

VI.

Die vertikale Verteilung des Planktons im Großen Plöner See und ihre Beziehungen zum Gasgehalt dieses Gewässers.

Von Dr. phil. **MAX VOIGT** (Leipzig).

(Mit einer Abbildung im Texte und einer Tabelle.)

Vorwort.

Wie die Beobachtungen von FOREL, DELEBECQUE, HALBFASS, SELIGO u. a. zeigen, lassen sich die Ergebnisse der Gasanalysen, die KNAUTH bei der Untersuchung des Gasgehaltes in Dorfteichen und Aquarien fand, nicht ohne weiteres auf Seen übertragen.

Diese Feststellung veranlaßte mich, in den Jahren 1901 und 1902 Ermittlungen über den Gasgehalt des Wassers im Großen Plöner See anzustellen. Um die Beziehungen des Plankton zu dem Gehalte des Wassers an Stickstoff, Sauerstoff und Kohlensäure festzustellen, wurde gleichzeitig mit Hilfe des Schließnetzes die vertikale Verteilung des Plankton in dem genannten Wasserbecken untersucht.

Die Größe des Sees (über 30 qkm) und die geringe verfügbare Zeit nötigten mich, die Untersuchungen hauptsächlich auf den vor der Biologischen Station gelegenen Teil des Gewässers zu beschränken. Zeitweilig wurden aber auch zum Vergleiche Proben aus anderen Teilen des Großen Plöner Sees und aus benachbarten Wasserbecken entnommen.

Zur Ermittlung der Wassergase benutzte ich den in der Biologischen Station vorhandenen Tenaxapparat,¹⁾ der mir vom Leiter der Station, Herrn Dr. O. ZACHARIAS, bereitwilligst überlassen

¹⁾ FRIEDRICH C. G. MÜLLER, Der Apparat „Tenax“ zur Bestimmung der Wassergase. Plöner Forschungsber. Heft X.

wurde. Mit gleicher Bereitwilligkeit übernahm auch Herr Dr. O. ZACHARIAS die Anschaffung des im IX. Plöner Forschungsberichte beschriebenen Schließnetzes¹⁾ und der Vorrichtungen, die sich zur Handhabung des Fangapparates vom Boote aus nötig machten.

Ich kann meinen Darlegungen im IX. Hefte der Plöner Berichte hinzufügen, daß sich das Schließnetz bei mehrjährigem Gebrauche vollständig bewährt hat. Dem Ersuchen des Herrn Dr. O. ZACHARIAS folgend, gebe ich nochmals eine Abbildung des Netzes und der Vorrichtung für das Heben und Senken des letzteren.

Die Entnahme der Wasserproben erfolgte mit Hilfe eines vom Erfinder des Tenaxapparates, Herrn Professor FRIEDR. C. G. MÜLLER, konstruierten Schöpfapparates.²⁾ Letzterer hat sich in den verschiedensten Tiefen recht gut bewährt. Nur mußte bei der Verwendung in größeren Tiefen das Gewicht desselben durch eine zweite Bleiplatte erhöht werden. Der leicht zerbrechliche U-förmige Glasstöpsel zum Verschließen des durchbohrten Gummipfropfens wurde durch einen Metallbügel ersetzt, dessen Schenkel mit Schwefel in kurze, unten zugeschmolzene Glasröhrchen eingekittet waren.

Leider bildet die Durchmischung der heraufzuholenden Probe mit der aus den Schöpfflaschen entweichenden Luft einen Mangel der meisten Vorrichtungen zur Wasserentnahme.

Die Proben wurden fast durchgängig an der Oberfläche, in 5 und 10 m Tiefe und dicht über dem Grunde des Sees entnommen. Der Schöpfapparat wurde in der angegebenen Reihenfolge der Wasserschichten verwendet, um deren Lagerung nicht zu stören. Eine vorherige Auslotung der Tiefe mußte deshalb unterbleiben und es war nicht zu umgehen, daß die verschiedenen Proben, welche dicht über dem Grunde zur Entnahme gelangten, nicht alle aus gleicher Tiefe stammen. Auch bei ruhigem Wetter wurde das Boot mittels eines großen Schlammlothes festgelegt. Zuweilen war aber infolge sehr starken Windes diese Vorsichtsmaßregel undurchführbar. In solchen Fällen unterblieb die Wasserentnahme aus der größten Tiefe. Da die Festlegung vom Bug, das Heraufholen der Proben aber vom Heck des Bootes aus er-

¹⁾ MAX VOIGT, Beiträge zur Methodik der Planktonfischerei. Plöner Forschungsber. Heft IX.

²⁾ FRIEDR. C. G. MÜLLER. Apparat zum Schöpfen von Wasserproben aus beliebiger Tiefe. Plöner Forschungsber. Heft X.

folgte, so dürfte durch das hinuntergleitende Schlammlot keine in Betracht kommende Schichtenstörung verursacht worden sein.

Zur Ermittlung der Wassertemperaturen stand nur das zum Tenaxapparat gehörende Thermometer zur Verfügung. Mit der heraufgeholtten Wasserprobe wurde rasch ein 100 ccm fassender Kolben gefüllt und an dem hineingesenkten Thermometer der Stand der Quecksilbersäule abgelesen. Da selbst bei starker Isolation erst nach 2—3 Minuten eine Erwärmung des Wassers in



Stationsboot und Schließnetz.

Nach einer Aufnahme von Dr. phil. O. ZACHARIAS.

dem Kolben erfolgte, so ist bei der beträchtlichen Menge (500 ccm) des heraufgeholtten Wassers aus relativ geringen Tiefen eine hinlänglich genaue Angabe der Temperatur möglich.

Das Fehlen geeigneter Apparate verhinderte die Feststellung der jeweiligen Lufttemperaturen bei der Probenentnahme.

Ich gebe deshalb die Lufttemperaturen nach den Ermittlungen des Herrn Kadettenlehrers Professor BIEREYE. Genannter Herr stellte mir seine für das K. Meteorologische Institut in Berlin bestimmte Notierung der Temperaturen und Barometerstände zur Verfügung. Ich möchte nicht unterlassen, Herrn Professor BIEREYE auch an dieser Stelle dafür verbindlichst zu danken.

Zu besonderem Danke fühle ich mich auch Herrn Professor Dr. phil. FRIEDRICH C. G. MÜLLER (Brandenburg) für die mannigfachen Ratschläge und für die Überlassung des zur Reduktion der Gasvolumina erforderlichen Volumeters verpflichtet.

Die Sauerstoff- und Stickstoffbestimmungen erfolgten mit dem Tenaxapparate. Die Kohlensäure wurde titrimetrisch mit Natronlauge ermittelt. Mit Ausnahme eines Falles (Probe Nr. 6) wurden alle Wasserproben bei der Entnahme mit Kaliumpermanganatlösung versetzt, um eine Sauerstoffzehrung zu verhüten.

Um festzustellen, in welchen Beziehungen das Plankton zu den Wassergasen steht, wurde das Schließnetz dicht unter der Oberfläche, in 5 und 10 m Tiefe und dicht über dem Grunde des Wassers verwendet. Außerdem wurden gleichzeitig mit den Schließnetzfangen zwei Vertikalfänge mit einem großen Planktonnetz ausgeführt. Dieselben gelangten in frischem Zustande zur Untersuchung und sollten zeigen, ob in den nicht berücksichtigten Wasserschichten noch andere als die mit dem Schließnetze erbeuteten Planktonten lebten.

I. Vertikale Verteilung und jährliche Wanderungen der Planktonorganismen im Grossen Plöner See.

Die vertikale Verteilung des Planktons im Großen Plöner See ist bereits mehrfach der Gegenstand von Untersuchungen gewesen. APSTEIN,¹⁾ LEMMERMANN,²⁾ STRODTMANN³⁾ und O. ZACHARIAS⁴⁾ haben sich mit derselben beschäftigt. Den genannten Forschern lagen bis auf wenige Ausnahmen Stufenfänge zur Durchsicht vor.

Um die Beziehung des Plankton zu den Wassergasen zu

¹⁾ C. APSTEIN, Das Süßwasserplankton, 1896.

²⁾ E. LEMMERMANN, Das Phytoplankton einiger Plöner Seen. Plöner Forschungsber. Heft X.

³⁾ S. STRODTMANN, Bemerkungen über die Lebensverhältnisse des Süßwasserplanktons. Plöner Forschungsber. Heft III.

⁴⁾ O. ZACHARIAS, Über die wechselnde Quantität des Planktons im Großen Plöner See. Plöner Forschungsber. Heft III.

O. ZACHARIAS, Über die horizontale und vertikale Verbreitung limnethischer Organismen. Plöner Forschungsber. Heft III.

O. ZACHARIAS, Quantitative Untersuchungen über das Limnoplankton. Plöner Forschungsber. Heft IV.

ermitteln, war es aber unumgänglich notwendig, die Organismen aus derselben Wasserschicht zu entnehmen, aus denen die analysierten Proben stammten. Das zu diesem Zwecke konstruierte Schließnetz erwies sich infolge seiner Schwere zur Lösung dieser Aufgabe vollständig brauchbar. Vorausgesetzt war allerdings, daß die Fortbewegung des Bootes während des Fanges eine sehr gemäßigte war. Zur Zeit der Eisbedeckung des Sees war das horizontal fischende Schließnetz nicht zu gebrauchen, und es konnten nur Stufenfänge einigermaßen Einblick in die Tier- und Pflanzenwelt der betreffenden Wasserschichten geben.

