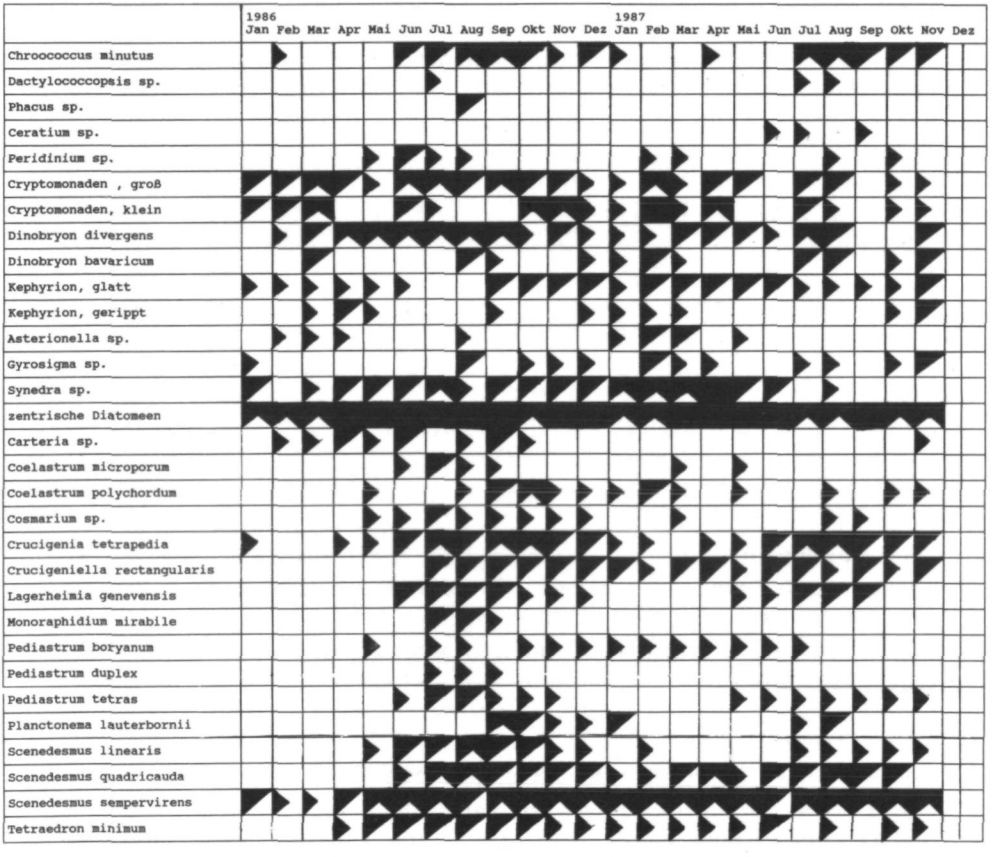


Abb. 13: Algensoziologische Beobachtungen im Pichlinger See Südbecken.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß im Pichlinger See in bezug auf die Algengesellschaften zwei Extreme beobachtet werden können, die nach einer anfänglichen — während der kälteren Periode — recht ähnlichen Artzusammensetzung deutlich unterschiedliche Tendenzen erkennen lassen.

Das erste Extrem stellt das frisch ausgebaggerte Westbecken mit seiner nun relativ großen Tiefe und geringen Bodenschlammschicht dar. Im Sommer kommt es zu einer deutlichen Dominanz von *Dinobryon divergens.* Insgesamt zeigt das Westbecken größere Schwankungen in bezug auf Arten- als auch in bezug auf Individuendichte als die beiden anderen noch nicht ausgebaggerten Seebecken.

Das zweite Extrem stellt das Ostbecken mit einer zunächst auch noch steigenden Tendenz für *Dinobryon* dar, die aber im Hochsommer durch eine starke Dominanz von Blaualgen (vergesellschaftet mit zentrischen Diatomeen und *Lagerheimia quadriseta*) abgelöst wird.

Das Südbecken nimmt eine Mittelstellung zwischen diesen beiden Extremen ein. Die Lage ebenso wie die Grundwasserfließrichtung können nicht als Erklärung für dieses Phänomen herangezogen werden, da einerseits das Westbecken genau zwischen Süd- und Ostbecken liegt, andererseits die Grundwasserströmungsrichtung vom Süd- durch das West- zum Ostbecken weist.

Möglicherweise könnte die vorherrschende Windrichtung (West) zu einer Erklärung beitragen. Im Bereich des Ostbeckens wird sehr viel organisches Material (Laub etc.) in den See eingetragen und zusammengeschwemmt. Vielleicht bietet dieser Nährstoffeintrag eine Basis für die starke Entwicklung der Blaualgen.

## Algensoziologische Beobachtungen im Pleschinger See

Im Pleschinger See sind grundsätzlich etwas geringere Zahlen in bezug auf die Artenfülle festzustellen, es fehlt hier die im Pichlinger See im Mai beobachtete Explosion der Artenvielfalt; sie tritt erst im Juli auf, wo auch — ebenso wie im Pichlinger See — das Maximum der Artenvielfalt erreicht wird. Auffallend sind beim Pleschinger See die auftretenden Schichtungsphänomene während der warmen Jahreszeit. Algensoziologisch kann man sich den See während dieser Periode in zwei vertikale Hälften geteilt vorstellen. Der untere Teil — die sauerstoffarme Zone — ist gekennzeichnet durch das Auftreten von *Thiopedia rosea,* der obere Teil durch die massenhafte Entfaltung von *Planktonema lauterbornii* und dem schwächer vertretenen *Monoraphidium mirabile.*

Neben diesen Eigenheiten des Pleschinger Sees gibt es auch ähnliche Phänomene wie im Pichlinger See zu beobachten. So konnte im März des zweiten Untersuchungsjahres ebenfalls ein Auftreten von *Asterionella* protokolliert werden.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



