

I.

Quantitative Untersuchungen über das Limnoplankton.

Von Dr. Otto Zacharias (Plön).

Im Nachfolgenden berichte ich über die Ergebnisse von Messungen und Zählungen, welche sich auf das Plankton des Grossen Plöner See's beziehen. Die betreffende Untersuchung wurde am 1. Oktober 1894 begonnen und bis zum 30. September 1895 fortgesetzt. Ich verfolgte dabei den doppelten Zweck, festzustellen: 1. in welchen Verhältnissen die Gesammtmenge der limnetischen Organismenwelt innerhalb bestimmter Zeiträume sich verändert und 2. durch welche Individuenzahlen die einzelnen Species von niederen Pflanzen und Thieren in der vielfach nach Quantität und Zusammensetzung wechselnden Planktonmasse vertreten zu sein pflegen. Bei dem lebhaften Interesse, welches gegenwärtig dem Süßwasserplankton aus theoretischen sowohl wie praktischen Gründen zugewendet wird, schien die consequente Durchführung einer solchen Arbeit von allgemeinem Nutzen zu sein und demgemäß habe ich nicht gezögert, dieselbe in Angriff zu nehmen. An der Hand meiner Mittheilungen wird jeder sachverständige Leser im Stande sein, sich ein Bild von den quantitativen und qualitativen Veränderungen zu machen, die während des Jahresablaufs im Plankton eines grossen Binnensee's stattfinden.

Die Wege zur Anstellung von dergleichen Untersuchungen, welche völlig neu in ihrer Art sind, hat uns Hensen gewiesen, und es ist ein hervorragendes Verdienst dieses Forschers, die wissenschaftlichen Methoden auf diesem Gebiete ersonnen und mustergültig ausgebildet zu haben. Die hier in Frage kommenden Neuerungen beziehen sich bekanntlich nicht bloss auf die Messung des Volumens

und das Verfahren bei der Individuen-Zählung, sondern auch auf die besondere Beschaffungsweise des Materials, welches den quantitativen Ermittelungen zu Grunde liegt. Zur Orientierung derjenigen Leser, die nicht im Speciellen mit den Principien der Hensen'schen Methodik vertraut sind, muss ich einige nähere Angaben machen, um in allen Punkten der nachfolgenden Darlegung verständlich zu sein. Ich werde der Reihe nach zu behandeln haben 1. die Ausführung der Fänge, 2. die Volumenmessung derselben und 3. das Zählverfahren. Letzteres habe ich etwas modifiziert, weil ein geringerer Grad von Genauigkeit als der auf mühevollere Weise erzielbare für meine Zwecke hinreichend war.

A. Die quantitativen Fänge.

Das Süßwasserplankton besteht, wie hinlänglich bekannt, aus einem bunten Gemisch von niederen Thier- und Pflanzenwesen, insbesondere aus Algen, Protozoen, Räderthieren und Krebsen. Von ersten kommen namentlich gewisse Arten von Nostocaceen, Chroococcaceen und Bacillariaceen in Betracht. Alle diese Organismen zeichnen sich durch ein stark ausgebildetes Schwebvermögen aus, durch welches sie befähigt werden, sich über das ganze Areal der Seen auszubreiten, ohne dass für sie die Gefahr entsteht, in die Tiefe hinabzusinken und umzukommen. In horizontaler Richtung erstreckt sich die Verbreitung dieser Wesen vom Uferrande bis zur Seenmitte in annähernd gleicher Dichtigkeit. Nach der Tiefe zu verbreiten sie sich aber weniger gleichförmig, denn manche Gattungen halten sich ausschliesslich in den von der Sonne erleuchteten und durchwärmten Wasserschichten der Oberfläche auf, andere hingegen bevorzugen die mittleren und noch andere die dem Seegrunde zunächst befindlichen kälteren Regionen, wohin auch das wenigste Licht dringt.

Wenn wir demnach ermitteln wollen, was zu einer bestimmten Zeit an planktonischen Pflanzen und Thieren in einem Wasserbecken enthalten ist, so können wir dies lediglich durch verticales Fischen erreichen, d. h. nur dadurch, dass wir ein dazu geeignetes feinmaschiges Netz bis in die grösste Tiefe hinablassen und senkrecht wieder emporziehen. Auf diese Art durchsehen wir sämtliche über einander lagernde Wasserschichten und können durch die mikroskopische Analyse des bezüglichen Filtrats ein richtiges Bild von der jeweiligen Zusammensetzung des Limnoplankton erhalten. Diese in der Verticalrichtung ausgeführten Netzzüge bieten

aber noch den weiteren Vortheil dar, dass sie sich immer auf ein bestimmtes Wasserquantum beziehen lassen, nämlich auf eine Wassersäule vom Querschnitt der Netzöffnung und von der Höhe des Netzzugs. Dadurch werden alle Fänge, welche mit demselben Netz und aus gleicher Tiefe gemacht sind, unter sich vergleichbar, wogegen Horizontalfänge das Missliche an sich haben, dass bei ihnen niemals mit Genauigkeit festgestellt werden kann, aus welcher Wassermenge das durch sie gewonnene Filtrat herstammt.

Für die Planktonfänge im Gr. Plöner See habe ich eine möglichst tiefe Stelle gewählt, welche etwa 300 m weit von der Biologischen Station entfernt ist. Um Einblick in die Zu- und Abnahme des Plankton zu erhalten, wurde hier regelmässig in Zwischenräumen von etwa 10 Tagen gefischt. Dazu benutzten wir ein kleines trichterförmiges Netz aus Seidengaze von 50 cm Länge. Dasselbe ist an einem Messingringe von 20 cm Durchmesser befestigt und trägt an seinem unteren spitz zulaufenden Theile den Filterator, dessen Sammelgefäß behufs bequemer Entleerung mit einem Abflusshahn versehen ist. Den oberen Theil des Netzes bildet ein sogenannter Hensen'scher Kegel, welcher eine Eingangsoffnung von nur $\frac{1}{157}$ Quadratmeter Weite besitzt. Mithin werden jedes Mal $\frac{4}{157} = 0,25$ Cubikmeter (= 250 Liter) Wasser durchgeseiht, wenn das Netz aus 40 m Tiefe bis an die Oberfläche des See's heraufgezogen wird. Freilich ist diese Angabe nur für ein ideales Netz gültig, d. h. für ein solches, welches dem von oben her unter einem gewissen Druck einströmenden Wasser gar keinen Widerstand entgegenzusetzen vermöchte. In Wirklichkeit filtriert jedoch unser Netz weit weniger, nämlich höchstens 8 bis 9 Zehntel von dem Wasser, welches tatsächlich durch den oberen Ring fliessen würde, wenn kein Gazebeutel an demselben hinge. Letzterer staut das Wasser bis zu einem gewissen Grade in sich auf, so dass eine der Schnelligkeit des Zugs entsprechende Menge, anstatt filtriert zu werden, sogleich wieder aus der Netzöffnung herausstrudelt und sammt seinem Organismengehalt verloren geht. Dieser Uebelstand tritt namentlich bei vergrösserter Zuggeschwindigkeit hervor, und man sollte daher das Netz beim Fange niemals rascher als mit 50 cm pro Sekunde emporziehen.

Man nennt die Zahl, mit welcher man die volumetrischen Ergebnisse sowohl als auch die einzelnen Zählungsposeten multiplizieren muss, um ein der Wahrheit näher kommendes Resultat zu erhalten, den Filtrationscoefficienten. Von Hensen ist gezeigt worden, wie derselbe für jedes beliebige Gaze-Netz durch

Rechnung gefunden werden kann¹⁾. Neuerdings hat der amerikanische Seenforscher J. Reighard ihn auch experimentell zu bestimmen versucht²⁾.

Für meine sämmtlichen Zählungen und Volumenmessungen ist das Material nicht durch einfache, sondern durch Doppelfänge beschafft worden. Da nämlich erfahrungsgemäss zwei nach einander an derselben Stelle gemachte Netzzüge in quantitativer Hinsicht durchgängig etwas verschieden ausfallen, so empfiehlt es sich immer, zwei solche Fänge mit einander zu mischen und sie vereint zu messen und zu zählen. Nimmt man dann aus dem Ergebniss das Mittel, so erzielt man augenscheinlich einen doppelt so hohen Grad von Genauigkeit, als ihn der einzelne Fang für sich gewährt haben würde.