Wie bereits erwähnt, mußte ich mich bei der Probenentnahme und auch bei den Planktonfängen auf den nordöstlichen Teil des Großen Plöner Sees beschränken. Zwischen der Biologischen Station und der Insel Alsborg weist hier das genannte Gewässer eine Maximaltiefe von 40 m auf und repräsentiert mit seinem nach den Ufern und nach den Inseln (Alsborg und Sterin) aufsteigendem Grunde ein relativ abgeschlossenes Becken.

Zum Vergleiche wurden aber auch Wasserproben und Planktonfänge aus dem südlichen Teile des Sees in der Nähe von Nehnten entnommen. Hier weist derselbe Tiefen bis zu 60 m auf.

Die nachfolgenden Zeilen geben Aufschluß über die vertikale Verteilung des Plankton und über die jährlichen vertikalen Wanderungen einzelner Planktonten des Großen Plöner Sees.

A. Phytoplankton.

Schizophyceen.

Polycystis aeruginosa (Kütz.).

P. aeruginosa war fast das ganze Jahr im See vertreten. Die Alge fehlte in den Monaten März bis April. Ende Mai trat sie vereinzelt in den oberflächlichen Schichten des Wassers auf. Im Juni und Juli war sie in geringer Zahl bis zur Tiefe von 10 m anzutreffen. Ende dieses Monats wurde sie auch in Tiefen bis zu 20 m erbeutet. In einem Nachtfänge vom 30. Juli 1901 fand sie sich vereinzelt auch in 30 m Tiefe, während sie am Tage nur in 20 m Tiefe vorkam. Ein ähnliches Ergebnis liefern die Nachtfänge vom 3. September. Während sich *P. aeruginosa* am Tage in den Schichten bis zu 4 m Tiefe ansammelte, war sie nachts vereinzelt auch 10 m tief vorzufinden. Vom Ende des Septembers an begann die Zahl der Kolonien dieser Alge zu

steigen. Im November war sie in größerer Anzahl von der Oberfläche bis zu 10 m Tiefe anzutreffen. In den tieferen Schichten kam sie nur vereinzelt vor. Vom Dezember an verminderte sich die Zahl der Kolonien stetig, bis sie Anfang Februar nur noch in größeren Tiefen ganz vereinzelt vorzufinden waren.

Gloiootrichia echinulata (Engl. Bot.) P. RICHTER.

G. echinulata erschien Ende Mai ganz vereinzelt in den oberflächlichen Schichten. Die Alge vermehrte sich rasch und war im Juli mit Ausnahme der größten Tiefen (30—40 m) in allen Wasserschichten anzutreffen. In der Nähe der Oberfläche fand sie sich weitaus am häufigsten, wie dies schon die Beobachtungen von APSTEIN und O. ZACHARIAS ergeben haben. Die vertikale Verteilung von *G. echinulata* berücksichtigt auch bereits S. STRODTMANN¹⁾ eingehend im III. Plöner Forschungsberichte.

Am 2. September 1902 beobachtete ich eine riesige Ansammlung von *G. echinulata* in der nordöstlichen Bucht des Großen Plöner Sees. Es fanden sich an der Oberfläche des Wassers im Liter 585 500 Kolonien der erwähnten Alge. Ein halbes Meter tief wurden im Liter nur 243 Kolonien angetroffen. Die Entnahme der Proben erfolgte nachmittags $\frac{1}{2}$ 6 Uhr ca. 50 m vom Ufer entfernt. Am nächsten Morgen, früh $\frac{1}{2}$ 9 Uhr, fanden sich an derselben Stelle an der Oberfläche im Liter nur noch 7 Kolonien, in $\frac{1}{2}$ m Tiefe dagegen 22 pro Liter.

Ich gebe in der nachfolgenden Tabelle die Temperaturen und den Gasgehalt der verschiedenen Wassertiefen an der Entnahmestelle.

2. September 1902, nachmittags $\frac{1}{2}$ 6 Uhr.

Tiefe	Temperatur	N	O	CO ₂	Witterungsverhältnisse
Oberfläche	18,6°	15,06	3,71	Ph. a. R.	Tagsüber Sonnenschein; während der Probeentnahme Regen.
1 m	18,1°	14,51	5,07	..	
2 m	17,8°	15,14	6,16	..	
2 $\frac{1}{2}$ m dicht über Grund	17,6°	14,51	4,08	..	

¹⁾ S. STRODTMANN, Bemerkungen über die Lebensverhältnisse des Süßwasserplanktons. Plöner Forschungsber. Heft III.

3. September 1902, vormittags $\frac{1}{2}$ 9 Uhr.

Tiefe	Temperatur	N	O	CO ₂	Witterungsverhältnisse
Oberfläche	17,6°	16,87	4,53	Ph. a. R.	Sonnenschein, Wind.
1 m	17,6°	15,96	5,07	..	
2 m	17,6°	15,60	5,44	..	
2½ m dicht über Grund	17,5°	15,05	5,80	..	

Infolge der enormen Algenmengen ergab sich nach Zusatz von Phenolphthalein alkalische Reaktion. Die Kohlensäure fehlte also gänzlich, eine Tatsache, auf die ich im letzten Teile dieser Arbeit zurückkommen werde.

Nach der Sporenbildung verschwand *Gloiothrix echinulata* Ende September vollständig aus dem Plankton.

Anabaena Lemmermanni P. RICHTER.¹⁾

Diese Alge erschien vereinzelt Ende Mai in den oberflächlichen Wasserschichten. Im Juni war sie in allen Tiefen anzutreffen. In der Nähe der Oberfläche kam sie aber am häufigsten vor. Fast alle ihre Kolonien sind im Großen Plöner See mit Vorticellen besetzt. Die Sporenbildung begann bereits Anfang Juli. Exemplare mit Sporen waren im Sinken begriffen und wurden meist in den tieferen Wasserschichten angetroffen. Nach dem September zu nahm die Zahl dieser Algenkolonien sehr ab. Von Mitte Oktober ab fehlten sie vollständig im Plankton.

Chlorophyceen.

Eudorina elegans ENRB.

Eudorina wurde im Mai, Juni und Juli in geringer Zahl hauptsächlich in 5 m Tiefe beobachtet. In den Monaten August und September war sie vereinzelt in allen Wasserschichten anzutreffen. Am 3. September fand sich *Eudorina* viel häufiger in den Nachtfängen als in Proben, die am Tage entnommen wurden. Fast alle Kolonien befanden sich nachts in Teilung. Anfang Oktober wurde *Eudorina* im südlichen Teile des Sees in größeren

¹⁾ Cf. E. LEMMERMANN, Das Phytoplankton einiger Plöner Seen. Plöner Forschungsber. Heft X, p. 119, Fußnote 2.

Mengen in den Schichten bis 5 m Tiefe erbeutet, während sie im nordöstlichen Teile des Gewässers nur noch vereinzelt vorkam. Ende November verschwanden die letzten Exemplare aus dem Plankton. In Tiefen unter 10 m wurden sie im Laufe des Jahres nur in wenigen Exemplaren angetroffen, die meisten Kolonien hielten sich in der Nähe der Oberfläche.

Volvox aureus EHRB.

V. aureus zeigte sich von Mitte Mai bis Anfang Oktober. Das Maximum seiner Entwicklung fiel in den Anfang des September. Die Kolonien traten aber niemals in größeren Mengen auf und fanden sich nur in den Wasserschichten von 0—10 m.

Flagellaten.

Dinobryon.

Bezüglich des Auftretens dieser Flagellatenkolonien verweise ich auf die ausführlichen Darlegungen LEMMERMANN'S im X. Hefte der Plöner Forschungsberichte.

Ich möchte nur bemerken, daß die Kolonien zuerst vereinzelt in den tieferen Schichten vorkommen. Ich traf *D. sociale* bereits Ende März in wenigen Exemplaren in 35 m Tiefe an. Von Mitte Mai ab zeigten sich *D. sociale* und *D. cylindricum* var. *divergens* in den Wasserschichten bis 10 m Tiefe. Am 21. August 1901 trat *D. sociale* sowohl am Tage als auch in der Nacht in 5 m Tiefe viel häufiger als an der Oberfläche des Wassers auf. Im August und September wurden Dinobryen in allen Tiefen erbeutet. Von Mitte Oktober an fehlten sie gänzlich.

Peridineen.

Ceratium hirundinella O. F. M.

C. hirundinella erschien vereinzelt bereits Ende März in allen Wasserschichten und verschwand Anfang Oktober aus dem Plankton. Die Bevorzugung einer besonderen Wasserschicht konnte bei diesem Planktonorganismus nicht beobachtet werden. Nur gegen das Ende des Auftretens wurde das *Ceratium* in der Tiefe etwas häufiger als in den oberen Schichten angetroffen. Bezüglich der wechselnden Gestaltung dieser Peridinee verweise ich auf die Ausführungen E. LEMMERMANN'S im X. Hefte der Plöner Forschungsberichte (p. 168 f.).

Diatomeen.