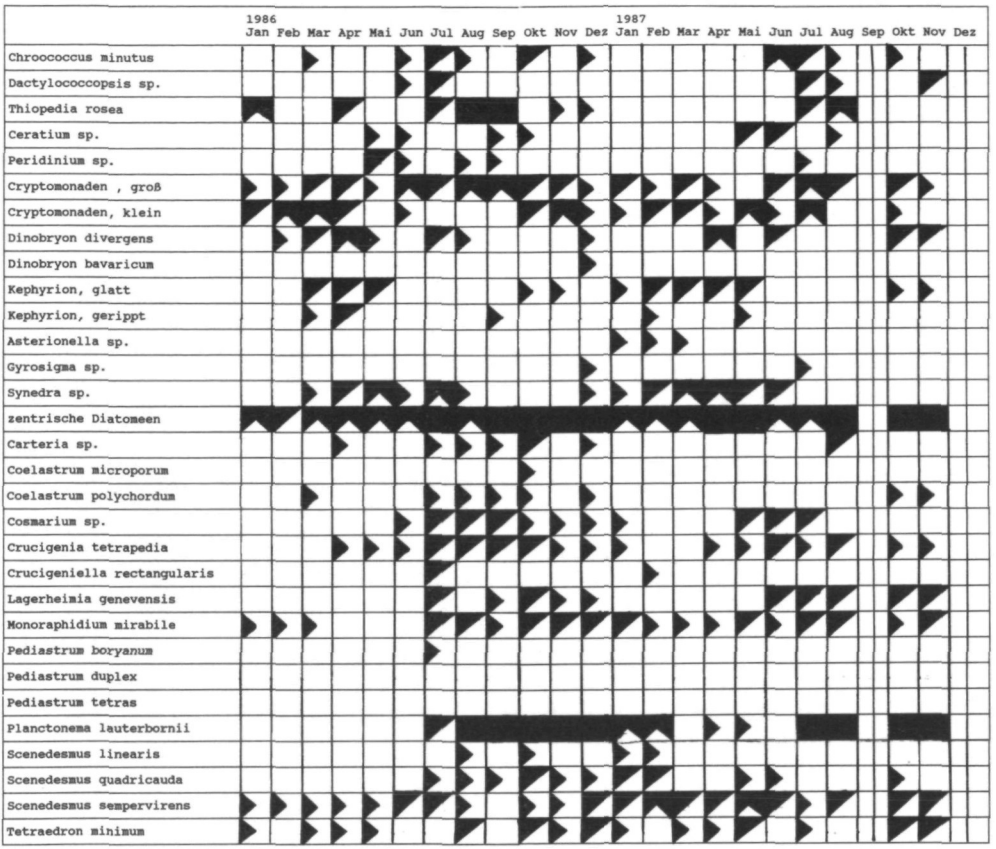


Abb. 14: Algensoziologische Beobachtungen im Pleschinger See Nordostbecken.

Die beiden beobachteten Jahresgänge verliefen zum großen Teil sehr ähnlich. Es fiel lediglich auf, daß im zweiten Untersuchungsjahr die Dominanz von *Planctonema lauterbornii* und den zentrischen Diatomeen über andere Algenarten noch krasser als im ersten Jahr ausgebildet war. Dagegen war die Tiefenschicht mit *Thiopedia* nicht so stark ausgeprägt, was auf die infolge der Witterungsverhältnisse instabilere Schichtung zurückzuführen sein dürfte.

## Algensoziologische Beobachtungen im Hohenlohe-Ausee

Auch der Hohenlohe-Ausee weist in bezug auf die Artzusammensetzung eigene Charakteristika auf. Er ist allgemein durch eine geringere Planktonmenge als die beiden anderen Seen geprägt. Typisch ist im Vergleich zu

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



den beiden anderen Seen die nur geringe Entfaltung der Blau- und Grünalgen. Dagegen sind die Cryptomonaden, die Chrysophyceen (mit *Dinobryon*-Massenentfaltungen), die Diatomeen (mit zentrischen Diatomeen, Synedren und starker Entwicklung von *Asterionella*) die dominierenden Algengruppen.

Diese Unterschiede dürften einerseits dem Alter der drei Seen zuzuschreiben sein: Der Pichlinger See ist das mit Abstand älteste der drei Gewässer und daher bereits seit langem dem natürlichen Prozeß der Eutrophierung ausgesetzt. Der Pleschinger See andererseits, ist mit Entstehungsjahr 1965 nur vier Jahre älter als der Hohenlohe-Ausee und zeigt erstaunlich stärkere Eutrophierungserscheinungen. Dies dürfte durch seine Morphologie, durch die umgebenden (gedüngten) Felder und durch die intensive Nutzung als Badesee bedingt sein.

## 1. Untersuchungsjahr (1986)

März: Die Artzusammensetzung ähnelt der des Pichlinger-See-Westbeckens. Es dominieren zentrische Diatomeen, *Dinobryon divergens, Asterionella,* große und kleine Cryptomonaden sowie die glatten Kephyrien. Die Individuenzahl ist etwas geringer als im Pichlinger-See-Westbecken.

April: Die Artzusammensetzung ähnelt nach wie vor der des Westbeckens. Allerdings unterbleibt hier die im Pichlinger See stattfindende starke Entwicklung von *Scenedesmus sempervirens.* Die Synedren sind deutlich stärker entwickelt.

Mai: Parallel zu den Ereignissen im Pichlinger See kommt es auch hier — allerdings in abgeschwächter Form — zu einem Anstieg der Artenanzahl und Individuendichte. Es gibt nun auch schon deutliche Unterschiede in der Artzusammensetzung. Das Phytoplankton wird hier durch kleine Algenformen wie zentrische Diatomeen, glatte Kephyrien, kleine Chrysomonaden charakterisiert, während im Pichlinger-See-Westbecken neben Dinobryen und Synedren auch *Scenedesmus sempervirens* stark ausgebildet ist.

Juni: Die Massenentfaltung von *Dinobryon divergens* im Pichlinger-See-Westbecken tritt in abgeschwächter Form nun auch hier auf. Auch im Bereich der zentrischen Diatomeen und der Synedren besteht Übereinstimmung. Allerdings kommt es hier zu einer starken Entwicklung von *Dactylococcopsis.*

Juli: Im Vergleich zum Pichlinger-See-Westbecken herrschen geringere Individuendichten. Bezüglich der zentrischen Diatomeen und der Dinobryen gehen die beiden Untersuchungsstellen weiterhin konform.

August: Auch hier wieder geringere Individuendichten; Dinobryen und zentrische Diatomeen sind nach wie vor in beiden Untersuchungsstellen

