

Die Bedeutung des Phytoplanktonbiomassetrends von 1972 -
1980 in der limnologischen Entwicklung des Zeller Sees. ⁺

R. WEGL

Ein Rückblick auf die Entwicklung des Zeller Sees in den letzten 100 Jahren mit Hilfe der Vertikalverteilung fossiler Algenreste (LOUB 1964) zeigt erst für die letzten 15 Jahre dieses Untersuchungszeitraumes eine rasche und tiefgreifende Umstellung der Kleinlebewelt des Gewässers. Eine Cyclotellenart z.B., die in früheren Jahrzehnten im Plankton des Sees sehr häufig gewesen sein muß, verschwindet in den obersten Schichten des Sedimentes völlig. Auch LIEPOLT (1957) führt die Sedimente als ein untrügliches Zeichen fortschreitender Eutrophierung an. Er stellte massenhaft Kieselalgenschalen in 20 cm Tiefe fest von Formen, die heute nicht mehr leben oder quantitativ nicht mehr von Bedeutung sind, wie z.B. *Melosira varians* oder *Cyclotella* sp.sp., während die Art *Asterionella formosa* in den jüngeren Ablagerungen zunahm. Aus weiteren limnologischen Untersuchungen in den Jahren 1953 - 57 konnte er beweisen, daß der Zeller See in dieser Zeit Anzeichen einer rasanten Eutrophierung aufwies. Und während MICOLETZKY (1912) den See noch als einen typischen Coregonensee erwähnt, dessen jährlicher Ertrag an Edelfischen bei 27.000 Stück gelegen sei, spricht LIEPOLT (1957) bereits von einem eutrophen Cyprinidengewässer mit einer Sauerstoffversorgung von nur mehr bis 35 m Tiefe im Dezember 1954.

Herrn Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.R.LIEPOLT und Herrn Oberschulrat J.EDER gewidmet.

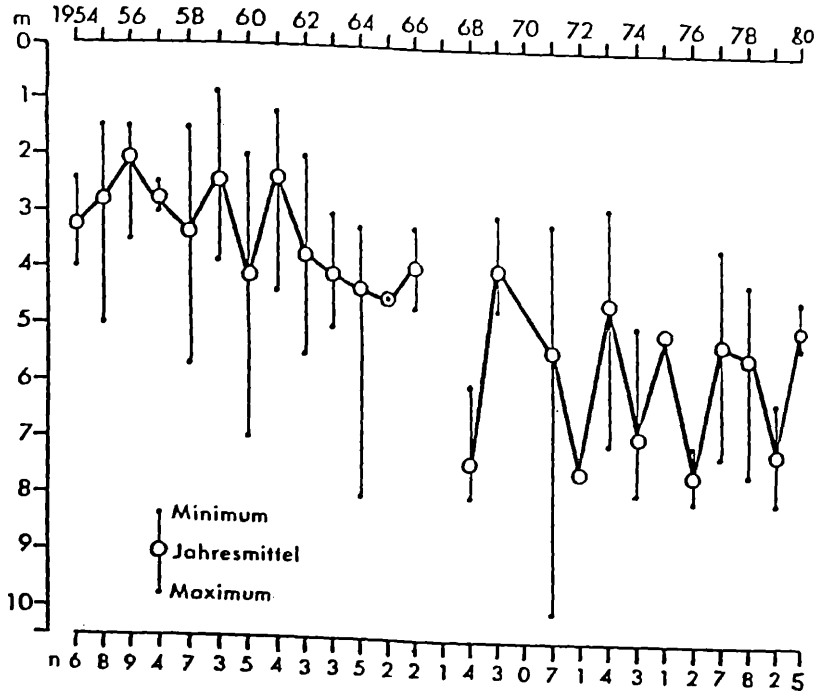


Abb. 1: Sichttiefen im Zeller See 1954 1980 (nach SLANINA, 1981)

Ein von Univ.Prof.Dr.R.LIEPOLT, Wien, vorgeschlagenes Sanierungsprogramm führte schließlich zu einer Besserung des Seezustandes auf oligo- bis mesotrophe Verhältnisse in den letzten Jahrzehnten. Dieser Zeitraum wird durch eine zusammenfassende Darstellung der Sichttiefen belegt (Abb.1). Vergleicht man die Sichttiefen der verschiedenen Jahre, so ergibt sich eine eindeutige Tendenz zur Verminderung der Trübung während des Zeitraumes der einsetzenden Sanierungsmaßnahmen und besonders nach Fertigstellung der Ringleitung im Jahr 1963. Erstmals wurden wieder Extremwerte von 8 m (1964) und 10 m (1971) beobachtet. Das Seewasser wurde somit eindeutig klarer.

Die in der Grafik erkennbare allmähliche Besserung der Sichttiefenverhältnisse wurde durch die Phytoplanktonuntersuchungen bestätigt.

In den 50er Jahren bestand das Phytoplankton vorwiegend aus *Oscillatoria rubescens*, *Asterionella formosa* und *Tabellaria fenestrata*. Besonders bei *Oscillatoria rubescens*, welche 1954 noch massenhaft im Plankton vertreten war, ergaben sich in den folgenden Jahren ständig Abnahmen. Während die Grafik eine weitere Besserung des Seezustandes in den 60er Jahren erkennen läßt, zeigt sich in den 70er Jahren ein Einpendeln auf oligo - mesotrophe Verhältnisse.