Um das Planktonnetz möglichst gleichmässig emporziehen zu können, befindet sich am Hintertheile unseres Bootes in senkrechter Stellung eine 2 m lange, kräftige Eisenstange, welche die Form eines Krummstabes hat. Ihr gebogenes Ende trägt eine Rolle und ist dem Wasserspiegel zugekehrt. Ueber diese Rolle läuft die etwa 6 mm dicke Leine, an der das Netz befestigt ist. Letzteres wird vor dem Hinablassen immer erst angefeuchtet und dann mit mässiger Schnelligkeit in die Tiefe versenkt. Nach einigen Sekunden zieht man es wieder herauf, taucht es aber bis zum Rande der Eingangsöffnung noch mehrmals in's Wasser, um die an der Innenseite des Gazebeutels leicht haften bleibenden Objekte in den Filtrator hinabzuspülen. Hierauf wird die Leine ein Stück angezogen, so dass das Netz ungefähr einen Meter hoch über den Seespiegel zu hängen kommt. Durch Drehung des eisernen Krummstabes um 180° bringen wir dasselbe dann diesseits von Bord, öffnen den Hahn des Filtrators und fangen das herausfliessende Plankton mit einem der bereitstehenden Glasgefässe auf. Ich benutze dazu verkorkbare, cylindrische Büchsen von 14 cm Höhe und 6 cm Weite. Vor der Ausfahrt werden 2—3 Stück solcher Gefässe mit etwa 5 ccm Formol oder mit ebensoviel 3 prozentiger Chromsäurelösung versehen. Die Verdünnung dieser ziemlich concentrierten Conservierungsmittel erfolgt ganz von selbst durch das im Sammelbecken des Filtrators zurückgehaltene Wasser, welches bei Entleerung des Fangergebnisses natürlich mit herausfliest. Durch Aufnahme eines Doppelfanges wird

¹⁾ V. Hensen: Ueber die Bestimmung des Planktons, 1877. S. 10—13. — Ergebnisse der Planktonexpedition, B. I, B, 1895, S. 76 u. ff.

²⁾ J. Reighard: A biological examination of Lake St. Clair, Bulletin of the Michigan Fish Commission Nr. 4, 1894.

jede meiner Glasbüchsen fast völlig angefüllt. Zum Zwecke einer vollständigen Härtung muss das Material wenigstens 5—6 Stunden in der Chromsäure (bezw. im Formol) verbleiben. Dann erst ist es zu weiterer Bearbeitung geeignet.

Bei Ausführung der Fänge ist sehr darauf zu achten, dass das Boot immer möglichst an der Stelle bleibt, wo das Netz hinuntergelassen wurde. Dies ist allerdings nur bei ganz windstillen Tagen zu erreichen. Ist das Wasser nur einigermassen bewegt, so muss das Fahrzeug vor Beginn des Fanges verankert werden, um ein stärkeres Abtreiben desselben zu verhindern. Versäumt man diese Vorsichtsmassregel, so durchfischt das Netz, indem es beim Aufzug nicht mehr vertical, sondern in schräger Richtung nach oben geht, ein viel beträchtlicheres Wasserquantum, als es darf, und der Fang täuscht demzufolge eine grössere Ergiebigkeit vor, als ihm eigentlich zukommt. Die grösste Genauigkeit der Fänge erzielt man bei vollkommener Windstille und spiegelglattem See. Hier in der Biologischen Station konnten wir uns stets das beste Wetter für die Fänge aussuchen und brauchten — namentlich während der Sommermonate — niemals bei unruhigem Wasser zu fischen. Im Herbst freilich, wo es vielfach stürmisch ist, musste das Material gelegentlich auch unter ungünstigen Bedingungen herbeigeschafft werden. Dann ist aber auch das Boot jedes Mal an der Fangstelle verankert worden.

Am genauesten und bequemsten liessen sich die Fänge machen, nachdem der See zugefroren war. Dies trat v. J. am 27. Januar ein. Während der Zeit der Eisbedeckung bedienten wir uns bei der Verticalfischerei eines mannshohen, dreifüssigen Gestells, an dem ein einfacher Rollenmechanismus zur sicheren Führung der Leine angebracht war. Das Netz wurde durch eine in's Eis gehauene kreisförmige Öffnung (von 30—40 cm Durchmesser) bis zur Berührung des Grundes hinabgesenkt und dann wie gewöhnlich heraufgezogen. Es erstarrte stets nach wenigen Minuten im kalten Luftzuge zu einem Eistrichter, der leicht Brüche bekam und daher sehr vorsichtig behandelt werden musste. Damit der Inhalt der mitgenommenen Glasbüchsen nicht gefrieren konnte, wurden dieselben bei jeder Excursion in Tücher gewickelt und ausserdem in ein Kistchen verpackt, welches zur Verhütung des Eindringens von Frost eine Heizvorrichtung in Gestalt eines heissen Ziegelsteins enthielt. Auf solche Art wurde das Material stets gut erhalten von der Fangstelle nach der Biologischen Station gebracht und niemals war eine schädigende Einwirkung der Winterkälte auf den Inhalt der Kiste

spürbar. Der erwärmte Dachziegel erwies sich als ein sehr nützliches Ding auf diesen Fangtouren.

B. Die Volumenmessung und ihre Ergebnisse.

Nachdem die Conservierung des Materials unter dem Einflusse der oben genannten Flüssigkeiten erfolgt ist, schreiten wir zur Ermittelung von dessen Volumen. Zu diesem Behufe wird der Fangertrag zunächst auf einem Filter gesammelt. In Ermangelung einer besonderen Vorrichtung kann man dazu ein rundgeschnittenes Stück Netzzeug (Seidengaze Nr. 16) benutzen¹⁾), welches wie ein Filterpapier zusammengefaltet und in einen kleinen Glastrichter gebracht wird. Nun giesst man aus einer der Glasbüchsen den betreffenden Doppelfang portionsweise durch den Gazefilter, aber so, dass auch nicht der kleinste Theil des Materials in Verlust geräth. Die bereits entleerte Büchse wird jetzt zur Hälfte wieder mit reinem Wasser gefüllt und behutsam damit geschwenkt, um dadurch noch alle Reste des Fanges zusammen zu bekommen. Dieses Spülwasser wird ebenfalls noch durchgeseiht, worauf man das Material reichlich und wiederholt mit Wasser auswäsch't, um die überschüssige Chromsäure zu entfernen, wenn solche zur Härtung verwendet wurde. Bei der Formolconservierung ist keine derartige Auswaschung erforderlich, da das Material so wie so in einer verdünnten (1—2 prozentigen) Lösung dieses Mittels aufbewahrt wird. Behufs Vornahme der Volumenmessung verfährt man im Speciellen folgendermassen: Man hält in einer kleinen Kochschale 10 Cubikcentimeter jener schwachen Formollösung bereit. In diese bringt man — ohne dabei einen Spatel zu gebrauchen -- das ganze im Filter aufgesammelte Plankton. Am einfachsten lässt sich dies machen, indem man das Gazestück behutsam aus dem Trichter herausnimmt, es umstülpt und direkt in dem Kochschälchen abspült. Nach einiger Uebung wird bei dieser Prozedur auch nicht eine Spur von Plankton auf der Gaze zurückbleiben.

Nunmehr giesst man den in 10 ccm Flüssigkeit vertheilten Doppelfang in ein Mensurgläschen und lässt ihn darin sich absetzen. Hierzu sind durchschnittlich 8—10 Stunden erforderlich. Nur wenn das Material vorwiegend aus Crustaceen besteht, sinkt dasselbe rascher zu Boden, so dass man sein Volumen schon nach 4—5 Stunden bestimmen kann. Die Mengen, welche man auf diese Art zu messen in die Lage kommt, schwanken je nach den einzelnen

¹⁾ Bei dieser Gaze zählt man über 3000 Maschen auf dem Quadratcentimeter.

Monaten und den verschiedenen Jahreszeiten zwischen Bruchtheilen eines einzigen Cubikcentimeters und 10 Cubikcentimetern. Ist das Ergebniss eines Fanges sehr reichlich, so muss man es zum Zwecke der Volumen-Ermittelung auf mehrere Messgläschchen vertheilen, so dass jede der einzelnen Portionen sich in annähernd derselben Wassermenge absetzen kann, wie der ungetheilte Betrag eines einzigen kleineren Fanges, nämlich in 8—10 Cubikcentimetern. Selbstverständlich müssen später die Volumina der verschiedenen Portionen addiert werden, um das Gesammtvolumen des betreffenden Doppelfanges zu ergeben. Wird letzteres halbiert, so erhält man — wie schon oben erwähnt — das Volumen des einfachen Fanges mit grösserer Genauigkeit, als durch direkte Messung desselben. Zu den Zeiten geringer Planktonproduktion sind übrigens die einfachen Fänge ohnehin so wenig ausgiebig, dass die Feststellung ihres Volumens mit Schwierigkeiten verbunden ist. Alle Verticalfänge, welche mit demselben Netz und aus gleicher Tiefe gemacht werden, sind — wie hier nochmals hervorgehoben werden mag — quantitativ mit einander vergleichbar, weil sie sich auf dieselbe Wassermenge erstrecken. Dies ist ohne Weiteres klar. Ebenso einleuchtend ist es, dass ein Netz mit grösserer Oeffnung mehr fängt als eins mit kleinerer, woraus folgt, dass die mit verschiedenen Netzen gefischten Volumina nicht schlechtweg auf einander bezogen werden können. Eine solche Beziehungsmöglichkeit wird aber sofort hergestellt, wenn jeder Planktonforscher seine Volumenangaben auf eine Wassersäule zurückführt, für welche ein bestimmter Querschnitt als Norm angenommen wird. Dann sind mit einem Mal alle hierauf reduzierten Volumenzahlen gleichwerthig. Man hat zu dem angegebenen Zwecke eine Wassersäule vom Querschnitt der Flächeneinheit gewählt, d. h. eine solche von 1 Quadratmeter Durchmesser. Die Oeffnung des von mir benutzten Planktonnetzes beträgt $\frac{1}{157}$ qm; diejenige des Strodtmann'schen $\frac{1}{128}$, wogegen Apstein mit einem Netze fischte, welches eine Mündung von $\frac{1}{169}$ qm besass. Hiernach müssen die den Einzelfangen entsprechenden Volumina, je nachdem sie mit dem einen oder dem anderen dieser Netze gewonnen worden sind, mit 157, 128 oder 109 multipliziert werden, wenn das Planktonquantum für eine Wassersäule von bestimmter Tiefe und 1 qm Querschnitt berechnet werden soll.