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



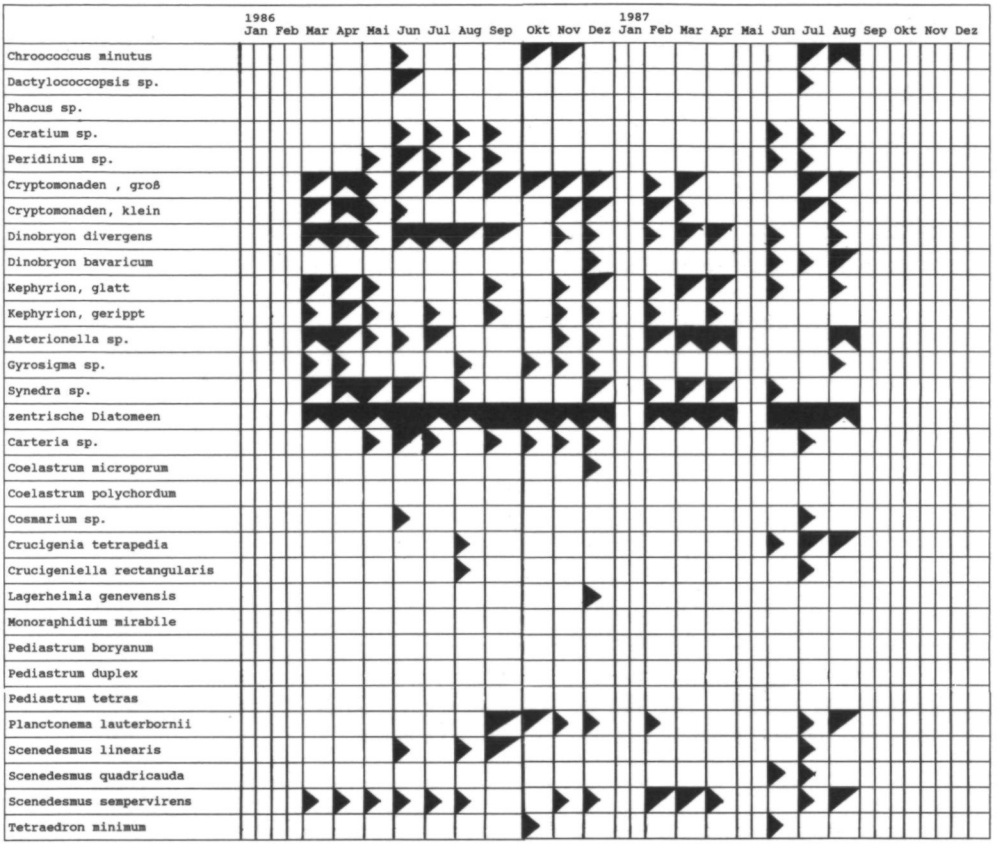


Abb. 15: Algensoziologische Beobachtungen im Hohenlohe-Ausee.

dominierend. Es fehlen hier die im Pichlinger See bedeutenden Grün- und Blaualgen.

September: Es kommt hier zu einer im Vergleich zum Pichlinger-See-Westbecken starken Entfaltung der zentrischen Diatomeen. Die anderen Algengruppen treten deutlich zurück. Wieder fehlen die Grünalgen. Nur *Planktonema lauterbornii* zeigt eine etwas stärkere Entwicklung.

November: Nun treten einige Blaualgen (z. B. *Chroococcus*) — allerdings in geringer Zahl — auf.

Dezember: Das Erscheinungsbild des Planktons wird nun durch zentrische Diatomeen, Cryptomonaden und Synedren geprägt.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



Das zweite Untersuchungsjahr ist durch eine starke Entwicklung von *Asterionella*, gekennzeichnet. Bereits im März und April tritt diese Kieselalge häufig auf. Im August kommt es zur Ausbildung einer regelrechten Massenentfaltung.

Im April kommt es zu einer starken Entfaltung von *Dinobryon divergens*, wie sie zum gleichen Zeitpunkt auch im Pleschinger See beobachtet werden kann. Ansonsten zeigt die jahreszeitliche Veränderung der Planktonzusammensetzung einen ähnlichen Verlauf wie im Vorjahr.

Obwohl der Hohenlohe-Ausee mit einer gemessenen Maximaltiefe von 8,8 m das Auftreten einer sommerlichen Schichtung erwarten läßt und es in der Tiefenzone während des Sommers auch zu einem Sauerstoffschwund kommt, sind doch nicht so deutliche Schichtungsphänomene wie im Pleschinger See zu beobachten. Durch die Beckenform dürfte es hier zu einer besseren Durchmischung des Seewassers kommen.

## Die Produktivität

Die Biomasse ist die Menge lebender Organismen in Masse- oder Volumseinheiten in einer bestimmten Wassermenge, meist bezogen auf Volumen- oder Flächeneinheiten. Der Zuwachs an Biomasse pro Zeiteinheit ist die Grundlage für die Bestimmung der Produktivität eines Gewässers. Streng genommen kann es sich bei der Produktion eines Gewässers nur um diejenige organische Substanz handeln, die von photo- und chemoautotrophen Pflanzen aus den im Wasser vorhandenen anorganischen Nährstoffen und der von außen eingestrahlten Energie gebildet wird. Diese „Primärproduktion" wird in erster Linie in der trophogenen Schicht (= lichtdurchflutete Schicht eines Gewässers, in der Photosynthese betrieben werden kann) von chlorophyllführenden Plankton- und Litoralpflanzen geleistet. Das Ausmaß der chemosynthetischen Primärproduktion in der tropholytischen Zone (= Tiefenzone eines Gewässers, in der keine Photosynthese betrieben werden kann) ist noch weitgehend unbekannt (SCHWOERBEL 1980).

Von der Produktion wiederum läßt sich der Begriff der „Trophie" ableiten. Darunter versteht man die Intensität der photoautotrophen Produktion. Aufgrund der chemischen und physikalischen Wasserwerte und der Zusammensetzung der pflanzlichen und tierischen Lebewelt des Gewässers kann es verschiedenen Trophietypen zugeordnet werden. Die zwei wesentlichen Typen sind der des oligotrophen (= wenig gedüngten) und der des eutrophen (= stark gedüngten) Gewässers.

Da ich im Zuge meiner Untersuchungen keine direkten Produktions-Messungen vornahm, können die ermittelten Biomasse-Daten lediglich einige Querschnitte durch den sich über das Jahr ziehenden Produktionsfluß bieten. Direkte und genauere Aussagen über die Produktivität der einzelnen Gewässer sind dadurch zwar nicht möglich, doch reichen die ermittelten

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



Werte durchaus, um die drei Baggerseen auch in Hinblick auf ihren Biomassegehalt zu vergleichen. Bei Betrachtung der Gesamtbiomasse-Werte ergibt sich das zu erwartende Bild der jahreszeitlich unterschiedlichen Produktivität. Während des Winters ist nur relativ wenig Biomasse vorhanden. Im Frühjahr (März, April, Mai) kommt es zu einem deutlichen Anstieg der Produktivität. Im Sommer (meist während der Monate Juli und August) kommt es zum Auftreten eines Biomasse-Maximums, das dann langsam und kontinuierlich zum Wert der Wintermonate absinkt.

Beim Vergleich der fünf Untersuchungsstellen fällt auf, daß der Hohenlohe-Ausee meist geringere Gesamtbiomassewerte als die beiden anderen Seen aufweist. Der Pleschinger See zeigt dagegen etwas stärkere zeitliche Schwankungen im Biomassegehalt (extreme Maxima im Sommer, extreme Minima im Winter).

Die folgenden Abbildungen geben den prozentuellen Anteil der einzelnen Algengruppen an der Gesamtbiomasse wieder. Sie zeigen sehr anschaulich die Zusammensetzung des Phytoplanktons.

Im Pichlinger-See-Westbecken (Abb. 16) dominierten im Jänner die Bacillariophyta. Im Februar und März des ersten Untersuchungsjahres entwickelten sich vor allem Pyrrophyta und Cryptophyta. Im Mai herrschten wieder eindeutig Bacillariophyta vor. Diese Zusammensetzung änderte sich in den Monaten Juni bis September deutlich: Schizophyta nahmen nun eine wichtige Stellung ein, sie erreichten ihre größte Bedeutung im Juli. Nach diesem Schizophyceengipfel nahmen die bis dahin eher unbedeutenden Chlorophyta deutlich zu und erreichten ihre Vormachtstellung im Oktober. Danach kam es wieder zur Dominanz von Bacillariophyta. Im zweiten Untersuchungsjahr ergab sich für das Pichlinger-See-Westbecken ein nur leicht verändertes Bild: der Schizophyceengipfel war stärker ausgeprägt, der Gipfel der Chlorophyta dagegen etwas schwächer.