Dieser Zeitabschnitt soll anhand der Phytoplanktonbiomasse näher betrachtet werden, denn die Phytoplanktonproduktion dieser Jahre stellt in der limnologischen Entwicklung des Zeller Sees insbesondere in der Zeit nach seiner Sanierung eine bemerkenswerte Phase dar. Erstmals ermöglicht sich auch ein orientierender Vergleich mit den Ergebnissen der Phytoplankton - Biomasseuntersuchungen eines ausgedehnten OECD-Seeneutrophierungsprogrammes an der Seenkette Fuschlsee - Mondsee - Attersee nach neuesten Erkenntnissen in der Normierung von Biomasse-Trophiegraden. Zur Veranschaulichung der Phytoplanktonproduktion im Zeller See dient eine grafische Auswertung der Biomasse-Tiefenprofile von 1972 - 80. Gesamtbiomasse und dominante Algenarten sind linear dargestellt (Abb.2).

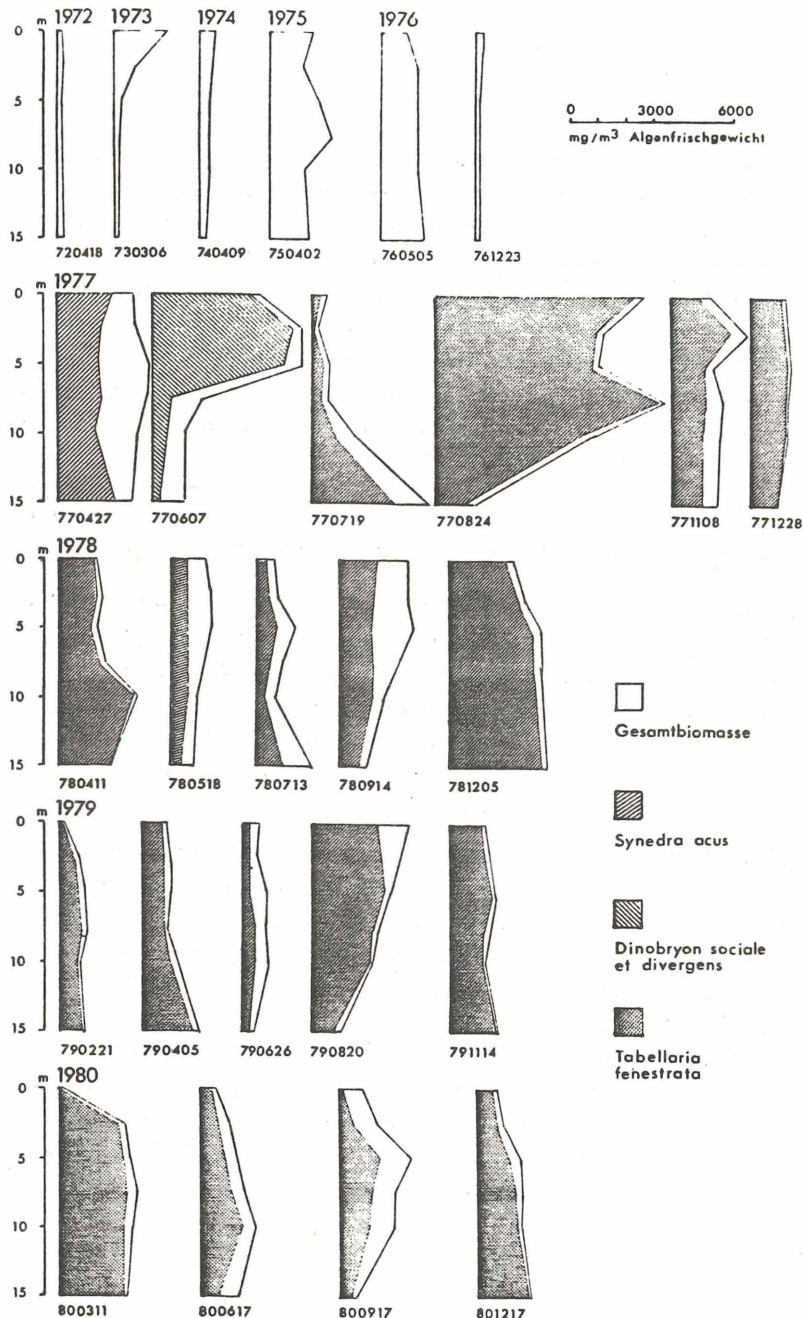


Abb. 2: Phytoplanktonbiomasse des Zeller Sees 1972-1980
Verteilung in der euphotischen Zone (nach SLANINA, 1981)

Die folgende Tabelle nach VOLLENWEIDER (1979) gibt Aufschluß über den neuesten Stand gültiger Biomasse-Trophienormen:

Parameter	oligotroph	mesotroph	eutroph
Biomasse ₃ in mg/m	1.000	3.000-5.000	± 10.000