Auch bezüglich der Diatomeen verweise ich auf die Ausführungen E. LEMMERMANN'S im X. Hefte der Plöner Forschungsberichte. In den nachfolgenden Zeilen soll nur das Auftreten der im See massenhaft vorkommenden Kiesalgen in den verschiedenen Tiefen berücksichtigt werden.

Melosira distans var. *lucissima* GRUN. und *Melosira varians* AG.¹⁾ zeigten sich von Mitte September ab vereinzelt in den oberen Wasserschichten bis zu 5 m Tiefe. Mitte November waren sie in geringer Zahl bis 25 m tief im See verbreitet. Vom Dezember an nahmen sie in den oberen Schichten beträchtlich zu und erfüllten in der Mitte des Februar die Wasserschichten von 10—0 m mit ungeheuern Mengen von Fäden. Im April begannen die Melosiren zu sinken und wurden in Tiefen von 30 m an abwärts in gleicher Häufigkeit wie an der Oberfläche angetroffen. Ende Mai fehlte *Melosira* in Tiefen bis zu 10 m im nördlichen Teile des Sees vollständig. In der am Südende des Wasserbeckens gelegenen Bucht von Nehnten (über 55 m Tiefe) wurden um dieselbe Zeit die genannten Diatomeen in den oberen Wasserschichten noch ganz vereinzelt vorgefunden. Die tieferen Schichten des Sees wiesen die Melosirafäden sogar im Juli und August noch auf.

Wie ich aus einer großen Anzahl von Schlammproben aus 30—40 m Tiefe ersah, behalten die zu Boden gesunkenen Melosirafäden sehr lange Zeit hindurch lebende Chromatophoren.

Ich vermute, daß diese Fäden, wenn sie durch die Ende November auftretenden Konvektionsströmungen aus der Tiefe emporgerissen werden, sich in den oberflächlichen Wasserschichten wieder zu vermehren beginnen.

Diatoma elongatum AG., *Fragilaria erotonensis* (EDW.) KITTON, *Fragilaria capucina* DESMAZ., die *Synedra*-Arten und *Asterionella gracillima* (HANTZSCH) HEIB. bevorzugen zu Beginn und in der Hauptzeit ihrer Entwicklungsperioden²⁾ die Wasserschichten bis zu 10 m Tiefe. Zurzeit der Abnahme ihrer Entfaltung sinken sie tiefer, so daß sie in 10, 15 und 20 m Tiefe noch häufig anzutreffen sind, während sie in den oberen Wasserschichten nur noch vereinzelt vorkommen.

¹⁾ Cf. auch O. ZACHARIAS, Über die wechselnde Quantität des Planktons im Großen Plöner See. Plöner Forschungsber. Heft III.

²⁾ Cf. LEMMERMANN, Plöner Forschungsber. Heft X.

B. Zooplankton.

Protozoen.

Difflugia hydrostatica ZACH.

Dieser eigenartige Planktont zeigte sich am 23. Juli vereinzelt in den oberen Wasserschichten. In 5 m Tiefe wurden nur wenige Exemplare angetroffen. Am 30. Juli waren sie bis zur Tiefe von 20 m verbreitet. Ein Maximum des Auftretens wurde in 5 m Tiefe beobachtet. Leider fehlen mir vom 30. Juli Nachtfänge aus denselben Tiefen, so daß ich für diesen Tag nicht angeben kann, ob die *Difflugia* zur Nachtzeit sich der Oberfläche mehr nähert. Mit Sicherheit läßt sich dieses Aufsteigen aber am 21. August feststellen. Während *Difflugia* früh gegen 11 Uhr in Tiefen bis zu 5 m in wenigen Exemplaren erbeutet wurde, trat sie nachts in denselben Wasserschichten zahlreicher auf.

Anfang September verschwand *D. hydrostatica* vollständig.

Raphidiophrys pallida F. E. SCH.

R. pallida erschien bereits Anfang August vereinzelt in der Nähe der Oberfläche des Wassers. Gegen Ende des Monats war dieses Heliozoon etwas häufiger in allen Schichten anzutreffen. Im November und Dezember wurde es nur noch in geringer Zahl dicht über dem Grunde erbeutet. Vom Ende des letztgenannten Monats an fehlte es gänzlich. Von einem häufigen Auftreten kann bei *R. pallida* überhaupt nicht gesprochen werden.

Die übrigen Protozoen, die sich vorübergehend im Plankton des Großen Plöner Sees zeigen, treten fast durchweg nur in Schichten bis zu 10 m Tiefe auf. Bei der relativ geringen Zahl ihres Vorkommens läßt sich aus qualitativen Fängen nicht mit Sicherheit ermitteln, ob sie jeweilig in verschiedenen Tiefen in etwas größerer Zahl vorkommen. Bezüglich der Periodizität ihres Auftretens verweise ich auf die Untersuchungsergebnisse von APSTEIN, STRODTMANN und O. ZACHARIAS.

Rotatoria.

Auch bei den Rotatorien beschränke ich mich auf die häufiger vorkommenden Arten.

Asplanchna priodonta GOSSE.

A. priodonta zeigte sich im Jahre 1901 zuerst ganz vereinzelt Ende Juni in der Tiefe über dem Grunde des Sees. Offenbar

handelt es sich hierbei um solche Exemplare, die aus den am Boden liegenden Dauereiern ausgeschlüpft waren. Am 2. Juli nachmittags 5 Uhr wurde das in Frage stehende Rotator in 10 m Tiefe erbeutet. Es fehlte jedoch noch in den oberflächlichen Wasserschichten. Bei den Fängen, welche in der darauffolgenden Nacht zwischen 12 und 1 Uhr vorgenommen wurden, fand sich *Asplanchna* bereits vereinzelt in 5 m Tiefe. Von Mitte Juli an trat das Rädertier etwas zahlreicher in allen Wasserschichten bis zu 10 m Tiefe auf. In der Nähe der Oberfläche war es am häufigsten anzutreffen. Ende August stellten sich die Männchen ein. Exemplare mit Dauereiern wurden noch Anfang Oktober in der Nähe der Oberfläche erbeutet. Dann verschwand *Asplanchna* aus dem Plankton des Sees.

Synchaeta EHRB.

Auf die regelmäßige Aufeinanderfolge der Synchaetenspezies *S. pectinata*, *S. oblonga*, *S. grandis*, *S. stylata* und *S. kitina* im Großen Plöner See wies ich bereits im XI. Hefte der Plöner Forschungsberichte hin.¹⁾ Ich möchte hier noch hinzufügen, daß sich *S. oblonga* bereits im September ganz vereinzelt in den größten Tiefen zeigte. Im Oktober und November wurde das Rädertier in wenigen Exemplaren in den oberflächlichen Wasserschichten beobachtet. Anfang Dezember war es in allen Tiefen des Sees anzutreffen. In den oberen Schichten hatte die Zahl dieser Synchaeten schon beträchtlich zugenommen. Es erfolgte eine fortgesetzte lebhaftere Vermehrung bis Mitte Juni. Das Rotator fand sich zu dieser Zeit noch ziemlich häufig in allen Wasserschichten. Am 24. Juni fehlte es von 0—10 m Tiefe vollständig. Von 10 m an abwärts wurden vereinzelte Exemplare erbeutet. Anfang Juli fanden sich noch einige wenige Tiere in Fängen, die in 35 m Tiefe dicht über dem Grunde des Sees entnommen worden waren.

S. oblonga vermehrt also die Liste derjenigen Planktontiere des Großen Plöner Sees, die dem von CARL CHUN entdeckten Gesetze folgen und sich am Ende ihrer Entwicklungsperiode langsam in größere Tiefen zurückziehen (cf. hierzu O. ZACHARIAS, Hydrobiologische Aphorismen. Plön. Forsch.-Ber. Heft II, p. 150).

¹⁾ M. VOIGT, Die Rotatorien und Gastrotrichen der Umgebung von Plön. Plöner Forschungsber. Heft XI.

S. grandis, *S. stylata* und *S. kitina* bevorzugen nach meinen Beobachtungen die oberen Wasserschichten. Schon in 10 m Tiefe sind sie nur ganz vereinzelt anzutreffen.

Polyarthra platyptera EHRB.

P. platyptera ist vereinzelt das ganze Jahr hindurch im Großen Plöner See anzutreffen. Sie hält sich in der Hauptzeit ihrer Entwicklung (Mai bis Juli) in den oberen Wasserschichten bis zu 10 m Tiefe auf.

Triarthra EHRB.

Wie ich bereits im X. Hefte (p. 113) der Plöner Forschungsberichte nachwies, weilt *T. longiseta* die Hälfte des Jahres (Mai bis November) in der Tiefe des Sees. Im nördlichen Teile des Gewässers wurde das Rädertier in diesen Monaten von 20 m Wassertiefe an vereinzelt erbeutet. Nach dem Grunde zu mehrte sich die Zahl der Triarthren stetig. Im südlichen Teile des Sees wurden über der tiefsten Stelle die in Frage stehenden Rotatorien von 35 m an abwärts vorgefunden.

Während *T. longiseta* die Tiefe bevölkerte, trat in den oberflächlichen Wasserschichten bis zu 10 m Tiefe die *T. longiseta* var. *limnetica* auf.

Vom Ende des November an (Konvektionsströmungen!) fand sich die *T. longiseta* der Tiefe vereinzelt in allen Wasserschichten. Die langborstige Varietät fehlte dann vollständig.

