

EIN VERGLEICH DER VERTIKALVERTEILUNG UND DER SAISONALEN ABFOLGE DES PHYTOPLANKTONS IM OST- UND WESTBECKEN DES FUSCHLSEES VON MAI 1978 BIS MAI 1979

A comparison of the vertical distribution and the seasonal succession of the phytoplankton in the east and west basin of Fuschlsee from May 1978 to May 1979

Von Manfred PUM

Aus dem Paracelsus-Forschungsinstitut
(Wissenschaftlicher Leiter: Univ.-Doz. OStR Dr. J. Haslauer)

Summary

The vertical distribution and the seasonal succession of the phytoplankton has been investigated in the east and west basin of Fuschlsee from May 1978 to May 1979. The algal species, the quantity of species and the biomass in vertical profile of the trophogenic layer were analyzed. The limnological development of the lake since 1948 and the eutrophic process has been presented with the aid of publication review and the present investigation.

Zusammenfassung

Die Vertikalverteilung und die saisonale Abfolge des Phytoplanktons im Ost- und Westbecken des Fuschlsees wurde von Mai 1978 bis Mai 1979 untersucht. Algenspektrum, Individuenzahl und Biomasse der trophogenen Schicht an beiden Entnahmeorten wurden aufgenommen und untereinander verglichen. Die limnologische Entwicklung des Fuschlsees und sein Eutrophierungsprozeß seit 1948 werden an Hand der vorliegenden Veröffentlichungen und der jetzigen Untersuchung dargestellt.

Einleitung

Der Fuschlsee ist innerhalb der Seenkette Fuschlsee—Mondsee—Attersee das am stärksten mit Nährstoffen belastete Gewässer. Erhöhte Mengen an Stickstoff- und Phosphorverbindungen und rapide Sauerstoffabnahme zu

Ende der Sommerstagnation am Seeboden sind deutliche Anzeiger dafür. Auch das Artenspektrum und die Biomasse des Phytoplanktons hat starke Änderungen erfahren. Eutrophierungsanzeiger wurden erstmals 1966 mit dem Auftreten von *Tabellaria fenestrata* nachgewiesen. Das erstmalige Vorkommen von *Oscillatoria rubescens* im Jahr 1971 markierte einen weiteren Wendepunkt der Wassergüte des Fuschlsees. Ein Vergleich der Gesamtbio-masse von Herbst 1978 mit Herbst 1955 — der ersten quantitativen Phyto-planktonaufnahme im Fuschlsee — zeigt ein Anwachsen um mehr als das Fünffache. Die Cyanophyceae *Oscillatoria rubescens* ist inzwischen zur domi-nierenden Art des Phytoplanktons geworden.

Den Fuschlsee alleine aufgrund der Phytoplanktonanalyse einer Trophie-stufe zuzuordnen, erscheint trotzdem nicht als zielführend. Zu groß sind noch die Schwierigkeiten, die Algenbiomasse in Beziehung zum Trophiezustand zu setzen. So kam FINDENEGG (1942) zu dem Ergebnis, daß die Gesamt-biomasse in oligotrophen und eutrophen Seen sich im Durchschnitt in ähn-lichen Größenordnungen bewegen. Auch Untersuchungen von PAVONI (1963) bestätigen dies. Ein Grund für diese Schwierigkeiten lag darin, daß nicht berücksichtigt wurde, daß die Algenproduktion vor allem durch die tropho-gene Schicht bestimmt wird. Die Ausmaße der trophogenen Schicht müssen bekannt sein, um Schlüsse von der Biomasse auf den Trophiezustand ziehen zu können. Eine noch nicht geklärte Frage ist, ob zur Beurteilung der Wasser-güte der Jahresdurchschnitt der Gesamtbio-masse herangezogen werden soll oder die maximale Phytoplanktonentwicklung innerhalb eines Jahres.

Trotz dieser Schwierigkeiten hat VOLLENWEIDER (1971) den Versuch unternommen, den Trophiezustand eines Sees mit Hilfe der maximalen Phyto-planktonentwicklung innerhalb der trophogenen Schicht zu kennzeichnen: Demnach liegt die maximale Biomasse für oligotrophe Seen unterhalb von 1 g/m^3 , für eutrophe Seen um 10 g/m^3 und für mesotrophe bis eutrophe Seen zwischen 3 und 5 g/m^3 . Der Einwand gegen diese Methode, daß auch die Artenzusammensetzung bei der Beurteilung des Trophiezustandes Eingang finden sollte, liegt auf der Hand.

Der Fuschlsee würde demnach, mit einer maximalen Biomasseentwick-lung von $3,6 \text{ g/m}^3$ im Ostbecken und $4,0 \text{ g/m}^3$ im Westbecken als meso- bis eutroph einzustufen sein. Eine sichere Aussage ist aber nur unter Berücksich-tigung der biologischen und physikalisch-chemischen Untersuchungsergebnisse möglich.

Die Fortsetzung der Untersuchungen am Fuschlsee wurde durch das Öster-reichische Eutrophierungsprogramm / Projekt Salzkammergutseen ermöglicht.

Der See

Der Fuschlsee liegt etwa 18 km östlich von der Landeshauptstadt Salzburg auf einer Seehöhe von 663 m. Das Seebecken stellt eine — im Hauptdolomit eingesenkte — Felswanne dar, die von Moränen ausgekleidet ist. Die größte

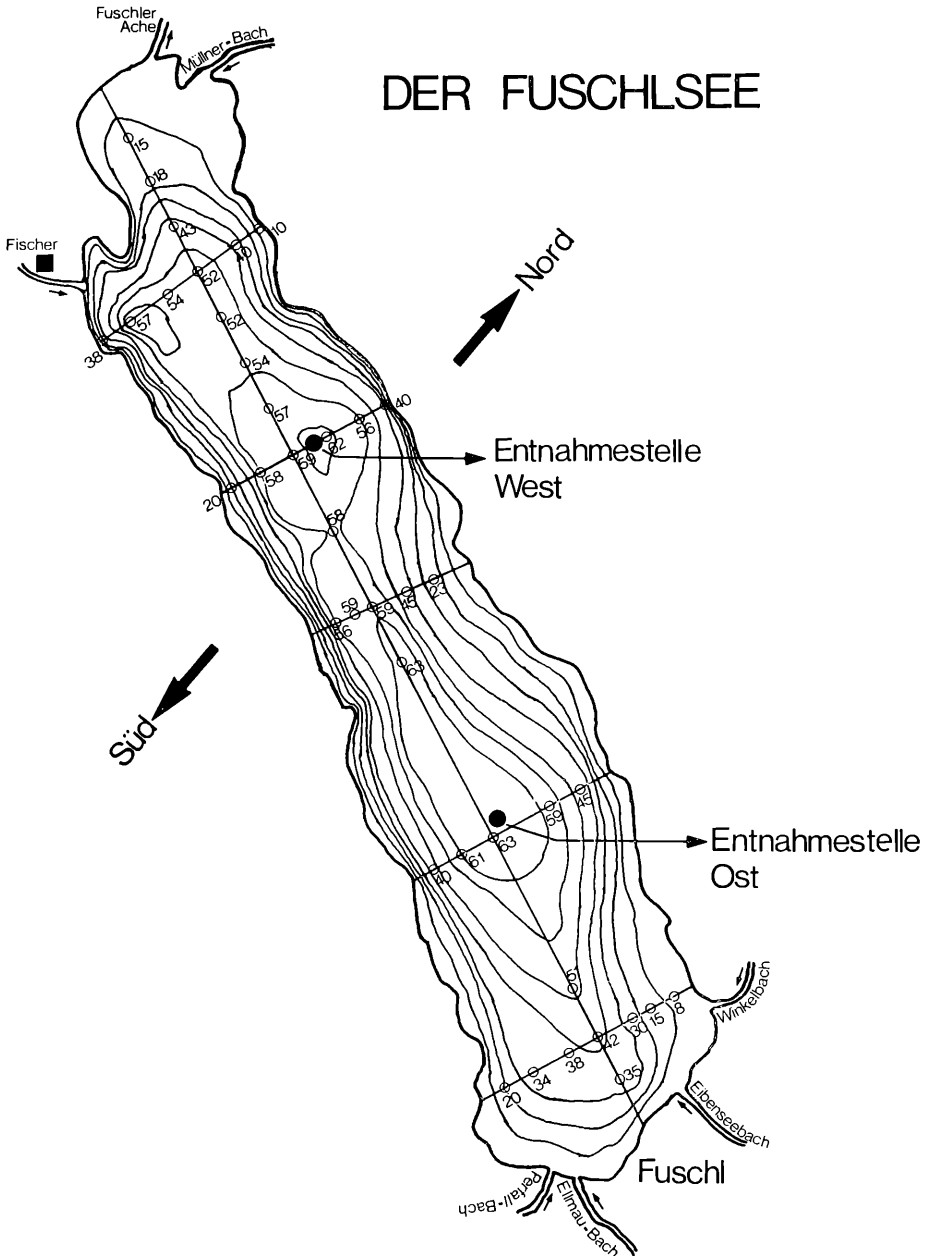


Abb. 1: Fuschlsee

Länge beträgt 4,1 km und seine Fläche 2,66 km². Der See hat ein Volumen von 99,5 Mio m³, und die Verweildauer des Wasserkörpers wurde von HASLAUER jun. (1979) mit 2,6 Jahren berechnet. Das Becken wird von einer Bodenschwelle — auf der Höhe des Fischerhauses — in zwei ungefähr gleich große Becken geteilt. Die größte Tiefe wurde im Ostbecken mit 67,3 m gemessen. Die mittlere Tiefe beträgt 37,4 m.

Das Einzugsgebiet, ca. 29.5 km² groß, ist zu 80 % bewaldet. Der Rest, an die 20 %, wird landwirtschaftlich genutzt. Im Südosten wird der See von einer relativ geschlossenen Bergkette, bestehend aus Höllkar, Ellmaustein, Sulzberg und Sonnenberg, begrenzt. Das Süd- und Nordufer sind mit Wald bedeckt. Die landwirtschaftlich genutzten Flächen konzentrieren sich vor allem im Einzugsbereich des Müllnerbaches, der durch den Feldberg — einen Moränenrücken — vom Nordufer des Sees getrennt wird. Am Ostufer des Fuschlsees münden die beiden Hauptzuflüsse, Eibenseebach und Ellmau-Bach. Hier liegt auch der Fremdenverkehrsort Fuschl am See.

