

Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck	Band 56 Festschr. Steinböck	S. 163—176	Innsbruck, Dez. 1968
-------------------------------	--------------------------------	------------	----------------------

Das Phytoplankton des Piburger Sees im Jahre 1966

von

Ingo FINDENEKG (Klagenfurt)

The phytoplankton of the Piburger See in 1966

Synopsis: The amount and the taxonomical composition of the phytoplankton was examined by monthly series of samples from different depth. The lake is small, surrounded by woods and 24 m deep. It is meromictic and eutrophicates rapidly. Graphs are given showing the seasonal variations of stratification of the important taxa and the relationship to temperature and light conditions. The algal biomass beneath the surface unit was greatest in May (17 g/m^2) and composed of *Ochromonas*, *Dinobryon* and *Cryptomonas*. A second peak (8 g/m^2) was reached in August. All the year round Diatoms and blue-green Algae were of little importance. Comparisons are made with a similar lake (Goggausee), and the specific properties of the eutrophication in small meromictic lakes are discussed.

Über Aufforderung von Herrn Dozenten Dr. PECHLANER habe ich die qualitative und quantitative Bearbeitung des Phytoplanktons von 10 Serien fixierter Planktonproben aus dem Piburger See übernommen, die von ihm zwischen Februar 1966 und Jänner 1967 etwa allmonatlich entnommen worden waren. Am 30. Juni hat der Verfasser die Probenentnahme selbst ausgeführt und dabei auch die Lichttransmission des Wassers mit dem Unterwasserphotometer nach ECKEL, sowie die Primärproduktion nach der Methode des assimilierten radioaktiven Kohlenstoffs bestimmt, im wesentlichen nach der von STEEMANN NIELSEN entwickelten Methode. Leider ergab sich damals keine Gelegenheit, frisches Material von Plankton anzusehen, so daß alle in dieser Arbeit gemachten Angaben auf Bestimmungen und Auszählungen von Proben beruhen, die sofort nach der Entnahme mit Jod-Jodkali mit Eisessigzusatz fixiert worden waren. Es braucht nicht besonders betont zu werden, daß dadurch die Bestimmung der Arten sehr erschwert, zum Teil auch unmöglich war.

Die Proben wurden an der tiefsten Stelle des Sees zumeist aus 7 bis 8 verschiedenen Tiefen entnommen, die sich nach dem jeweiligen Zustand der Wasserschichtung auf den Raum zwischen 0 und 24 m Tiefe verteilten. Bei der Bearbeitung wurde der Inhalt von 100 ml Probenwasser sedimentiert, ausgezählt, das mittlere Zellvolumen jeder Art bestimmt, dieses mit der Anzahl der Zellen multipliziert und so das Art-

volumen errechnet. Unter der Annahme des spezifischen Gewichtes der Algen als 1 sind im folgenden alle quantitativen Angaben als Frischgewicht in mg/m^3 gemacht.

Der Piburger See liegt in 915 m Meereshöhe oberhalb der Ortschaft Ötz in Tirol. Er hat eine Fläche von 13,4 ha bei 25 m Maximaltiefe. Nach PECHLANER (1968) ist er in einen Zustand beschleunigter Eutrophierung getreten. Physiognomisch handelt es sich um einen Waldsee von etwa 800 m Länge und 250 m Breite auf kristallinem Gestein. Seine Karbonathärte ist gering, einer Alkalinität von etwa 0,3 bis 0,4 Millival pro Liter entsprechend, der pH niedrig, im Mittel 6,1 und nur im Sommer bis 7,4 in der trophogenen Schicht ansteigend (PECHLANER l. c.).

Die Lichttransmissionsmessung am 30. Juni fand in dem Stadium der frühsummerlichen Planktondepression statt, was schon aus der damals relativ großen Sichttiefe von etwa 9 m hervorgeht. Die Strahlungsdurchlässigkeit für Blau (optischer Schwerpunkt bei 445 nm) war mit 61% je Meter nur unwesentlich besser als für Rot mit 59% (Schwerpunkt bei 654 nm). Eine wesentlich bessere Transmission ergab sich für Grün (Schwerpunkt 530 nm) mit 83%. Vergleicht man diese Zahlen mit der spektralen Strahlungsdurchlässigkeit anderer Seen, so bietet sich als optisch ähnliches Gewässer der Lunzer See an. Dieser hatte am 12. 8. 1965 die Werte: Blau 63%, Grün 78%, Rot 60%. Es handelt sich demnach beim Piburger See um einen richtigen Grünwassersee; der Humuseinschlag, den man nach dem niederen pH und Karbonatgehalt für bedeutsam halten könnte, wirkt sich nur mäßig aus.

Als Mittelwert für die Transmission der photosynthetisch wirksamen Strahlung im Juni 1966 ergibt sich eine Durchlässigkeit je Meter Lichtweg von etwa 68%. Am Tage der Messung war die Oberflächenintensität des Lichtes also erst in 12 m Tiefe auf 1% des ursprünglichen Wertes gesunken und ungefähr bis zu dieser Tiefe kann man noch eine, wenn auch nur mehr schwache Assimilationsleistung der Planktonalgen erwarten. In der Abbildung 1 ist in halblogarithmischer Form die Abnahme der Lichtintensität (100% in 0 m Tiefe) für die oben genannten Spektralfarben, sowie für die mittlere Transmission graphisch dargestellt.

In die Abbildung ist aber auch das Ergebnis der Messungen der photosynthetischen Assimilationsleistung der Planktonalgen in den Tiefen von 0 m, 1 m, 2 m, 3 m, 5 m, 8 m, 12 m und 15 m eingetragen (dicke gestrichelte Linie). Für diese Kurve bedeutet der logarithmische Maßstab an der x-Achse die im Tag von den Algen in einem Kubikmeter Wasser assimilierte Kohlenstoffmenge. Man erkennt zunächst einen etwas kleineren Assimilationseffekt in Null Meter, der teils durch zu starkes Licht, teils durch etwas geringere Planktondichte der obersten Schicht bedingt ist (vergl. auch Abb. 3). Zwischen 1 und 3 m Tiefe ist die Assimilation optimal (Abb. 1), von da ab sinkt sie infolge der schwächer werdenden Lichtintensität ab, wobei ihre Abnahme deutlich jener der Transmissionskurven für Blau und Rot parallel geht. Um etwa 10 m Tiefe war an diesem trüben Junitage der Kompensationspunkt erreicht, die hier produzierten Mengen organischer Substanz reichen gerade noch zum Leben der Algen aus, die untere Grenze der photosynthetisch sich ernährenden Algen ist erreicht. Arten, die längere Zeit unterhalb dieser Kompensationstiefe leben,