Nach der oben dargelegten Methode habe ich ein volles Jahr hindurch den Gr. Plöner See in Betreff seiner wechselnden Planktonmengen controliert und bin nun im Stande, dem Leser mit Hülfe der nachstehenden kleinen Tabelle die auf- und ab schwankende

Quantität der winzigen Organismen vor Augen zu führen, welche eine Wassersäule von 40 m Höhe und 1 qm Durchmesser während des Jahreslaufs (1894/95) dargeboten hat. Alle bezüglichen Fänge sind mit demselben Plankton-Netz und an der gleichen Stelle im See gemacht worden.

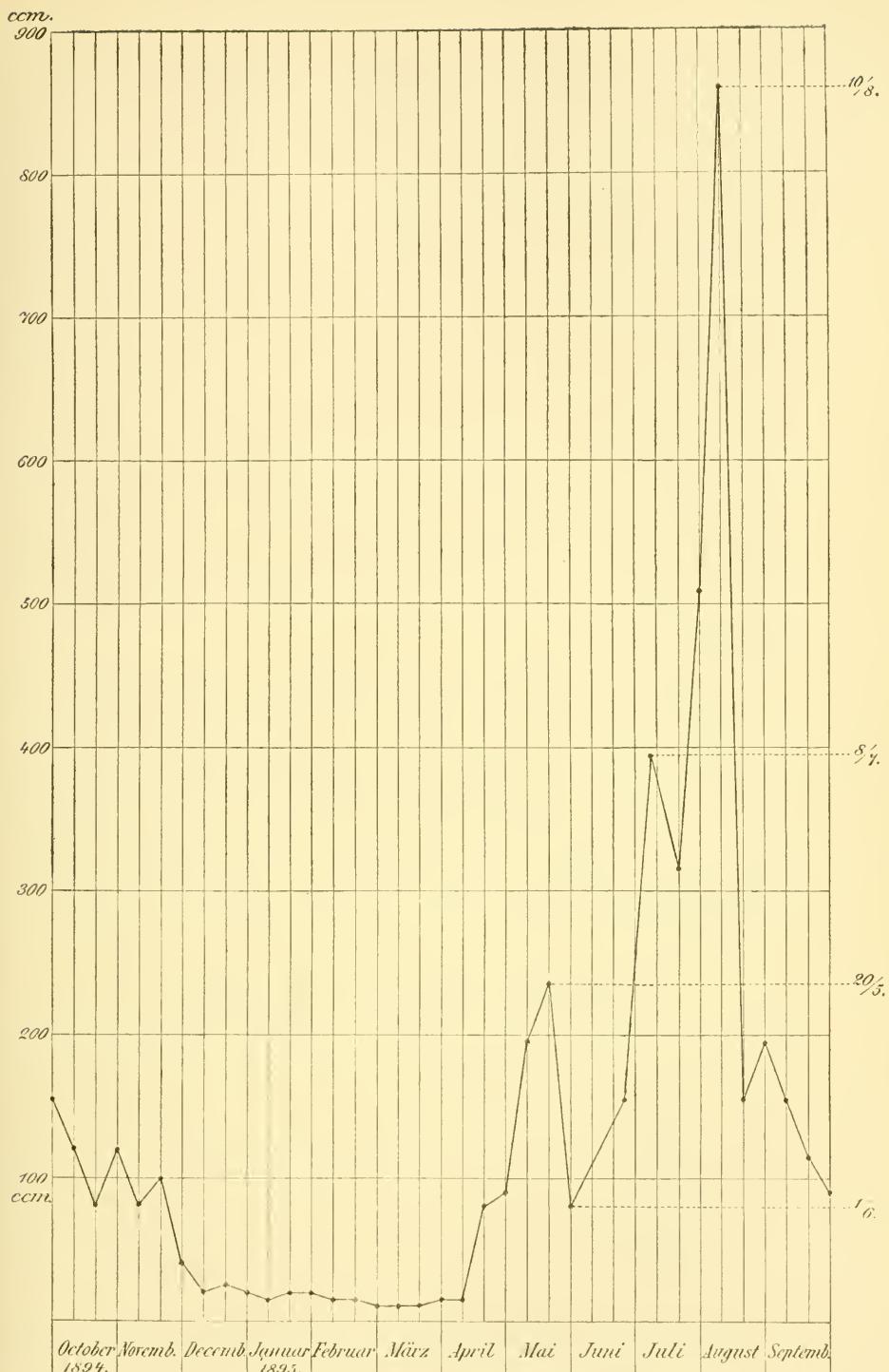
Tabelle der Plankton-Volumina.

(In Cubikcentimetern.)

Unter 1 qm bei 40 m: Unter 1 qm bei 40 m: bei 5 m:

1.	Oktober	157	1.	April	14	
10.	"	118	10.	"	39	16 (41%)
20.	"	79	20.	"	79	
1.	November	118	1.	Mai	87	52 (60%)
10.	"	79	10.	"	196	157 (80%)
20.	"	102	20.	"	236	118 (50%)
1.	December	39	1.	Juni	79	59 (75%)
10.	"	20	25.		157	
20.	"	26	8.	Juli	393	159 (40%)
3.	Januar	20	19.	"	314	
10.	"	24	1.	August	510	
20.	"	20	10.	"	862	785 (91%)
1.	Februar	20	20.	"	157	79 (50%)
10.	"	16	1.	September	196	94 (48%)
20.	"	16	10.		157	
1.	März	8	20.	"	115	
10.	"	10	30.	"	94	16 (17%)
20.	"	12				

Um die Abhängigkeit der Gesammt-Planktonmenge von der Jahreszeit besser veranschaulichen zu können, habe ich die in Abständen von je 10 Tagen auf einander folgenden Messungstermine auf einer Abscissenlinie markiert und an diesen Punkten die entsprechenden Volumina als Koordinaten aufgetragen. Dadurch wird eine Darstellung der veränderlichen Mengenverhältnisse des Plankton in Form einer Curve ermöglicht, die in ihrem Verlaufe mehrfache scharfe Knickungen zeigt. Das beigelegte Cliché bedarf in dieser Hinsicht keiner weiteren Erläuterung. In anderer Beziehung ist aber ein kurzer Commentar zu nachfolgendem Curvenbilde nicht überflüssig. So ersehen wir z. B. aus demselben, dass zu jeder Jahreszeit Plankton produziert wird, wenn auch in ausserordentlich verschiedenem Maasse. Im November gehen die Volumina bei einer Wassertemperatur von 7—8° C allmählich herunter und halten sich, wie aus den Messungen hervorgeht, von Mitte December an bis in



Jahres-Curve der Plankton-Volumina (Gr. Plöner See.)

den April hinein auf nur geringer Höhe. Sobald jedoch die letzten Reste der Eisbedeckung dahin geschmolzen sind¹⁾ und die Temperatur wieder ansteigt, erfährt sofort auch das Plankton eine Zunahme, wie die Curve klar erkennen lässt. Und zwar ist es eine limnetische Algenvegetation, bestehend aus *Diatoma tenué*, var. *elongatum* Lyngbye, welche alljährlich im Gr. Plöner See die ersten grösseren Volumina zu bewirken pflegt. Am 20. Mai d.J. erreichte diese Bacillariacee ihr Maximum mit etwa 200 Millionen zickzackförmiger Ketten unter 1 qm, von denen jede 10—15 Individuen in sich vereinigte. Dieser üppigen Wucherung entsprach ein Volumen von 236 Cubikcentimetern für die Flächeneinheit bei 40 m Tiefe. Die noch grösseren Fangbeträge, welche für die Monate Juli und August zu verzeichnen sind, wurden durch eine Wasserblüthen-Alge (*Gloio-trichia echinulata*) verursacht, deren millimetergrosse, strahlig angeordnete Faden-Verbände, mit der Lupe betrachtet, sich wie kleine flottierende Seeigel ausnehmen. Während der ersten Hälfte des September sind die Volumina immer noch ziemlich hoch; dann aber nehmen sie sehr merklich ab, bis sie im Februar und März ihr Minimum erreichen.