Anuraea EHRB. und *Notholca* GOSSE.

Schon G. BURCKHARDT¹⁾ weist darauf hin, daß es bei konservierten Fängen schwer ist, die vertikale Verbreitung dieser Loricaten festzustellen, da die abgestorbenen Tiere in allen Schichten ziemlich gut erhalten angetroffen werden. Nach meinen Ermittlungen sind *A. aculeata*, *A. cochlearis* und *A. tecta* im Großen Plöner See in allen Wasserschichten vertreten. Nur zurzeit ihres häufigsten Vorkommens trifft man größere Mengen in 2 bis 5 m Tiefe an. In der Nähe des Wasserspiegels traten die Tiere zu dieser Zeit ebenfalls vereinzelt auf.

Ähnliches Verhalten zeigen auch die *Notholca*-Arten.

¹⁾ G. BURCKHARDT, Qualitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstättersees, 1900.

Vertikale tägliche Wanderungen ließen sich bei diesen Rotatorien mit Hilfe der qualitativen Schließnetzfänge nicht mit Sicherheit feststellen.

Ploesoma hudsoni IMHOFF.

(= *Bipalpus vesiculosus* WIERZ. et ZACH.)

P. hudsoni erschien beim Auftreten Mitte April zuerst in den oberen Wasserschichten bis 10 m Tiefe. Im Juni war das genannte Rädertier mit seinen charakteristischen Eiern bereits in allen Wasserschichten anzutreffen, doch trat es in den Tiefen von 5—10 m weitaus am zahlreichsten auf. In den Schichten bis zu 5 m Tiefe wurden zwar tagsüber die flottierenden Eier von *P. hudsoni* ziemlich häufig erbeutet, das Tier selbst aber zeigte sich nur vereinzelt. Zur Nachtzeit wurde dann auch diese Region von größeren Mengen von *Ploesoma* aufgesucht.

Die Dauereibildung begann im Großen Plöner See 1901 Anfang Juli; 1902 bereits Mitte Juni. Vom August an zog sich *P. hudsoni* langsam nach der Tiefe des Sees zu. Dabei nahm die Zahl der Individuen beträchtlich ab. Das letzte Exemplar wurde Mitte Oktober erbeutet.

Crustaceen.

Cladoceren.

Diaphanosoma brachyurum LIÉV.

D. brachyurum erschien 1901 im Großen Plöner See Ende Juni und wurde am 20. dieses Monats nachmittags gegen 5 Uhr ganz vereinzelt in 5 m Tiefe angetroffen. Anfang Juli (2. J.) war sie bereits am Tage bis zu 10 m Tiefe vertreten. Nachts zogen sich die Tiere nach der Oberfläche zu und fehlten in der 10 m Schicht. Am Ende des Monats wurde die Cladocere am Tage in 5 m Tiefe bereits ziemlich häufig vorgefunden. In 10 m Tiefe und in der Nähe der Oberfläche fand sie sich nur vereinzelt. Mitte August war sie in allen Wasserschichten anzutreffen, zahlreich zeigte sie sich aber erst von 10 m an. Die Zahl der Individuen nahm nach dem Wasserspiegel hin beträchtlich zu. Anfang September enthielten die oberen 5 m des Gewässers die Tiere in gewaltigen Mengen. In den nächsten Tagen begann bereits die Bildung von Dauereiern. Am 17. September wurde *D. brachyurum* in 10 m Tiefe noch häufig angetroffen, in den

oberen Schichten trat es aber nur noch vereinzelt auf. Die Temperaturerhöhung des Wassers, die sich in den folgenden Tagen bemerkbar machte (cf. Tabelle, Analysen Nr. 97—100), bedingte wohl, daß sich die Cladocere am Ende des Monats wieder in den Schichten von 5—0 m in größeren Mengen zeigte. Die meisten Tiere fanden sich in 5 m Tiefe. In den ersten Tagen des Oktober traten sie nur noch in 5 m Tiefe häufig auf, nach den oberen Schichten hin nahm ihre Zahl langsam ab. Im südlichen Teile des Sees, in der Bucht bei Nehnten, fand sich *D. brachyurum* um diese Zeit noch massenhaft in den oberen Wasserschichten. Ende Oktober zogen sich die in Frage stehenden Kruster allmählich in größere Tiefen zurück, dabei verringerte sich ihre Zahl fortgesetzt. Im November trat die Cladocere in den Schichten bis 10 m Tiefe nur noch ganz vereinzelt auf. Das letzte Exemplar wurde Anfang Dezember erbeutet.

Daphnia hyalina LEYD.

D. hyalina ist im Großen Plöner See ein Bewohner der tieferen Wasserschichten. Ende August fanden sich die ersten Exemplare in 35 m Tiefe direkt über dem Grunde des Sees. In der Bucht bei Nehnten wurden sie am 1. Oktober über einer Tiefe von 55 m in der Wasserschicht von 35 m erbeutet. Ihre Zahl nahm fortgesetzt zu, sie bevölkerten aber nur die Tiefen von 20 m an abwärts. Ende November fanden sie sich vereinzelt auch in 10 und 5 m Tiefe. Wahrscheinlich handelte es sich hierbei aber um Exemplare, welche durch Strömungen emporgerissen wurden; denn in den folgenden Monaten waren sie wieder ausschließlich auf die Tiefe beschränkt. Anfang April nahm ihre Zahl beträchtlich ab. Von der Mitte des letztgenannten Monats ab fehlten sie gänzlich.

Hyalodaphnia jardinei BAIRD.

Diese Cladocere trat 1901 Ende Mai zuerst vereinzelt in den oberen Wasserschichten auf. Ende Juni fand sie sich in 10 m Tiefe in geringer Zahl, in 5 m Tiefe mäßig häufig und dicht unter der Oberfläche des Wassers wieder vereinzelt. Da es sich hierbei um Tagfänge handelte, so ist es möglich, daß die Hyalodaphnien sich tagsüber in diese Tiefen zurückgezogen haben. Wenigstens konnte Anfang Juli ein nächtliches Aufsteigen der *Hyalodaphnia* in der Nähe des Wasserspiegels beobachtet werden.

Am Tage wurden sie in dieser Region nur vereinzelt erbeutet. Ende Juli mehrte sich die Zahl der Tiere beträchtlich. Einzelne Exemplare wurden auch in Tiefen bis zu 20 m angetroffen. Im August nahm die Zahl dieser Cladoceren noch bedeutend zu. Anfang September begann die Dauereibildung. Wie bei *Diaphanosoma*, so zeigte sich auch bei *Hyalodaphnia* in der Mitte des September ein Zurückweichen in die Tiefe, als sich aber die Wassertemperatur wieder erhöhte, traten die Tiere am Ende des Monats in den oberen Schichten wieder recht häufig auf. Sie produzierten am Anfange des Oktober noch reichlich Dauereier. Während die Zahl der Hyalodaphnien abnahm, traten gegen Ende des Monats Tiere mit kurzem Helme auf. Auch bei diesen wurde Ehippienbildung und Dauereiproduktion beobachtet. Nun zogen sich die in Frage stehenden Cladoceren langsam der Tiefe zu. Am 12. November zeigten sie sich bereits häufig in 25 m Tiefe, während sie in den oberen Wasserschichten nur noch vereinzelt vorkamen. Die Exemplare aus der Tiefe besaßen alle einen sehr dunklen Darminhalt, ein Beweis, daß sie sich nicht mehr von Diatomeen, sondern von Schlammpartikelehen nährten, welche durch Strömungen vom Boden emporgerissen wurden. Im Dezember wurde *H.* in den größten Tiefen in Gemeinschaft mit *Daphnia hyalina* angetroffen. Vereinzelte Exemplare der erstgenannten Art fanden sich noch Anfang Februar 1902 im Plankton vor. Dann fehlte *Hyalodaphnia* bis zum Mai 1902.

Bosmina BAIRD.

Die Bosminen waren das ganze Jahr hindurch im Plankton des Großen Plöner Sees vertreten. In den Monaten März und April traten sie aber ganz vereinzelt auf.

Bosmina longirostris O. F. M. bevölkerte zu Beginn ihres stärkeren Auftretens (April) die oberen Wasserschichten. Im Mai war sie auch bereits in 15 m Tiefe häufig anzutreffen. Mitte Mai erschien auch in den oberen Schichten *Bosmina longirostris* var. *cornuta* JUR. Beide traten nun auch in größeren Tiefen auf und waren am Ende des Juni dicht über dem Boden ziemlich häufig anzutreffen. Die Exemplare aus der Tiefe hatten alle einen schwarzen Darminhalt und zeigten sich bei den angestellten Versuchen im Laboratorium negativ heliotropisch. Die beiden genannten Bosminen waren am 20. Juni vereinzelt auch in 10 m

Tiefe verbreitet. In der 5 m-Stufe fehlten sie gänzlich, dicht unter der Oberfläche waren aber beide recht häufig vertreten. Die Bosminen der oberen Wasserschichten zeigten grünlichen und gelblichen Darminhalt. In den Schichten von 5 bis 0 m trat vom Ende des Juni ab *Bosmina coregoni* BAIRD auf. Anfang Juli bildeten *B. longirostris* und *B. longirostris* var. *cornuta* Dauereier. Die beiden letztgenannten Bosminen zogen sich nun nach der Tiefe zu und traten in den oberen Schichten nur noch vereinzelt auf. Sie räumten der *B. coregoni* das Feld, die sich jetzt stärker zu vermehren begann.