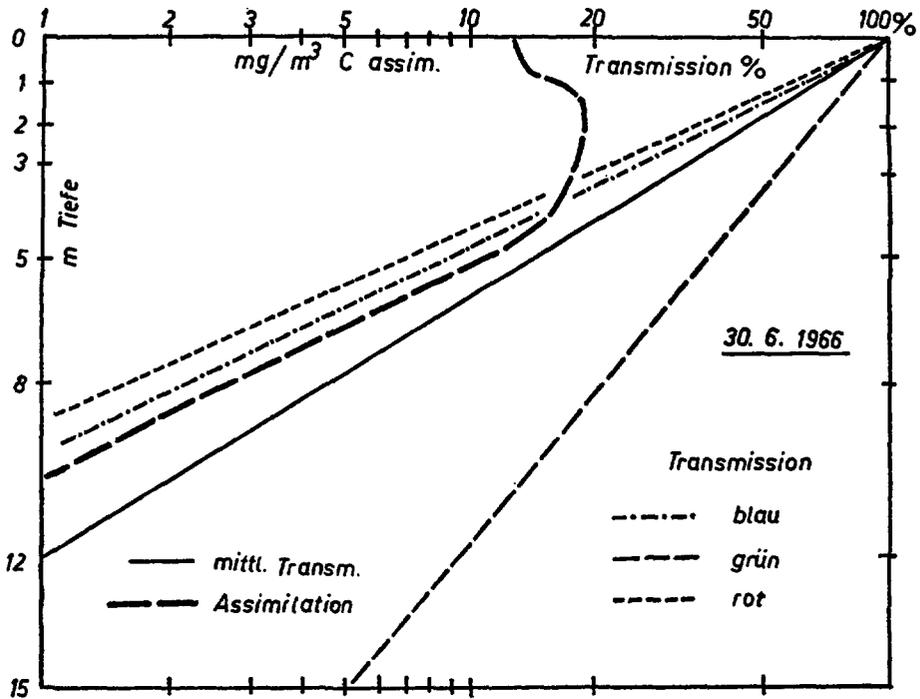


Abb. 1: Spektrale Transmission in Prozenten je Meter Lichtweg (dünne Kurven), sowie Kohlenstoffassimilation in Milligramm pro Kubikmeter der Planktonalgen (dicke Kurve) am 30. Juni 1966.

müssen sich entweder chemosynthetisch ernähren, was für die Mehrzahl der in dem folgenden Abschnitt genannten Schwefelorganismen zutrifft, oder sie nehmen, wie *Ochromonas*, nach Art von Tieren geformte Nahrung zu sich. Die Assimilationskurve in Abb. 1 schließt sich durch die Existenz eines wohl entwickelten Maximums in 1–2 m Tiefe und einer von da ab parallel zur Lichtintensität abnehmenden Produktion dem Typus der eutrophen Seen an. (FINDENEKG 1964.)

Der qualitative Aspekt

Wie schon erwähnt, stand zur Bestimmung der Gattungen und Arten nur fixiertes Material zur Verfügung. Es konnte daher die Zugehörigkeit zu bestimmten Taxa in einigen Fällen nur mit Vorbehalt gemacht werden, was in der unten folgenden Planktonliste durch ein Fragezeichen angedeutet ist. Dies trifft bedauerlicher Weise auch für eine der wesentlichsten Komponenten des Phytoplanktons unseres Sees zu, nämlich für die *Ochromonas*-Art, die im Spätwinter und Frühjahr bis zu einem Drittel der pflanzlichen Biomasse bildete. Da keine Cysten gefunden wurden, blieb

nur eine Abschätzung der Ähnlichkeit mit den Abbildungen von lebenden Zellen über. Die bei den meisten Exemplaren gewaltige Höhlung des Leukosintropfens deutet auf *O. perlata*, doch mißt unsere Art nur etwa $16 \times 8 \mu$, was in Verbindung mit dem weit vorne liegenden Chromatophor, den gelegentlich vorhandenen Aufnahmewakuolen und dem meist lang ausgezogenen Hinterende am ehesten für *Ochromonas stellaris* DOFL. spricht. Schwierigkeiten machte auch die Bestimmung eines zeitweise massenhaft vorhandenen großen *Gymnodinium* mit 40 bis 50 μ \varnothing , das mit hoher Wahrscheinlichkeit *G. uberrimum* ist.

Die zeitweise in großen Mengen vorhandenen Cryptomonaden, die oft eine Mischpopulation darstellten, konnten bei der Zählung nicht immer getrennt werden und ich habe dann mehr auf das Zellvolumen als auf die Artzugehörigkeit geachtet. Im großen verlief der Wechsel der Arten so, daß im Winter *Cryptomonas marssonii* vorherrschte, im Frühjahr und Spätsommer war *C. obovata* verhältnismäßig zahlreich, während „*C. erosa*“ ihren Charakter als Sammelart auch in dem fast ganzjährigen Vorkommen ohne besondere Schwerpunkte bewies. In der Gattung *Rhodomonas* überwog *R. minuta* fast immer die Schwesterart *R. lacustris*, nur in den Frühsommerserien schien das Verhältnis umgekehrt zu sein.

Nicht bestimmt werden konnten etliche winzige rundliche Formen von kugeliger bis leicht gestreckter Gestalt, die in manchen Fällen deutlich den Cyanophyceen, in anderen vermutlich den Chlorophyceen zuzurechnen sind. Sie waren oft zahlreich, wegen ihres geringen Zellvolumens in der Biomasse jedoch meist ohne Bedeutung. Desgleichen sind in der folgenden Planktonliste auch die Bakterien in engerem Sinn nicht berücksichtigt.

Liste der bestimmten Phytoplankter

Planctomyces bekefi GIMESI vereinzelt in Winterserien.

Peloploca undulata LAUTERBORN. Ganzjährig in Bodennähe, häufig.

Hyalosoris lamprocystoides SKUJA mäßig häufig.

Pseudomonas sp. in allen Serien vorwiegend im Monimolimnion.