Im Nordwesten öffnet sich das Einzugsgebiet zum Fuschler Moor — begrenzt vom Langeholzrücken. Hier befindet sich der Seeabfluß, die Fuschler Ache, die durch das ausgedehnte Moorgebiet abfließt und schließlich in den Mondsee mündet. Das Fuschler Moor ist ein ökologisch hochwertiger Feuchtbiotop mit reichhaltigen Pflanzengesellschaften und einem vielfältigen Singvogelvorkommen.

Der Fuschlsee ist nach HAEMPEL (1930) und FREUDLSBERGER (1937) ein typischer Saiblingsee. 1949 wurde nach EINSELE (1959) erstmals Attersee- und Hallstätterseereinanken ausgesetzt. Für die Berufsfischerei sind heute Reinanken und Saiblinge die wichtigsten Fischarten. Daneben spielen Hecht, Seeforelle, Aalrutte und Cypriniden noch eine Rolle.

Limnologische Entwicklung

Im Jahr 1948 wurde mit den physikalisch-chemischen und biologischen Untersuchungen am Fuschlsee von den Salzburger Stadtwerken begonnen. Es sollen hier in erster Linie die Phytoplanktonuntersuchungen besprochen werden.

Von den ersten Jahren liegen ausschließlich qualitative Planktonaufnahmen vor. Das algologische Bild des Fuschlsees wurde geprägt von Vertretern der *Diatomeae*, *Chrysophyceae* und *Dinophyceae*. Die *Cyanophyceae* spielten — im Gegensatz zu heute — eine untergeordnete Rolle. Von den *Diatomeae* wies *Fragilaria crotonensis* ein Frühjahrs- und ein Sommermaximum auf. Zeitweise dominierend trat auch *Asterionella formosa* auf. Als nicht dominierend, aber häufig, wurden *Synedra acus* var. *angustissima*, *Cyclotella bodanica*, *Cyclotella comta* und *Cyclotella comensis* genannt. Von diesen Formen, die bei geringem Nährstoffangebot gut gedeihen können, weisen heute *Asterionella formosa* und *Fragilaria crotonensis* ein häufiges Vorkommen auf. Bei den *Chrysophyceae* wurden *Dinobryon divergens*, *Dinobryon sociale* und *Dino-*

bryon bavaricum als die verbreitetsten Vertreter angeführt. Auch heute hat diese Gattung ein Frühjahrs- und Sommermaximum mit hohen Individuenzahlen. Beteiligt sind daran in erster Linie die Arten *Dinobryon cylindricum*, *Dinobryon stipitatum* und *Dinobryon divergens*. Von den *Dinophyceae* wurden *Ceratium hirundinella*, *Peridinium williei* und *Peridinium tabularium* (?) am häufigsten gefunden. Heute macht vor allem *Ceratium hirundinella* an wenigen Monaten im Jahr einen großen Anteil an der Biomasse des Phytoplanktons aus.

In den folgenden Jahren — von 1950 bis 1955 — wurden bei qualitativen Phytoplanktonuntersuchungen noch einige weitere Arten massenhaft aufgefunden: *Cyclotella kützingiana*, *Synedra acus* var. *delicatissima*, *Asterionella formosa* var. *epilimnica* von den Kieselalgen; *Peridinium cinctum* von den *Dinophyceae*.

Diese algologischen Aufnahmen wiesen den Fuschlsee — 1955 — als oligotrophen Voralpensee aus. Der See war, wie in Abb. 2 ersichtlich, am Ende der Sommerstagnation bis zum Grund mit Sauerstoff gesättigt. Die Sichttiefen betragen zwischen 12 und 20 m. Das Nährstoffangebot wurde als so gering beschrieben, daß die Möglichkeit einer fischereiwirtschaftlichen Nutzung als unwirtschaftlich erschien. Es fehlten jegliche Verschmutzungsindikatoren in chemischer und biologischer Hinsicht.

Die umfassendste Phytoplanktonuntersuchung wurde von RUTTNER im Jahr 1955 zu den vier Jahreszeiten durchgeführt. Massenhaft gefunden wurden folgende Arten: *Dinobryon divergens*, *Dinobryon sociale* var. *stipitatus* (*Chrysophyceae*); *Rhodomonas lacustris*, *Cryptomonas erosa*, *Cryptomonas erosa* var. *reflexa* (*Cryptophyceae*); *Gymnodinium helveticum*, *Peridinium williei*, *Peridinium cinctum*, *Ceratium hirundinella*, *Ceratium cornutum* (*Dinophyceae*); *Cyclotella bodanica*, *Cyclotella comta*, *Cyclotella comensis*, *Synedra acus* var. *angustissima*, *Synedra acus* var. *delicatissima*, *Synedra ulna* var. *danica*, *Fragilaria crotonensis*, *Asterionella formosa* (*Diatomeae*). Die sichtbarste Veränderung gegenüber den Untersuchungen von 1948 bis 1955 war das Auftreten der *Cryptophyceae* mit den zwei Gattungen *Cryptomonas* und *Rhodomonas*. Diese beiden Formen sind auch heute das ganze Jahr über zu finden, doch kann ihr Auftreten nicht als massenhaft bezeichnet werden. Ähnlich dem heutigen Bild des Phytoplanktons betont RUTTNER das auffallende Zurücktreten der *Chlorophyceae*. Im Gegensatz zur jetzigen Situation waren auch noch 1955 die *Cyanophyceae* in quantitativer Hinsicht selten.

Von RUTTNER liegen die ersten quantitativen Untersuchungen des Phytoplanktons im Fuschlsee vor. Ein Vergleich mit den Ergebnissen von 1978/79 ist nur bedingt möglich, da der Zeitpunkt und der Ort der Probenahme und auch die Methode unterschiedlich waren. Das von RUTTNER angegebene Algenvolumen wurde von mir umgerechnet auf die Algenbiomasse in einer Wassersäule von 0—20 m, ausgedrückt in g/m³, um Vergleiche anstellen zu können.

Die Untersuchung vom 1. März 1955, durchgeführt im Ostbecken, erbrachte demnach eine Gesamtbio­masse des Phytoplanktons von $0,3 \text{ g/m}^3$. 1979 wurde an dieser Stelle mit $0,9 \text{ g/m}^3$ das Dreifache der Biomasse festgestellt. Es dominierten im Jahr 1955 *Fragilaria crotonensis*, *Cyclotella comensis*, *Peridinium willei* und *Rhodomonas lacustris*. 1979 waren *Oscillatoria rubescens* und *Tabellaria fenestrata* die häufigsten Algen. Die bei RUTTNER vorherrschenden Formen kommen ebenfalls vor, machen aber nur einen geringen Prozentsatz der Gesamtbio­masse aus.

Die Probe vom 1. Juni 1955 wurde im Westbecken genommen. Es wurde eine Gesamtbio­masse von $0,8 \text{ g/m}^3$ errechnet, gegenüber $3,2 \text{ g/m}^3$ vom 10. Juni 1978 viermal weniger. Mit einem Anteil von 59 % an der Gesamtbio­masse dominierten damals die *Diatomeae*. Daran beteiligt waren vor allem *Cyclotella comta*, *Synedra acus* mit zwei Varietäten und *Synedra ulna var. danica*. Weiters trat die Gattung *Dinobryon* häufig auf. Ein Vergleich mit der Probenahme vom 10. Juni 1978 zeigt nun eine Dominanz der Blaualge *Oscillatoria rubescens* mit einem Anteil von 59,7 % an der Gesamtbio­masse. Häufig vertreten sind weiters *Tabellaria fenestrata*, *Fragilaria crotonensis* und die Gattung *Dinobryon* mit zwei Arten.

Bei der Untersuchung am 16. August 1955, am Höhepunkt der Sommerstagnation, wurde eine Gesamtbio­masse von $0,7 \text{ g/m}^3$ im Westbecken festgestellt. Am 24. August 1978 betrug sie mit $2,2 \text{ g/m}^3$ das Dreifache. 1978 dominierte wiederum *Oscillatoria rubescens* und in geringerem Ausmaß *Ceratium hirundinella*. Bei der RUTTNER-Untersuchung 1955 wurde *Cyclotella comensis* und *Ceratium hirundinella* massenhaft aufgefunden.

Die vierte Probenahme am 4. November 1955 — ebenfalls im Westbecken genommen — erbrachte eine Gesamtbio­masse von $0,3 \text{ g/m}^3$. Die bestimmende Form war *Peridinium*. Daneben traten *Rhodomonas* und *Cyclotella* häufig auf. Bei der Vergleichsprobenahme am 25. Oktober 1978 wurde im Westbecken eine Gesamtbio­masse von $1,6 \text{ g/m}^3$ festgestellt, also etwas mehr als das Fünffache. Es dominierten *Oscillatoria rubescens*, *Fragilaria crotonensis* und *Tabellaria fenestrata*.

Die Untersuchung von RUTTNER bestätigte den damals oligotrophen Charakter des Fuschlsees in chemischer, bakteriologischer und biologischer Hinsicht. Die Indikatoren für eine Nährstoffbelastung, wie *Tabellaria fenestrata* und — in noch größerem Ausmaß — *Oscillatoria rubescens*, wurden in keiner Untersuchung festgestellt.

Erstmals wurde 1966 von KOPETZKY eine geringfügige Erhöhung der Nitrate und Phosphate nachgewiesen. Im Sommer dieses Jahres wurde zum erstenmal *Tabellaria fenestrata* vereinzelt aufgefunden, die sich bis Dezember reichlich vermehrte. Diese Kieselalge gedeiht besonders reichlich bei ausreichendem Nährstoffangebot und ist ein Zeichen für beginnende Eutrophierung.

Eine von RUTTNER-KOLISKO durchgeführte Untersuchung im Jahr 1969 zeigte — aufgrund der chemischen Analyse — eine deutliche Tendenz zu

erhöhter organischer Produktion, eine Anreicherung organischer Nährstoffe und einen erhöhten Sauerstoffverbrauch im Hypolimnion. Das Phytoplankton war von einem massenhaften Auftreten von *Tabellaria fenestrata* gekennzeichnet. Sie bildete nun im Spätsommer und Herbst regelmäßig eine Wasserblüte. Auch Vertreter der *Cyanophyceae*, wie *Chroococcus limneticus* und *Gomphosphaeria lacustris*, und der *Chrysophyceae*, wie *Uroglena volvox*, traten in auffallend großen Mengen auf.