Ein Blick auf die oben (S. 8) mitgetheilten Messergebnisse und deren graphische Darstellung lehrt uns ferner, dass die Volumina während des Jahreslaufs nicht stetig zu- und abnehmen, sondern, dass schon mehrfach innerhalb eines und desselben Monats beträchtliche Oscillationen in dieser Hinsicht stattfinden können. Dagegen lassen die Monatsmittel aus den Messungen ein fast ganz stetiges Ansteigen bis zum August und von da an einen ebenso stetigen Rückgang der Volumina erkennen, wie die beigelegte Zusammenstellung ausweist:

Monatsmittel der Plankton-Volumina.

1894	ccm	Mittlere Wassertemperatur.
Oktober	118	11,6 ° C.
November	99,7	8,2 °
December	28	5 °
Januar	21	1,9 °
Februar	17	0,6 °
März	13	0,5 °

¹⁾ Im Gr. Plöner See geschah das am 1. April 1895.

1894	ccm	Mittlere Wassertemperatur.
April	43	3,5 ° C.
Mai	173	9,7 °
Juni	118	19,3 °
Juli	306	17,2 °
August	509	18 °
September	140	16,4 °
Oktober	90	13,8 °
1895		

In obiger Tabelle tritt nur der Monat Mai mit einer abnorm grossen Volumenziffer hervor (173 ccm); das scheint aber für den Gr. Plöner See die Regel zu sein und, wie wir gesehen haben, erklärt sich diese Thatsache aus der ausserordentlichen Vermehrung einer Bacillariaceen-Art, welche im Frühjahr dominierend im hiesigen Plankton auftritt. Auch in früheren Jahren scheint derselbe Monat immer grosse Volumina gezeitigt zu haben. Apstein der 1892 und 1893 quantitative Studien am Plöner See machte, registriert z. B. für Anfang Mai 1892 das ansehnliche Volumen von 197 ccm und Ende Mai 162¹⁾), woraus sich ein Monatsmittel von 179,5 ccm ergiebt. Das heurige bleibt somit noch um 6,5 ccm hinter dem des genannten Jahres zurück. Im Uebrigen liefert aber unsere Tabelle einen Beleg dafür, dass die monatliche Durchschnittsproduktion an Plankton von März bis August stetig zunimmt, um von da ab bis zum Februar im gleichen Verhältniss wieder abzunehmen. Für Anfang und Ende Juli 1892 theilt Apstein die Zahlen 152 und 424 mit. Das Mittel hieraus ist 288 (gegen 306 für 1895). Für Anfang und Ende November 1892 lauten die Volumenangaben Apstein's 91 und 114, was ein Mittel von 102,5 ergiebt (gegen 99,7 in diesem Jahre). Ausserdem liegen noch für Anfang und Ende April 1893 Volumenmessungen desselben Autors vor, welche 61 und 38 ccm für diesen Monat constatieren. Dadurch bestimmt sich das Mittel zu 49,5 im Vergleich zu 43,0 im laufenden Jahre. Diese Zahlen sind so überzeugend, dass man auf Grund derselben die These aufzustellen wagen darf: In den verschiedenen aufeinanderfolgenden Jahren stimmt die durchschnittliche Planktonproduktion eines See's in den correspondie-

¹⁾ Vergl. C. Apstein: Vergleich der Planktonproduktion in verschiedenen holsteinischen Seen. Festschrift für A. Weismann (Separatabdruck, 1894), S. 2.

renden Monaten, was deren Quantität anbelangt, fast vollständig überein. Die Abweichungen betragen jedenfalls nur wenige Procente, wie durch nachfolgende Vergleichung erwiesen wird:

$$\begin{array}{lll} \text{Mai 1892 (Apstein)} & = 179,5 \text{ ccm} \\ \text{Mai 1895 (Zacharias)} & = 173,0 \text{ ccm} \end{array} \left. \right\} \text{Differenz: } 3,2 \text{ \%}$$

$$\begin{array}{lll} \text{Juli 1892 (Apstein)} & = 288 \text{ ccm} \\ \text{Juli 1895 (Zacharias)} & = 306 \text{ ccm} \end{array} \left. \right\} \text{Differenz: } 3,9 \text{ \%}$$

$$\begin{array}{lll} \text{November 1892 (Apstein)} & = 102,5 \text{ ccm} \\ \text{November 1895 (Zacharias)} & = 97,7 \text{ ccm} \end{array} \left. \right\} \text{Differenz: } 2,8 \text{ \%}$$

$$\begin{array}{lll} \text{April 1893 (Apstein)} & = 49,5 \text{ ccm} \\ \text{April 1895 (Zacharias)} & = 43,0 \text{ ccm} \end{array} \left. \right\} \text{Differenz: } 15 \text{ \%}$$

Wenn man hierbei in Erwagung zieht, dass die Fänge, welche diesen Ermittelungen zu Grunde liegen, durch zwei völlig von einander unabhängige Beobachter und in 3 verschiedenen Jahren gemacht wurden, so muss der sehr hohe Grad von Uebereinstimmung, den sie darbieten, überraschen. Die hervortretenden Differenzen, die überhaupt unbeträchtlich sind, wären vielleicht noch geringer, wenn den Apsteinischen Mittelzahlen nicht bloss 2, sondern 3 Volumenmessungen zu Grunde lägen, wie dies bei den von mir berechneten Monatsmitteln der Fall ist. Zunächst aber reichen die einander gegenüber gestellten Angaben dazu hin, um die oben ausgesprochene These zu rechtfertigen, und um es mehr als wahrscheinlich zu machen, dass die durchschnittliche Planktonzeugung in den auf einander folgenden Jahren für jeden einzelnen Monat nahezu die gleiche ist.

Durch Volumenmessungen kann man sich auch leicht über die horizontale und verticale Verbreitung des Plankton unterrichten. Was die erstere anbetrifft, so ist im vorigen Jahre von Dr. S. Strodtmann¹⁾ durch eingehende Untersuchungen im Gr. Plöner See nachgewiesen worden, dass in Bezirken von gleicher Beschaffenheit und Tiefe die an verschiedenen Stellen ausgeführten Fänge so ausfallen, dass sie auf eine ziemlich gleichförmige (horizontale) Vertheilung des Plankton schliessen lassen. 4 derartige Probefänge, welche in bedeutenden Abständen von einander gemacht wurden,

¹⁾ Vergl. Forschungsberichte aus der Biolog. Station zu Plön. III. Theil, 1895. S. 152 u. 153.

verhielten sich bezüglich ihres Volumens wie 2 : 3 : 3 : 4. Das Mittel hieraus ist 3. Beim 1. und 4. Fange beträgt demnach die Abweichung 33 Procent. In anderen Fällen war sie aber sehr viel kleiner. Denn 4 andere Fänge lieferten Verhältnisszahlen von 1,9 : 2 : 1,6 : 1,6, woraus sich ein Mittel von 1,7 ergiebt. Hier beträgt also die Abweichung noch keine 18 Procent. Im Dobersdorfer See (bei Kiel), der von Apstein längere Zeit hindurch untersucht worden ist¹⁾, war die Gleichförmigkeit allem Anschein nach grösser als im Plöner See, denn dort ging die Abweichung vom Mittel nur ausnahmsweise über 25 % hinaus; im übrigen betrug sie bei 33 von 44 Fängen noch nicht einmal 10 %.

Was die verticale Vertheilung des Plankton anlangt, so haben schon frühere Beobachter die Wahrnehmung gemacht, dass die Dichtigkeit der limnetischen Organismenbevölkerung in den oberflächlichen Wasserschichten eine grössere ist als in den tiefen. Bei meinen speciell darauf gerichteten Forschungen fand ich, dass in den obersten 5 Metern einer Wassersäule von 40 m Höhe und 1 qm Querschnitt zu manchen Zeiten über 90% des gesammten, auf jene 40 Cubikmeter entfallenden Plankton enthalten sein können. Aber in den verschiedenen Monaten des Jahres ist die Vertheilungsweise nicht immer dieselbe. Der höchste Procentsatz betreffs der Oberflächendichtigkeit kommt, wie die Tabelle auf Seite 8 zeigt, auf den Mai, Juni und August. Im Frühjahr und Herbst ist er bei weitem geringer. Er schwankt, wie meine darauf bezüglichen Volumenmessungen darthun, in der Zeitspanne von April bis September zwischen 17 und 91 %. Selbstredend gelten diese Feststellungen zuvörderst nur für den Gr. Plöner See, dem ich meine Aufmerksamkeit in erster Linie zugewandt habe. Aus denselben geht hervor, dass man in den Fällen, wo die obern 5 m einen so ausserordentlich grossen Planktonreichthum aufweisen, das aus 40 m erhaltene Volumen im Wesentlichen nur auf 1 Achtel der durchfischten Wassermenge zu beziehen hat, d. h. auf 5 Cubikmeter, weil ja die übrigen 7 Achtel mit ihrem Volumen dann kaum mehr in Betracht kommen. Es wäre also wenig zutreffend, zu sagen, dass am 10. August 1895 eine Wassersäule von 40 m Höhe und 1 qm Querschnitt in jedem einzelnen Cubikmeter 21,6 ccm Plankton enthalten habe. Der Thatbestand war an jenem Tage vielmehr der, dass auf jeden der oberen

¹⁾ C. Apstein: Quantitative Planktonstudien im Süßwasser. Biolog. Centralblatt No. 16 und 17. Bd. 12. 1892.