Macromonas bipunctata (GICKELH.) UTERMÖHL et KOPPE, nicht besonders häufig, nur in tieferen Schichten.

Microcystis aeruginosa KÜTZ. spärlich im August und September.

Chroococcus minutus (KÜTZ.) NAEG. Juli bis September.

Chroococcus limneticus LEMM. epilimnisch im August, selten.

Merismopedia glauca (EHRENB.) NAEG. wenig zahlreich, im Sommer.

Oscillatoria limosa AG. Häufig März-April, nur in tieferen Schichten.

Oscillatoria limnetica LEMM. Häufig im September, seltener März bis Juni.

Oscillatoria utermoehlii (UTERM.) I. DE TONI. In tieferen Schichten, März-April.

Chlamydomonas spp. Vereinzelt, im Sommer.

Pandorina morum (MÜLLER) BORY. In vielen Serien häufig, Maximum Mai.

Gloeocystis planctonica (NAEG.) LEMM. Juni-Juli, eher selten.

Tetraedron minimum (A. BR.) HANSG. Vereinzelt in einigen Serien.

- Sphaerocystis schroeteri* CHOD. Häufig im Juni, vereinzelt im Sommer.
- Pseudochlorella pyrenoidosa* (ZEITLER) LUND. Juli-September mit wechselnder Häufigkeit.
- Oocystis submarina* LAGERH. relativ selten, etwas häufiger im Sommer.
- Oocystis submarina v. variabilis* SKUJA. Zahlreich Mai-Juni, sonst wenig häufig.
- Ankistrodesmus acicularis* A. BR. Eher selten, Sommer.
- Quadrigula pfitzeri* (SCHRÖD.) PRINTZ. Massenhaft im Epilimnion im August. Im Juli und September seltener.
- Botryococcus braunii* KÜTZ. Selten, im Sommer.
- Coelastrum cambricum* ARCHER. Vereinzelt. Epi- und Metalimnion.
- Crucigenia rectangularis* (NÄG.) GAY. Ziemlich häufig von August-November.
- Scenedesmus bicellularis* CHOD. Massenhaft von März bis Mai, sonst seltener.
- Scenedesmus denticulatus*. LAGERH. Selten.
- Stichococcus* (?) *sp.* In vielen Serien, zeitlich und räumlich unregelmäßig verteilt.
- Cosmarium phaseolus* BREB. *fa. minor* BOLDT. Vereinzelt im Sommer.
- Cosmarium pygmaeum* ARCHER. Eher selten.
- Staurastrum gracile* ROLFS. Vereinzelt in fast allen Serien.
- Euglena acus* EHRENB. Vorwiegend in tieferen Schichten häufig.
- Chromulina ovalis* KLEBS. Februar bis April, zuweilen zahlreich.
- Mallomonas caudata* IWANOFF. Juli-November.
- Mallomonas elongata* REVERDIN. April, vereinzelt.
- Mallomonas acrocomos* RUTTNER. November, in tieferen Schichten.
- Ochromonas stellaris* (?) DOFL. In Massen von Februar bis Mai, weniger häufig im Juli und Jänner. (Siehe Abb. 1 bis 3.)
- Dinobryon divergens* IMHOF. In großen Mengen vom März bis Mai, auch September.
- Dinobryon bavaricum* IMHOF. Juni-Juli, häufig.
- Dinobryon sociale* EHRENB. Juni-September, häufig.
- Cyclotella kuetzingiana* THWAITES. Juli-August.
- Cyclotella comta* (EHR.) KÜTZ. Spärlich, im Sommer.
- Cyclotella glomerata* BACHMANN. Mäßig häufig, unregelmäßig geschichtet.
- Tabellaria flocculosa* (ROTH) KÜTZ. Sehr vereinzelt.
- Rhodomonas minuta* SKUJA. In den meisten Serien, bes. im März bis Mai häufig.
- Rhodomonas lacustris* PASCHER et RUTTNER. Seltener als *R. minuta*, häufig nur Mai-Juni.
- Cryptomonas marssonii* SKUJA. Zahlreich im Winter, Maximum im April.
- Cryptomonas erosa* EHRENB. In den meisten Serien selten, nur im Mai und September etwas häufiger.
- Cryptomonas obovata* SKUJA. Häufig im Spätwinter, Frühjahr und Spätsommer in den oberen Schichten.
- Cryptomonas reflexa* (MARSSON) SKUJA. In der kalten Jahreszeit, nicht sehr häufig.
- Gymnodinium uberrimum* (?) KOFOID et SWEZY. Zahlreich, Maxima im Mai und August.

Gymnodinium spp.

Glenodinium sp.

Peridinium inconspicuum LEMM. Wenig zahlreich, vorwiegend im Sommer.

Peridinium williei HUITF.-KAAS. Juni bis August.

Ceratium hirundinella (O. F. MÜLLER) SCHRANK. April bis September.

Die quantitativen Verhältnisse

Es sollen nun die Anteile der quantitativ bedeutsamsten Planktonalgen und ihre räumliche und zeitliche Verteilung im Piburger See aufgezeigt werden. Die Abbildungen 2 bis 4 stellen die Menge und Schichtung dieser Formen an den Beobachtungstagen dar, wobei auf der y-Achse die Seetiefen, auf der x-Achse das aus der Anzahl der Zellen errechnete Frischgewicht in mg/m^3 der Arten ersehen werden kann. Die einzelnen Arten sind durch Symbole oder Buchstaben charakterisiert, der nicht bezeichnete weiße Streifen am rechten Rand gibt die Menge aller nicht besonders angeführten Algenarten an. In der Abb. 5 endlich sind die Gesamtmengen und ihre artmäßige Zusammensetzung unterhalb eines Quadratmeters der Seefläche angegeben. Auf Grund der zehn vorliegenden Probenserien ergibt sich für die quantitative