Die Zusammensetzung der Biomasse des Pichlinger-See-Ostbeckens (Abb. 17) ähnelte in ihrem Verlauf stark der des Westbeckens. Es fiel lediglich auf, daß bereits im ersten Untersuchungsjahr Schizophyta früher und stärker als im Westbecken das Phytoplankton prägten, Chlorophyta in beiden Untersuchungsjahren von eher untergeordneter Bedeutung blieben.

Im zweiten Untersuchungsjahr ließen sich zwei Phasen erkennen: im ersten Halbjahr dominierten eindeutig Bacillariophyta und verdrängten fast alle anderen Algengruppen, im zweiten Halbjahr taten dies Schizophyta.

Im Pichlinger-See-Südbecken (Abb. 18) stellten bereits im Jänner und Februar des ersten Untersuchungsjahres Schizophyta einen bedeutenden Faktor dar. Zwischen März und April dominierten Pyrrho- und

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



Cryptophyta. All diese Gruppen wurden im Mai fast vollständig durch Bacillariophyta verdrängt. Im Juni und Juli wuchs die Masse der Schizophyta wieder an, gleichzeitig kam es auch zu einem Anstieg von Chlorophyta. Die Bedeutung der Chlorophyta mit ihrem Oktobergipfel entsprach der des Westbeckens.

Im zweiten Untersuchungsjahr fiel wie im West- und Ostbecken die deutliche Vormachtstellung von Bacillariophyta während der ersten Jahreshälfte auf. Im zweiten Halbjahr kam es dann ebenfalls zu einer starken Entwicklung von Schizophyta (*Microcystis!*). Auffallend war das im Südbecken etwas stärkere Auftreten von Pyrrophyta. Vergleicht man diese Ergebnisse mit denen der Untersuchungen aus dem Jahr 1982, so scheint es in den dazwischenliegenden Jahren eine Entwicklung gegeben zu haben, die zu einer Bevorzugung von nur wenigen Algengruppen führte. Chrysophyta traten zurück, Schizophyta nahmen dagegen stark an Bedeutung zu.

Die Biomasse des Pleschinger-See-Nordostbeckens (Abb. 19) weist dagegen eine deutlich andere Charakteristik auf. Im Jänner und Februar des ersten Untersuchungsjahres dominieren Schizophyta. Im März werden sie zurückgedrängt und durch ein Plankton bestehend aus Crypto-, Chryso-, Bacillario- und Chlorophyta verdrängt. Im April kommt es zu einem neuen deutlichen Gipfel der Schizophyta, welcher zwischen Mai und Juni durch Crypto- und Pyrrhophyta verdrängt wird. Zwischen Juli und Oktober herrschen wieder Schizophyta vor (*Thiopedia* in der stark produktiven Tiefenzone!). Im Oktober kommt es ähnlich wie im Pichlinger See zu einer „Machtübernahme" durch Chlorophyta, welche aber deutlich stärker als im Pichlinger See ausgebildet ist.

Im zweiten Untersuchungsjahr gestaltet sich das Bild etwas einfacher: Von Jänner bis Februar dominieren nach wie vor Chlorophyta. Zwischen Februar und April werden sie kontinuierlich durch Bacillariophyta verdrängt. Zwischen Mai und Juni dominieren Pyrrhophyta (*Ceratium*). Schizophyta zeigen dagegen nur einen schwachen sommerlichen Gipfel. Chlorophyta erreichen bereits im September ihre Vormachtstellung und halten sie allerdings schwächer werdend bis in den Dezember. Im Gegensatz zum ersten Untersuchungsjahr zeigen im Spätsommer und Herbst auch Bacillariophyta eine etwas stärkere Entwicklung.

Der Hohenlohe-Ausee (Abb. 20) ist in beiden Untersuchungsjahren durch eine vergleichsweise außerordentlich schwache Entwicklung der Chlorophyta gekennzeichnet. Die Biomassezusammensetzung wird hier vor allem durch Bacillariophyta und Pyrrhophyta geprägt. Zur Zeit der Massenentfaltung von *Dinobryon divergens* spielen auch Chrysophyta eine größere Rolle. Von den beiden anderen Seen unterscheidet sich der Hohenlohe-Ausee durch die relativ geringe Entwicklung von Schizophyta.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



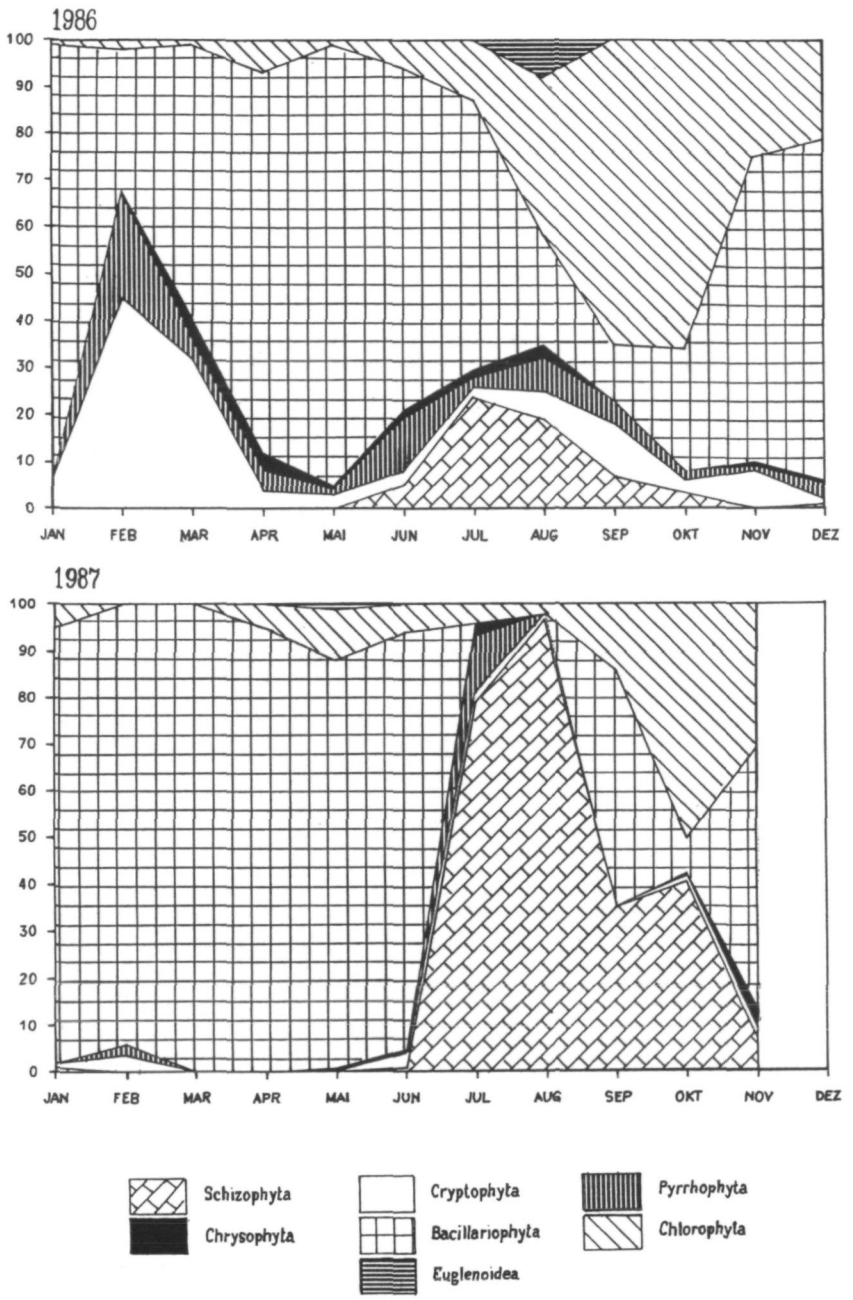


Abb. 16: Prozentueller Anteil der einzelnen Algengruppen an der Phytoplanktongesamtbiomasse des Pichlinger See Westbeckens.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