Bei einer allgemeinen Charakterisierung des Planktons im Zeitraum 1972 - 1980 ergibt sich zunächst ein Dominieren der Kieselalgen. Vertreter der restlichen Algengruppen zeigen ihre Hauptentwicklung meist zur Zeit der größten Artendiversität im Sommer. *Oscillatoria rubescens* ist nach dem Zusammenbruch Ende der 50er Jahre mit Ausnahme der Jahre 1974 - 76 bis auf wenige Individuen verschwunden und in dieser Häufigkeit als Trophieanzeiger nicht von Bedeutung. Das vereinzelte Vorkommen von *Oscillatoria rubescens* im Plankton des Zeller Sees wurde sogar schon bei ultraoligotrophen Verhältnissen mit noch auftretenden Massenentwicklungen von *Cyclotella* von früheren Autoren erwähnt. KEISSLER (1910) vermerkt sogar einmal bei einer Untersuchung im Dezember 1901 im Plankton des Zeller Sees *Oscillatoria rubescens* als Hauptvertreter neben *Fragilaria crotonensis* und *Asterionella formosa*. In derselben Arbeit charakterisiert KEISSLER auch das Plankton des Sees für die Zeit von Juni bis August 1909. Obwohl er das Plankton als "ziemlich artenreich" bezeichnet, spricht er schon damals wegen des Dominierens der Diatomeen unter den verschiedenen Algengruppen von einem "ausgesprochenen Diatomeenplankton". Als Hauptvertreter werden *Synedra acus*, *Asterionella formosa*, *Cyclotella* sp.sp. und *Fragilaria crotonensis* erwähnt, wobei ihn der starke Wechsel im vorübergehenden Vorherrschen einer bestimmten Art und dem Zusammenbruch anderer Arten zu einem Vergleich mit früheren Untersuchungsergebnissen veranlaßt: "Wenn man die Angaben von BREHM und ZEDERBAUER für Ende August 1902 zum Vergleich heranzieht, sieht man im Gegensatz zu den Ergebnissen

für Ende August 1909 außer *Fragilaria* auch *Asterionella* und *Ceratium* als Hauptbestandteile des Planktons angeführt, was dafür zu sprechen scheint, daß die Zusammensetzung des Planktons zur gleichen Jahreszeit verschiedener Jahre nicht die nämliche sei."

Obwohl sämtliche Mengenangaben noch nicht nach Biomasse erfolgen, ist diese Beschreibung über den Wechsel bestimmter Arten als Hauptkomponenten im Plankton auch schon in Zusammenhang mit der Gütebeurteilung, besonders aber in ökologischer und vegetationsperiodischer Hinsicht wertvoll. Beim Absterben einer bestimmten Population werden Nährstoffe freigesetzt, die wieder zu einer raschen Nannoplanktonproduktion führen. So geht mit dem Zusammenbruch einer bestimmten Art eine ständige Änderung der Produktionsverteilung einher, die jedoch durch die Oligotrophie des Sees auf ein bestimmtes qualitatives und quantitatives Niveau limitiert ist.

Dieser Wechsel in der Dominanz verschiedener Arten wird auch in den Untersuchungen der im Diagramm dargestellten Jahre 1972 - 76 bestätigt. Sämtliche jener Frühjahrsuntersuchungen weisen bei einem ständigen Diatomeenanteil, meist gebildet von den Arten *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra acus* und wenig *Cyclotella* und *Tabellaria*, durchwegs große Artendiversität auf, wobei ebenfalls die Gesamtbiomasse durch die Oligotrophie des Sees stets auf ein bestimmtes Niveau begrenzt bleibt. Obwohl vorwiegend Diatomeenplankton, wird die dominierende Algenmasse, wie z.B. in der für die Entwicklung von Oberflächenformen typischen Kurve für 1973, vorübergehend auch von Pyrophyceen und Chrysophyceen gebildet. Nach der Chrysophyceenentwicklung im Frühjahr 1973 folgt ein plötzlicher Anstieg von *Oscillatoria rubescens*, der im Frühjahr 1974 bei nochultraoligotrophen Gesamtbiomassewerten einen Anteil von 88,7 % erreicht.

Die für eine Frühjahrsuntersuchung relativ starke Algenproduktion von 1975 wird bei großer Artendiversität vorwiegend von *Asterionella formosa* und erneut von *Oscillatoria rubescens* verursacht. Die Erscheinung des

manchmal gemeinsamen massenhaften Auftretens jener beiden Organismen mit absolut verschiedenen Indikatoreigenschaften, die sich bis in früheste Untersuchungen zurückverfolgen läßt (KEISSLER 1910, LIEPOLT 1957) ist auch bei Untersuchungen im Rahmen des OECD-Seeneutrophierungsprogrammes im Salzkammergut aus neuester Zeit zu beobachten. Da *Oscillatoria rubescens* vom Zooplankton nicht verwertet wird, kann sie als permanenter Phosphorspeicher betrachtet werden, der auf die Schwankungen der Nährstoffkonzentration entsprechend reagiert (SCHWARZ 1978). Nach GRIMM (1952) liegt der Phosphorgehalt von *Oscillatoria* bei 0,5 bis 1 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ Frischgewicht.

Nach den bisherigen Feststellungen ist Phosphor der Minimumstoff des Zeller Sees und damit der Hauptregulator der pflanzlichen Produktion. Während z.B. EINSELE (1944) noch in den Jahren 1939 - 1942 im Epi- und Metalimnion des Zeller Sees kein anorganisches Phosphat nachweisen konnte, berichtet LIEPOLT (1967) von einem deutlichen Ansteigen des anorganischen Phosphates ab 1954, während er an anderer Stelle auf den ständigen Rückgang von *Oscillatoria rubescens* ab diesem Jahr verweist. Die phosphorbindenden Eigenschaften von *Oscillatoria rubescens* und die umgekehrte Wirkung auf den Chemismus des Wassers bei Zusammenbruch der Population sind vielleicht ein Hinweis auf die Vergesellschaftung mit *Asterionella formosa* in einem bestimmten (anfänglichen) Produktionsstadium und den raschen Wechsel von Algenpopulationen im weiteren Produktionsverlauf. Ganz im Gegensatz zu *Oscillatoria rubescens* handelt es sich nämlich bei der im Frühjahr 1975 zugleich auftretenden *Asterionella formosa* um eine Form, die nach MACKERETH (1953), SARACENI (1966) und VOLLENWEIDER (1971) bei niedrigsten Nährstoffkonzentrationen (unter 10 $\mu\text{g PO}_4\text{-P/l}$) ihre maximale Dichte erreicht. Nach ROUND (1975) beträgt der Optimalbedarf von Phosphor für *Asterionella* lediglich 2 $\mu\text{g P/l}$. Ein weiterer Phosphoranstieg, z.B. auch durch Absterben von *Oscillatoria*, muß daher auch den Zusammenbruch von *Asterionella* nach sich ziehen und begünstigt zugleich das Aufkommen anderer entsprechender Indikatoren.