5 Cubikmeter 157 ccm als Löwenantheil entfielen, wogegen jeder Cubikmeter der darunter befindlichen Wassermasse nur etwa 2,2 ccm Plankton enthielt. Dieses Missverhältniss erklärt sich durch die ausserordentliche Menge pflanzlicher Wesen (*Gloiotrichia echinulata*), welche damals vorhanden war und ihr Lichtbedürfniss in unmittelbarer Nähe des Wasserspiegels zu befriedigen trachtete. Dieses Beispiel lehrt uns gleichzeitig, dass die Verrechnung des Planktontumens auf die durchfischte Wassermenge lediglich bei flachen Seen und Weihern angänglich ist, weil in diesen eine viel gleichmässigere Vertheilung der limnetischen Organismen nach der Tiefe zu stattfindet. In grösseren Wasserbecken hingegen, wo die Lichteinwirkung sich nicht weit nach abwärts erstrecken kann, bildet der Querschnitt der durchfischten Wassersäule ein viel richtigeres Mass zur Beurtheilung der ausehnlicheren oder geringeren Planktonquantität, die zu einer bestimmten Zeit vorhanden ist. Dieser Punkt ist auch bereits von Hensen hervorgehoben und ausführlich mit Bezug auf die biologischen Verhältnisse des Meeres erörtert worden¹⁾.

In Verbindung mit den quantitativen Fängen wurden mehrmals auch Untersuchungen über den Grad der Trübung ange stellt, die im Wasser durch die mehr oder minder reichliche Anwesenheit von planktonischen Organismen verursacht wird. Zu Messungen dieser Art benutzte ich eine weiss lackierte Scheibe von Eisenblech, in deren Centrum eine Oese zur Befestigung der Leine angebracht ist. Mit dieser Vorrichtung wird bei hellem Wetter vom Boote aus operiert, und zwar so, dass man den Diskus allmählich in's Wasser hinabsenkt, ohne ihn aus den Augen zu lassen. Ist eine Tiefe von etlichen Metern erreicht, so bemerkt man, dass das Bild der Scheibe seine scharfen Umrisse verliert, bis schliesslich der Augenblick eintritt, wo es für den Beobachter völlig verschwindet. Durch Nachmessen der Leine erfährt man dann, bei welcher Tiefe die Scheibe unsichtbar wurde. Im Winter kann man dieselbe etwa doppelt so tief hinunterlassen als im Sommer, ehe sie sich der Wahrnehmung entzieht. Aus der beigefügten Tabelle lässt sich ganz unmittelbar ersehen, dass grosse Planktontumina regelmässig eine starke Trübung bedingen. Namentlich ergiebt sich das aus den Be funden vom Juli und August 1895.

¹⁾ Hensen: Ueber die Bestimmung des Planktons, 1887. S. 38.

Sichttiefe und Planktonmenge.

Tag:	Monat:	Sichttiefe:	Ganzes Volumen:	Dichtigkeit an der Oberfläche (ausgedrückt in Prozenten des Totalvolumens):
20.	November	8,5 m	79 ccm	—
1.	December	8,8	39	—
10.	Januar	10	24	—
20.	"	10,5	20	—
10.	April	5	39	41 %
27.	"	4,8	97	—
1.	Mai	4	87	60 %
13.	"	3	132	86 %
19.	Juli	4,5	314	—
1.	August	4	510	—
10.	"	4	862	91 %
21.	September	8	115	17 %
28.	November	8,8	29	—

Wie diese Tabelle zeigt, sind es jedoch nicht die grossen Volumina an und für sich, welche eine starke Wassertrübung und geringe Sichttiefe hervorrufen, sondern die meistentheils damit verbundene Anhäufung des Plankton in den oberen Wasserschichten. Hierfür kann der Befund vom 13. Mai v. J. als überzeugendes Beispiel dienen. An jenem Tage war nur ein mässiges Total-Volumen (132 ccm) zu verzeichnen und trotzdem erstreckte sich die Sichttiefe nicht weiter als bis zu 3 m. Hierfür erhalten wir sofort eine befriedigende Erklärung, wenn wir von der Thatssache Kenntniss nehmen, dass damals 86% des gesamten Plankton in der obersten (bis zu 5 m hinabgehenden) Wasserschicht zusammengedrängt waren. Die weisse Scheibe wird also gleichsam in eine Wolke von limnetischen Organismen getaucht und von einem Nebel eingehüllt, den unser Auge nicht mehr zu durchdringen vermag. Das Gegenstück hierzu bildet der Befund vom 21. September v. J., wo man bei einem Planktonvolumen von 115 ccm die Scheibe doch noch in 8 m zu erkennen im Stande war. Aber in diesem Falle befanden sich nur 17% des Gesamtplankton in der Nähe der Oberfläche, so dass das Wasser im Verhältniss zum 13. Mai eine fünfmal geringere Menge von schwebenden Organismen in der hier besonders in Betracht kommenden Region enthielt. Aus diesen Erfahrungen lässt sich entnehmen, dass wir aus einer Verminderung der Sichttiefe nicht auf grossen

Planktonreichthum überhaupt, sondern nur auf eine starke oberflächliche Ansammlung von mikroskopischen Thier- und Pflanzenformen schliessen dürfen, wie sie besonders in den Sommermonaten öfter stattzufinden pflegt. Im Gr. Plöner See beträgt die Differenz zwischen der grössten und geringsten Sichttiefe, die im Laufe des Jahres (1894/95) registriert werden konnte, 7,5 m. Das Wasser besitzt das Maximum seiner Durchsichtigkeit im Januar und Februar, das Minimum im Mai, Juli und August. Die darauf bezüglichen Beobachtungen müssen selbstverständlich immer bei annähernd gleichen Beleuchtungsverhältnissen und bei möglichst ruhiger Wasseroberfläche gemacht werden, wenn sie wissenschaftlichen Werth haben sollen.

Ich beschliesse diesen Abschnitt über die Volumenmessung mit einigen Angaben über die Planktonproduktion in den Buchten des Grossen Plöner Sees, von denen besonders 2, welche durch ihre ansehnlichen Dimensionen ausgezeichnet sind, in Betracht kommen. Beide befinden sich auf der östlichen Seite des Hauptbeckens. Die grössere davon -- „Vierer See“ genannt — hat eine ansehnliche Längenausdehnung und besitzt eine Wasserfläche von 1,3 Quadratkilometern; ihr Zusammenhang mit dem Gr. Plöner See wird nur durch einen engen und seichten Kanal hergestellt. Die andere Bucht heisst „Bischofs-See“; dieselbe ist von weit geringerer Abgeschlossenheit, insofern sie vom Gr. See lediglich durch einen Kranz von kleinen Inseln geschieden wird. Am Süd-Ende dieser etwa einen halben Quadratkilometer umfassenden Bucht liegt das Dorf Bosau. Nach meinen bisherigen Beobachtungen ist die durchschnittliche Planktonproduktion im Vierer See sowohl wie im Bischofs-See zu manchen Zeiten doppelt so gross, als im Hauptbecken. Auch erscheinen viele Arten von Organismen bei Wiederkehr der warmen Jahreszeit um 8—14 Tage früher in diesen Buchten, was alles darauf hindeutet, dass solche Unterschiede durch die geringeren Tiefenverhältnisse und die damit verbundene höhere Wassertemperatur bewirkt werden. Bei Besprechung der Zählresultate wird sich Gelegenheit darbieten, auf die Planktonverhältnisse jener Buchten nochmals zurückzukommen.

C. Das Zählverfahren.

Die Volumenmessung verschafft uns lediglich Aufschluss über die Gesamtmenge des Plankton, die in einem bestimmten Wasserquantum enthalten ist. Wollen wir mehr wissen und feststellen,

welcher Antheil den verschiedenen mikroskopischen Thier- und Pflanzenspecies an der jeweiligen Zusammensetzung des Plankton zukommt, so müssen wir Zählungen vornehmen. Ein anderer Weg, als dieser, zur Gewinnung eines tieferen Einblicks in die quantitativen Verhältnisse der limnetischen Organismenwelt, ist nicht vorhanden. Es bleibt uns daher nichts weiter übrig, als ihn zu beschreiten.

Unter „Zählung“ hat man sich aber in diesem Falle etwas ganz Anderes vorzustellen als im gewöhnlichen Leben. Denn da manche Species durch Hunderttausende oder Millionen von Individuen in einem Fange vertreten sein können, so ist an ein wirkliches Abzählen derselben nicht im entferntesten zu denken. Man muss dabei vielmehr so verfahren, dass man dem auf ein bestimmtes Volumen verdünnten und gut gemischten Fange eine Stichprobe entnimmt, diese wirklich bezüglich der in ihr vorkommlichen Arten durchzählt und dann das Ergebniss auf das Ganze verrechnet. Die Methode, die hier in Anwendung gebracht wird, ist also im Princip dieselbe, nach welcher man schon vor Jahren die Anzahl der Blutkörperchen zu bestimmen gesucht hat.