Eine Reihe von Schließnetzfangen vom 23. Juli zeigten vormittags zwischen 11 und 12 Uhr bei bedecktem Himmel folgende vertikale Verteilung der Bosminen:

Tiefe	35 m	30 m	25 m	20 m	15 m	10 m	5 m	1/2 m
<i>Bosmina longirostris</i>	häufig	mässig häufig	ver-einzelt	ver-einzelt	ver-einzelt	ver-einzelt	ver-einzelt	ganz ver-einzelt
<i>B. longirostris</i> var. <i>cornuta</i>	häufig	mässig häufig	ver-einzelt	ver-einzelt	ver-einzelt	ver-einzelt	ver-einzelt	—
<i>B. coregoni</i>	—	—	—	—	—	ver-einzelt	ver-einzelt	mässig häufig
Temperatur früh 9 Uhr	40 m 10° C.	—	—	—	—	15,5°	22,2°	22,6°

Am 30. Juli ließen die Bosminen nachmittags zwischen 5 und 6 Uhr bei Sonnenschein folgende Verteilung erkennen:

Tiefe	35 m	30 m	25 m	20 m	15 m	10 m	5 m	1/2 m
<i>Bosmina longirostris</i>	mässig häufig	ver-einzelt	?	ver-einzelt	ver-einzelt	ganz ver-einzelt	—	—
<i>B. longirostris</i> var. <i>cornuta</i>	mässig häufig	ver-einzelt	?	ver-einzelt	ver-einzelt	—	—	—
<i>B. coregoni</i>	—	—	?	—	—	ganz ver-einzelt	ver-einzelt	mässig häufig

In 25 m Tiefe wurde an diesem Tage kein Fang entnommen. Ende Juli begann bei *B. coregoni* die Bildung von Dauereiern. Anfang September waren *B. longirostris* und *B. longirostris* var. *cornuta* nur noch in geringer Zahl in den größten Tiefen an-

getroffen. *B. coregoni* dagegen erfüllte in großen Mengen die oberen Schichten bis 10 m Tiefe. In der Nähe der Oberfläche war sie am zahlreichsten. Exemplare mit Dauereiern wurden fortgesetzt angetroffen. Gegen das Ende des September hin verschwand *B. cornuta* völlig. *B. longirostris* trat in der Tiefe nur ganz vereinzelt noch auf und auch bei *B. coregoni* zeigte sich eine Abnahme der Individuenzahl. Die letztgenannte *Bosmina* wurde nun in den Tiefen von 5 und 10 m häufiger als in der Nähe der Oberfläche erbeutet. Anfang Oktober zeigte sich *B. longirostris* wieder häufiger in der Tiefe. Eine große Anzahl von ihnen erzeugten Dauereier. Vereinzelt wurden auch von ihr sehr große Exemplare und ganz junge Tiere dicht unter der Oberfläche angetroffen. In der Bucht bei Nehnten am Süden des Sees, die sich durch größere Tiefe auszeichnet, war *B. coregoni* in den oberen Schichten noch ziemlich häufig. Der November zeigte noch die eben erwähnte Verteilung der Bosminen, nur war *Bosmina coregoni* noch mehr an Zahl zurückgegangen. Ende November und Anfang Dezember hatte sich die letztgenannte Art weiter nach der Tiefe hin gezogen und war auch dicht über dem Grunde zwischen *B. longirostris* anzutreffen. Auch *B. coregoni* nährte sich in der Tiefe von Detritus und wies deshalb dunkeln Darminhalt auf.¹⁾ *B. longirostris* war jetzt wieder vereinzelt in allen Schichten vorzufinden. Exemplare mit Dauereiern wurden fortgesetzt erbeutet. Die meisten Tiere zeigten dunkeln Darminhalt. Im Januar waren *B. longirostris* und *B. coregoni* vereinzelt noch in allen Schichten vertreten. Von der Mitte des Februar an wurde nur noch *B. longirostris* in geringer Zahl angetroffen.

Leptodora kindtii Focke.

Dieser prächtige Planktonkrebs erschien Anfang Juni in den oberen Wasserschichten und war zum Beginn des Juli bis gegen 10 m Tiefe verbreitet. Zu dieser Zeit wurden auch Männchen beobachtet. Die *Leptodora* hielt sich tagsüber in 5 bis 10 m Tiefe auf. In den oberen Wasserschichten wurde sie zu dieser Zeit nur vereinzelt erbeutet. Nachts stiegen die Tiere in die oberen Schichten empor. Ende Juli und im August waren vereinzelte Exemplare von *Leptodora* auch in den tieferen Wasserschichten anzu-

¹⁾ Vergl. O. ZACHARIAS: Über die Nahrung der Planktonkruster. Neudammer Fischereizeitung, Nr. 40, 1904.

treffen. Im September war die Menge dieser Cladocere bereits bedeutend im Rückgang begriffen. Die Tiere zogen sich beim Sinken der Temperatur nach der Tiefe hin und konnten im Oktober zuerst noch in 5 bis 10 m Tiefe, zuletzt nur noch in Schichten unter 10 m erbeutet werden. Am 12. November wurden vereinzelte Männchen und Weibchen in 25 m, aber auch in 5 m Tiefe angetroffen. Die späteren Fänge enthielten die *Leptodora* nicht mehr.

Bythotrephes longimanus LEYDIG.

Die ersten Exemplare von *B. longimanus* wurden in einem Tagfange vom 2. Juli in 5 m Tiefe angetroffen. Das Tier hielt sich auch in den folgenden Monaten in den oberen Wasserschichten auf, und nur ganz vereinzelte Exemplare wurden in 10 m Tiefe erbeutet. Ende September fehlte *B. longimanus* in den oberflächlichen Schichten und gelangte nur in 10 m Tiefe ins Netz. Mitte November wurden in derselben Tiefe die letzten Exemplare mit Dauereiern im Brutraum angetroffen. In Tiefen unter 10 m wurde *B. longimanus* im Großen Plöner See von mir nicht beobachtet. Daß diese Daphnide auch die seichteren Stellen des Sees nicht ganz meidet, zeigte ihr vereinzelt Vorkommen in Fängen, welche wenige Meter vom Ufer entnommen worden waren.

Copepoden.

Heterocope appendiculata SARRS.

H. appendiculata trat sehr vereinzelt im Plankton des Großen Plöner Sees auf. Ich konnte deshalb über ihre vertikale Verteilung kein klares Bild bekommen. Sie zeigte sich vom Anfange des Juli bis zum Ende des Oktober in den oberen Wasserschichten bis ca. 10 m Tiefe. Wiederholt wurde sie in Nachtfängen etwas zahlreicher als am Tage beobachtet.

Eurytemora lacustris POPPE.

Die ersten Exemplare von *E. lacustris* wurden Anfang Mai in Tiefen von 10—15 m erbeutet. Anfang Juli war sie in allen Schichten anzutreffen. Ich habe aber wiederholt beobachtet, daß sie am Tage die obersten Wasserschichten meidet und erst in der Nacht auch diese bevölkert. Ende Juli zog sie sich mehr nach der Tiefe. Am 23. Juli ergab sich vormittags zwischen 11 und 12 Uhr folgende vertikale Verteilung:

Tiefe	35 m	30 m	25 m	20 m	15 m	10 m	5 m	1/2 m
<i>Eurytemora lacustris</i>	häufig	mässig häufig	vereinzelt	—	—	mässig häufig	—	—

Im August und Anfang September zog sie noch weiter nach der Tiefe. Ende September nahm ihre Zahl beträchtlich zu. Sie wurde in dieser Zeit anfänglich vereinzelt, später häufiger in den oberen Wasserschichten erbeutet. Im Oktober trat sie in den letzteren abermals sehr zahlreich auf. Von der Mitte des November an ging die Individuenzahl beständig zurück. Von den letzten Tagen des Januar 1902 bis zum Anfange des April wurde *Eurytemora* nicht mehr im See vorgefunden. Dann begann sie wieder vereinzelt im Plankton aufzutreten.

Diaptomus graciloides Sars.

D. graciloides zeigte sich vereinzelt Mitte Juni in den oberen Wasserschichten. Ende Juli war er bereits bis in 25 m Tiefe vorgedrungen. Die oberen 5 m mied er am Tage, am häufigsten wurde der Krebs in Tiefen von 5 bis 15 m angetroffen. Anfang September war er schon zahlreich vertreten und wurde auch in größeren Tiefen häufiger vorgefunden. In den folgenden Monaten vermehrte sich der Krebs außerordentlich. Erst im Februar begann die Zahl der Individuen wieder abzunehmen. Im April war er in allen Wasserschichten nur noch vereinzelt anzutreffen.

Cyclops leuckarti Claus.

APSTEIN und ZACHARIAS erwähnen das Vorkommen dieses Copepoden im Plankton des Großen Plöner Sees nicht. SCOURFIELD¹⁾ erbeutete ihn bei einer Sammeltour im Juli 1896.