Auch ein Diagramm über die Verteilung des Phytoplanktons im Zeller See am Höhepunkt der Oscillatoriaentwicklung im Jahr 1954 scheint die direkten und indirekten Auswirkungen dieser Zusammenhänge in der markanten Veränderung der Planktonzusammensetzung zu bestätigen (Abb.3). Während sich im April *Asterionella formosa* als Hauptvertreter der Wasserblüte zu Oscillatoria gesellt, folgt nach dem Zusammenbruch dieser Algen im August eine Massenentwicklung von *Fragilaria crotonensis* und zusätzlich von *Tabellaria fenestrata* im Dezember, während sich *Asterionella* infolge des steigenden Nährstoffangebotes nicht mehr erholt. Darüber hinaus weist der Wechsel von Algengesellschaften im Zeller See 1954 verblüffende Ähnlichkeiten mit dem Jahresgang des Phytoplankton von Seen mit einem ähnlichen Gütezustand auf, wie z.B. der Mondsee 1978.

Zusammenfassend könnte ein Jahresgang des Phytoplanktons mit Vergesellschaftung von Oscillatoria- und *Asterionella*-Massenentwicklung in einem bestimmten Produktionsstadium und der Wechsel typischer Algenpopulationen im weiteren Produktionsverlauf ähnlich den angeführten Beispielen als Modellfall eines kritischen Gütezustandes betrachtet werden, welcher im entsprechenden Gesamtbiomasserahmen aufgrund sekundärer Verschmutzung bereits abweichend vom Ausmaß weiterer Nährstoffzufuhr von hoher Eigen-dynamik geprägt ist.

Im Frühjahr 1976 dominieren wieder *Dinobryon divergens* und *Asterionella formosa* das Plankton, beides Arten mit äußerst geringer Phosphorverträglichkeit. Nach ROUND (1975) hemmen bereits $5 \mu\text{g P/l}$ das Wachstum von *Dinobryon*. Erhöhte Phosphorwerte zum Untersuchungszeitpunkt ($17,3 \mu\text{g}$ Gesamtphosphor/l im Epilimnion) lassen daher nicht auf eine Optimalentwicklung, sondern auf einen Rückgang dieser Algen und auf eine Änderung der Planktonzusammensetzung schließen. Im Dezember 1976 erreicht *Oscillatoria rubescens* einen Anteil von 36 % der Gesamtbiomasse und verschwindet darauf in den folgenden Jahren bis auf vereinzelt Vorkommen aus dem Plankton.