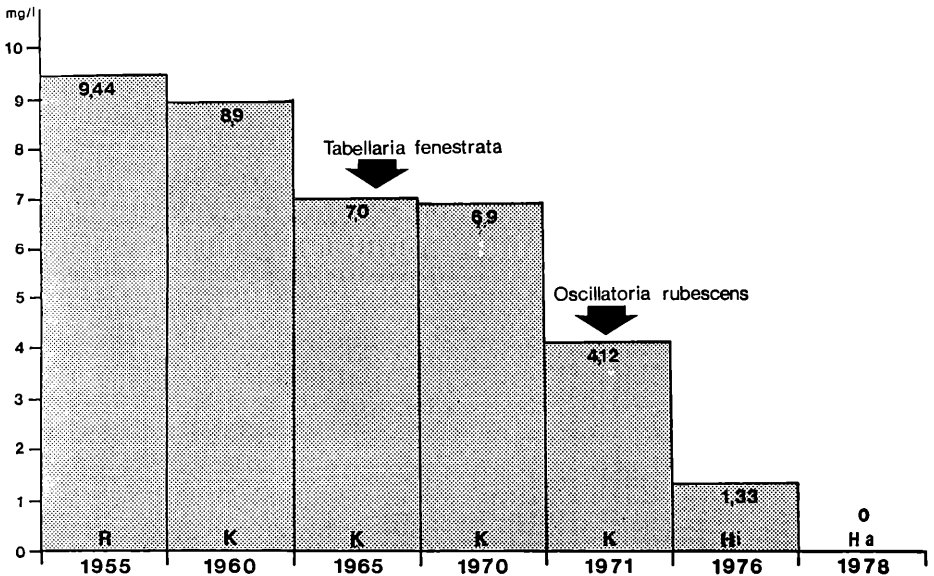


Abb. 2: Sauerstoffgehalt im Fuschlsee in Bodennähe gegen Ende der Sommerstagnation in mg/l von 1955 bis 1978

Daten von RUTTNER (1956), KOPETZKY, HITSCH (unpubliziert, im Auftrag der Salzburger Stadtwerke) und HASLAUER. (Verändert nach: HASLAUER, J. jr.: Chemische Untersuchung des Fuschlsees im Jahr 1978 und Nährstoff-Frachtberechnung. Arb. Lab. Weyregg 3/1979, 53—67. Mit freundlicher Erlaubnis des Autors)

Die quantitativen Phytoplanktonzählungen, die nur grob mit den Ergebnissen von 1955 vergleichbar sind, erbrachten im Oktober 1969 das Vierfache der Gesamtbiomasse gegenüber November 1955. Ein Vergleich von November 1955 mit Oktober 1978 erbrachte etwas mehr als die fünffache Gesamtbiomasse. Die Sichttiefen gingen ebenfalls stark zurück. Sie lagen zwischen 2 und 6 m.

Nach KOPETZKY hat sich der Zustand des Sees 1971 noch weiter verschlechtert. Es wurde eine erhöhte Menge an Stickstoff- und Phosphorverbindungen nachgewiesen. Am Seeboden trat am Ende der Sommerstagnation gegenüber dem Vorjahr eine rapide Sauerstoffabnahme auf. Erstmals wurde

in den Phytoplanktonproben *Oscillatoria rubescens* gefunden, ein deutlicher Eutrophierungsanzeiger. Anfang November wurden 24000 Exemplare pro Liter festgestellt. Da keine Biomasseangaben vorliegen, ist ein quantitativer Vergleich mit 1978 nicht möglich. *Oscillatoria rubescens* wurde aber innerhalb weniger Jahre zur dominanten Art hinsichtlich der Biomasse und ist heute das Hauptkriterium zur Beurteilung des Trophiegrades des Fuschlsees.

Methodik

Die Proben für die Planktonzählungen wurden von J. HASLAUER jr. in Zusammenhang mit limnochemischen Untersuchungen in monatlichen Abständen an den tiefsten Stellen des West- und Ostbeckens entnommen. Sie wurden mit einem 5-Liter-Schöpfer nach RUTTNER aus elf Tiefenstufen — 0, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 und 20 m — gezogen. Zur weiteren Verarbeitung im Labor wurden 100-ml-Fläschchen zu drei Viertel mit der Probe aus der jeweiligen Tiefenstufe gefüllt und sofort mit 4 % Formalinlösung und mit Lugols-Lösung versetzt. Die Jod-Jodkalium-Lösung fixiert und beschwert den allergrößten Teil der Phytoplankter, so daß das spätere Absedimentieren in den Zählkammern ermöglicht wird. Die Formalinlösung dient der weiteren Konservierung der Proben. Durch die Fixierung tritt bei manchen Planktonorganismen eine Formveränderung auf. So kommt es bei den Chloromonaden und einigen Gymnodinien zu einem Quellungsprozeß. Weiters wird das Plankton braun gefärbt. Es muß deshalb der Planktonzählung eine Lebendbestimmung der Formen vorausgehen, um die Algen auch im fixierten Zustand einwandfrei identifizieren zu können. Zur Gewinnung des Materials für die Lebendbestimmung wurden Netzfänge verwendet.

Die Auszählung erfolgte unter dem inversen Mikroskop unter Zuhilfenahme der sogenannten Verbundkammern. Es wurden Kammern von 10, 50 und 100 ml Volumen verwendet. Die Proben wurden — nach Erreichung der Zimmertemperatur, um die Bildung von Gasblasen zu verhindern — aus den jeweiligen Tiefenstufen im gleichen Verhältnis gründlich gemischt. Das Abfüllen der Kammern erfolgte unter Verwendung des Utermöhlischen Verteilerzusatzes, um eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Sediments zu erreichen. Die Sedimentationszeit betrug 24 Stunden. Da sich in der Regel, auch mit Hilfe des Verteilerzusatzes, eine gleichmäßige Verteilung des Planktons auf dem Kammerboden nicht mit Sicherheit erreichen läßt, wurden zwei Diagonalstreifen mit dem Zählstreifenokular ausgezählt. Kreuzweis gelegte Diagonalen ergeben erfahrungsgemäß annehmbare Mittelwerte, trotz Anhäufung der Algen an den Kammerrändern. Die fädige Blaualge *Oscillatoria rubescens* wurde in 70- μ m-Abschnitten ausgezählt.

Die Biomassebestimmung erfolgte nach NAUWERCK (1963). Es wird dabei das Volumen der Arten errechnet, indem sie auf leicht berechenbare geometrische Körper reduziert werden. Von den häufigsten Formen wurden je Probe an die zehn Individuen vermessen, von den seltener auftretenden Arten

entsprechend weniger. Daraus wurden die durchschnittlichen Volumina der einzelnen Arten ermittelt. Da das Gewicht der im Wasser frei schwebenden Arten nur unwesentlich von dem des Wassers abweicht, kann das Volumen dem Frischgewicht annähernd gleichgesetzt werden. Durch Multiplikation der spezifischen Volumina der einzelnen Arten mit ihrer Individuenzahl und durch anschließende Addition ergibt sich das Gesamtvolumen der Algenbiomasse. Spezifische Gewichtsunterschiede zwischen verschiedenen Algen und Einschlüsse, wie Gasvakuolen und alle Gallerthüllen, werden dabei vernachlässigt.

Ergebnisse

Die *Gesamtbiomasse* an beiden Entnahmestellen unterscheidet sich im Jahresdurchschnitt nur unwesentlich. Die durchschnittliche Biomasse im Ostbecken von Mai 1978 bis Mai 1979 betrug $1,8 \text{ g/m}^3$ und im Westbecken $2,0 \text{ g/m}^3$. Ihr Verlauf war allerdings im Frühjahr und Sommer 1978 sehr unterschiedlich. Im Westteil wurde das Maximum der Phytoplanktonentwicklung bereits im Mai erreicht, während es im Ostbecken des Fuschlsees in den August und November fiel. Die Biomasseentwicklung an beiden Entnahmestellen war — im Vergleich zu den darauffolgenden Untersuchungen der Jahre 1979 und 1980 — atypisch. Die Werte aus dem Westbecken lagen im Frühjahr 1978 deutlich über der Gesamtbiomasse des Ostteils. Von November 1978 bis Mai 1979 lagen sie stets darunter.

Zu Beginn der Sommerstagnation, im Juni 1978, wurde im Ostbecken ein kleines Maximum, gebildet von der *Chrysophyceae* *Dinobryon* sp., der Kieselalge *Fragilaria crotonensis* und der Blaualge *Oscillatoria rubescens*, festgestellt. Im Westbecken entwickelte das Phytoplankton bereits im Mai ein Maximum. Es war mit 4 g/m^3 das höchste während der gesamten Untersuchungsperiode. Auch im Juni lag die Biomasse mit $3,2 \text{ g/m}^3$ über den Werten aller anderen Monate. Den größten Anteil an diesem absoluten Maximum hatten *Fragilaria crotonensis* und *Oscillatoria rubescens*. Im Juni ging *Fragilaria crotonensis* zurück und *Dinobryon* kam stärker auf. In beiden Monaten trat auch *Tabellaria fenestrata* in nennenswertem Ausmaß auf. Die große Differenz der Biomassewerte im Mai 1978 an den beiden Untersuchungsstellen — sie betrug knapp über 3 g/m^3 — wurde bedingt durch das wesentlich zahlreichere Vorkommen von *Oscillatoria rubescens* und *Fragilaria crotonensis* im Westbecken.

Im Juni ging die Biomasse an beiden Probeorten stark zurück, im Westbecken um $1,3 \text{ g/m}^3$ auf $1,9 \text{ g/m}^3$ und im Ostbecken um $0,7 \text{ g/m}^3$ auf $1,2 \text{ g/m}^3$. Verursacht wurde dieser Rückgang durch den Zusammenbruch der Diatomeenpopulation, die nahezu auf null reduziert wurde.

Im darauffolgenden Monat entwickelte sich im Ostteil des Fuschlsees ein Phytoplanktonmaximum. Die Biomasse betrug $3,5 \text{ g/m}^3$. Gebildet wurde es von *Ceratium hirundinella* und *Oscillatoria rubescens*. Die Dinophyceae

Ceratium hirundinella hielt sich oberhalb der Sprungschicht, zwischen 2 und 10 m auf, während sich *Oscillatoria rubescens* unterhalb der Sprungschicht, zwischen 10 und 16 m, entwickelte. Im Westteil lag die Biomasse mit $2,1 \text{ g/m}^3$ deutlich unter dem Wert des Ostbeckens. Dies ist vor allem auf *Ceratium hirundinella*, die sich hier kaum entwickelte, zurückzuführen. An der Gesamtbiomasse war — ähnlich dem Vormonat — *Oscillatoria rubescens* zu 80 % beteiligt.