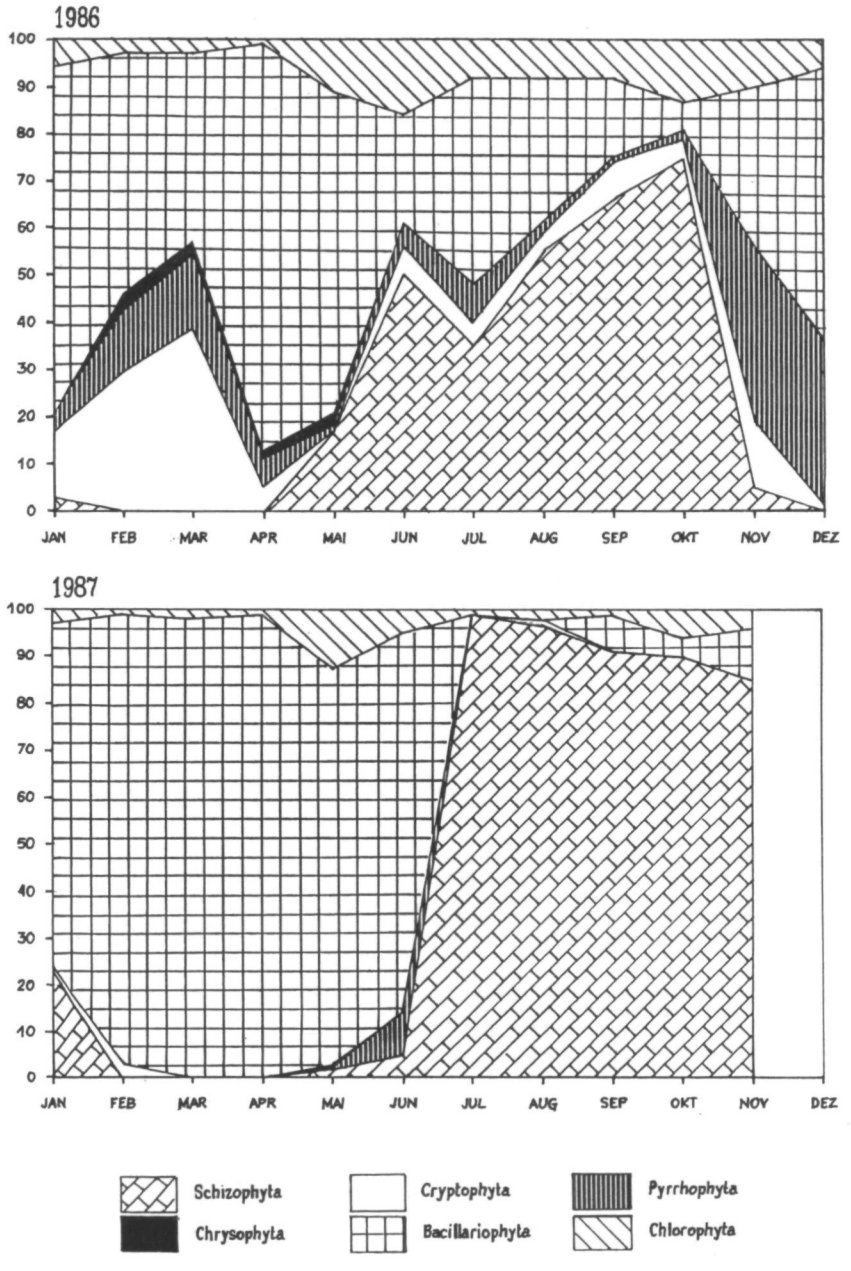


Abb. 17: Prozentueller Anteil der einzelnen Algengruppen an der Phytoplanktongesamtbiomasse des Pichlinger See Ostbeckens.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