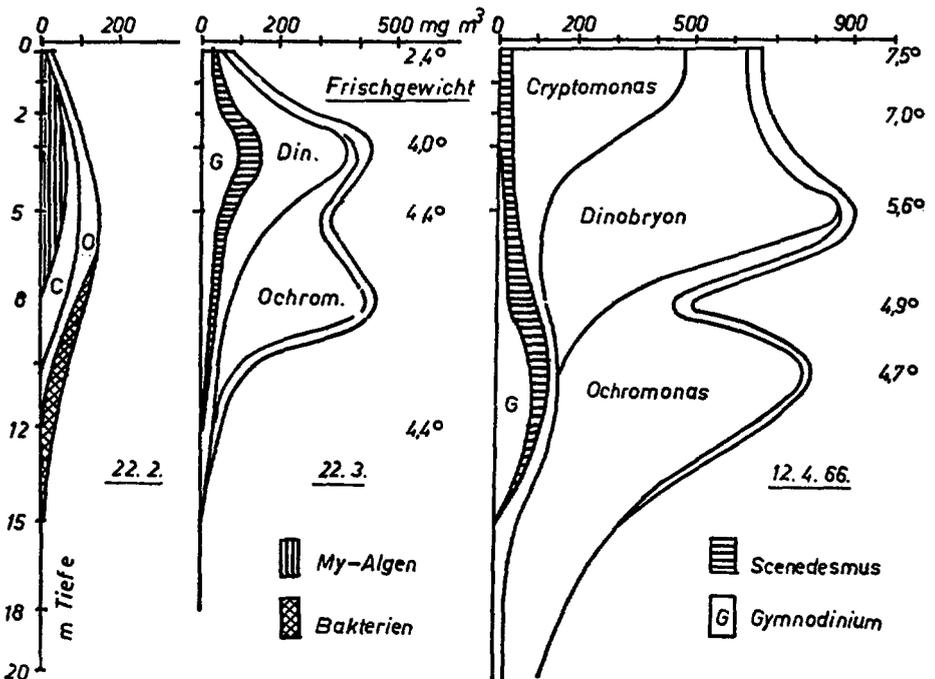


Abb. 2: Schichtung der wichtigsten Algen in Milligramm pro Kubikmeter Frischgewicht und der Temperatur in den Frühjahrsreihen.

und qualitative Entwicklung und für die Schichtung des Phytoplanktons das folgende Bild:

Im Februar scheint sowohl nach Menge wie nach Artenzahl der Algen der Tiefstand des Jahreszyklus eingetreten zu sein. Die mehr als zwei Monate dauernde Eis- und Schneebedeckung bei niederem Sonnenstand und kurzer Tagesdauer hat die Photosynthese fast zum Erliegen gebracht. Die Arten, welche jetzt den Planktonbestand bilden, stellen zum Teil äußerst bescheidene Lichtansprüche, wie die winzigen Cyanophyceen, die sich in den oberen Schichten aufhalten (in Abb. 2 als My-Algen bezeichnet) oder es handelt sich um Formen, die fakultativ heterotroph zu leben imstande sind, wie *Ochromonas*, der geformte Nahrung zu sich nehmen kann, oder *Cryptomonas*, der in der Lage ist, sich von gelösten organischen Verbindungen zu ernähren. Es bedarf keiner besonderen Erwähnung, daß in den tieferen Schichten das Bakterienleben sich üppig entfaltet.

Wie in den meisten Seen scheinen sich auch hier mit fortschreitender Jahreszeit die Lichtverhältnisse zu bessern, auch wenn der See noch gefroren ist. Der Schnee verwandelt sich in Trübeis, die Eisdecke wird allmählich dünner, die Sonnenstrahlen kräftiger. Die Reaktion der Algen darauf ist aus der Darstellung des Planktonspektrums vom 22. März in Abb. 2 deutlich erkennbar. Noch unter dem Eis beginnt sich *Dinobryon divergens* zu entwickeln und baut in 3 m Tiefe ein Maximum auf. *Gymnodinium* tut das gleiche und etliche Grünalgen, besonders *Scenedesmus bicellularis* werden zahlreich. In tieferen Schichten hat sich *Ochromonas* stark vermehrt. Sein Maximum in 8 m Tiefe läßt aber eher auf animalische Ernährungsbasis schließen.

Der Eisbruch und der dadurch mächtig gesteigerte Lichtgenuß treibt die begonnene Entwicklung stürmisch voran. Neu ist in der Aprilserie das Maximum von *Cryptomonas marssonii* unmittelbar unter der Oberfläche. Die *Dinobryon-divergens*-Population hat ihre Biomasse nahezu verdreifacht, das Maximum lag am 12. April in 5 m Tiefe, ebenso haben sich die Maxima von *Gymnodinium* und *Ochromonas* nach unten gesenkt. Der Höhepunkt der Entwicklung dieses Frühjahraspektes wird Anfang Mai erreicht. (Abb. 3.) Das Gesamtgewicht des Algenplanktons ist seit dem März auf das Fünffache gestiegen. Auf *Dinobryon divergens* entfallen 38%, auf *Ochromonas* 35%, an dritter und vierter Stelle stehen *Cryptomonas* mit 7% und *Gymnodinium* mit 5% des Frischgewichtes.

Vergleicht man die Vertikalverteilung der Arten in den drei Frühjahrsreihen (März bis Mai 1966), so zeigt sich bei allen Hauptkomponenten des Phytoplanktons die Tendenz zu einer Verlagerung der Maxima nach unten. Schlagartig setzt dieses Abwandern gegen die Tiefe bei *Gymnodinium* und *Ochromonas* ein, was vielleicht auf eine negative Einstellung zu der nunmehr eingetretenen Steigerung der Lichtintensität deutet, viel langsamer vollzieht sich die Verlagerung von *Dinobryon divergens*, bei dem man eher den Eindruck hat, daß hier eine Vorliebe für Temperaturen zwischen 4° und 6° C besteht und die Oberschichten erst bei zunehmender Temperatur gemieden werden. In den während der Frühjahrsentwicklung allmählich entvölkerten Oberschichten macht sich jetzt *Cryptomonas* breit, doch vermag er den Schwund der