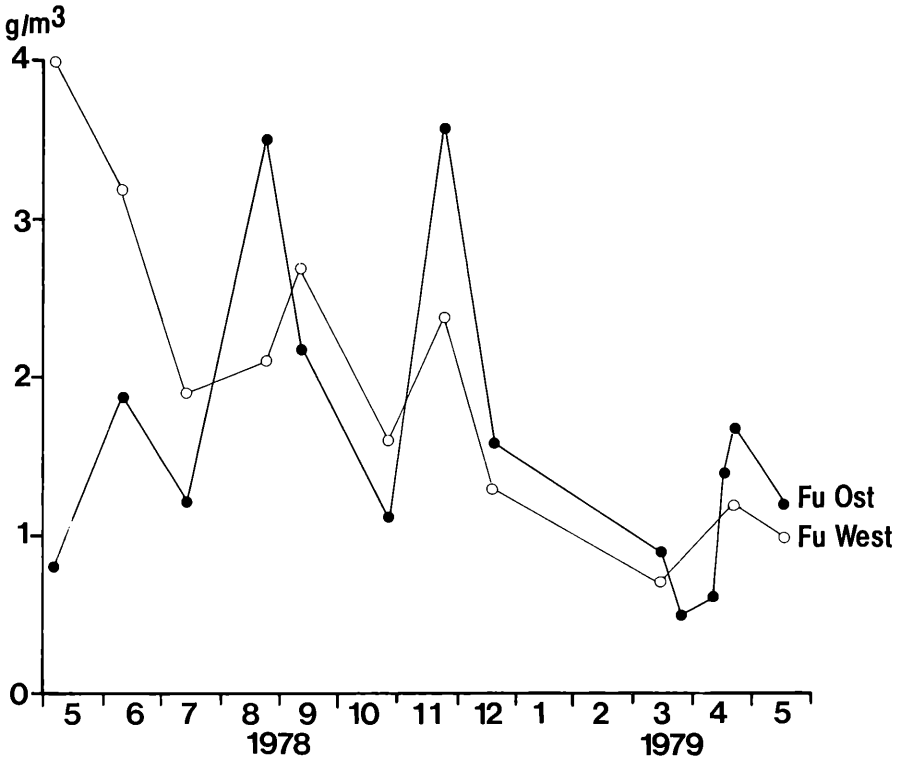


Abb. 3: Vergleich des Jahresgangs der Gesamtbiomasse des Ost- und Westbeckens in g/m^3 im Zeitraum Mai 1978 bis Mai 1979 von 0 bis 20 m

Bis Ende Oktober ging das Phytoplankton im Ostbecken stark zurück. Die Biomasse betrug $1,1 \text{ g/m}^3$. Der Grund dafür waren das nahezu völlige Verschwinden von *Ceratium hirundinella* und der Rückgang von *Oscillatoria rubescens*. Die Blaualge verteilte sich in diesem Monat bereits relativ gleichmäßig zwischen 0 und 16 m. Auch im Westbecken nahm die Biomasse — nach einem geringen Anstieg im September — eine rückläufige Entwicklung. Im Oktober wurde ein Wert von $1,6 \text{ g/m}^3$ festgestellt. Sowohl der Anstieg

wie auch der Rückgang der Biomasse ist auf die Entwicklung von *Oscillatoria rubescens* zurückzuführen.

Im November, bei Einsetzen der Herbstzirkulation, kam es im Ostbecken zu einem neuerlichen Maximum der Phytoplanktonentwicklung. Die Biomasse war mit $3,6 \text{ g/m}^3$ die höchste im Untersuchungszeitraum. Verursacht wurde dieses Maximum durch ein Aufkommen der *Diatomeen*, vor allem *Fragilaria crotonensis* und *Tabellaria fenestrata*, und von *Oscillatoria rubescens*. Im Westteil stieg die Biomasse in geringerem Ausmaße auf $2,4 \text{ g/m}^3$ an. Auch dies war auf einen Anstieg von *Oscillatoria rubescens* und *Fragilaria crotonensis* zurückzuführen.

Im Dezember ging die Biomasse, bei Absinken der Temperaturen und Vorherrschen von Homothermie, an beiden Untersuchungsstellen zurück. *Oscillatoria rubescens* nahm stark ab, während *Diatomeen* nur geringfügig zurückgingen.

Die nächste Probenahme erfolgte erst Mitte März, unmittelbar nach dem Eisbruch. Die Biomasse betrug im Ostbecken $0,9 \text{ g/m}^3$ und im Westteil $0,7 \text{ g/m}^3$. Gegenüber Dezember war der Anteil der *Diatomeen*, vor allem *Fragilaria crotonensis*, zurückgegangen. In der zweiten Aprilhälfte setzte, durch eine leichte Oberflächenerwärmung, die Frühjahrszirkulation ein. Die pflanzliche Biomasse nahm an beiden Entnahmepunkten wieder zu, im Westbecken auf $1,7 \text{ g/m}^3$ und im Ostteil auf $1,2 \text{ g/m}^3$. Verursacht wurde dies durch den Anstieg von *Oscillatoria rubescens*. Im Ostbecken kam eine starke Zunahme von *Asterionella formosa* hinzu.

In der ersten Maihälfte, am Ende der Untersuchungsperiode, ging die Biomasse wieder zurück, im Ostteil durch die Abnahme von *Asterionella formosa* und im Westteil durch den Rückgang von *Oscillatoria rubescens*.

Cyanophyceae

Die Blaualgen sind an beiden Entnahmeorten nahezu ausschließlich durch *Oscillatoria rubescens*, einen Eutrophierungsanzeiger, vertreten. Ihr Entwicklungsmaximum im Westbecken erreichte *Oscillatoria rubescens* von Mai bis September 1978. Ihr Anteil an der Gesamtbiomasse in diesem Zeitabschnitt lag zwischen 50,4 und 85,2%. Die Biomassewerte betrug zwischen $1,2 \text{ g/m}^3$ und $2,3 \text{ g/m}^3$. Ihr erstes Maximum im Westbecken wurde im Mai, während der Frühjahrszirkulation, beobachtet. Sie hielt sich in diesem Monat in den oberen 4 m, bei Temperaturen knapp unter 9°C auf. Anfang Juni, als bereits eine massive Oberflächenerwärmung eingesetzt hatte, die bis 6 m Tiefe reichte, lagerte sich die Art unterhalb von 6 m ein und verteilte sich relativ gleichmäßig bis 20 m, bei einer Wassertemperatur von 9 bis 5°C .

Von Juni bis Juli, während des Übergangs zur Sommerstagnation, gingen die Biomassewerte der Art auf $1,6 \text{ g/m}^3$ zurück. Im Juli sank die Sprungschicht auf ca. 12 m ab. *Oscillatoria rubescens* schichtete sich zwischen 12 und 16 m, bei Temperaturen zwischen $7,5^\circ\text{C}$ und $6,2^\circ\text{C}$ ein. Im September war ihr

absolutes Maximum in der Untersuchungsperiode zu verzeichnen, mit einem Biomassewert von 2,3 g/m³. Die Art hatte sich wiederum, bei deutlicher Abkühlung des Sees, nach oben verlagert und hielt sich vorwiegend zwischen 0 und 12 m, in einem Temperaturbereich von 15 bis 10,6°C, auf. Im Oktober ging ihre Entwicklung stark zurück. Ihre Biomasse betrug nun 1,2 g/m³.

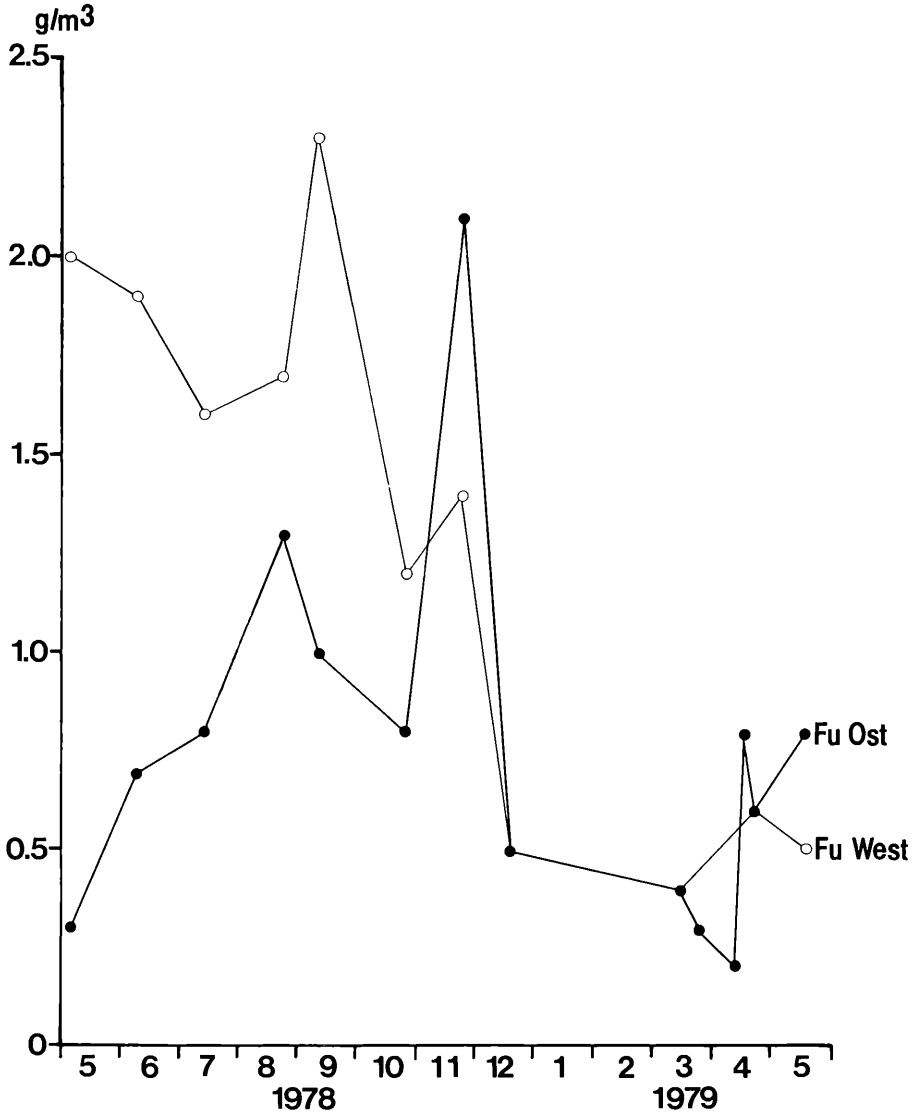


Abb. 4: Vergleich des Jahresgangs der Biomasse der *Cyanophyceae* des Ost- und Westbeckens in g/m³ im Zeitraum Mai 1978 bis Mai 1979 von 0 bis 20 m

Anders verhielt sich *Oscillatoria rubescens* im Zeitraum Mai bis Oktober 1978 im Ostbecken des Fuschlsees. Ihr prozentueller Anteil an der Gesamtbiomasse lag in diesen Monaten zwischen 38,2 und 71,9 %. Ihre Biomasse betrug zwischen 0,3 und 1,3 g/m³, lag also wesentlich unter der des Westbeckens. Im Mai wurde ein Biomassewert von 0,3 g/m³ festgestellt, was nahezu siebenmal weniger war als im Westbecken. Die Art war in diesem Monat gleichmäßig von 0 bis 20 m verteilt, bei Temperaturen, die zwischen 8,2 und 5,3^oC lagen. Bis August erfolgte ein Anstieg ihrer Biomasse auf 1,3 g/m³. Eine Schichtung von *Oscillatoria rubescens* innerhalb der oberen 20 m war erst im Juli zu beobachten, obwohl bereits im Juni eine Sprungschicht ausgebildet war. Sie lagerte sich in diesem Monat bei 16 m ein.