Für diejenigen Leser der „Forschungsberichte“, die ein näheres Interesse an der Planktonzählung nehmen, soll das dabei zu beobachtende Verfahren nunmehr in allen seinen Einzelheiten dargelegt werden. Jeder Fachmann wird dadurch in den Stand gesetzt sein, dergleichen Zählungen selbst auszuführen. Auch kann meine Beschreibung dazu dienen, dem sachkundigen Leser einen Maassstab zur Beurtheilung der Zuverlässigkeit an die Hand zu geben, welche der Zählmethode überhaupt beigemessen werden darf.

Vor Beginn jeder Zählung sind einige Vorbereitungen zu treffen. Zu allernächst muss der hinreichend conservierte Fang (oder Doppelfang) in ein bestimmtes Flüssigkeitsquantum gebracht und darin gleichmässig vertheilt werden. Man verwendet dazu am besten destilliertes Wasser oder sehr schwachen Alkohol. Je nach der Reichlichkeit des Fanges genügen 25, 50 oder 75 ccm zu einer brauchbaren Verdünnung. Es kann aber auch vorkommen, dass bis zu 100 oder 200 Cubikcentimetern hinaufgegangen werden muss. Ein so hoher Verdünnungsgrad ist sogar ganz unerlässlich, wenn die Fänge zum überwiegenden Theile aus Diatomeen bestehen. Hierüber muss der Anfänger erst Erfahrungen sammeln; eine schablonenmässige Vorschrift kann nicht gegeben werden. Dass ein Fang ausreichend verdünnt ist, erkennt man leicht, wenn man eine kleine Quote desselben bei 50 maliger Vergrösserung mit dem Mikroskop besichtigt. Findet man bei einer

solchen Durchmusterung, dass die Objekte hinlänglich dicht bei einander liegen, ohne sich gegenseitig zu verdecken, so ist das richtige Maass der Verdünnung getroffen und die eigentliche Zählung kann ihren Anfang nehmen. Im Allgemeinen empfiehlt es sich, im Verdünnen der Fänge nicht weiter zu gehen, als es behufs sicherer und bequemer Unterscheidung der zu zählenden Arten nothwendig ist. So habe ich die grösseren Objekte (wie z. B. die Copepoden) fast immer bei einer Vertheilung des ganzen Fanges in nur 10 ccm Formolwasser gezählt. Dies erscheint besonders dann angezeigt, wenn das Plankton arm an diesen Crustern ist. Je nach der grösseren oder geringeren Individuenmenge der in einem Fange vorkommenden Arten muss auch die Verdünnung bald stärker, bald schwächer sein. In Betreff dieses Punktes erwirbt man sich sehr rasch die nöthige Uebung.

Wie schon oben erwähnt, erstreckt sich die wirkliche Zählung bloss auf kleine Quoten des verdünnten Fanges. Dieselben müssen aber ganz bestimmt abgemessene Bruchtheile des letzteren darstellen, wenn eine Verrechnung auf das Ganze möglich sein soll. Zur Entnahme der Stichproben aus dem Mischgefäß sind daher sehr genau calibrierte Pipetten erforderlich, welche mindestens in drei verschiedenen Grössen vorräthig zu halten sind. Je nachdem es sich um Zählung der grösseren oder kleineren Formen handelt, gebraucht man Pipetten von 1, 0,5 oder 0,1 Cubikcentimeter Capacität. Der Universitätsmechaniker, Herr A. Zwicker in Kiel, liefert einen Satz von drei derartigen Pipetten nebst dazu gehörigem Etui für 60 Mark.

Das Zählen selbst erfolgt unter dem Mikroskop. Ich gebrauche dazu eine mässige Vergrösserung, wie sie durch das Zeiss'sche Objektiv AA mit Okular Nr. 2 (bei völlig eingeschobenem Tubus) bewirkt wird. Als Zählplatten dienen mir rechteckige Stücke von starkem Spiegelglas von 4×6 cm. Dieselben sind mit einem System von sich rechtwinkelig kreuzenden Linien versehen, wodurch die Oberfläche der Platte in zahlreiche kleine Quadrate von 1,5 mm Seitenlänge getheilt wird. Solche Glasplatten beziehe ich aus der Optischen Werkstätte von C. Zeiss in Jena.

Vor Aufbringung der Stichprobe reinigt man die zu benutzende Platte sorgfältig mit einem Leinentuche. Das zur Hand stehende Mischgefäß, worin sich der verdünnte Fang befindet, wird nun eine Minute lang geschüttelt, so dass alle seine Bestandtheile möglichst gleichmässig in der Flüssigkeit zum Schweben gebracht werden. In demselben Augenblick muss aber schon die Stichprobe entnommen

werden. Damit die Pipette äusserlich nicht zu sehr benetzt wird, bestreicht man ihren unteren Rand vor dem Gebrauch mit einer Spur Fett. Den halben oder ganzen Cubikcentimeter Material, den man sich auf diese Weise verschafft hat, lässt man jetzt auf die Zählplatte fliessen, wo er einen stark gewölbten Tropfen bildet. Dieser kann mit Hülfe einer Präpariernadel leicht etwas geebnet und ausgebreitet werden. Ein Deckglas wird nicht aufgelegt, weil es manchmal während der Zählung nöthig wird, diesem oder jenem Objekte eine andere Lage zu geben.

Damit alle Theile der Zählplatte in das Gesichtsfeld des Mikroskops gerückt werden können, ist ein (mittels Schraubenmechanismus) nach den Coordinaten bewegbarer Objektisch erforderlich. A. Zwickert liefert einen solchen von einfachster Construktion zum Preise von 54 Mark.

Vor Beginn unserer Zählarbeit unterwerfen wir das Material einer vorläufigen Durchsicht und notiren uns sämmtliche Arten, welche darin vorkommen, auf einem Bogen Papier. Hiermit haben wir ein sogenanntes „Zählprotokoll“ angefertigt, welches dazu benutzt wird, um hinter jeden Speciesnamen, der darin verzeichnet ist, jedes Mal einen Strich zu machen, sobald das betreffende Thier- oder Pflanzenwesen beim Zählen wiederkehrt. Die Anzahl der Striche ergiebt später, wie oft jede der verschiedenen Arten in der entsprechenden Quote des Fanges enthalten gewesen ist.

Die specielle Berechnung wird dann, wie folgt, angestellt. Gesetzt, wir hätten 50 Copepoden in einer Stichprobe von 0,5 ccm faktisch gezählt und der bezügliche Fang sei vorher mit 50 ccm verdünnt worden, so macht das zunächst 100 Stück Copepoden für 1 ccm. Multiplizieren wir jetzt das Volumen der Verdünnungsflüssigkeit (50 ccm) mit 100, so erhalten wir die Individuenzahl für den ganzen Fang = 5000. Beträgt nun die Eingangsöffnung des benutzten Netzes $\frac{1}{157}$ Quadratmeter, so haben wir 5000×157 zu nehmen und erfahren auf diese Weise, dass an dem Tage, wo das Material ausgefischt wurde, 785 000 Copepoden unter 1 Quadratmeter Seefläche vorhanden waren. War es kein einfacher, sondern ein Doppelfang, welcher der Zählung zu Grunde gelegt wurde, so muss die berechnete Copepodenmenge noch durch 2 dividiert werden und es würden sich dann nicht 785 000, sondern nur die Hälfte davon = 392 500 für den Quadratmeter ergeben.

Durch dieses Beispiel wird der Leser ausreichend über die Methodik des sinnreichen Zählverfahrens orientiert worden sein, welches bei allen quantitativen Planktonuntersuchungen jetzt seine

Anwendung findet. Freilich reicht die Zählung einer einzigen Stichprobe nicht dazu hin, um mit Hülfe der nachfolgenden Berechnung einen guten Annäherungswert zu liefern. Man muss wenigstens 3 solche Proben für jede vorkommende Species auszählen und das Mittel aus den Summe der erhaltenen Resultate nehmen, um einen annehmbaren Grad von Genauigkeit zu erzielen. Ueberhaupt kann man sich in der Praxis des Zählens den Satz zur Richtschnur nehmen, dass zur numerischen Bestimmung der zahlreich in den Fängen auftretenden Formen schon wenige Zählungen genügen, wogegen das Umgekehrte für die selteneren Species gilt, wenn die darauf bezüglichen Ermittelungen denselben Grad von Genauigkeit besitzen sollen.

Wie das gemeint ist, wird durch die Vorführung von einigen meiner Originalprotokolle deutlich werden, die sich auf den Grossen Plöner See beziehen.

Am 10. März 1895 lieferten 3 nacheinander durchgezählte Stichproben (von je 0,5 ccm) des zunächst nur auf 10 ccm verdünnten Doppel-Fanges folgende Ziffern:

Crustaceen.