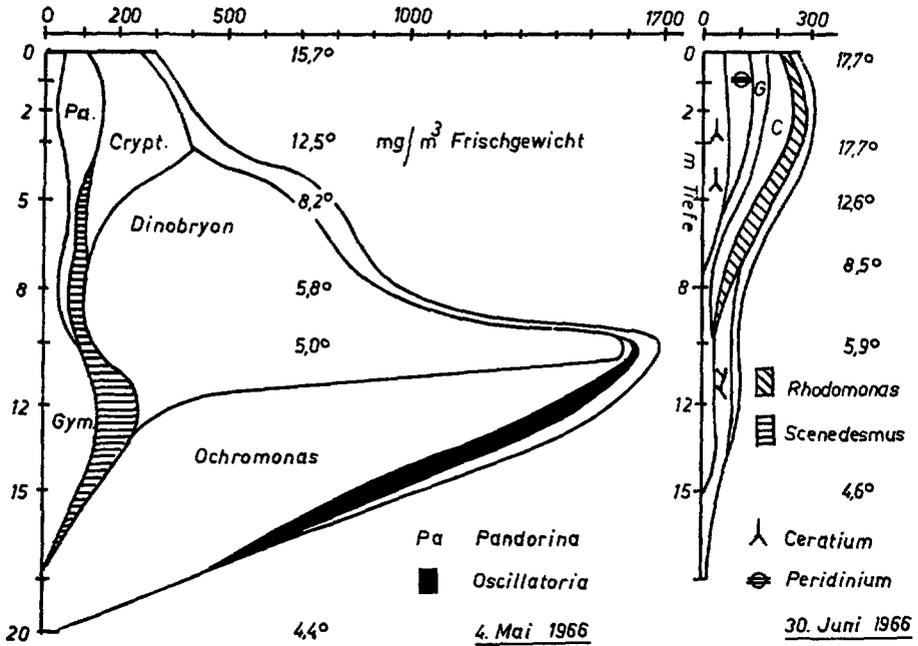


Abb. 3: Schichtung der wichtigsten Algen in Milligramm pro Kubikmeter Frischgewicht und der Temperatur im späten Frühjahr.

anderen Arten nicht zu kompensieren: Die Schichten zwischen 0 und 3 m verarmen stark an Algenplankton, nachdem die Hochkonjunktur im April zu einer Verknappung des epilimnischen Nährstoffgehaltes geführt hat.

Die Mai-Juni-Wende scheint den völligen Zusammenbruch des Frühjahrsplanktons gebracht zu haben, denn in der Serie vom 30. Juni (Abb. 3) bietet sich nicht nur ein quantitativ sehr geschrumpfter, auf 15% des Frischgewichtes der Maiserie abgesunkener, sondern auch qualitativ geänderter Algenbestand dar. *Ochromonas* ist praktisch verschwunden und von *Dinobryon divergens* vegetiert nur mehr ein kümmerlicher Rest um 10 bis 12 m Tiefe, wo die Temperaturen um etwa 5° liegen, die Lichtverhältnisse aber schon schlecht sind. Erhalten geblieben sind *Gymnodinium* und *Cryptomonas*, zu dem jetzt auch *Rhodomonas* getreten ist, das stärkste Vorkommen dieser Gattung während des ganzen Jahreszyklus. Als typischer Vertreter des Sommerplanktons hat sich *Ceratium hirundinella* eingestellt und entwickelt sich in der Folge zu einer mehr auffallenden als quantitativ bedeutsamen Komponente. Das gleiche gilt für *Peridinium willei*, das jedoch in der Folge wesentlich zahlreicher wird als *Ceratium*.

Die beiden Sommeraspekte vom 22. 7. und 21. 8. (Abb. 4) zeigen die Fortsetzung der im Juni begonnenen Entwicklung. In dem Maße als durch die Tieferlegung der

Sprungschicht noch ungenützte Nährstoffreserven tieferer Schichten erschlossen werden und die vom Frühjahrsplankton gebundenen Stoffe in kurzgeschlossenem Kreislauf wieder verfügbar sind, erholt sich die epilimnische Produktion wieder und erreicht ein zweites Planktonmaximum im August, das zu zwei Dritteln aus Peridineen besteht. Bemerkenswert ist daran, daß *Peridinium* im Piburger See vornehmlich die obersten Schichten bevölkert, während es zum Beispiel in Kärnten hauptsächlich im Metalimnion lebt. Auffallend ist auch die Rückkehr von *Gymnodinium* in die Oberschichten, während *Cryptomonas* sich im August zum Teil in die Tiefen um 15 m zurückgezogen hat. Charakteristisch für den Sommeraspekt sind besonders einige Chroococcalengattungen, im Juli hauptsächlich *Oocystis submarina*, im August *Quadrigula pfitzeri*, in geringen Mengen auch *Crucigenia rectangularis*, *Chlorella*, *Sphaerocystis Schroeteri* und *Gloeooccus sp.* Im Juli finden sich aber auch sehr beachtliche Mengen von Chrysophyceen in 8 bis 12 m Tiefe, nämlich *Dinobryon sociale* und *Mallomonas caudata*. Insgesamt erreicht die höchste sommerliche Biomasse jedoch nicht ganz die Hälfte des Frühjahrsmaximums.

Für den September liegt nur eine bis 10 m Tiefe reichende Serie vom 8. September vor, die aus diesem Grunde in die Abb. 4 und 5 nicht eingetragen ist. Sie ergibt gegenüber dem August einen Rückgang der Peridineen, besonders von *Gymnodinium* und *Peridinium* zu Gunsten der Grünalgen, unter denen jetzt *Quadrigula pfitzeri* stark dominiert. Die epilimnischen Temperaturen waren zu dieser Zeit noch immer

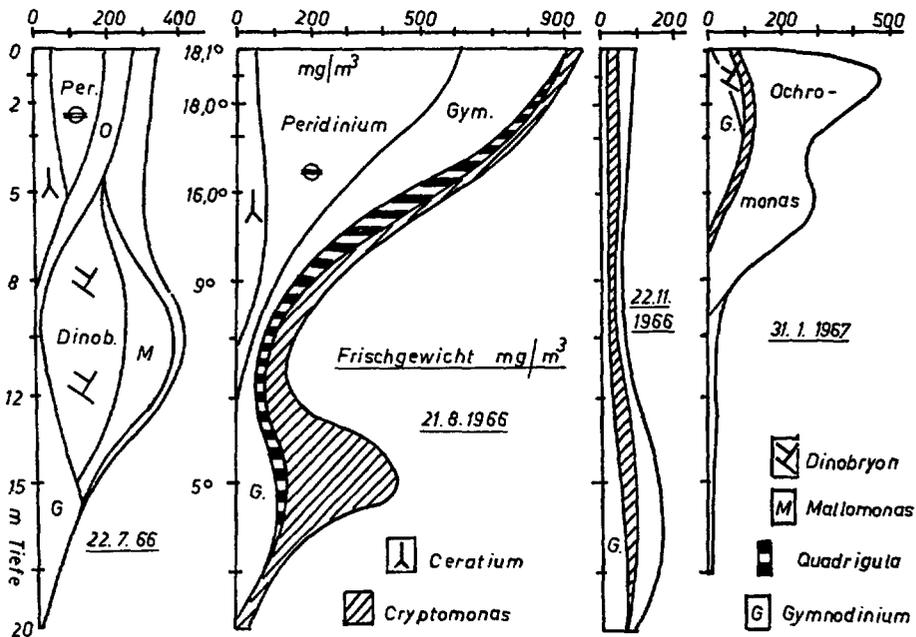


Abb. 4: Schichtung der wichtigsten Algen in Milligramm pro Kubikmeter und der Temperatur im Sommer, Herbst und Winter.