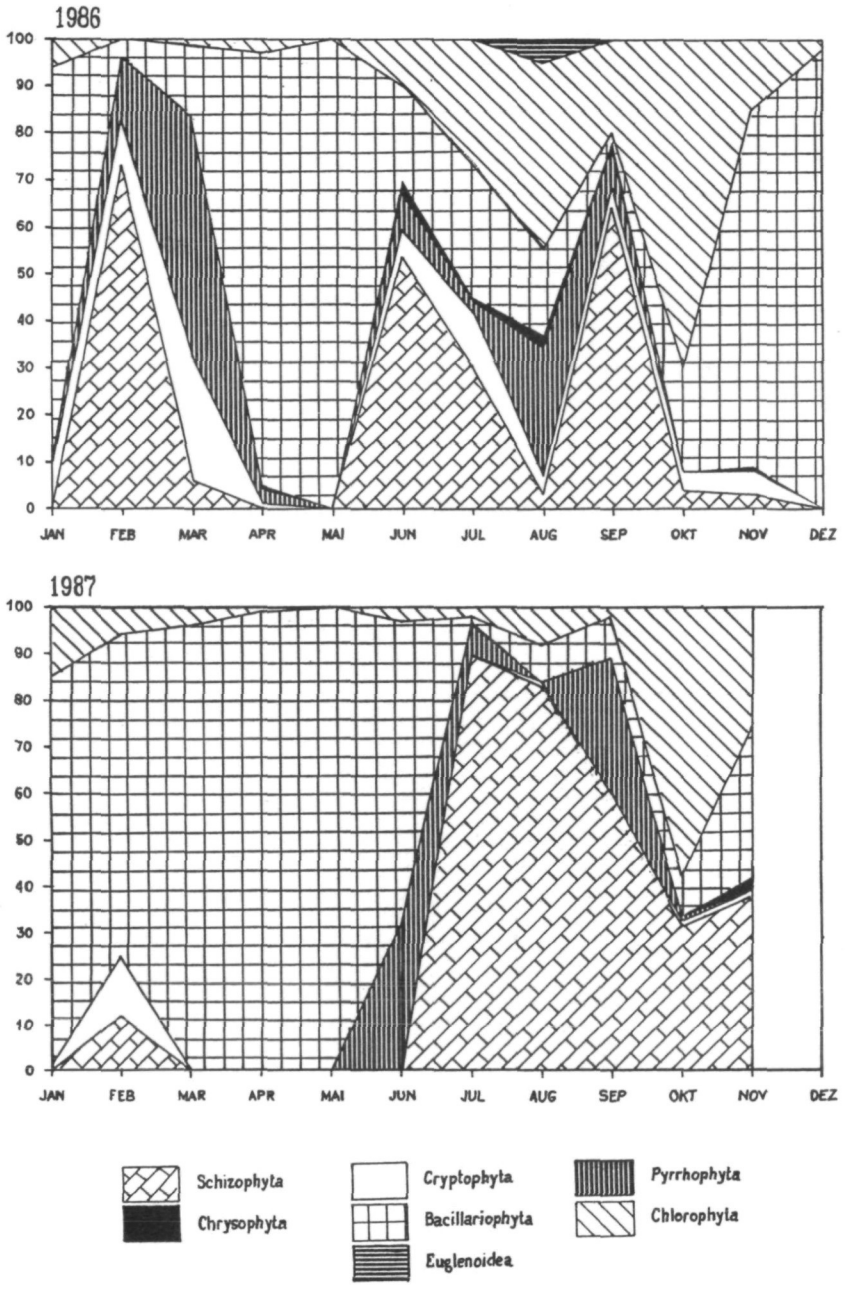


Abb. 18: Prozentueller Anteil der einzelnen Algengruppen an der Phytoplanktongesamtbiomasse des Pichlinger See Südbeckens.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



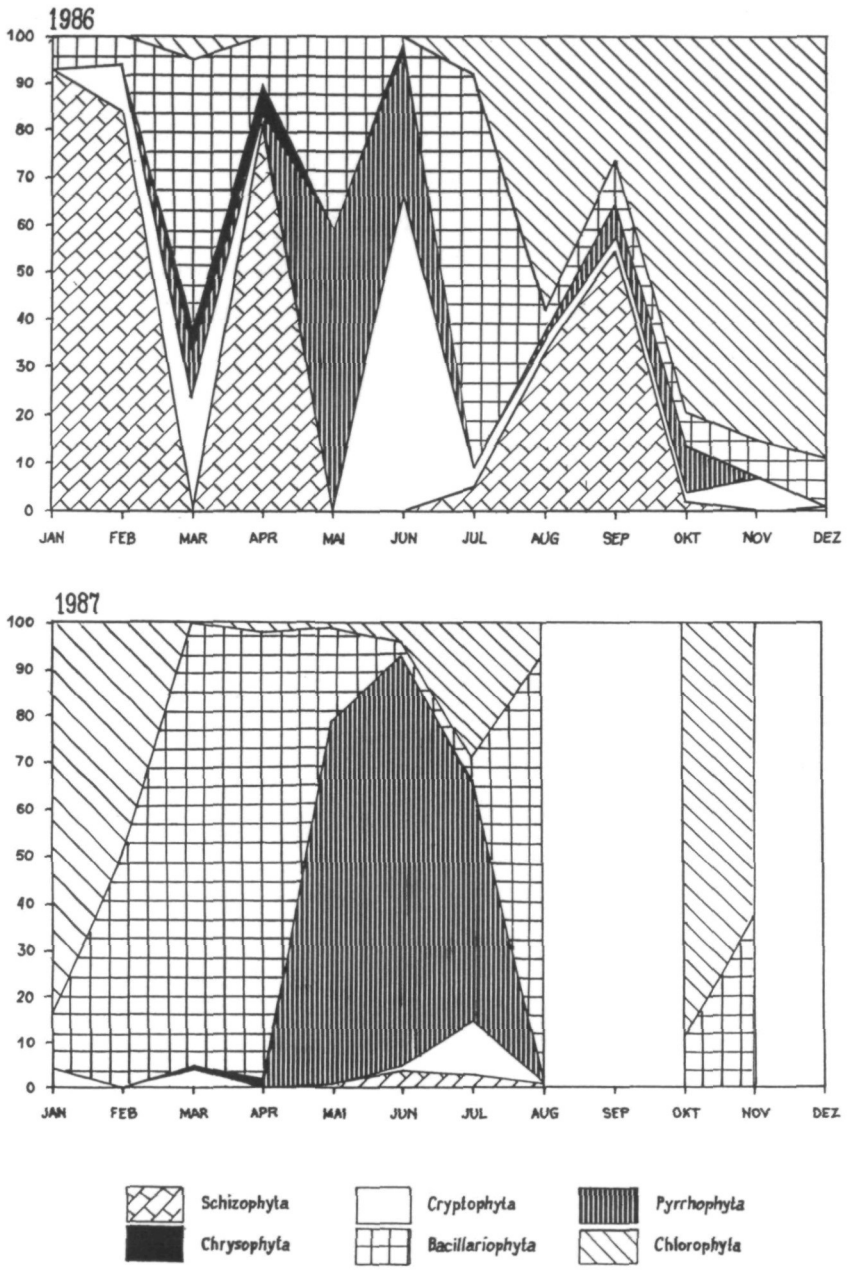


Abb. 19: Prozentueller Anteil der einzelnen Algengruppen an der Phytoplanktongesamtbiomasse des Pleschinger See Nordostbeckens.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