Im August hielt sich die Blaualge — ähnlich dem Westbecken — zwischen 10 und 16 m, bei Temperaturen zwischen 12,3 und 6,6^oC auf. Bis Oktober ging ihre Biomasse wieder stark zurück. Sie betrug 0,8 g/m³. Im darauffolgenden Monat, Ende November, erreichte die Art im Ostbecken ihr absolutes Maximum mit 2,1 g/m³. Dies war 1978 der einzige Monat, in dem der Biomassewert von *Oscillatoria rubescens* weit höher war als im Westbecken, wo er zu dieser Zeit 1,4 g/m³ betrug. Im Oktober verteilte sich *Oscillatoria rubescens* im Ostbecken von 0 bis 16 m und im November von 0 bis 10 m. Die Wassertemperatur betrug knapp über 10 bzw. 7^oC. Im Westbecken war sie etwas höher eingeschichtet — im Oktober von 0 bis 16 m und im November von 0 bis 6 m.

Von Dezember 1978 bis Mai 1978 nahm die Entwicklung der Biomasse von *Oscillatoria rubescens* im Ost- und Westbecken mit wenigen Ausnahmen einen ähnlichen Verlauf. Von November bis Dezember ging ihre Biomasse an beiden Entnahmestellen auf 0,5 g/m³ zurück. Der Biomassewert lag im März, unmittelbar nach dem Eisbruch, geringfügig unter dem Dezemberwert und stieg im April, wiederum an beiden Probeorten, auf 0,6 g/m³ an. Im März herrschte im See noch Homothermie mit knapp unter 4^oC vor, während Ende April eine leichte Oberflächenerwärmung einsetzte. Im März war *Oscillatoria rubescens* relativ gleichmäßig von 0 bis 20 m verteilt. Auch im darauffolgenden Monat war das gleiche zu beobachten.

Im Mai stieg die Biomasse der Blaualge im Ostbecken auf 0,8 g/m³ an, während sie im Westbecken leicht, auf 0,5 g/m³, zurückging. Ihr Anteil an der Gesamtbiomasse lag im Zeitraum Dezember 1978 bis April 1979 im Ostteil des Fuschlsees unter 50 %, und zwar zwischen 33,5 und 49 %. Im Mai lag ihr Anteil wieder bei 76,2 %. Im Westbecken betrug der prozentuelle Anteil von Dezember bis Mai zwischen 35 und 50,8 %.

Bacillariophyceae

Die Biomasse der *Diatomeen* nahm, mit Ausnahme des Mai 1978, an beiden Entnahmestellen im Ost- und Westbecken des Fuschlsees eine ähnliche

Entwicklung. Auch der prozentuelle Anteil ihrer Biomasse an der Gesamtbiomasse war, mit wenigen Ausnahmen, sehr ähnlich.

Der größte Unterschied hinsichtlich ihres Vorkommens an den zwei Probestellen war bereits im ersten Monat der Untersuchungsperiode, im Mai 1978, festzustellen. Im Westbecken erreichten die Diatomeen das absolute Maximum ihres Vorkommens. Ihre Biomasse betrug $1,8 \text{ g/m}^3$, während sie im Ostbecken $0,5 \text{ g/m}^3$ ausmachte. Zurückzuführen war dies vor allem auf das häu-

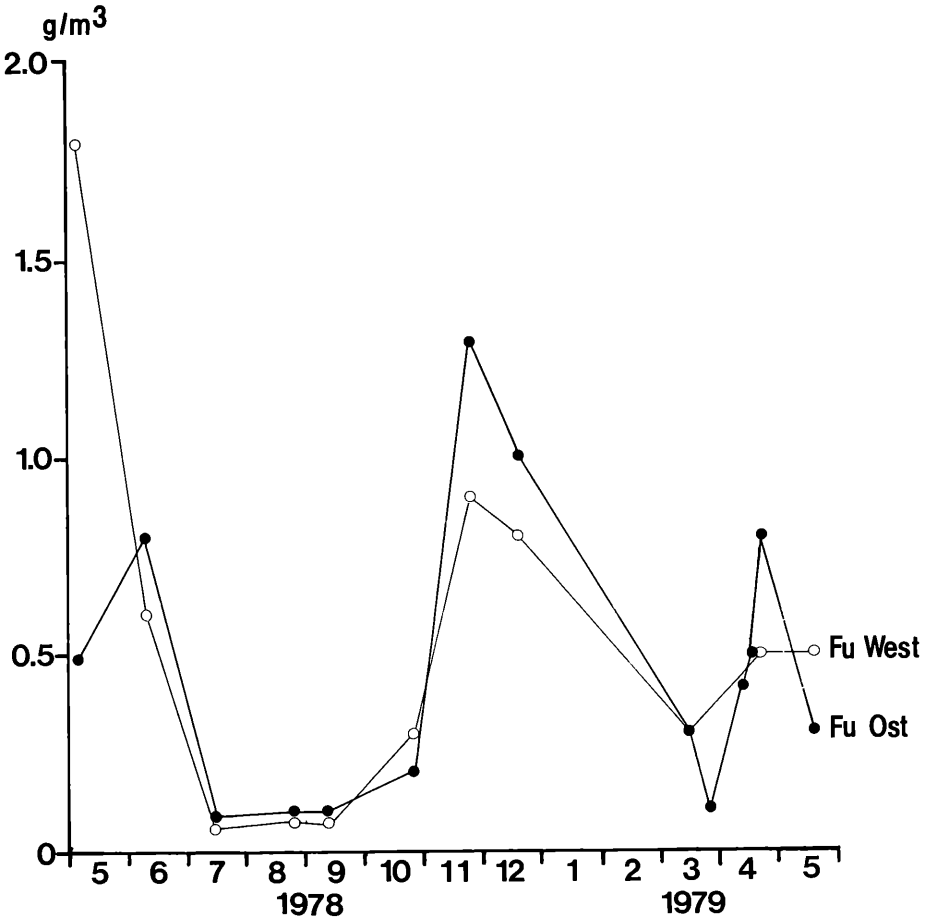


Abb. 5: Vergleich des Jahresgangs der Biomasse der *Bacillariophyceae* des Ost- und Westbeckens in g/m^3 im Zeitraum Mai 1978 bis Mai 1979 von 0 bis 20 m

fige Auftreten von *Fragilaria crotonensis*, deren Biomasse $1,0 \text{ g/m}^3$ betrug. Weiters waren auch *Tabellaria fenestrata* und *Asterionella formosa* häufiger anzutreffen als im Ostteil. Im Westbecken war eine vertikale Schichtung der

Kieselalgen festzustellen. Sie hielten sich, ähnlich der Blaualge *Oscillatoria rubescens*, in den oberen 4 m auf. Im Ostbecken wurde das Frühjahrsmaximum der Kieselalgen im Juni erreicht. Ihre Biomasse stieg auf 0,8 g/m³ an.

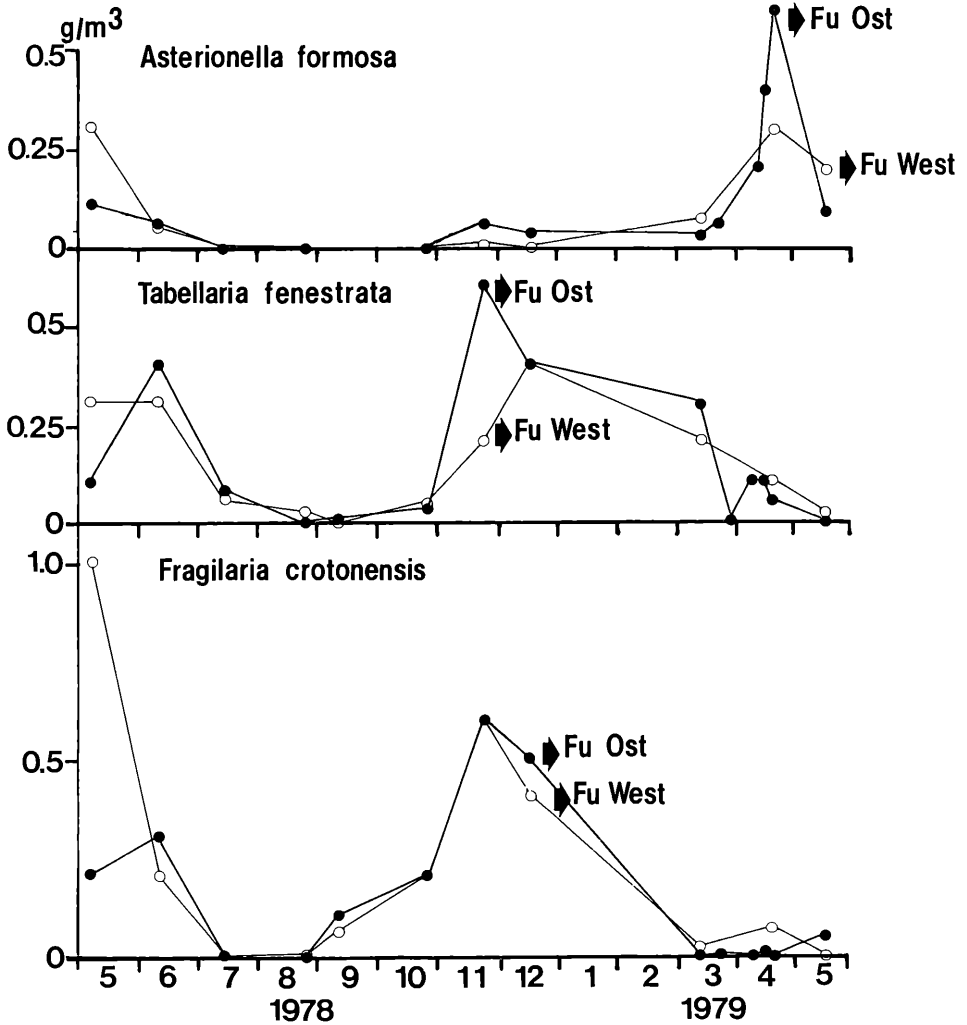


Abb. 6: Vergleich des Jahresgangs der Biomasse der drei häufigsten *Diatomeae* des Ost- und Westbeckens in g/m³ im Zeitraum Mai 1978 bis Mai 1979 von 0 bis 20 m

Im darauffolgenden Monat, im Juli, waren die Kieselalgen an beiden Probestellen bereits auf nahezu null reduziert. Ihr Anteil an der Gesamtbio- masse betrug 4,1% im Ostbecken und 3,6 % im Westteil.