hoch, zwischen 17° und 19° C. Man kann annehmen, daß die Grünalgen noch im Laufe des September Hand in Hand mit dem Abbau des Epilimnions verschwinden. Was bis zur Herbstserie am 22. November überdauert, sind die im See sozusagen ganzjährig vorhandenen Komponenten des Phytoplanktons, *Gymnodinium* und *Cryptomonas*. Daneben persistieren unwesentliche Mengen von *Dinobryon bavaricum* in 10 m und die My-Algen, hauptsächlich winzige Cyanophyceenzellen, stellen jetzt einen erheblichen Teil der pflanzlichen Biomasse. Der See steht in dieser Zeit in seiner Hauptzirkulation (Homothermie bei 5° C), die Vertikalschichtung des Planktons ist daher mehr oder weniger aufgehoben.

Die letzte Serie vom 31. Jänner 1967 ergab ein von der Winterserie des Vorjahres etwas abweichendes Bild. *Gymnodinium*, im Februar 1966 selten, ist zahlreich zwischen 0 und 5 m Tiefe und *Ochromonas*, der im Sommer und Herbst gefehlt hat, ist durch ein ganz kräftiges Maximum ebenfalls unmittelbar unter dem Eis wieder vertreten. Hier hat man im Gegensatz zu den Frühjahrsserien von 1966 doch den Eindruck von holophytischer Ernährungsweise dieser Art.

In der Abb. 5 sind die Gesamtmenngen des Phytoplanktons nochmals und zwar als Frischgewicht unter einem Quadratmeter Seefläche dargestellt und der prozentuelle

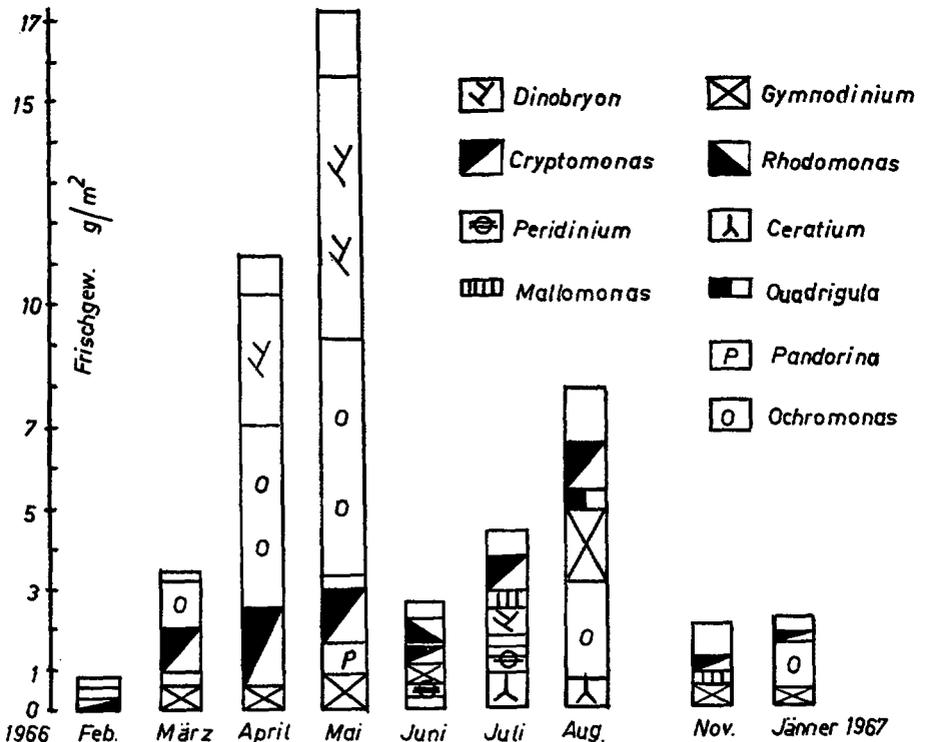


Abb. 5: Frischgewicht der Algen in Gramm unter dem Quadratmeter Seefläche von 9 Serien.

Anteil der wichtigsten Arten ersichtlich gemacht. Gut erkennbar ist darin der kontinuierliche Anstieg der Biomasse auf das 21fache zwischen Februar und Mai, der bruske Zusammenbruch des Frühjahrsplanktons im Juni infolge Erschöpfung des Nährstoffgehaltes und der wesentlich langsamere Anstieg der Masse des Sommerplanktons infolge der nur allmählich verfügbar werdenden Mengen von Minimumstoffen durch Verwesung des toten Frühjahrsplanktons und aus dem Wasser tieferer Schichten, die sukzessive ins Epilimnion einbezogen werden. Inwieweit dabei auch eine Düngung durch Abwasser beteiligt ist, kann nicht gesagt werden, doch ist eine solche wahrscheinlich, denn bei Waldseen kommt eine Steigerung der Algenmasse während des Sommers auf das Dreifache ohne zusätzliche Düngung kaum vor.