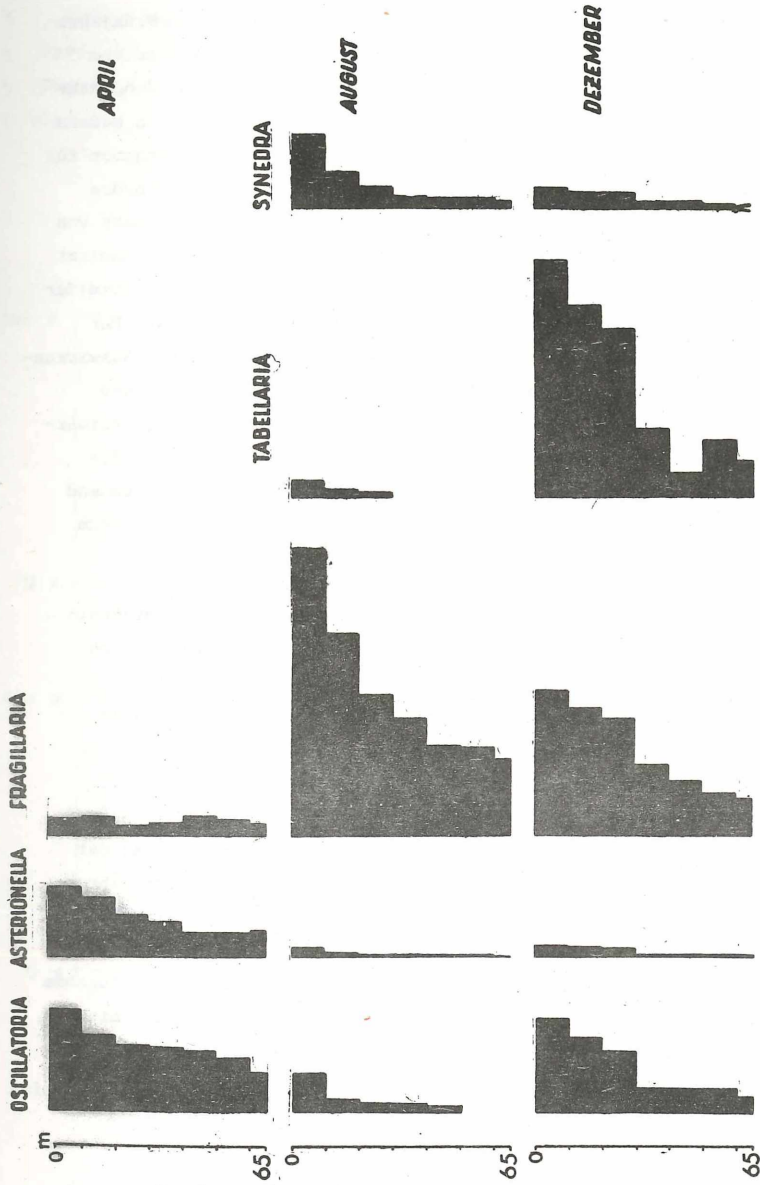


Abb. 3: Verteilung des Phytoplanktons im Zeller See 1954 (aus LIEPOLT, 1957)

Die Diagramme für das Jahr 1977 beginnen mit einer für eine Frühjahrsuntersuchung relativ hohen Biomasseproduktion, deren Hauptmasse von *Synedra acus* gebildet wird. Die gleichzeitig extrem niedrige Zooplanktonproduktion ist vielleicht ein Hinweis darauf, daß die langen Nadeln von *Synedra acus* var. *angustissima*, kein geeignetes Nahrungsangebot für das Zooplankton darstellen. Auch in den Mageninhalten fehlt *Synedra acus*. Hinzu kommt, daß nach einer in Zusammenhang mit der Aufzucht von Coregonen gemachten Beobachtung nach Mitteilung von Herrn Oberschulrat J.EDER, Zell am See, die Zooplanktonentwicklung im Zeller See wegen der niedrigen Wassertemperaturen besonders im Frühjahr gehemmt ist. Der Anstieg des Phytoplanktons zeigt oftmals auch keine deutlichen Auswirkungen auf die Fertilität (Eizahl) der wichtigsten Zooplankter. Diese Erscheinungen im nächsthöheren Glied der Nahrungskette über den Primärproduzenten können auch als Hinweis gewertet werden, warum sich die Phytoplanktonproduktion im Zeller See nicht immer streng entsprechend den klassischen Vorstellungen von einem Frühjahrs- und Herbstmaximum verhält.

Nach dem Zusammenbruch von *Synedra acus* folgt im Juni eine Massentwicklung von *Dinobryon sociale* et *divergens*. Nach dem Zusammenbruch von *Dinobryon* wird schließlich bei stark erhöhten Phosphorwerten *Tabellaria fenestrata* zum Hauptvertreter im Plankton und im August kommt es zu einer Wasserblüte von über 2 Millionen Zellen pro Liter. Von da an dominiert *Tabellaria fenestrata* das Plankton im gesamten Zeitabschnitt von 1977 bis Ende 1980 in allen Untersuchungen, während gleichzeitig der Jahresgang des Phytoplanktons durch den Anstieg der übrigen Diatomeen sowie der Chrysophyceen jeweils in den ersten Jahreshälften und der Pyrrophyceen jeweils in den zweiten Jahreshälften geprägt ist (Abb.4). Besonders das biologische Verhalten bestimmter Pyrrophyceen entspricht dabei der klassischen Vorstellung einer Zunahme bei sinkenden Wassertemperaturen: Jedes Jahr ist die parallel mit der Abkühlung laufende Steigerung der Cryptomonaden eine absolut regelmäßige Erscheinung" (HUBER-PESTALOZZI, 1950).

- 1 Cyanophyceae
- 2 Diatomeae
- 3 *Tabellaria fenestrata*
- 4 Pyrrophyceae
- 5 Chrysophyceae
- 6 Chlorophyceae

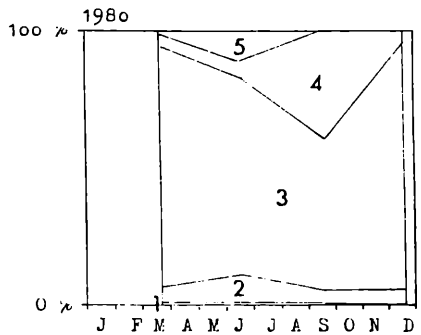
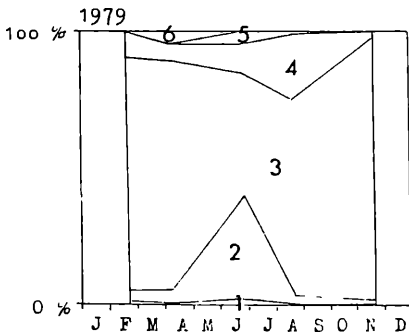
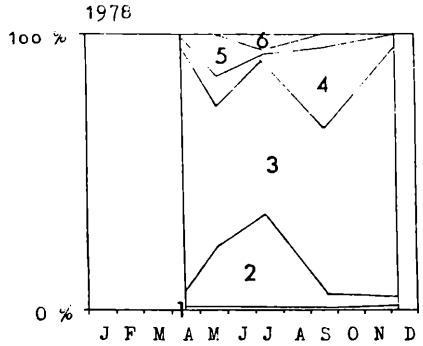
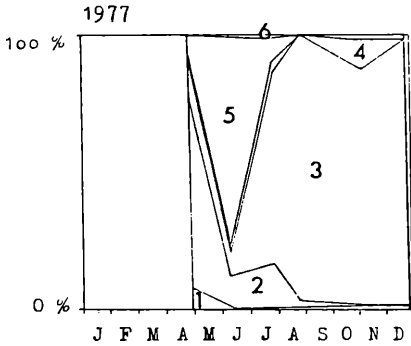
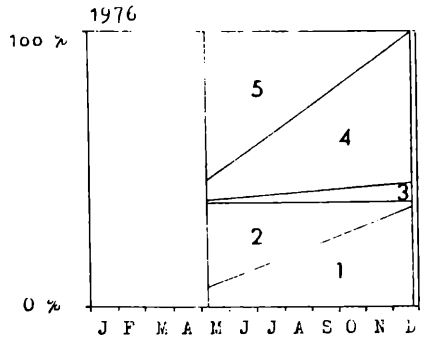