Die Entwicklung des Herbstmaximums setzte Ende Oktober ein und kam im November, zu Beginn der Herbstzirkulation, zur vollen Blüte. Im Ostbecken wurde mit einer Biomasse von $1,3 \text{ g/m}^3$ das absolute Maximum der Untersuchungsperiode beobachtet. Gebildet wurde dieses Maximum von *Fragilaria crotonensis* und *Tabellaria fenestrata*, während *Asterionella formosa* eine untergeordnete Rolle spielte. *Fragilaria crotonensis* und *Tabellaria fenestrata* hielten sich vorwiegend zwischen 0 und 6 m auf. Das Herbstmaximum im Westbecken lag mit $0,9 \text{ g/m}^3$ deutlich unter dem Frühlingsmaximum im Mai. Zu drei Viertel wurde es von *Fragilaria crotonensis* und zu einem geringen Anteil von *Tabellaria fenestrata* gebildet.

Im März 1979, unmittelbar nach dem Eisbruch, betrug die Biomasse der *Diatomeen* an beiden Entnahmestellen $0,3 \text{ g/m}^3$. Im darauffolgenden Monat, in der zweiten Aprilhälfte, stieg ihre Biomasse bereits deutlich an, im Ostteil wesentlich stärker, auf $0,8 \text{ g/m}^3$ und im Westbecken auf $0,5 \text{ g/m}^3$. Verantwortlich dafür war in erster Linie *Asterionella formosa*, die sich auch bei den folgenden Untersuchungen als Frühjahrsform zeigte.

Bereits Mitte Mai war durch den Rückgang von *Asterionella formosa* das Maximum im Ostbecken zusammengebrochen, während die *Diatomeen*-Biomasse im Westteil gleichblieb. *Asterionella formosa* hatte hier keinen starken Rückgang zu verzeichnen.

Chrysophyceae

Die *Chrysophyceae*, durch zwei Arten — *Dinobryon cylindricum* und *Dinobryon stipitatum* — vertreten, nahmen, mit Ausnahme des August 1978, eine ähnliche Entwicklung. Im Ostbecken bildete diese Algengruppe zwei Maxima, und zwar im Juni und August 1978, und im Westbecken wurde ein Maximum im Juni 1978 beobachtet.

Von Mai auf Juni erfolgte an beiden Untersuchungsstellen ein steiler Anstieg zum Frühjahrsmaximum. Im Westbecken war es mit einer Biomasse von $0,5 \text{ g/m}^3$ stärker entwickelt als im Ostbecken. Hier betrug die Biomasse $0,3 \text{ g/m}^3$. Es war in diesem Monat eine deutliche Schichtung der beiden *Dinobryon*-Arten zwischen 0 und 8 m zu erkennen. Die Temperaturen lagen in diesem Bereich an beiden Probeorten zwischen $18,2$ und $9,3^\circ\text{C}$.

Im darauffolgenden Monat gingen die *Chrysophyceae* nahezu auf null zurück. Im August wurde im Ostbecken ein neuerliches Maximum gebildet. Die Biomasse betrug, wie im Juni, $0,3 \text{ g/m}^3$. Dieses Maximum war bereits im nächsten Monat zusammengebrochen.

Nach einem leichten Anstieg an beiden Probestellen im Oktober wurden Vertreter der *Chrysophyceae* bis Dezember 1978 nur in sehr geringen Mengen aufgefunden. Ihr Anteil an der Gesamtbiomasse im November und Dezember lag unter 1% .

Im Frühjahr 1979 wurde *Dinobryon sp.* erstmals wieder in der zweiten Aprilhälfte mit wenigen Exemplaren im Ostbecken gefunden. Im darauffolgenden Monat, Mitte Mai, traten die *Chrysophyceae* auch im Westteil in

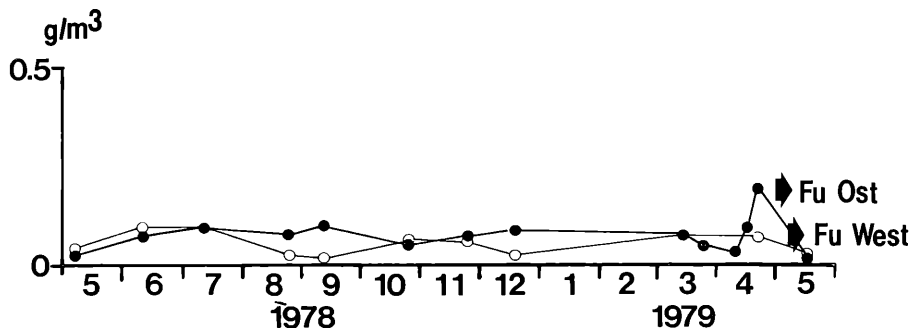


Abb. 8: Vergleich des Jahresgangs der Biomasse der *Cryptophyceae* des Ost- und Westbeckens in g/m^3 im Zeitraum Mai 1978 bis Mai 1979 von 0 bis 20 m

geringer Anzahl auf, und im Ostbecken stieg ihre Häufigkeit leicht an. Ihre Biomasse betrug aber nur $0,04 \text{ g/m}^3$ im Ostbecken und $0,02 \text{ g/m}^3$ im Westteil des Fuschlsees.

Cryptophyceae

Diese Algengruppe trat während der gesamten Untersuchungsperiode im Ost- und Westbecken auf, erreichte aber nie so hohe Biomassewerte wie etwa die *Diatomeen*. Sie war durch vier Gattungen — *Rhodomonas*, *Cryptomonas*, *Chilomonas* und *Chroomonas* — vertreten. Ihr Anteil an der Gesamtbiomasse schwankte im Untersuchungszeitraum zwischen 1 und 12 %.

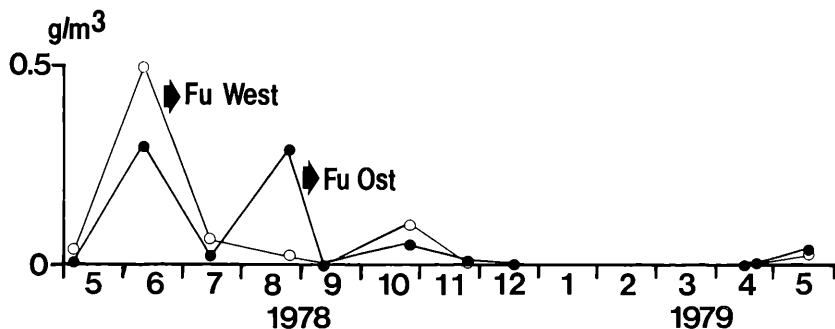


Abb. 7: Vergleich des Jahresgangs der Biomasse der *Chrysophyceae* des Ost- und Westbeckens in g/m^3 im Zeitraum Mai 1978 bis Mai 1979 von 0 bis 20 m

Ihre Biomasse im Ostbecken lag von Juni 1978 bis März 1979 relativ gleichmäßig zwischen $0,05 \text{ g/m}^3$ und $0,1 \text{ g/m}^3$. Ein kleines Maximum wurde im April 1979, mit einer Biomasse von $0,2 \text{ g/m}^3$, festgestellt. Die Biomasse der *Cryptophyceae* des Westbeckens lag, mit wenigen Ausnahmen, an den meisten Monaten etwas unter der des Ostbeckens. Die höchsten Biomassewerte wurden im Juni und Juli 1978 mit $0,1 \text{ g/m}^3$ festgestellt.

Dinophyceae

Bei dieser Algengruppe dominierte, hinsichtlich der Biomasse, *Ceratium hirundinella*. Im Untersuchungszeitraum wurde ein Maximum im August beobachtet, das sich im Ostbecken wesentlich stärker entwickelte als im Westteil des Fuschlsees. An der östlichen Entnahmestelle betrug die Biomasse der Panzerflagellaten $1,6 \text{ g/m}^3$ und im Westteil $0,2 \text{ g/m}^3$. Im Westbecken stieg ihre Biomasse im nächsten Monat noch leicht auf $0,3 \text{ g/m}^3$ an, ging dann aber — wie im Ostbecken — im Oktober auf null zurück. Im Frühjahr und Winter 1978 und im Frühjahr 1979 kamen die *Dinophyceae* nur in geringen

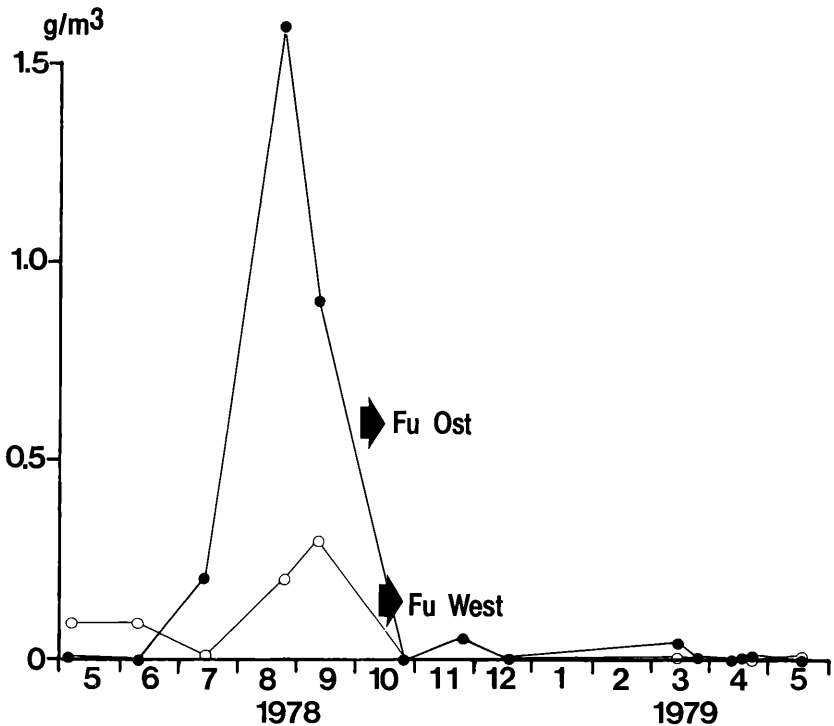


Abb. 9: Vergleich des Jahresgangs der Biomasse der *Dinophyceae* des Ost- und Westbeckens in g/m^3 im Zeitraum Mai 1978 bis Mai 1979 von 0 bis 20 m

Mengen vor. *Ceratinum hirundinella* hielt sich im August im Ostbecken zwischen 0 und 16 m auf, ohne daß eine bestimmte Schichtung zu erkennen war.