Diskussion der Ergebnisse

Obwohl der Piburger See zweifellos eutrophe Züge aufweist, entspricht sein Planktonspektrum doch nicht in jeder Hinsicht dem eines nährstoffreichen Gewässers. Vor allem fällt die untergeordnete Rolle der Cyanophyceen auf. *Anabaena* und *Aphanizomenon* fanden sich in den Proben überhaupt nicht, *Microcystis aeruginosa* nur in mäßiger Zahl im September. Netzfänge hätten vielleicht eine reichere Artenzahl von Wasserblütenbildnern ergeben, nennenswerte Mengen hätten aber auch in den 100-ccm-Proben aufscheinen müssen. Neben geringen Mengen von *Chroococcus minutus* und *Merismopedia glauca*, sowie der auf die Tiefe beschränkten *Oscillatoria limosa* haben nur winzige und unbestimmbare Cyanophyceenzellen von kugelig- bis ellipsoidischer Gestalt (μ -Algen) zeitweise eine Rolle gespielt, besonders während der kühleren Jahreszeit und meist in tieferen Schichten. Man wird nicht fehlgehen, die dürftige Entwicklung der wasserblütenbildenden Cyanophyceen der zu mindesten im Sommer 1966 eher schwachen Erwärmung des Sees zuzuschreiben. Auch die relativ reiche Entwicklung von *Dinobryon divergens* im Frühjahr fügt sich nicht in das Bild eutropher Verhältnisse, da diese Art wenigstens nach Erfahrungen in Kärnten, stärkerer Eutrophierung ausweicht.

Bezeichnend für gesteigerte Trophie des Piburger Sees hingegen sind: das starke Überwiegen der Gattung *Cryptomonas* über *Rhodomonas* zu fast allen Jahreszeiten; das stetige Vorkommen der *Pandorina morum*, wenn sie auch nur im Mai zahlreich auftritt; von *Euglena*, die auch das ganze Jahr hindurch zu finden ist und schließlich noch ansehnliche Bestände von Chlorophyceen im Sommer, besonders von *Quadrigula pfitzeri*.

Hingegen wird man das Zurücktreten der Cyclotellen, das man vielfach bei Zunahme der Eutrophierung beobachten kann, im Piburger See nicht unbedingt mit einer gesteigerten Düngung durch Abwasser in Verbindung bringen müssen, da es immerhin möglich ist, daß dieser See wegen seiner windgeschützten Lage und der daraus folgenden schwachen Turbulenz für Kieselalgen nicht hinreichend „tragfähig“ ist, wofür auch die geringe Größe der wenigen, nur in kleinen Mengen vorkommenden Diatomeenarten spricht. Tatsächlich scheinen in den Proben nur

Cyclotella kuetzingiana mit 10 bis 12 μ und *C. comta* mit 8 bis 10 μ Durchmesser auf, während größere und schwerere Allerweltsformen wie *Synedra*, *Fragilaria*, *Asterionella* und größere Cyclotellen nicht in den Proben enthalten waren. Dem steht allerdings entgegen, daß ZEDERBAUER im Dezember 1901 *Fragilaria crotonensis*, wenn auch anscheinend nur in geringen Mengen, unter dem Eise vorfand.

Unterhalb von 10 oder 15 m Tiefe konzentrieren sich vielfach die Formen, die in der Saprobologie als Indikatoren höherer Verschmutzung gelten. Manche finden sich zugleich auch in höheren Schichten, jedoch nicht so zahlreich wie in den tieferen, so z. B. *Euglena acus*, *Oscillatoria utermoehlii*, *Oscillatoria limosa*. Nur für die mehr oder weniger sauerstoffleeren Schichten sind charakteristisch: *Macromonas bipunctata*, *Pseudomonas sp.*, *Periploca sp.*, *Coccon* und Bakterien, besonders aber natürlich Infusorien wie *Trachelostyla*, *Plagiopyla*, *Chilodonella*, *Caenomorpha*, *Spathidium* und andere, die im fixierten Zustand nicht einmal nach der Gattungszugehörigkeit bestimmt werden konnten. Diese Massierung von Saprobioten in den Tiefen ist die Folge der Meromixis und ist überall dort zu finden, wo Kleinseen im Winter nicht völlig durchmischt werden. Dieser Fall ist selten, gleichwohl bietet sich als Vergleichsobjekt der Goggaussee in Kärnten an.

Der Goggaussee liegt in einem schmalen Tal der Wimitzer Berge in 770 m Höhe. Er hat mit rund 10 ha etwa drei Viertel der Seefläche des Piburger Sees, mit knapp 12 m aber nur etwa die Hälfte von dessen Tiefe. Bei ihm ist daher die Meromixis noch erstaunlicher, um so mehr, als die Durchmischung in der kalten Jahreszeit offenbar nicht tiefer reicht als 8 oder 9 m, während sie beim Piburger See immerhin noch bis 15 m hinabzugreifen scheint. Somit hat die stagnierende Tiefenschicht des Piburger Sees eine Mächtigkeit von etwa 9 m, die des Goggaussees aber von höchstens 4 m. Die Konzentration der biogen geschichteten gelösten Stoffe in dieser Tiefenschicht, dem Monimolimnion, muß daher im Goggaussee viel höher sein, weil das Volumen der stagnierenden Wassermasse viel kleiner, die Verwesungsdichte also größer ist als im Piburger See. Dies mag ein Grund für die viel schärfer geprägte Schichtung der Biozöosen im Goggaussee sein.

Beim Goggaussee gab es gegen Ende der Sommerstagnation in dem sehr scharf entwickelten Metalimnion in etwa 7 m Tiefe eine Grenzschicht zwischen dem O₂-reichen und dem H₂S-reichen Wasserkörper. Sie war einerseits noch von phototrophen Formen, besonders von dichten Beständen der *Oscillatoria rubescens*, andererseits, nur einen Meter tiefer von Schwefelbakterien wie *Thiopedia rosea*, *Thiocystis violacea* und *Achromatium oxaliferum* bevölkert. Eine solche „Bakterienplatte“ fehlt anscheinend dem Piburger See. Hier gibt es auch unterhalb des phototrophen Raumes aerob lebende Organismen sowohl pflanzlicher Natur, wie *Ochromonas*, als auch zahlreiche Infusorien. Die Schwefelorganismen sind spärlicher und auf die tiefsten Schichten beschränkt. Dies könnte darauf hinweisen, daß das Hypolimnion des Piburger Sees immer wieder gelegentlich mit O₂-reicherem Wasser aus dem Grundwasserstrom infiltriert wird, so daß die Tiefe nicht jenen Grad von Sterilität aufweist wie beim Goggaussee, in die nur *Chaoborus*-Larven eine Abwechslung bringen.