Abb. 4: Phytoplanktonbiomasse des Zeller Sees in der euphotischen Zone, 1976-80; Prozentanteile der einzelnen Klassen

Neben dieser in den Diagrammen erkennbaren Dynamik in der Produktion des restlichen Algenaufkommens scheint noch die letzte Untersuchung dieser Periode vom 17. Dezember 1980 bemerkenswert. Sie ist die einzige, in der *Tabellaria fenestrata* zum Zeitpunkt einer kontinuierlichen Zunahme bis in 60 m Tiefe erfaßt wurde und die ebenso im zum Teil schon geschädigten Zustand der Algen einen Zusammenbruch andeutet. In der folgenden Frühjahrsuntersuchung fehlt erstmals wieder *Tabellaria fenestrata* bei oligotrophen Biomassewerten.

Obwohl die Gesamtbiomasse in den Jahren der anhaltenden *Tabellaria*-Entwicklung meist auf den oligotrophen Bereich begrenzt bleibt und nur in wenigen Untersuchungen in den mesotrophen Bereich überschritten wird, ist die Stabilisierung von *Tabellaria* und Veränderung des Artenspektrums besonders durch den Rückgang oligotropher Formen in qualitativer Hinsicht von Bedeutung. Auch der stets gleichzeitig neben der Biomasse ermittelte Chlorophyllgehalt zeigt signifikante Zusammenhänge und bestätigt nach den für diesen Parameter angeführten Normen (VOLLENWEIDER 1979) die festgestellten Trophiegrade. Das von HUSTEDT (1930) beobachtete Auftreten von *Tabellaria fenestrata* "vorwiegend in eutrophen Seen" und das ebenfalls schon von ihm sowohl für die kalte als auch für die warme Jahreszeit beschriebene Vorkommen einer Massenentwicklung wird von vielen Autoren bestätigt. Das weniger vegetationsperiodisch orientierte Verhalten von *Tabellaria fenestrata* muß daher bei Massenentwicklung als wichtige Trophieanzeige gewertet werden.

Daneben gibt nach RHODE (1948) auch die Quantität einer Diatomeenmischpopulation allgemein schon Aufschluß über den Gütezustand eines Gewässers. RHODE prüfte die Ansprüche der Algen an den Phosphatgehalt und reihte sie in 3 Gruppen mit niederem, mittlerem und hohem Phosphorbedarf ein, entsprechend einem Phosphorgehalt im Liter von weniger, gleich oder mehr als 20 µg, wonach Chrysophyceen nährstoffarmes, Diatomeen einen mittleren Gehalt an Nährstoffen und Chlorophyceen meist nährstoffreiches Wasser bevorzugen. (Der Gesamtphosphorgehalt des Epilimnions lag im Zeitabschnitt der anhaltenden *Tabellaria*-Blüte von 1977-80 meist um 20 µg/l).

Eine der weiteren Auswirkungen dieser Phosphoranreicherung, die je nach Charakter und Gütezustand eines Sees verschieden sind, ist neben der Veränderung der Planktonzusammensetzung und dem verstärkten Auftreten bestimmter Diatomeen die erhöhte Gefahr sekundärer Verschmutzung durch absterbende und sedimentierte Biomasse. Während der zeitlich von den jeweiligen Witterungsverhältnissen stark abhängigen Zirkulationsperioden kann ein Teil dieser Nährstoffe aus den O_2 -freigewordenen Tiefenschichten des Zeller Sees in den zirkulierenden Wasserkörper eingemischt werden und damit in den trophogenen Bereich gelangen. Das bewirkt eine oft überraschende Zunahme der Algenproduktion, auch wenn keine Nährstoffzufuhr von außen erfolgt. Zudem sind besonders Kleinseen gering belastbar und auch beim Zeller See mit einer Oberfläche von $4,55 \text{ km}^2$ und einer mittleren Tiefe von $36,6 \text{ m}$ ist hinsichtlich der Belastung große Vorsicht geboten. Ein Vergleich mit Entwicklung und Gütezustand der benachbarten Seenkette Fuschlsee - Mondsee - Attersee, erstellt nach neuesten Erkenntnissen im Rahmen des OECD-Seeneutrophierungsprogrammes Ende der 70er Jahre, bestätigt die enormen Gefahren organischer Belastung.