Gegen *Cyclops oithonoides* tritt *C. leuckarti* im Großen Plöner See beträchtlich an Zahl zurück. Er fällt aber durch die größere Anzahl Eier, die er mit sich herumträgt, dem Beobachter sofort auf. Ich fand *C. leuckarti* im August und September mäßig häufig in den oberen Wasserschichten. Vereinzelt kam er auch in der Tiefe vor.

¹⁾ D. J. SCOURFIELD, Verzeichnis der Entomostraken von Plön. Plöner Forschungsber. Heft V.

Zur Ermittlung von vertikalen Wanderungen dieses Copepoden ließen sich die qualitativen Fänge nicht mit Sicherheit ausnützen.

Cyclops oithonoides Sars.¹⁾

Dieser *Cyclops* war das ganze Jahr hindurch im Großen Plöner See vertreten. Vereinzelt kam er nur in den Monaten Februar bis April vor. Nach den Beobachtungen von APSTEIN und O. ZACHARIAS findet im April eine stärkere Vermehrung von *C. oithonoides* im Großen Plöner See statt. Meine Fänge aus den Jahren 1901 und 1902 lassen eine solche Zunahme nicht erkennen. Vom Mai an nimmt der erwähnte Krebs an Zahl außerordentlich zu. Er bevorzugt zunächst die oberen Wasserschichten. Im Juni ist er jedoch bereits vereinzelt auch in Tiefen bis zu 35 und 40 m anzutreffen. Tagüber hält er sich im Juni und Juli in größeren Mengen in den Tiefen von 5 bis 10 m auf. In den oberen Wasserschichten kommt er zu dieser Tageszeit nur vereinzelt vor. Nächtliches Aufsteigen konnte bei *C. oithonoides* mit Sicherheit festgestellt werden. Bereits Ende Juli trat er in den größeren Tiefen mäßig auf; auch in der Nähe der Oberfläche fand er sich zahlreich. Die dazwischen liegenden Schichten enthielten ihn nur vereinzelt. Er vermehrte sich nun fortgesetzt sehr stark. Bereits im September begann die Bildung der dunkeln Dauereier. Ende September war er auch in den größeren Tiefen häufig vertreten. Mitte Oktober zog sich *C. oithonoides* mehr nach der Tiefe zu und Ende Oktober war bereits eine beträchtliche Abnahme der Individuenzahl bemerkbar. Im November und Dezember war er in der Tiefe noch in großen Mengen vertreten, nach der Oberfläche zu zeigte er sich immer vereinzelter. Während der Monate Januar bis April ging er an Zahl fortgesetzt zurück, so daß zuletzt in allen Wasserschichten nur noch vereinzelt Exemplare zu erbeuten waren.

Molluskenlarven.

Dreissensia polymorpha PALLAS.

Die Larven der Wandermuschel traten Anfang Mai vereinzelt in den oberen Wasserschichten auf. Ende Juni waren sie

¹⁾ O. ZACHARIAS, Über die vertikale Verbreitung limnetischer Crustaceen. Plöner Forschungsber. Heft IV, p. 61.

dicht unter der Oberfläche und in den Schichten bis 5 m Tiefe mäßig häufig anzutreffen. Tiefer als 10 m gingen sie anfänglich nicht, später waren sie aber in allen Wasserschichten vorzufinden. Auch bei den *D. polymorpha*-Larven ließ sich ein nächtliches Aufsteigen beobachten. Ende Juli traten die Larven in den Schichten von 5 bis 10 m nur noch vereinzelt auf. In der Tiefe fehlten sie bereits. Die letzten Exemplare wurden Ende September in oberflächlichen Schichten erbeutet.

Hydrachniden.

Die beiden Planktonhydrachniden des Großen Plöner Sees, *Atax crassipes* O. F. M. und *Curripes rotundus* KRAMER bevölkerten vom Mai bis Anfang Oktober die Schichten von 5 bis 10 m Tiefe. In geringer Zahl traten sie auch in größeren Tiefen auf und in ganz vereinzelt Exemplaren wurden sie in der Nähe der Oberfläche erbeutet. Sie zeigten am Tage und in der Nacht eine entschiedene Bevorzugung der Wasserschichten von 5 bis 10 m Tiefe.

Überblicken wir die vertikale Verteilung des Plankton im Großen Plöner See im Laufe eines Jahres, so kann ich die diesbezüglichen Beobachtungen von APSTEIN, STRODTMANN und O. ZACHARIAS nur bestätigen. Man findet die Hauptmasse des Planktons in den oberflächlichen Wasserschichten. Namentlich das Phytoplankton überwiegt in diesen Schichten bedeutend. Die Regionen von 20 bis 30 m Tiefe sind in den meisten Monaten des Jahres organismenarm und enthalten fast ausschließlich Crustaceenplankton. Ende September und Anfang Oktober fanden sich in diesen Schichten ungeheure Mengen von Crustaceenpanzern, die langsam zur Tiefe sanken. Von 30 m an bis zum Grunde des Sees zeigt sich wieder eine Zunahme des tierischen Lebens.

Vollständig organismenfreie Regionen sind bei den relativ geringen Tiefenverhältnissen des Großen Plöner Sees in diesem Gewässer nicht anzutreffen.

II. Tägliche vertikale Wanderungen der Planktonorganismen im Grossen Plöner See.

Wie aus einigen neueren Veröffentlichungen¹⁾ von O. ZACHARIAS hervorgeht, ist die jahrzehntelang offene Frage nach täglichen vertikalen Wanderungen im Großen Plöner See durch die Untersuchungen von F. RUTTNER (Prag) endlich im positiven Sinne entschieden.

Ich habe diesen Wanderungen, soweit sie durch qualitative Netzfänge zu konstatieren waren, in den Jahren 1901 und 1902 zu verschiedenen Jahreszeiten und bei einer größeren Anzahl von Planktonorganismen gelegentlich beobachten können.

Da ich aus einer brieflichen Mitteilung des Herrn Dr. phil. O. ZACHARIAS ersehe, daß Herr RUTTNER im XII. Hefte der Plöner Forschungsberichte ausführlich über seine Ermittlungen referieren wird, so beschränke ich mich in den nachfolgenden Zeilen auf wenige Bemerkungen über die tägliche Wanderung der Planktonten.

Ich konnte dieselbe mit Sicherheit bei *Diffugia hydrostatica* (p. 124), *Asplanchna priodonta*, *Synchaeta grandis*, *Ploesoma hudsoni* (p. 127), *Diaphanosoma brachyurum*, *Hyalodaphnia jardinei* (p. 128), *Leptodora kindtii* (p. 131), *Bosmina*, *Eurytemora lacustris* (p. 132), *Diaptomus graciloides* (p. 133), *Cyclops oithonoides* (p. 134) und bei den Larven von *Dreissensia polymorpha* feststellen.

Bei einigen dieser Organismen erwähnte ich die Beobachtung dieser Wanderung bereits in dem Kapitel über die vertikale Verteilung des Planktons. Weitere Mitteilungen mögen hier Platz finden.

Synchaeta grandis wurde am 2. Juli früh gegen 9 Uhr mäßig häufig in 5 m Tiefe angetroffen, während sie in den oberflächlichen Schichten nur vereinzelt vorzufinden war. Die freischwebenden Eier dieser Spezies traf ich dagegen auch in den oberen Wasserschichten zu dieser Zeit sehr zahlreich an. Nachmittags gegen 5 Uhr waren auch in 5 m Tiefe die Tiere nur vereinzelt

¹⁾ O. ZACHARIAS, Über vertikale Wanderungen des Zooplanktons in den baltischen Seen. Biologisches Zentralblatt Bd. XXIV, 1904.

O. ZACHARIAS, Zur Frage des nächtlichen Aufstiegens der Planktonkrebse gegen den Seespiegel hin. Deutsche Fischereizeitung, Jahrgang XXVII, 1904.

vorhanden. Nachts $\frac{1}{2}$ Uhr traten sie in dieser Tiefe bedeutend zahlreicher auf. In den obersten Wasserschichten konnte ich auch nachts keine Zunahme der Individuenzahl konstatieren.

Bei *Bosmina longirostris* und bei *Bosmina longirostris* var. *cornuta* beobachtete ich am 2. (bzw. 3.) Juli folgende Verteilung:

Zeit	früh 9 Uhr			nachmittags 5 Uhr			nachts $\frac{1}{2}$ Uhr		
	10 m	5 m	$\frac{1}{2}$ m	10 m	5 m	$\frac{1}{2}$ m	10 m	5 m	$\frac{1}{2}$ m
<i>Bosmina longirostris</i>	vereinzelt	vereinzelt	häufig	mässig häufig	mässig häufig	häufig	häufig	häufig	mässig häufig
<i>B. longirostris</i> var. <i>cornuta</i>	vereinzelt	vereinzelt	häufig	mässig häufig	mässig häufig	häufig	mässig häufig	häufig	mässig häufig

Die Larven der *Dreissensia* wurden am 2. Juli früh in den oberen Schichten nur vereinzelt angetroffen. Bereits nachmittags gegen 5 Uhr konnte eine Zunahme ihrer Zahl in der Nähe der Oberfläche festgestellt werden, und nachts zwischen 1 und 2 Uhr waren die Larven in den Schichten von 5 bis 0 m mäßig häufig vertreten. Denselben Befund lieferten die Fänge vom 8. Juli.