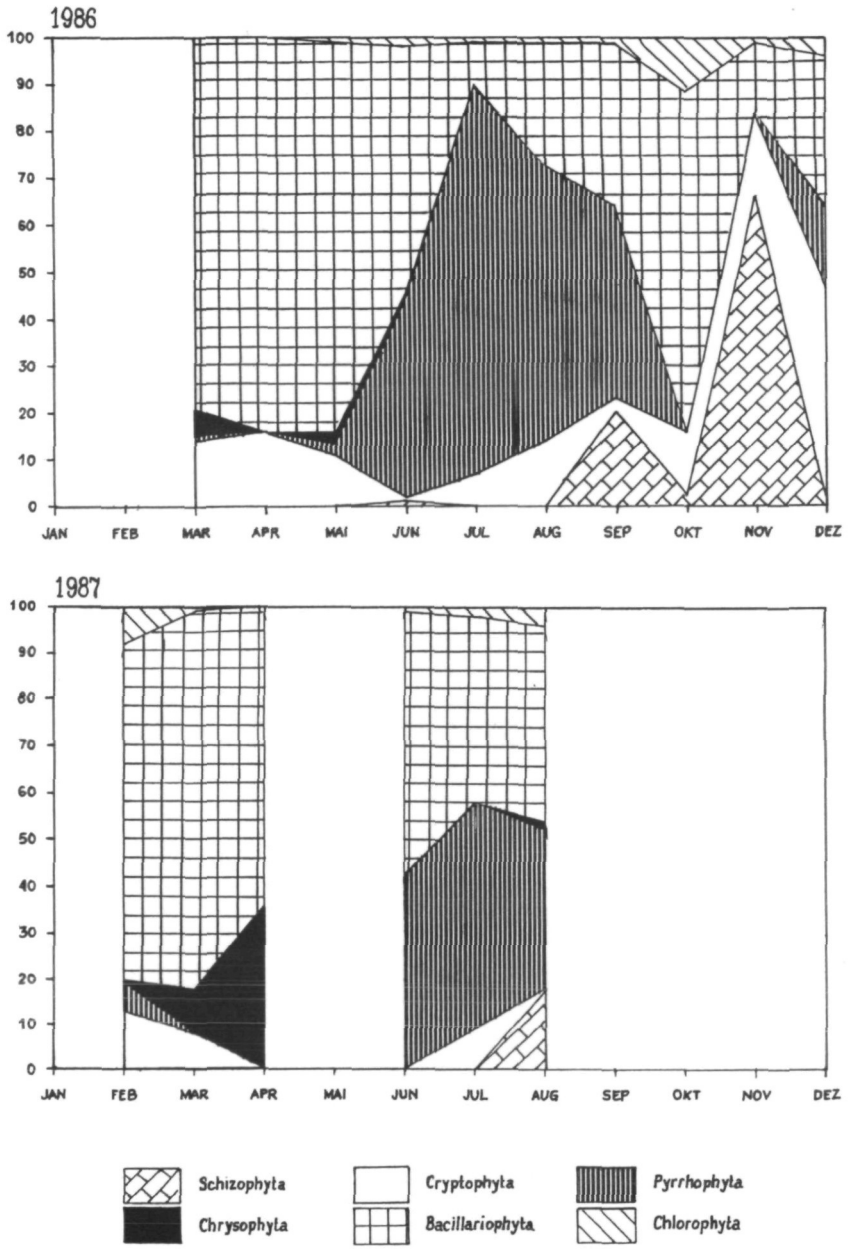


Abb. 20: Prozentueller Anteil der einzelnen Algengruppen an der Phytoplanktongesamtbiomasse des Hohenlohe-Ausees.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



Nach der zu Anfang dieses Kapitels stehenden Definition muß klar sein, daß die Trophie als Intensität der organischen Urproduktion eines Gewässers nicht direkt vom jeweiligen Bestand der Nährstoffe abhängt, sondern daß für die Trophie vor allem die Umsatzgeschwindigkeit der Nährstoffe entscheidend ist. Daraus folgt, daß es zwar eine positive Korrelation zwischen Nährstoffgehalt des Wassers und seiner Trophie gibt, daß aber keine eindeutige Beziehung zwischen Chemismus und organischer Urproduktion besteht.

Welche Faktoren entscheiden nun über den Trophiezustand eines Gewässers? Zunächst ist die Morphometrie eines Seebeckens von großer Bedeutung. Das Verhältnis Seevolumen zu Seeoberfläche ist ausschlaggebend für den Typus des Sees (THIENEMANN, 1927). Zudem ist der Zeitfaktor zu berücksichtigen. Aus jedem oligotrophen See wird mit der Zeit — im Verlauf eines natürlichen Alterungsprozesses — ein eutropher See. Man spricht in diesem Zusammenhang von einer natürlichen Reifung eines Gewässers. Durch menschlichen Einfluß kann der Vorgang der Eutrophierung beschleunigt werden. Ohne derartige menschliche Einflüsse ist das Tempo der Reifung direkt proportional der Oberfläche des Sees und umgekehrt proportional dem Volumen. Daraus ergibt sich, daß die Eutrophierung umso langsamer vor sich geht, je größer das Verhältnis Volumen zu Oberfläche ist.

| | Pichlinger See | Pleschinger See | Hohenlohe-Ausee |
|---|---|---|---|
| Volumen | 1,030.000 $m^3$ | 588.000 $m^3$ | 1,330.000 $m^3$ |
| Oberfläche | 264.000 $m^2$ | 120.000 $m^2$ | 190.000 $m^2$ |
| Verhältnis Volumen: Oberfläche | 3,9 | 4,9 | 7,0 |

Aus diesen Werten ergibt sich, daß allein aufgrund des Verhältnisses Volumen zu Oberfläche der Pichlinger See die bei weitem größte Neigung zur Eutrophierung aufweist, während der Hohenlohe-Ausee innerhalb der drei verglichenen Gewässer die geringste Neigung zur Eutrophierung zeigt.

Berücksichtigt man noch das Alter der drei Seen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| bestehend seit | 1942 | 1965 | 1969 |

so verwundert es nicht mehr, daß der Pichlinger See die deutlichsten Eutrophierungserscheinungen mit seinen Algenblüten aufweist. Es ist jedoch erstaunlich, daß der um 20 Jahre jüngere Pleschinger See ebenfalls sehr deutliche Anzeichen der Eutrophierung zeigt, während der ihm im Alter doch wesentlich näherstehende Hohenlohe-Ausee noch relativ wenig eutroph erscheint.

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



Entsprechend den diversen Unterscheidungskriterien für die Zuordnung eines Gewässers zu den verschiedenen Trophiestufen müssen allerdings alle drei Gewässer bereits dem eutrophen Typ zugerechnet werden. Der Hohenlohe-Ausee befindet sich z. B. im Bereich der Chlorid-Werte an der Grenze zum mesotrophen (Zwischenstufe zwischen oligo- und eutrophem) Typ, der Pichlinger See zeigt in einigen Bereichen bereits Tendenzen zum hypertrophen Typ.

Wie die drei untersuchten Gewässer sind die meisten anderen Baggerseen ebenfalls dem fast unvermeidbaren Prozeß der Eutrophierung ausgesetzt. Folgeerscheinungen wie Veralgung, Verkrautung, Algenblüten und Verschlammung können zu einer wesentlichen Beeinträchtigung des Erholungswertes des Gewässers führen.

Um die Eutrophierungsprozesse möglichst zu verlangsamen, ist es zunächst nötig, die vorhandenen Nährstoffquellen genauer zu untersuchen und zu überlegen, inwieweit eine Reduzierung des Nährstoffeintrages möglich ist. Die chemische Beschaffenheit der geologischen Formation des Einzugsgebietes muß als eine gegebene Größe hingenommen werden. Auch der Nährstoffeintrag aus der Landwirtschaft ist nur schwer beeinflußbar. Eine direkte Möglichkeit, die Nährstoffzufuhr zu begrenzen, ist die Einrichtung von Ringkanalisation und Toiletteanlagen. Zusätzlich wird eine dringende Aufklärung der Badegäste benötigt, da Untersuchungen von SCHULZ (1981) zum Beispiel ergaben, daß trotz vorhandener WC-Anlagen nur rund 50 % der Badegäste diese auch wirklich aufsuchen, der Rest aber den Wasserkörper des Sees als Bedürfnisanstalt betrachtet.

Starken Einfluß auf die Nährstoffsituation eines Sees hat aber auch die Art seiner Nutzung: So ist bei einem als Landschaftssee oder nur extensiv als Bade- oder Fischgewässer genutzten Baggersee nur mit geringer Nährstoffbelastung infolge seiner Nutzung zu rechnen. Weitaus größer wird die Belastung bereits bei intensiver Nutzung als Badesee, weitaus den stärksten Einfluß scheint intensive Fischhaltung mit Zufüttern aufzuweisen.