Der Fuschlsee ist innerhalb dieser Seenkette als am stärksten gefährdet einzustufen und in den letzten Jahren vom oligo- in den eutrophen Zustand übergegangen. Noch in Untersuchungen der 50er Jahre (FREY 1951, KUHN 1954) bestätigte sich der ausgesprochen oligotrophe Charakter des Sees und ließ keinerlei Anzeichen einer beginnenden Eutrophierung erkennen. 1966 zeigte sich nach KOPECKY (1967) gegenüber früheren Untersuchungen eine geringfügige Erhöhung der Nitrat- und Phosphatwerte und im Sommer trat erstmals *Tabellaria fenestrata* auf. Im Jahr 1971 (KOPECKY 1972) hat sich der Chemismus des Sees weiter verschlechtert und an der Oberfläche wurde *Oscillatoria rubescens* festgestellt. Konzentrationswerte von $54 \text{ mg Totalphosphor/m}^3$ und $587 \text{ mg Totalstickstoff/m}^3$ (HASLAUER 1978) weisen den Fuschlsee bereits als eutrophen See aus.

Auch im Mondsee verstärkte sich der nach FINDENEGG (1969) sich abzeich-

nende Trend in der Zunahme der Biomasse in den 70er Jahren derart, daß der Blaualgenanteil - vor allem *Oscillatoria rubescens* im Jahresdurchschnitt auf über 67 % der Gesamtbiomasse anstieg. Daneben entwickeln sich Diatomeen, deren Anteil im Oktober mit 46 % das Maximum erreicht und nur von *Tabellaria fenestrata* (!) gebildet wird, während *Asterionella formosa* zu dieser Zeit ganz fehlt (SCHWARZ 1978). Aus einem Vergleich der von FINDENEKG ermittelten Werte für das Jahr 1968 mit den Werten für das Jahr 1978 geht deutlich hervor, daß sich die Gesamtbiomasse innerhalb von 10 Jahren vervielfacht hat. Der Mondsee ist bereits als mesotropher See einzustufen.

Der Attersee scheint nach der gültigen Modellvorstellung nicht gefährdet und wird als oligotroph beurteilt (MÜLLER 1978). Der von 1974 - 77 festgestellte Trend in der Eutrophierung (für die Parameter Phytoplanktonbiomasse und Sichttiefe) konnte 1978 nicht bestätigt werden; die chemischen Parameter sprechen aber auch 1978 für die Beibehaltung des Trends.

Ein Vergleich des Zeller Sees mit der Seenkette Fuschlsee - Mondsee Attersee weist wichtige Parallelen im Eutrophierungshergang auf. Auch der Zeller See hat - über den Wechsel ganz ähnlicher Algengesellschaften - innerhalb weniger Jahre die Entwicklung von einem oligotrophen See entsprechend dem heutigen Zustand des Attersees zu einem eutrophen Gewässer durchlaufen, wie wir es heute beim Mondsee und verstärkt beim Fuschlsee beobachten. Ganz im Gegensatz zu den nur zögernd greifenden Maßnahmen zur Verbesserung bei diesen Seen ist aber beim Zeller See durch ein nach Herrn Univ.Prof.Dr.R.LIEPOLT, Wien, ausgeführtes Sanierungsprogramm überraschend schnell auch die umgekehrte Entwicklung und Wiederherstellung meso-oligotropher Verhältnisse gelungen. Neuerliche Eutrophierungerscheinungen sind aber auch beim Zeller See nicht zu übersehen.

Während *Oscillatoria rubescens* im Zuge der Sanierungsmaßnahmen seit 1961 bis auf vereinzelt Vorkommen aus dem See verschwand, zeigte sie 1974-76 vorübergehend eine geringfügige Zunahme. In der Folge gelangten bei fortgesetzter *Tabellariablüte* im Zeitabschnitt 1977-80 sowohl Phytoplankton-Gesamtbiomasse als auch die Gesamtphosphorwerte immer wieder in den meso-

trophen Bereich und besonders die Tabellaria-Entwicklung im August 1977 erinnert auch an die Gefahr einer Umstellung zu eutrophen Bedingungen. Erst Untersuchungen im April und Mai 1981 zeigten das Fehlen von Tabellaria fenestrata nach einer vierjährigen Periode und sogar wieder oligotrophe Verhältnisse bei den Gesamtbiomassewerten der April-Untersuchung. In den folgenden Monaten Juni und Juli bewegte sich auch die Sichttiefe stets um 9 m und sank erst zur Zeit der größten Artendiversität im August bei gleichzeitig wieder leicht steigendem Tabellaria-Anteil auf 3,5 m ab.

Nach den bisherigen Erfahrungen liegt die wirksamste Bekämpfung der Wasserblüte im Fernhalten der Phosphate, wie dies am Zeller See durch den Bau einer Ringleitung durchgeführt wurde. Gerade aber im Hinblick auf die lückenlose Unterbindung der Phosphorzufuhr scheint die andauernde Wirkung des nach Prof. LIEPOLT ausgeführten Sanierungsprogrammes nicht zuletzt auch in der mit enormem persönlichen Einsatz bezüglich der Herstellung allgemeiner Verständnisbereitschaft für limnologische Probleme geführten Arbeit von Herrn Oberschulrat J. EDER, Zell am See, zu finden zu sein. In vielen Beispielen, deren Aufzählung in diesem Rahmen zu weit führen würde, manifestiert sich heute in der Öffentlichkeit von Zell am See ein durch seine Bemühungen hervorgerufenes Problembewußtsein.

Da zusammenfassende Betrachtungen immer wieder erkennen lassen, daß fallweise Untersuchungen der Bundesanstalt für Wassergüte, Wien, für eine Beurteilung des jahreszeitlichen Verlaufes verschiedener Vorgänge im Zeller See nicht hinreichend sind und um die Seekontrolle über die große geografische Entfernung hinweg aufrecht zu erhalten, wurden ferner von Herrn Oberschulrat EDER auch zwischendurch Messungen sowie Probenahmen durchgeführt und für die Auswertung zur Verfügung gestellt.