III. Wassertemperaturen in verschiedenen Tiefen des Grossen Plöner Sees.

Die Temperaturen wurden während der Monate Mai bis Dezember 1901 und Januar bis Juli 1902 zugleich mit dem Gasgehalte des Wassers an der Oberfläche, in 5 und 10 m Tiefe und dicht über dem Grunde ermittelt. Nur vereinzelt wurden auch die Temperaturen anderer Wasserschichten festgestellt. Es war mir leider nicht möglich, immer in gleichen Zeitabschnitten und zur gleichen Stunde diese Ermittlungen vorzunehmen, deshalb sehe ich von einer vergleichenden Zusammenstellung der Temperaturen hier ab und verweise auf die am Schlusse dieser Abhandlung befindliche Tabelle.

Erwähnen möchte ich nur noch, daß das beobachtete Temperaturmaximum des Oberflächenwassers in die letzten Tage des Juli fiel. (22,8° C.) In dem nordöstlichen Teile des Sees

schwankten die Temperaturen des Wassers dicht über dem Grunde während der Beobachtungszeit zwischen $+ 2,7^{\circ}$ und $+ 10^{\circ}$ C.

Vom November an enthielt das Wasser des Sees große Mengen von Detritus. Wie aus der Tabelle hervorgeht, war zu dieser Zeit das Wasser bis zur größten Tiefe ziemlich gleichmäßig abgekühlt, und die nun bis zum Grunde dringenden Strömungen führten beim Aufsteigen eine Menge von feinen Schlammartikelchen mit empor. Das Wasser enthielt in diesem und den folgenden Monaten auch zahlreiche Diatomeenschalen. (*Campylodiscus*, *Suriella*, *Melosira arenaria* etc.)

Am 3. Dezember wies der See früh 10 Uhr in allen Schichten eine Temperatur von $6,8^{\circ}$ auf. Am 10. Dezember früh 10 Uhr zeigte er eine solche von $5,7^{\circ}$ von der Oberfläche bis zum Grunde.

Im Februar konnte die stärkste Abkühlung des Wassers im Großen Plöner See beobachtet werden. In diesem Monate friert das Gewässer auch in den meisten Jahren vollständig zu.

Am 4. Februar hatte sich das Oberflächenwasser früh gegen 11 Uhr bei Sonnenschein und Windstille soweit abgekühlt, daß bei der Rückfahrt des Bootes sich überall kleine Eisinseln bildeten, wo die Ruder das Wasser berührten. Vom Ufer aus war dann längere Zeit der Weg, den das Boot genommen hatte, an diesen parallel in bestimmten Abständen gelagerten Eisinseln deutlich zu erkennen. Die Luft wies zu dieser Zeit eine Temperatur von $- 1/2^{\circ}$ C. auf.

IV. Der Gasgehalt des Wassers im Grossen Plöner See und seine Beziehungen zum Plankton dieses Gewässers.

Bei der Ermittlung der Wassergase in den verschiedenen Tiefen ergab sich hinsichtlich der Ab- und Zunahme des Gasgehaltes im Laufe des Jahres eine ziemliche Regelmäßigkeit. Wie die Tabelle am Schlusse dieser Arbeit ersehen läßt, fehlte einem großen Teil des Jahres in den oberen Wasserschichten sowohl am Tage, als auch in der Nacht jede Spur von freier Kohlensäure, so daß nach Zusatz von Phenolphthaleïn zur Wasserprobe sofortige Rötung desselben eintrat.

In dem Oberflächenwasser wurde freie Kohlensäure nur Mitte und Ende Oktober nachgewiesen. In 5 m Tiefe fand sich mit Ausnahme einer Probe vom 21. August (Nr. 75) ebenfalls die Kohlensäure nur von der Mitte bis zum Ende des Oktober. In 10 m Tiefe war Kohlendioxyd mit wenigen Ausnahmen vom Juni bis zur Mitte des November vertreten. Dann fehlte es bis zum Juni des nächsten Jahres. Dicht über dem Boden des Gewässers wurden teilweise ganz beträchtliche Mengen von Co_2 angetroffen. Daß es mir leider nicht möglich war, diese Proben immer aus derselben Tiefe zu entnehmen, erwähnte ich bereits in der Vorbemerkung. In den Monaten Dezember bis April trat bei den Wasserproben aus den größten Tiefen mit einer Ausnahme (Nr. 167) nach Zusatz des Indikators sofort Rötung ein. Es fehlte also auch hier die Kohlensäure völlig.

Aus den vorstehenden Befunden ergibt sich die interessante Tatsache, daß vom Dezember bis April in der ganzen Wassersäule von der Oberfläche bis zur Tiefe keine Spur von Kohlendioxyd vorhanden war.

Wiederholt wurden auch die Wasserproben aus der Tiefe auf die Anwesenheit anderer Säuren geprüft. Bei dem Zusatz von Phenolphthaleïn trat jedoch nach dem Auskochen der Probe jedesmal sofortige Rötung ein.

Vergleichen wir mit diesen Ergebnissen die Angaben der Planktonlisten, so stellt sich heraus, daß zurzeit des Fehlens der Kohlensäure das pflanzliche Plankton im See überwiegt. Es verbraucht alle Kohlensäure sofort nach dem Auftreten dieses Gases.

Im Mai dominierten in den oberen Wasserschichten des Großen Plöner Sees noch die Diatomeen. (*Melosira*, *Diatoma*, *Fragilaria*, *Synedra*, *Asterionella*.) Sie bevorzugen nicht bloß die oberen Wasserschichten, sondern dringen auch in größere Tiefen vor und verbrauchen auch in diesen Schichten das Kohlendioxyd. Im Juni enthalten die Fänge aus den Regionen von 10 bis 0 m zwar auch noch große Mengen von Kieselalgen, aber es zeigt sich doch bereits eine Abnahme derselben. Einige Arten sind ganz verschwunden, andere, z. B. *Fragilaria* und *Asterionella*, sind mehr in den oberflächlichen Wasserschichten zahlreich anzutreffen. In der Nähe der Oberfläche sammeln sich auch die nun erscheinenden Schizophyceen (*Gloiothrichia*, *Anabaena*). Die Tiefen von 10 m

an werden pflanzenarm und zeigen dafür größeren Reichtum an tierischen Organismen. Die letztgenannten Schichten enthalten von dieser Zeit ab freie Kohlensäure.

Im Juli und August sind die oberen Regionen des Sees von ungeheuren Mengen von *Gloiostrichia echinulata* erfüllt. Im September sind diese blaugrünen Algen zwar im Zurückgehen begriffen, sie treten aber immer noch massenhaft auf, und es gesellt sich ihnen nun auch *Polycystis aeruginosa* hinzu. Diese Algen entnehmen den Schichten bis zu 5 m Tiefe, in denen sie sich hauptsächlich aufhalten, während der drei Monate die gesamte freie Kohlensäure.

Einen Ausnahmebefund zeigten die Analysen der Wasserproben am Morgen des 21. August. An diesem Tage wurde Kohlensäure auch bereits in 5 m Tiefe angetroffen. Die Schließnetzfüge ergaben folgende vertikale Verteilung des Planktons:

21. August 1901	früh 11 Uhr			nachts 12 Uhr		
	10 m	5 m	1/2 m	10 m	5 m	1/2 m
<i>Polycystis aeruginosa</i>	v.	v.	v.	v.	v.	v.
<i>Anabaena lemmermanni</i>	g. v.	g. v.	v.	g. v.	g. v.	v.
<i>Gloiostrichia echinulata</i>	v.	m. h.	h.	v.	m. h.	h.
<i>Dinobryon sociale</i>	v.	h.	m. h.	v.	h.	m. h.
<i>Eudorina elegans</i>	v.	v.	v.	v.	v.	v.
<i>Volvox minor</i>	m. h.	m. h.	m. h.	m. h.	m. h.	m. h.
<i>Difflugia hydrostatica</i>	—	g. v.	g. v.	—	v.	v.
<i>Asplanchna priodonta</i>	g. v.	v.	v.	g. v.	v.	v.
<i>Polyarthra platyptera</i>	v.	m. h.	m. h.	v.	v.	v.
<i>Notholca longispina</i>	v.	v.	v.	v.	v.	v.
<i>Conochilus unicornis</i>	v.	v.	v.	v.	v.	v.
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	m. h.	m. h.	h.	m. h.	m. h.	h.
<i>Hyalodaphnia jardinei</i>	m. h.	m. h.	h.	m. h.	m. h.	h.
<i>Bosmina longirostris</i>	v.	—	—	v.	—	—
<i>Bosmina coregoni</i>	v.	v.	m. h.	v.	v.	m. h.
<i>Leptodora hyalina</i>	m. h.	v.	v.	v.	v.	m. h.
<i>Bythotrephes longimanus</i>	—	v.	v.	—	v.	v.
<i>Cyclops leuckarti</i>	v.	m. h.	m. h.	v.	m. h.	m. h.
<i>Cyclops oithonoides</i>	h.	h.	m. h.	h.	v.	h.
<i>Eurytemora lacustris</i>	m. h.	g. v.	g. v.	h.	v.	g. v.
<i>Diaptomus graciloides</i>	v.	v.	v.	v.	v.	v.