Mit Rücksicht auf die fortschreitende Eutrophierung des Piburger Sees mag es wünschenswert erscheinen, Vergleiche mit den Befunden der Plankton-Untersuchungen anzustellen, die BREHM und ZEDERBAUER 1901 ausgeführt haben. Da jedoch damals nur Netzfänge gemacht wurden, das Phytoplankton unseres Sees aber hauptsächlich aus Nannoplanktern besteht, erweist sich ein solcher Vergleich als wenig ergiebig. Für die Fänge vom 20. August 1901 wird von Algen nur *Ceratium hirundinella* genannt, das zwischen 0 und 10 Meter Tiefe „fast ausschließlich“ das Plankton bildete, nur in 10 m wurde eine Kette von *Fragilaria construens* gefunden. Im Winterplankton (23. Dezember 1901) fehlte *Ceratium* völlig, doch war *Fragilaria crotonensis* in 2 m Tiefe „nicht besonders reichlich“ und in 5 m *Fragilaria virescens* „sehr vereinzelt“ vorhanden. Da *F. construens* und *F. virescens* Grundschlamm-, bzw. Litoralformen sind, bleiben von echten Phytoplanktern nur *Ceratium* und *Fragilaria crotonensis* über. Letztere habe ich in keiner der 10 Serien gefunden. Über das *Ceratium* aber wäre zu sagen, daß ZEDERBAUER die im Piburger See gefundenen Exemplare zum Typus einer Form erhoben hat. „*Ceratium hirundinella* ist von der typischen Form verschieden vor allem durch seine Größe, die zwischen 220 und 260 μ schwankt. Davon entfallen 160 μ auf die Entfernung vom Gürtelband bis zum Ende des Apikalhornes, während das mittlere Antapikalhorn bis zum Gürtelband 150 μ lang ist, das rechte 75, das linke bis 60 μ . Das linke Antapikalhorn ist in vielen Fällen verkümmert, in anderen gerade und abstehend. Die Breite beträgt 65 μ “.

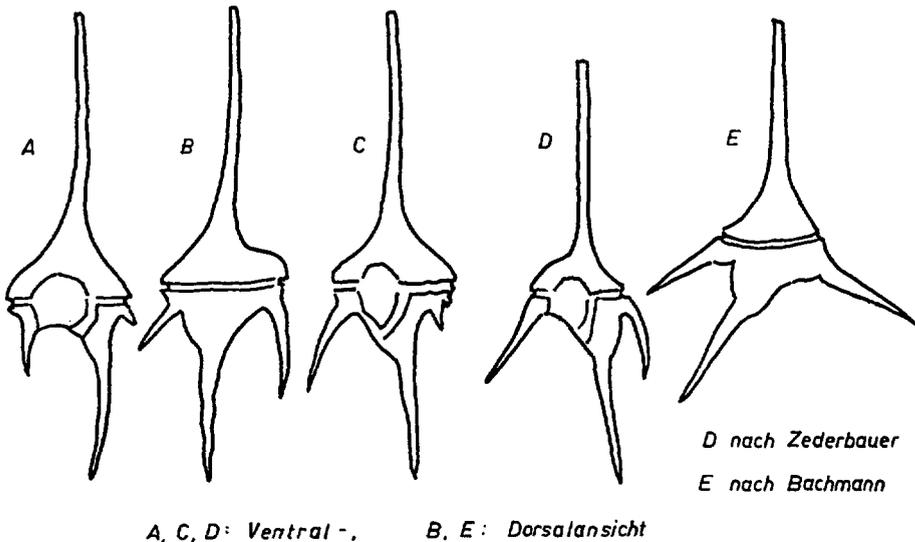


Abb. 6: *Ceratium hirundinella*, A, B, C nach eigenen Zeichnungen (1966), D nach Zederbauer (1901) und E nach Bachmann (1911) aus Schilling: Dinoflagellaten, in Pascher, Süßwasserflora.

Die mir zur Verfügung stehenden Exemplare (Abb. 6, A, B, C) zeigen zwar einige wesentliche Merkmale dieser Beschreibung (Abb. 6, D). Mit dem schematisierten Typ der „fa. *piburgense*“ der BACHMANN — (1911), SCHRÖDER — (1918) und HUBER-PESTALOZZI'schen Bearbeitung (Abb. 6, E) haben sie nicht mehr allzuviel gemeinsam. Die mir vorliegenden Zellen sind $250\ \mu$ lang. Die Hinterhörner spreizen nur wenig, da sie meist gegen das mittlere Antapikalhorn gekrümmt sind, das Antapikalhorn weicht von der Ebene des Apikalhornes nur unwesentlich ab, das linke Hinterhorn ist in der großen Mehrzahl der Fälle schwach entwickelt. Im BACHMANN'schen Schema würde man sie mit fast gleichem Recht dem *Austriacum*-Typ zurechnen können, gegen den nur die bedeutende Größe ($250\ \mu$) und das lange Apikalhorn spricht. Auch mit der Form „*gracile*“ besteht Ähnlichkeit.

Literaturverzeichnis

- BREHM, V. und ZEDERBAUER, E. (1904): Beiträge zur Planktonuntersuchung alpiner Seen I. Verh. zool. — bot. Ges. Wien **1904**: 48—58.
- ECKEL, O. (1935): Strahlungsuntersuchungen in einigen österreichischen Seen. Sitzb. Akad. Wissensch. Wien, Mat.-Nat. Kl. **144**: 85—109.
- FINDENEKG, I. (1963): Ein meromiktischer Kleinsee, der Goggausee in Kärnten. Anz. math.-nat. Kl. Österr. Akad. Wissensch. **1963/67**: 85—95.
- FINDENEKG, I. (1964a): Types of planktonic primary production in the lakes of the Eastern Alps as found by the radioactive carbon method. Verh. intern. Verein. Limnol. **15**: 352—359.
- FINDENEKG, I. (1964b): Bestimmung des Trophiegrades von Seen nach der Radiocarbonmethode. Naturw. **51**: 368.
- PECHLANER, R. (1968): Beschleunigte Eutrophierung im Piburger See, Tirol. Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck. **56**: 143—161.
- SCHILLING, A. I. (1913): Dinoflagellatae, in Süßwasserflora von Pascher. **3**: 55—61. Gustav Fischer, Jena.
- STEEMANN NIELSEN, E. (1952): The use of radioactive carbon (C^{14}) for measuring organic production in the sea. I. Cons. Explor. Mer. **18**: 117—140.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1968

Band/Volume: [56](#)

Autor(en)/Author(s): Findenegg Ingo

Artikel/Article: [Das Phytoplankton des Piburger Sees im Jahre 1966. 163-176](#)