Aufgrund der bisherigen Untersuchungsergebnisse ist der Zeller See nach der gültigen Modellvorstellung für die Parameter Sichttiefe und Biomasse als oligo- bis mesotroph zu beurteilen. Die gegenwärtigen Verhältnisse im Zeller See scheinen das Ergebnis all dieser Bemühungen, den Aufwand der Instandhaltung und Pflege teurer Abwasserbeseitigungsanlagen sowie die strenge und lückenlose Befolgung aller Abwasserbeseitigungsmaßnahmen voll zu rechtfertigen.

Literatur

- EINSELE, W. (1944): Der Zeller See, ein lehrreicher Fall extremer limno-chemischer Verhältnisse.- Zeitschrift für Fischerei u.d.Hilfswiss., Bd,42, H.2/3, 151-168.
- FINDENEKG, I. (1969): Die Eutrophierung des Mondsees im Salzkammergut.- Zeitschr.f.Wasser- und Abwasserforschung, Jg.2, H.4, 139-144.
- FREY, R. (1951): Das Fuschlsee-Projekt, die zukünftige Seewasserversorgung Salzburgs.- Amtsblatt der Landeshauptstadt Salzburg, 2.Jg.Nr.36, 8.Sept.1951.
- GRIMM, J. (1952): Ein See wird umgepflügt.- Allgem.Fisch.Zeit. 77.Jg., H.14, 281-283.
- HASLAUER, J. (1978): Chemische Untersuchung des Fuschlsees im Jahr 1978 und Nährstoff-Frachtberechnungen.- Atterseebericht 1978.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1950): Das Phytoplankton des Süßwassers; Cryptophyceen, Chloromonaden, Peridineen.- E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- HUSTEDT, F. (1930): Bacillariophyta.- Verlag Gustav Fischer, Jena.
- KEISSLER, K.(1910): Beitrag zur Kenntnis des Phytoplanktons des Zeller Sees in Salzburg.- Arch.f.Hydrobiol. und Planktonkunde, Bd. 5.
- KOPECKY, J. (1967): Kurzfassung der Untersuchungsergebnisse aus dem Fuschlsee vom Jahr 1966.- unveröffentl.Mitt.i.A. der Salzburger Stadtwerke.
- KOPECKY, J. (1972): Die zunehmende Eutrophierung des Fuschlsees von 1961 bis 1971.- unveröffentl.Mitt.i.A.d.Salzburger Stadtwerke.

- KUHN, H. (1954) Das Netzplankton des nährstoffarmen Fuschlsees im Vergleich zum Plankton des nährstoffreichen Zürichsees.-Mikrokosmos Jg.43, H.8, 171-174.
- LIEPOLT, R. (1957): Die Verunreinigung des Zeller Sees.- Wasser und Ab-
Bd.1957, 9-38.
- LIEPOLT, R. (1967): Die limnologischen Verhältnisse des Zeller Sees,
seine Verunreinigung und Reinigung.- Föd.Europ.Gewässerschutz,
Inform.Bl.Nr.14, 59-62.
- LOUB, W. (1964): Untersuchungen im Wörthersee und Zeller See als Grund-
lage für die Sanierung der Seeverschmutzung.- Berichte zur Landes-
forschung und Landesplanung, Jg.8, H.2.
- MACKERETH, J. (1953): Phosphorus utilization by *Asterionella formosa*
HASS.- J.Exp. Bot.4, 12, 196-313.
- MICOLETZKY, H. (1912): Zur Frage der Wiederbesetzung des Zeller Sees im Pinz-
gau mit Coregonen.- Österr.Fischerei-Ztg., 9.Jg.,Nr.11, 193 194.
- MÜLLER, G. (1978) Grundlagendaten für Fuschlsee, Mondsee und Attersee
sowie das ganze Einzugsgebiet.- Atterseebericht 1978.
- MÜLLER, G.: Das Phytoplankton des Attersees.- Atterseebericht 1978
- RHODE, W. (1948): Environmental requirements of freshwater plankton
algae.- Symbolae Botan.Uppsaliensis, 10, Nr.1, 149.
- ROUND, F.E. (1975) Biologie der Algen.- Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- SARACENI, C. (1966) Il Fabbisogno in Forforo e Ferro nella Coltura di tre
Specie di Diatomee Planctoniche del Lago Maggiore (*Tabellaria fene-
strata* KÜTZING, *Fragilaria crotonensis* KITTON, *Asterionella formose*
HASSALL) Mem.Inst.Ital.Idrobiol., 20, 117-132.

SCHWARZ, K. (1978) Das Phytoplankton des Mondsees 1978.- Atterseebericht 1978.

SLANINA, K. (1981): Zeller See.- Ergebnisse der Basisuntersuchung 1979.- Wasserwirtschaftskataster des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

VOLLENWEIDER, R. (1971): Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication.- OECD, Paris.

VOLLENWEIDER, R. (1979): OECD Cooperative Programme on Monitoring of Inland Waters (Eutrophication Control); Condensed Synthesis Report.- OECD, 1979.

Anschrift des Verfassers: A.Sekr.Rudolf WEGL, Bundesanstalt für Wassergüte, Schiffmühlenstraße 12o, A-1223 Wien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [1980](#)

Autor(en)/Author(s): Wegl Rudolf

Artikel/Article: [Die Bedeutung des Phytoplanktonbiomassetrends von 1972 - 1980 in der limnologischen Entwicklung des Zeller Sees. 71-88](#)