Aus dieser Übersicht geht hervor, daß an diesem Tage das Zooplankton in 5 m Tiefe das Phytoplankton überwog. Möglicherweise ist das plötzliche Auftreten von CO_2 auch auf eine Ansammlung von Fischen zurückzuführen, die ja, wie von den Coregonen bekannt ist, zuweilen in krebsreichen Regionen in Scharen auftreten.

Wenn man beobachtet, wie in den Herbstmonaten sich zuweilen am Großen Plöner See die Jungfische in solchen Mengen zum Ufer drängen, daß mit dem Eimer viele hunderte auf einen Zug geschöpft werden können, so ist die Beeinflussung des Gasgehaltes des Wassers durch Fische selbst in so weitgehendem Maße nicht von der Hand zu weisen. Erwähnen möchte ich auch, daß die Beobachtung, der ich im X. Hefte der Plöner Forschungsberichte (p. 98) gedachte, ebenfalls auf das Zusammenscharen von Fischen in krebsreichen Wasserschichten hinweist. Ich fand damals Magen und Darm einer Anzahl gleichzeitig gefangener Barsche aus dem Schluensee vollständig mit *Diaptomus* und *Bythotrephes* gefüllt.

Nach dem Herbst zu, im Oktober, zeigt zwar *Polycystis* ein stärkeres Auftreten, das Phytoplankton verschwindet aber mit Ausnahme der letztgenannten Alge gegen Ende des Monats fast völlig aus dem See. Derselbe wird nun in allen Wasserschichten von ungeheuren Mengen von Crustaceen bevölkert. *Diaphanosoma* und *Hyalodaphnia* sind nur mäßig häufig vertreten. *Cyclops*, *Diaptomus* und *Eurytemora* dagegen treten massenhaft auf. Außerdem ist bei der geringen Insolation und bei den vielen trüben Tagen die Assimilationstätigkeit der noch vorhandenen Algen sehr herabgesetzt. Jetzt findet sich die Kohlensäure auch in den obersten Wasserschichten. Daß trübe Tage den Verbrauch an Kohlensäure beträchtlich verringern, zeigen die Analysen vom 15. und vom 23. Oktober. Namentlich der 15. Oktober beweist dies eklatant. An diesem Tage führte das Oberflächenwasser früh bei nebligem Wetter Kohlensäure (cf. Nr. 109). Nachmittags schien die Sonne und bei der Probeentnahme zwischen 4 und 5 Uhr fehlte das Gas in dieser Wasserschicht. Ähnlich liegen auch die Verhältnisse am 23. und 30. Oktober, wie aus den Bemerkungen über die Witterungsverhältnisse zu ersehen ist.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, fehlt bereits vom Beginne des November ab die Kohlensäure wieder in den Schichten von

5 m Tiefe. Vom Ende des Monats ab ist sie aber auch in den Regionen bis 10 m nicht mehr anzutreffen. Die Durchsicht der Planktonfänge ergibt, daß jetzt schon wieder neben *Polycystis* die Diatomeen, namentlich *Melosira* und *Fragilaria* auftreten. *Melosira distans* var. *laevissima* GRUN. nimmt nun rasch überhand und es fehlt bereits Anfang Dezember das Kohlendioxyd auch in 39 und 40 m Tiefe. Selbst zurzeit der Eisbedeckung des Sees konnte dasselbe auch in der größten Tiefe nicht nachgewiesen werden. Das Eis war aber während der Beobachtungszeit fast immer schneefrei.

Der Gehalt des Wassers an Sauerstoff schwankte zwischen 2,30 und 12,35 cem pro Liter. Die Probe Nr. 6 kommt nicht in Betracht, da diese ohne Zusatz von Kaliumpermanganat absichtlich dem Lichte ausgesetzt wurde.

Die analysierten Wasserproben, welche im Mai an ein und demselben Tage früh und nachmittags dem See entnommen wurden, zeigen durchgängig bei fast gleicher Temperatur eine Abnahme des Sauerstoffgehaltes gegen den Abend hin. Sehr deutlich geht dies z. B. aus den Untersuchungsergebnissen der Proben vom 11., 14., 21. und 28. Mai hervor. Während der Gehalt an O im Oberflächenwasser am 28. Mai früh 5 Uhr 4,36 cem betrug, war er bei der zweiten Entnahme auf 5,58 cem gestiegen. Die abends 1/2 6 Uhr untersuchte Probe enthielt nur noch 3,94 cem. Wie die Schließnetzfänge dargetan haben, steigen die Rotatorien und Crustaceen bereits bei sinkender Sonne in die oberen Wasserschichten auf. Der Sauerstoffschwund gegen Abend ist wohl zum größten Teile auf Rechnung des aufgestiegenen tierischen Planktons zu setzen. Mit dem Schwinden des Sauerstoffgehaltes macht sich in dieser Zeit vielfach eine Zunahme des Stickstoffs bemerkbar. Die letztere dürfte wohl ebenfalls mit der Ansammlung des Zooplanktons in diesen Schichten zusammenhängen.

Im Juni und in den folgenden Monaten, d. h. zurzeit der Entwicklung ungeheurer Algenmassen im See ändert sich dieses Verhältnis. Der Sauerstoffgehalt des Wassers ist dann am Abend meist ein höherer als am Tage. Es ist ersichtlich, daß das bedeutend überwiegende Phytoplankton größere Mengen von O abgibt, als dies im Mai der Fall war. Der Verbrauch des Sauerstoffs durch das tierische Plankton macht sich dann erst nachts im stärkeren Maße geltend (cf. Nr. 68 bis 80). Nach dem Zurück-

treten des Phytoplanktons gegen die tierischen Schweborganismen ändert sich das Verhältnis wieder (Oktober, November).

Beachtenswert ist auch der teilweise recht hohe Sauerstoffgehalt der Wasserproben aus der Tiefe.

Gern hätte ich Ermittlungen über den Gehalt des Wassers an Gasen vor und nach einem Gewitter angestellt. Leider hatte ich 1901 keine Gelegenheit dazu und auch 1902 waren nur einmal während der Untersuchungszeit für diesen Zweck die Verhältnisse günstig. Zu besonderen Schlüssen geben aber die wenigen Beobachtungen keine sicheren Unterlagen.

Da ich mich bei meinen Untersuchungen auf den nordöstlichen Teil des Großen Plöner Sees beschränken mußte, so sehe ich von Vergleichen mit anderen Gewässern hier ab.

V. Lufttemperaturen an den Tagen der Entnahme von Wasserproben aus dem Grossen Plöner See

nach den Ermittlungen des Herrn Prof. **BIEREYE** (Plön).

Zeit				Trockenes Thermometer			
1901	7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	1901	7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr
11. V.	9,5	20,0	13,6	10. XII.	0,5	1,5	0,9
14. V.	12,2	19,3	13,7	19. XII.	— 5,4	— 2,5	— 0,4
15. V.	8,5	14,6	9,4				
21. V.	10,7	16,4	9,4	1902			
28. V.	10,1	17,0	13,7	7. I.	7,0	7,4	6,6
4. VI.	16,0	16,8	14,7	13. I.	1,2	— 0,2	— 0,9
5. VI.	14,9	22,8	17,0	21. I.	0,3	4,9	1,7
18. VI.	10,1	16,3	12,1	4. II.	— 1,7	— 0,3	— 2,0
25. VI.	12,7	17,2	11,3	18. II.	— 1,7	— 0,5	— 0,6
9. VII.	12,7	24,9	18,7	24. II.	— 4,0	1,2	— 1,1
16. VII.	14,2	20,6	17,4	25. II.	— 2,0	0,4	— 2,2
23. VII.	18,4	22,2	17,4	3. III.	— 1,0	3,4	1,2
29. VII.	17,1	22,9	18,8	26. III.	3,1	3,3	1,5
6. VIII.	12,8	14,2	13,8	8. IV.	1,9	6,0	2,8
20. VIII.	13,3	18,1	14,4	9. IV.	0,5	7,5	4,0
21. VIII.	12,7	21,8	16,0	14. IV.	5,6	9,5	3,9
3. IX.	10,6	15,4	10,7	21. IV.	9,0	11,2	7,0
10. IX.	11,0	15,7	13,0	22. IV.	6,2	15,0	7,8
17. IX.	12,3	17,4	13,9	2. V.	5,4	6,0	4,7
24. IX.	14,8	23,4	18,9	18. VI.	11,9	16,7	10,7
1. X.	12,1	20,9	14,5	24. VI.	12,8	17,2	13,4
15. X.	9,3	11,5	8,9	30. VI.	18,4	27,5	20,4
23. X.	10,5	10,3	9,7	8. VII.	14,5	16,3	13,7
30. X.	6,7	9,3	4,3	15. VII.	13,1	21,1	14,7
5. XI.	3,4	4,8	1,5	16. VII.	16,3	27,1	18,4
12. XI.	5,3	6,0	6,5	17. VII.	16,0	19,7	13,8
26. XI.	4,6	5,6	2,3	2. IX.	15,1	22,1	18,0
3. XII.	6,2	6,2	3,6	3. IX.	17,1	22,6	19,8

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Forschungsberichte aus der Biologischen Station zu Plön](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Voigt Max

Artikel/Article: [Die vertikale Verteilung des Planktons im Großen Plöner See und ihre Beziehungen zum Gasgehalt dieses Gewässers 115-144](#)