	Stückzahl:	Im Mittel:
<i>Hyalodaphnia cristata</i>	1, 2, 3	2
<i>Bosmina longirostris</i>	1, 1, 2	1,3
<i>Cyclops oithonoides</i>	1, 2, 5	2,6
Larven desselben	7, 15, 11	11
<i>Eurytemora lacustris</i>	9, 12, 13	11,3

Der auf 75 ccm gebrachte gleiche Fang ergab dann in 3 Stichproben von 0,5 ccm noch weiter:

Räderthiere.

	Stückzahl:	Im Mittel:
<i>Synchaeta tremula</i>	26, 34, 28	29
<i>Polyarthra platyptera</i>	0, 1, 1	0,66
<i>Triarthra longiseta</i>	1, 0, 0	0,33

Algen.

<i>Melosira</i> -Fäden	115, 154, 141	137
<i>Asterionella gracillima</i>	8, 20, 13	13,7

10 Tage später (20. März) erhielt ich unter genau denselben Verdünnungsverhältnissen und bei Anwendung der nämlichen Pipette folgende Zählergebnisse:

Crustaceen.

	Stückzahl:	Im Mittel:
<i>Hyalodaphnia cristata</i>	3, 2, 4	3
<i>Bosmina longirostris</i>	3, 2, 4	3
<i>Cyclops oithonoides</i>	5, 5, 6	5,3
Larven derselben	14, 15, 17	15,3
<i>Eurytemora lacustris</i>	3, 6, 8	5,7

Räderthiere.

<i>Synchaeta tremula</i>	24, 36, 32	31
<i>Polyarthra platyptera</i>	3, 0, 2	1,7
<i>Triarthra longiseta</i>	0, 1, 0	0,33

Algen.

<i>Melosira</i> -Fäden	200, 195, 226	207
<i>Asterionella gracillima</i>	167, 156, 158	160

Wenn man diese Zahlen überblickt, so wird man sich über den Grad von Genauigkeit, den dieselben durchschnittlich darzubieten vermögen, leicht Rechenschaft geben können. Von vornherein ist klar, dass die häufiger in einem Fange vorkommenden Species auch zahlreicher in den Bruchtheilen derselben, welche mit der Pipette entnommen werden, auftreten müssen. Damit ist gleichzeitig der Vorzug verbunden, dass diese grösseren Stückzahlen weder von einander noch von dem Mittelwerthe, der aus ihnen genommen wird, so stark abweichen, als die kleineren. Die erstenen werden deshalb auch dem wirklichen Sachverhalte mehr entsprechen als die letzteren, obgleich auch diese noch innerhalb gewisser Grenzen verwertbar sind und wenigstens ungefähr zeigen, in welchem numerischen Verhältniss die in der Minorität befindlichen Species zu den übrigen stehen.

Von den selteneren Species werden gelegentlich ein Mal mehr und ein anderes Mal weniger in die Pipette gelangen; ja es kann auch, wie wir aus den obigen Protokollen ersehen, der Fall kommen, dass kein einziges Individuum davon in der Stichprobe

vorgefunden wird. Das Auftreten solcher Nieten bei dem Zählgeschäfte beweist stets, dass die angewandte Verdünnung in Bezug auf den Individuenbestand der betreffenden Species eine zu weitgehende war. Aber andererseits würde man mit den Zählungen gar nicht fertig werden, wenn wegen jeder sporadisch auftretenden Art immer wieder die Verdünnung geändert werden sollte, bloss um eine etwas grössere Genauigkeit zu erzielen.

In wieweit man den kleineren Zahlen, im Hinblick auf die thatsächlichen Mengenverhältnisse, welche sie darstellen sollen, Vertrauen schenken darf, das ersieht man am besten aus einer näheren Untersuchung, die man bezüglich einzelner Fälle anstellt. Nehmen wir dazu das Beispiel von *Polyarthra platyptera* mit dem Zählergebnisse von 0, 1, 1, für den 10. März 1895. Auf den einzelnen Fang verrechnet, würde sich aus dem Mittel von 0,66 ein Bestand von 7850 Individuen dieser Räderthierspecies pro Quadratmeter ergeben. Wäre nun, was sich doch ebenso gut hätte ereignen können, auch schon in der ersten Stichprobe ein Individuum enthalten gewesen, so würden wir, anstatt der eben mitgetheilten Zahl, eine um 66,6 % grössere (nämlich 11 775) zu verzeichnen haben. Und hätte sich bei der zweiten Stichprobe abermals eine Niete, wie bei der ersten, ergeben, so wäre als Ergebniss der Berechnung 3925 herausgekommen, d. h. eine um 50 % kleinere Zahl. Das Mittel aus allen dreien ist 7850. Davon weicht 11 775 um 33,3 % nach der einen und 3925 um 50 % nach der andern Seite ab. Mithin kann man sagen, dass die kleineren Posten, welche in den weiter unten mitgetheilten Zähltabellen aufgeführt sind, nur bis auf ungefähr $\pm 40\%$ zuverlässig sind. Sehr viel besser steht es schon mit den kleineren Zahlen für die Krebse, weil letztere mit nur 10 ccm Verdünnungsflüssigkeit gezählt wurden. Hier waren auch seltener Nieten zu registrieren und es traten durchgängig nur mässige Unterschiede zwischen den einzelnen Zählungen hervor. Gelegentlich waren allerdings auch schlechte Ergebnisse zu verzeichnen, wie z. B. die für *Hyalodaphnia cristata* am 10. März 1895, wo in 3 auf einander folgenden Stichproben 1, 2 und 3 Exemplare vorkamen, d. h. im Mittel 2. Hätten wir, anstatt es bei diesen 3 Zählungen bewenden zu lassen, noch eine 4. gemacht und wäre z. B. die am stärksten nach oben abweichende Zahl 3 jetzt abermals erzielt worden, so hätte sich dadurch doch nur ein Mittel von 2,25 herausgestellt. Auf den ganzen Fang (resp. auf den Quadratmeter verrechnet) würde das 3533 anstatt 3140 Stück *Hyalodaphnia* ergeben haben, also nur 12,5 % mehr. Wäre im Gegentheil bei der 4. Zählung die niedrigste Zahl

1 wiedergekehrt, so hätte das ein Resultat von 2748 pro Quadratmeter geliefert, also 12,5 % weniger. Hieraus wird ersichtlich, dass die schwächere Verdünnung, die ich bei den Krebsen angewandt habe, es ermöglicht, die Zählungen genauer zu machen, nämlich auf $\pm 12,5 \%$. Offenbar hängt aber die Gewinnung guter Annäherungswerte, nicht sowohl von der Menge der Zählungen als solcher, sondern vielmehr von der Häufigkeit des Vorkommens einer Species in den Fängen ab. Eigentlich sollte man Zählergebnisse, wie die für *Hyalodaphnia cristata* am 10. März d. J. erhaltenen, überhaupt nicht zur weiteren Verrechnung benutzen. Es wäre besser, wenn man in solchen Fällen an die Stelle der Zahlen lieber den Vermerk „wenig zahlreich“ in die Zähltafel eintrüge. Eine grössere Zuverlässigkeit ist erst dann erreichbar, wenn die durch unmittelbare Auszählung der Stichproben sich ergebenden Ziffern gut unter einander selbst übereinstimmen; denn das lässt darauf schliessen, dass die Objekte im verdünnten Fange gleichmässig vertheilt gewesen sind und dies ist eine Hauptbedingung dafür, dass die Zählmethode wirklich das leistet, was von ihr verlangt wird.

Natürlich kann bei derselben immer nur von grösserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit die Rede sein, also von Annäherungswerten und nicht von solchen numerischen Bestimmungen, die sich mit den factisch vorliegenden Quantitätsverhältnissen vollkommen decken. Fallen doch schon die einzelnen Fänge, durch welche das zu zählende Material beschafft wird, auch wenn dabei noch so sorgfältig verfahren wird, immer etwas verschieden aus. Einflüsse, wie das nicht ganz gleichmässige Heraufziehen des Netzes, der unvermeidliche Abtrieb des Bootes bei windigem Wetter und besonders die mit der Zeit eintretende partielle Verstopfung der Maschen des feinen Seidenzeugs — Alles das zusammen bewirkt, dass die Fänge selbst schon mit Fehlern behaftet sind. Aber das lässt sich nicht ändern. Dann folgt die Entnahme der Stichproben und damit eine zweite Gelegenheit zu Abirrungen von der Wahrheit. Der Zufall, der hier zweifellos eine Rolle mitspielt, ist jedoch keineswegs aller Gesetzmässigkeit bar, denn er findet augenscheinlich seine Beschränkung in der thatsächlich vorhandenen Menge von Individuen, durch welche die einzelnen Arten in dem vorliegenden Material vertreten sind. Sämmtliche Stichproben, die mit Hilfe der geachten Pipette aus dem Mischgefäß entnommen werden, können — trotzdem dass sie oft erheblich von einander abweichen — doch nur innerhalb gewisser Grenzen Verschiedenheiten darbieten, obgleich letztere, wie wir gesehen haben, unter Umständen recht erheblich sind. Man wird z. B.