Chlorophyceae

Die *Chlorophyceae* waren nach den Kieselalgen die artenreichste Algen-Gruppe am Fuschlsee. Ihr Anteil an der Gesamtbio-masse war aber sehr gering. Er lag zwischen 0,1 und 2,6 ‰.

Die Gattung *Chlamydomonas* sp. kam nahezu das ganze Jahr über an beiden Probestellen vor. Am häufigsten waren kleine monadoide Formen, die nicht bestimmt werden konnten. Ihre Biomasse war aber natürlich sehr gering. Die höchsten Biomassewerte wurden im Frühjahr mit 0,02 g/m³ im Ostbecken und 0,05 g/m³ im Westbecken festgestellt.

Größere Formen, wie die Gattungen *Ankistrodesmus*, *Chlamydo-botrys*, *Scenedesmus*, *Chlorogonium*, *Sphaerocystis*, *Carteria*, *Phacotus*, *Chlamydo-blepharis*, *Polytoma* und *Pyramimonas*, waren von Juli bis Dezember 1978 häufiger anzutreffen. 1979 wurden sie erstmals Ende April beobachtet.

Eine unterschiedliche Entwicklung im Ost- und Westbecken konnte nicht festgestellt werden.

Conjugatophyceae

Die *Conjugatophyceae* wurden im Ostbecken an vier Monaten des Untersuchungszeitraumes aufgefunden. Ihr Anteil an der Gesamtbio-masse lag zwischen 0,1 und 0,3 ‰. Sie waren ausschließlich durch die Gattung *Cosma-rium* sp. vertreten.

Im Westbecken wurde von dieser Algen-Gruppe *Mougotia* sp. im Mai, Juni und September beobachtet. Ihr Anteil an der Gesamtbio-masse lag zwischen 0,3 und 2,1 ‰. Im Oktober, Dezember 1978 und im Mai 1979 wurde *Cos-marium bioculatum* in wenigen Exemplaren angetroffen. Die Biomasse der *Conjugatophyceae* lag an diesen Monaten zwischen 0,001 g/m³ und 0,08 g/m³.

Euglenophyceae

Von dieser Algen-Gruppe wurde im Ostbecken die Gattung *Trachelomo-nas* sp. im Juli, August und November aufgefunden. Im Westbecken wurden im Juli und Oktober zwei Gattungen, *Phacus* sp. und *Trachelomonas* sp. — darunter *Trachelomonas eu-chlora* — beobachtet. Ihr Anteil an der Gesamtbio-masse lag stets unter 1 ‰.

Diskussion

1. Der Jahresdurchschnitt der Gesamtbio-masse, berechnet aus den Ergeb-nissen von elf Monaten, unterschied sich im Ost- und Westbecken des Fuschl-sees nur unwesentlich. Im Ostbecken betrug er 1,8 g/m³ und im Westbecken 2,0 g/m³. Die Gesamtbio-masse ergibt sich aus der Multiplikation der spezi-

fischen Volumina der einzelnen Arten mit ihrer Individuenzahl und durch anschließende Addition.

Der Jahresverlauf der Gesamtbiomasse an den beiden Entnahmestellen zeigte zum Teil große Unterschiede. Am deutlichsten ausgeprägt waren sie im Frühjahr und Sommer 1978. Es war in diesen Monaten teils ein entgegengesetzter Verlauf der Phytoplanktonentwicklung und stets ein deutlicher quantitativer Unterschied zu beobachten. Neben windbedingten Wasserströmungen im Epilimnion dürften auch die geringfügig unterschiedlichen thermischen Verhältnisse dafür verantwortlich sein. Hinzu kommt, daß die Morphologie des Sees, der durch eine Bodenschwelle in zwei Becken geteilt wird, eine ungleichmäßige Verteilung des Planktons begünstigt.

Von Dezember 1978 bis Mai 1979 war der Biomasseverlauf an den beiden Entnahmepunkten im wesentlichen ähnlich und auch der quantitative Unterschied relativ gering. Im Frühjahr 1978 lagen die Biomassewerte des Westbeckens deutlich über den Werten des Ostbeckens, und von November 1978 bis Mai 1979 lagen sie etwas darunter.

2. Die Blaualge *Oscillatoria rubescens* war an den meisten Monaten des Untersuchungszeitraumes die dominierende Art. Ihr Entwicklungsmaximum im Westbecken erreichte sie von Mai bis September 1978, während im Ostbecken ihre Blütezeit in den August und November fiel.

In ihrem Vorkommen in der trophogenen Zone war zu manchen Zeiten eine ausgeprägte Schichtung zu erkennen. Während der Frühjahrs- und Herbstzirkulation war *Oscillatoria rubescens* infolge der hohen Turbulenz im Wasserkörper relativ gleichmäßig von 0 bis 20 m verteilt. Im Ostbecken hielt diese gleichmäßige Verteilung bis Juni an, während im Westbecken bereits im Mai eine Schichtung beobachtet werden konnte. Sie hielt sich in diesem Monat, als sich durch Oberflächenerwärmung eine thermische Schichtung aufzubauen begann, zwischen 0 und 4 m auf. Inwieweit das *Diatomeen*-maximum, das im Ostbecken nicht beobachtet wurde, infolge geänderter Nährstoff- und Lichtverhältnisse für die unterschiedliche Entwicklung von *Oscillatoria rubescens* verantwortlich ist, kann nicht beurteilt werden.

Nach Ausbildung einer stabilen thermischen Schichtung verschwand die Art aus dem Epilimnion und hielt sich im kälteren Wasser des Hypolimnions auf. Ihr Aufenthaltsort war nach oben von der Temperatursprungschicht und nach unten vom Lichtangebot begrenzt. Im Herbst, als das Lichtangebot geringer und die Assimilationsbedingungen für *Oscillatoria rubescens* ungünstiger wurden, wanderte sie wieder in höhere Schichten. Sie hielt sich nun bei Temperaturen von über 10°C auf, obwohl dies nicht ihrem Temperatur-optimum als oligotherme Form entspricht.

3. Die *Diatomeen* waren nach den *Cyanophyceae* die häufigste Algen-gruppe. Ihre wichtigsten Vertreter an den beiden Entnahmeorten waren *Asterionella formosa*, *Tabellaria fenestrata* und *Fragilaria crotonensis*. Der Jahresgang ihrer Biomasse nahm, mit Ausnahme des Mai 1978, eine ähnliche

Entwicklung. Sie bildeten im Ost- und Westbecken ein Frühjahrs- und Herbstmaximum. Diese beiden Maxima sind einerseits auf die erhöhte Nährstoffzufuhr aus dem Tiefenwasser ins Epilimnion zurückzuführen infolge der Vertikalkonvektionen im Frühjahr und Spätsommer. Andererseits ist die Viskosität des Wassers wegen der niedrigen Temperaturen höher, so daß sich die Kieselalgen leichter in den lichtreichen Schichten entwickeln können. Im Sommer, bei geringer Viskosität des Wassers, sinken sie — infolge ihres größeren spezifischen Gewichtes — ins Hypolimnion unter die Kompensationsebene ab, wo eine positive Photosynthesebilanz nicht mehr möglich ist.

4. Die *Chrysophyceae* waren ausschließlich durch die Gattung *Dinobryon* vertreten. Im Westbecken bildete diese Algengruppe ein Frühjahrsmaximum und im Ostbecken ein Frühjahrs- und Sommermaximum. Im Juni war eine deutliche Einschichtung der *Dinobryon*-Arten zwischen 0 und 8 m zu erkennen.

5. Die *Dinophyceae* machten das ganze Jahr über nur einen geringen Teil der Gesamtbiomasse aus. Nur an einem Monat — im August — bildeten sie durch das häufige Auftreten von *Ceratium hirundinella* ein ausgeprägtes Maximum im Ostbecken. Das Maximum im Westbecken fiel wesentlich kleiner aus.

6. Die *Chlorophyceae* traten, wie dies bereits 1955 von RUTTNER festgestellt wurde, auffallend zurück.

Von den *Euglenophyceae* und den *Conjugatophyceae* wurden an einigen Monaten wenige Exemplare verschiedener Arten gefunden.