Da die Eutrophierungsprozesse des Baggersees aber trotz aller Vorsichtsmaßnahmen nur verlangsamt, nicht aber gänzlich verhindert werden können, stellt sich früher oder später die Frage, in welcher Weise der Nährstoffstandard herabgesetzt werden kann. Alle Maßnahmen, die in dieser Hinsicht getroffen werden können, haben eines gemeinsam: sie sind arbeits- und kostenaufwendig und zeigen nur begrenzten Erfolg, müssen also regelmäßig wiederholt werden. Grundsätzlich muß bei derartigen Eingriffen in ein Gewässer zum Zwecke der Verminderung seines Trophiegrades zwischen zwei unterschiedlichen Arten des Eingriffes unterschieden werden: Unter Seenrestaurierung versteht man Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässergüte, die direkt im See angreifen. Sie stehen im Gegensatz zu Methoden der Seensanierung, die extern angewendet werden, wie z. B. Ringleitungen zur Abwasserfernhaltung und die Phosphorelimination aus den Abwässern durch Fällungsreinigung (KUCKLENTZ & HAMM 1981).

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



Während Seensanierung also eher vorbeugenden Charakter hat, tritt Seenrestaurierung dann in Aktion, wenn die Eutrophierung bereits weit fortgeschritten ist. Natürlich ist eine Restaurierungsmaßnahme ohne begleitende Sanierungsmaßnahmen nur wenig sinnvoll. Nähere Informationen über die verschiedenen Restaurierungs- und Sanierungsmöglichkeiten können der entsprechenden Literatur (z. B. KUCKLENTZ 1979 u. 1985) entnommen werden.

Im Falle des Pichlinger Sees waren die Eutrophierungserscheinungen bereits so stark, daß es notwendig erschien, ihn durch Ausbaggerung zu restaurieren. Ganz gewiß führte die Baggerung zu einer Verbesserung der Möglichkeiten, das Westbecken als Badegewässer zu nutzen. Eine Beobachtung der Artzusammensetzung im Untersuchungszeitraum zeigt deutlich unterschiedliche Artzusammensetzungen in den drei Becken des Pichlinger Sees. Leider geht aus den älteren Untersuchungen nicht hervor, ob dieser Unterschied auch schon vor der Baggerungsmaßnahme bestand. Zu einem Teil dürfte er aber auf jeden Fall auf die Restaurierung des Sees zurückzuführen sein — so zum Beispiel, als im Mai des ersten Untersuchungsjahres im Pichlinger-See-Ost- und -Südbecken die starke Entfaltung von *Potamogeton crispus* stattfand, im Westbecken aber völlig unterblieb und dadurch verständlicherweise das Westbecken ein gänzlich anderes Artenspektrum aufwies als die beiden verkrauteten Becken. Dennoch scheint der Nährstoffgehalt nicht wesentlich verringert worden zu sein. Das Fehlen der Makrophyten könnte sich auch in Form der Begünstigung von Algenblüten bemerkbar machen, wofür die *Microcystis*-Blüte im zweiten Untersuchungsjahr als Hinweis genommen werden könnte. Eine Beurteilung des Erfolges der Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen am Pichlinger See ist schwierig — auf jeden Fall aber stellen sie eine positive Aktion im Bemühen um die Erforschung und Verbesserung der limnischen Situation dieser für den Linzer Raum so bedeutenden Badegewässer dar.

## LITERATUR


BEHRE, K., 1966: Zur Algensoziologie des Süßwassers. — Arch. Hydrobiol. 62, 125—164.

BOHL, M., 1972: Wasserpflanzenbekämpfung in intensiv bewirtschafteten Teichen. — Münchner Beiträge Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie Bd. 23, 120—136.

HUBER-PESTALOZZI, G., 1938—1974: Das Phytoplankton des Süßwassers — Die Binnengewässer. — Band XVI 1.—5. Teil, Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

KARPATI, V. & POMOGYI, P., 1979: Accumulation and Release of nutrients by aquatic macrophytes. — Symp. Biol. Hung. 19, 33—42.

KOLKWITZ, R., 1950: Ökologie der Saprobien. Über die Beziehungen der Wasserorganismen zur Umwelt. — Schriftenr. Ver. Wasser-, Boden und Lufthygiene Berlin Dahlem Nr. 4, Piscator Verlag, Stuttgart

©Oberösterreichischer Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde; download unter www.biologiezentrum.at



KUCKLENTZ, V., 1979: Möglichkeiten der Seenrestaurierung. — Münchner Beiträge Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie Bd. 31, 335—344.

KUCKLENTZ, V., 1985: Restoration of a small lake by combined mechanical and biological methodes. — Verh. Internat. Verein. Limnol. 22, 2314—2317.

KUCKLENTZ, V. & HAMM, A., 1981: Möglichkeiten und Erfolgsaussichten der Seenrestaurierung. — Amtsbl. des Bayrischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen 11. Jg. Nr. 4, 2 Seiten.

LUND, J. W. c., KIPLING, G. & LE CREN, E. D., 1958: The inverted microscope method of estimating algae numbers and statistical basis of estimation by counting. — Hydrobiologia II, 143—170.

OHLE, W., 1958: Typologische Kennzeichnung der Gewässer auf Grund ihrer Bioaktivität. — Verh. Internat. Verein. Limnol. 13, 196—211.

PIECZYNSKA, E. & OZIMEK, T., 1976: Ecological significance of lake macrophytes. — Int. J. Ecol. Environ. Sci. 2, 115—128.

SCHULZ, L., 1981: Nährstoffeintrag in Seen durch Badegäste. — Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 173, 528—548.

SCHWOERBEL, J., 1980: Einführung in die Limnologie. — Verlag Gustav Fischer UTB 31, Stuttgart, New York, 169 pp.

SCHWOERBEL, J. & TILLMANS, G. C., 1964: Konzentrationsabhängige Aufnahme von wasserlöslichem $PO_4$/P bei submersen Wasserpflanzen. — Naturwiss. 51 (13), 319—320.

SIRENKO, L. A., 1978: Wasserblüten und Verfahren zu ihrer Eindämmung. — Verh. Internat. Verein. Limnol. 20, 3, 1639—1641.

THIENEMANN, A., 1927: Der Bau des Seebeckens in seiner Bedeutung für das Leben im See. — Verh. Zool. Bot. Ges. 77, 87—91.

unveröffentlichte Quellen:

Mair, G., 1989: Untersuchungen über das Phytoplankton einiger Baggerseen des Linzer Raumes. — Dissertation, Universität Wien.

Pechlaner, R., G. Tautermann & E. Rott, 1983: Pichlinger See. — Bericht über limnologische Untersuchungen im Jahr 1982 und zusammenfassende Begutachtung. — Gutachten im Auftrag der SBL.

Werth, W., 1966: Untersuchungen des Pichlinger- und des Weikerlsees im Jahre 1965. — Bericht an das Amt der oö. Landesregierung; Abt. Wasser- und Energierecht.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereines

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: 136a

Autor(en)/Author(s): Mair Gabriele

Artikel/Article: Das Phytoplankton in einigen Baggerseen des Linzer Raumes. 313-359