Anhang

Tabelle 1

Individuenzahl im Ost- und Westbecken von Mai 1978 bis Mai 1979 in Tausend $\times 10^3$

	5. V.	10. VI.	13. VII.	24. VIII.	11. IX.	25. X.	24. XI.
Ost	1526	2848	985	2635	1077	1164	3361
West	4895	4283	1233	1558	1782	1584	2000
	18. XII.	14. III.	24. III.	11. IV.	16. IV.	21. IV.	17. V.
Ost	1901	922	973	1530	2552	3956	1487
West	1265	804	—	—	—	1742	1475

Tabelle 2

Gesamtbiomasse im Ost- und Westbecken von Mai 1978 bis Mai 1979 in g/m^3

	5. V.	10. VI.	13. VII.	24. VIII.	11. IX.	25. X.	24. XI.
Ost	0,8	1,9	1,2	3,5	2,2	1,1	3,6
West	4,0	3,2	1,9	2,1	2,7	1,6	2,4
	18. XII.	14. III.	24. III.	11. IV.	16. IV.	21. IV.	17. V.
Ost	1,6	0,9	0,5	0,6	1,4	1,7	1,2
West	1,3	0,7	—	—	—	1,2	1,0

Tabelle 3

Prozentueller Anteil der einzelnen Algenklassen an der Gesamtbiomasse im Ost- und Westbecken von Mai 1978 bis Mai 1979

	5. V.	10. VI.	13. VII.	24. VIII.	11. IX.	25. X.	24. XI.	18. XII.	14. III.	24. III.	11. IV.	16. IV.	21. IV.	17. V.	
Ostbecken	57,5	42,5	7,1	4,1	6,0	18,7	35,8	59,8	35,7	26,9	59,8	34,4	45,9	27,5	Bacillariophyceae
	0,1	0,9	0,6	0,6	0,4	0,3	0,2	0,8	0	0,8	0,9	0,7	2,6	0,6	Chlorophyceae
	0	0	0,1	0	0	0,2	0	0,1	0,3	0,3	0	0	0	0	Conjugatophyceae
	3,1	4,0	9,9	2,2	4,5	4,6	1,9	5,6	9,4	11,2	4,8	8,4	11,8	1,5	Cryptophyceae
	0,5	16,0	1,2	8,1	0,1	4,3	0,4	0,2	0	0	0	0	0,3	3,2	Chrysophyceae
	38,5	37,3	62,1	38,2	47,3	71,9	59,9	33,5	49,0	59,7	56,0	56,0	38,7	67,2	Cyanophyceae
	0,2	0	18,7	46,5	41,7	0	1,3	0,1	5,6	1,2	0	0,4	0,7	0	Dinophyceae
	0	0	0,3	0,3	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	Euglenophyceae
Westbecken	45,2	18,5	3,0	3,6	2,4	16,4	36,7	61,5	36,2	—	—	—	45,5	43,7	Bacillariophyceae
	0,2	1,6	0,6	0,5	1,0	0,6	0,7	0,9	0,7	—	—	—	0,3	0,7	Chlorophyceae
	2,1	1,3	0	0	0,3	0,7	0,4	0	0	—	—	—	0	0,4	Conjugatophyceae
	1,1	3,0	7,1	1,5	0,9	3,6	2,6	2,5	12,0	—	—	—	6,0	3,2	Cryptophyceae
	0,8	15,7	3,4	0,8	0,1	6,8	0,3	0,1	0,1	—	—	—	0	1,9	Chrysophyceae
	50,4	59,7	85,2	82,6	84,2	71,6	59,3	35,0	50,8	—	—	—	48,2	49,4	Cyanophyceae
	0,2	0,3	0,6	11,0	11,2	0	0	0	0,3	—	—	—	0	0,3	Dinophyceae
	0	0	0,1	0	0	0,3	0	0	0	—	—	—	0	0	Euglenophyceae

Tabelle 4
Volumina der wichtigsten Arten

Species	μ^3		Berechnungsart
	Ost	West	
<i>Asterionella formosa</i>	352	338	Quader
<i>Chlamydomonas</i> sp.	101	182	Ellipsoid
<i>Cryptomonas</i> sp.	365	426	Ellipsoid
<i>Cryptomonas erosa</i>	2163	2209	Ellipsoid
<i>Cyclotella comensis</i>	247	—	Zylinder
<i>Dinobryon</i> sp.	310	245	Ellipsoid
<i>Fragilaria crotonensis</i>	548	820	Zylinder mit elliptischer Grundfläche
<i>Oscillatoria rubescens</i> (70- μ m-Abschnitte)	1582	1621	Kreiszyylinder
<i>Peridinium</i> sp.	4115	—	Ellipsoid
<i>Synedra acus</i>	817	761	Quader
<i>Synedra acus</i> var. <i>angustissima</i> (70- μ m-Abschnitte)	174	289	Zylinder mit elliptischer Grundfläche
<i>Synedra acus</i> var. <i>radians</i>	562	594	Quader
<i>Synedra ulna</i> var. <i>longissima</i> (70- μ m-Abschnitte)	3275	2958	Quader
<i>Tabellaria fenestrata</i>	1433	2179	Quader

Die Werte sind Jahresmittel aus den monatlich gezogenen Proben. Es wurden jeweils ca. zehn Individuen vermessen.

Literatur

- EINSELE, W.: Das Bundesinstitut für Gewässerforschung und Fischereiwirtschaft; Arbeit und Aufgaben. Österr. Fischerei 12 (1959), 5/6, 55—84.
- FINDENEGG, I.: Die Bedeutung des Nährstoffgehalts der Seen für die Menge und Art ihres Planktons. Der Biologe 11 (1942), 5/6, 132—133.
- FREY, R.: Das Fuschlsee-Projekt. — Die zukünftige Seewasserversorgung Salzburgs. Amtsblatt der Landeshauptstadt Salzburg, Jahrg. 2, Nr. 36, 8. September 1951.
- FREY, R.: Die Fuschlsee-Trinkwasserleitung. Aus Gas—Wasser—Wärme, Zeitschrift f. d. Gas- und Wasserfach 8 (1954), 9/10.
- FUGGER, E.: Das Fuschlseegebiet, Salzburger Seen. Mitteilung Ges. Sbg. Landeskunde 30 (1980), 7, 8.
- HAEMPEL, O.: Fischereibiologie der Alpenseen. Die Binnengewässer, Band X, Schweizerbart, Stuttgart 1930.
- HASLAUER, J. jr.: Chemische Untersuchungen des Fuschlsees im Jahr 1978 und Nährstoff-Frachtberechnungen. Arb. Lab. Weyregg 3/1979.
- HASLAUER, J. jr.: Limnochemische Untersuchungen am Fuschlsee 1979. Arb. Lab. Weyregg 4/1980.
- HASLAUER, J. jr.: Limnochemie Fuschlsee 1980. Arb. Lab. Weyregg 5/1981.
- HASLAUER, J. jr.: Ein Beitrag zur Nährstoffchemie des Fuschlsees 1981. Arb. Lab. Weyregg 6/1982 (in print).
- HASLAUER, J. jr.: Der Fuschlsee. Wasserwirtschaft, Heft 6/1982, 141—149.

- HINTERBERGER, C.: Die Fischereierträge in den Salzkammergutseen. Hausarb. Univ. Wien, 1974.
- KOPETZKY, J.: Kurzfassung der Untersuchungsergebnisse aus dem Fuschlsee im Jahre 1966. Unveröff. Mitteilung i. A. der Salzburger Stadtwerke, 1967.
- KOPETZKY, J.: Zunehmende Eutrophierung des Fuschlsees und Jahresübersicht 1970. Unveröff. Mitteilung i. A. der Salzburger Stadtwerke, 1971.
- KOPETZKY, J.: Die zunehmende Eutrophierung des Fuschlsees von 1961—1971. Unveröff. Mitteilung i. A. der Salzburger Stadtwerke, 1972.
- KUHN, H.: Das Netzplankton des nährstoffarmen Fuschlsees im Vergleich zum Plankton des nährstoffreichen Zürichsees. Mikrokosmos, 42. Jahrg., Heft 8, Mai 1954.
- MÜLLER, G.: Wesentliche Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen innerhalb der Seenkette Fuschlsee—Mondsee—Attersee. Arb. Lab. Weyregg 3/1979.
- NAUWERCK, A.: Die Beziehung zwischen Zooplankton und Phytoplankton im See Erken. Symb. Bot. Upps. 17 (1963), 5, 1—163.
- PASCHER, A.: Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 1913: Heft 2: *Flagellatae* II, Heft 3: *Dinoflagellatae*, Heft 9: *Zygnemales*, Heft 10: *Bacillariales*; 1914: Heft 1: *Flagellatae* I, Heft 6: *Chlorophyceae* II; 1915: Heft 5: *Chlorophyceae* II; 1921: Heft 7: *Chlorophyceae* IV; 1922: Heft 4: *Volvocales*; 1925: Heft 11: *Heterokontae*, Heft 12: *Cyanophyceae*.
- PAVONI, M.: Die Bedeutung des Nannoplanktons im Vergleich zum Netzplankton. Schweiz. Zs. Hydrol. 25 (1963), 2, 215—341.
- PUM, M.: Das Phytoplankton des Fuschlsees 1979. Arb. Lab. Weyregg 4/1980.
- PUM, M.: Zur Phytoplanktonentwicklung des Fuschlsees 1980 und ein Vergleich mit 1979. Arb. Lab. Weyregg 5/1981.
- PUM, M.: Die Phytoplanktonentwicklung im Fuschlsee 1981. Arb. Lab. Weyregg 6/1982 (in print).
- RUTTNER, F.: Gutachten über den gegenwärtigen Zustand des Pelagials im Fuschlsee. Biol. Station Lunz, 1956.
- RUTTNER-KOLISKO, A.: Nachtragsgutachten über den limnologischen Zustand des Fuschlsees im Jahre 1969. Biol. Station Lunz, 1970.
- SARACENI, C.: Il Fabisogno in Fosforo o Ferro nella Coltura die tre Specie die Diatomee Planctoniche del L. Maggiore (*Tabellaria fenestrata* Kützing, *Fragilaria crotonensis* Kitton, *Asterionella formosa* Hasall). Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 20 (1966), 117—132.
- SCHWARZ, K.: Entwicklung des Phytoplanktons im Mondsee von 1968—1978. Österr. Fischerei 32 (1979), 213—216.
- UTERMÖHL, H.: Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. d. Internat. Vereinig. f. Limnologie 9 (1958).
- VOLLENWEIDER, R. A.: Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OECD—Paris, 30. Sept. 1970 (1971).
- VOLLENWEIDER, R. A., und J. KERÉKES: Cooperative programme for monitoring of inland waters (eutrophication control). OECD eutrophication programme regional-project alpine lakes. Swiss Federal Board for Environmental Protection (Bundesamt f. Umweltschutz), Bern, Switzerland, 1980.

Anschrift des Verfassers: Dr. Manfred PUM
 Paracelsus-Forschungsinstitut
 A-5020 Salzburg, Schopperstraße 13
 Austria

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg](#)

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Pum Manfred

Artikel/Article: [EIN VERGLEICH DER VERTIKALVERTEILUNG UND DER SAISONALEN ABFOLGE DES PHYTOPLANKTONS IM OST- UND WESTBECKEN DES FUSCHLSEES VON MAI 1978 BIS MAI 1979. 57-80](#)