nicht erwarten dürfen, dass wenn in 3 aufeinander folgenden Stichproben (Vergl. das Protokoll vom 10. März auf S. 20) 1, 2 und 3 Hyalodaphnien gezählt worden sind, die 4. nun auf ein Mal ein Dutzend von jenen Krebsen liefern werde. Für ebenso unwahrscheinlich wird es gelten müssen, dass *Synchaeta tremula*, welche in 3 Proben desselben Fanges 26, 34 und 28 Exemplare ergeben hat, in einer fernern 4. etwa bloss durch 3 oder 6 Individuen vertreten sein werde. Und zu den ganz ausgeschlossenen Möglichkeiten dürfte es gehören, dass die Zahlenreihe der *Melosira*-Fäden (115, 154 und 141) aus der nächsten Pipetten-Quote einen Zuwachs von nur 20 oder 30 erhalten. Geschähe letzteres dennoch, so würde Niemand glauben, dass dabei dieselbe Art des Zufalls obgewaltet habe, auf welche das ungleiche Ergebniss der 3 vorhergehenden Stichproben zurückzuführen ist, sondern jedermann würde fest davon überzeugt sein, dass eine so plötzlich auftretende Verschiedenheit nur auf einem groben Fehler in der Handhabung der Pipette oder auch darin beruhen könne, dass z. B. zwischen dem Schütteln der Mischung und der Probeentnahme zu viel Zeit verfloss, was selbstverständlich dann zur Folge hat, dass ein Theil der *Melosiren* zu Boden sinkt und für die spätere Zählung ausser Betracht bleibt. Gerade dieser finanzierte Fall ist dazu geeignet, uns klar zu machen, was man unter der „Gesetzmässigkeit des Zufalls“ zu verstehen hat. Die in dem der Zählung unterworfenen Fange faktisch enthaltene Menge von Planktonwesen erfahren wir nie. Aber das aus den einzelnen Stichproben genommene Mittel stellt jedes Mal den wahrscheinlichsten Thatbestand dar, und die Differenzen, welche die einzelnen Proben im Vergleich zu einander wahrnehmen lassen, finden ihren natürlichen Maassstab an dem Betrage, um welchen sie von jenem rechnungsmässig gefundenen Mittelwerthe abweichen. Je kleiner diese Abweichungen sind, für desto besser sind die betreffenden Zählungen zu halten.

Ziffern wie diejenigen, welche sich am 10. März für *Synchaeta tremula* ergeben haben, sind schon als gute Werthe zu bezeichnen. Das Mittel aus den damals erhaltenen 3 Stichproben von 26, 34 und 28 ist 29. Hieraus berechnet sich die grösste Abweichung zu 14%, die kleinste zu etwas mehr als 3%. Am 20. März fielen die Zählungen für dieselbe Species ebenso befriedigend aus, insofern sich dabei genau die gleichen Unterschiede ergaben. Zahlen, wie die für *Melosira* auf S. 20 mitgetheilten sind allerdings noch weit besser. Sie lauten: 200, 195 und 226. Das Mittel davon ist 207. Hier geht also die grösste Abweichung nur wenig über 8% hinaus. Bei der weiteren

Verrechnung liefern selbstredend solche Zahlen auch die wahrscheinlichsten Werthe für die Menge der Melosiren unter 1 qm. In diesem Falle würden es 2437425 Fäden sein. Hätten wir noch eine Zählung mehr gemacht und dabei den wenig wahrscheinlichen Fall angenommen, dass dann nochmals 226 Fäden in die Pipette gelangt wären, so würden wir für 1 qm anstatt der obigen Zahl 2790675 erhalten haben. Das sind 12,6% mehr. Aber da schwerlich zu erwarten steht, dass gerade die am meisten abweichende Zahl (226) sofort wiederkehren werde, so dürfte der Unterschied zwischen dem Ergebniss von 3 und demjenigen von 4 Zählungen allerhöchstens 10% betragen. Auf diesen höhern Annäherungsgrad können wir aber verzichten, weil die Bacillariaceen wegen ihrer durehschnittlich grössern Anzahl im Vergleich zu den übrigen Planktonformen ohnehin bessere Werthe liefern. In den nachstehend publicierten quantitativen Verzeichnissen sind aus allen angeführten Gründen die grössern Zahlen überhaupt als diejenigen zu betrachten, welche das höhere Maass von Wahrscheinlichkeit besitzen. Die sehr kleinen Zahlen hingegen — namentlich die Posten unter 10000 — dürfen garnicht nach ihrem Nominalwerthe beurtheilt werden, sondern sie sind lediglich daraufhin anzusehen, dass sie die periodisch hervortretende starke Verminderung der verscheidenen Species, auf die sie sich beziehen, zum ungefähr Ausdruck bringen sollen. Wenn z. B. in der Tabelle No. 7 die Individuenzahl 5888 drei Mal zu finden ist, so soll das keineswegs heissen, dass die betreffenden Arten wirklich in so genau abgemessenen und übereinstimmenden Mengenverhältnissen vorhanden waren, sondern man darf daraus nur schliessen, dass sie im Verhältniss zu ihrer früheren oder späteren Häufigkeit, augenblicklich nur vereinzelt zu finden sind. Ebenso ist die in der 18. Tabelle 8 Mal vorkommliche Zahl 3925 zu interpretieren. Von genau übereinstimmenden Mengen kann auch hier nicht die Rede sein. Nur das gleich seltene und vereinzelte Auftreten aller dieser Species in den Stichproben ist die Ursache davon, das auch bei der späteren Verrechnung auf den Quadratmeter eine so strenge Monotonie in den bezüglichen Zahlenangaben hervortritt. Dass dieselben der numerischen Constellation des Plankton, wie sie wirklich an den betreffenden Tagen im See obgewaltet hat, nur in Bauseh und Bogen entsprechen können, liegt für jeden Sachkundigen klar auf der Hand.

Die in den Tabellen vorfindlichen Zahlen für *Leptodora*, *Bythotrephes*, *Heteroeope* und die limnetischen Wasserwilben sind zwar auch klein, aber mit diesen hat es eine ganz andere Bewandtniss, weil sie durch vollständige Auszählung der

ganzen Fänge erhalten worden sind. Damit wird selbstverständlich der äusserste Grad von Genauigkeit erzielt und die Wahrscheinlichkeit, dass die Vertheilung der bezüglichen Species im See wirklich so ist, wie sich aus der Berechnung ergiebt, grenzt hier nahezu an die Gewissheit.

Eine andere Gruppe von kleineren Zahlenposten, auf die sich das oben ausgesprochene starke Misstrauensvotum gleichfalls nicht mit erstrecken darf, ist diejenige der Crustaceen, weil dieselben meistentheils bei einer viel schwächeren Verdünnung (10 ccm) gezählt worden sind, als die planktonischen Protozoen, Räderthiere und Algen, für welche regelmässig eine Verdünnung von 50 bis 75 ccm in Anwendung kam. Dies ist schon auf S. 23 hervorgehoben worden. Wenn wir am 20. März d. J. für Cyclops oithonoides auf 3 Zählungen (5, 5, 6) im Mittel 5,3 Stück erhielten, so ergiebt das (unter Berücksichtigung des Doppelfanges und des Pipettencalibers von 0,5 ccm) für den Quadratmeter 8321. Diese Zahl bleibt also hinter 10000 zurück, ohne darum schlecht zu sein. Es kommt ja ganz darauf an, wie sie gewonnen wurde. Nehmen wir die Urzahlen für Polyarthra vom gleichen Tage (3, 0, 2), so erhalten wir daraus ein Mittel von 1,7 und eine ausmultiplizierte Menge von 20018 für 1 qm, aber darum ist dieser Posten nicht sicherer als derjenige für Cyclops. Am 10. März waren in drei Pipettenquoten 4 Exemplare von Bosmina longirostris enthalten und zwar erschienen dieselben in der Reihenfolge von 1, 1, 2. Das macht im Mittel 1,3. Auf's Ganze verrechnet sind das 2041 pro Quadratmeter. Bedenken wir nun, dass jeder der 3 halben Cubikcentimeter ein Gemisch von vielen anderen Planktonwesen darstellte und dass dazwischen leicht ein einzelnes Exemplar von Bosmina unentdeckt bleiben konnte, so dass es keinen Einfluss auf das Resultat der Berechnung gewann, so wird der beträchtliche Grad von Unsicherheit spürbar, den die Zahl von 2041 besitzt. Denn ein einziges Individuum mehr im Präparat würde 2606 bei der nachfolgenden Multiplikation erzielt haben, wodurch ein Plus von nahezu 23 % entstanden wäre. Bei den Krebsen muss somit die Grenze, an der unser Misstrauen beginnen darf, bei den Posten von etwa 4000 pro Quadratmeter gezogen werden.

Was die übrigen Planktonspecies anlangt, die in meinen Tabellen verzeichnet stehen, so können als angennäherte Werthe dafür erst die Zahlen gelten, welche 50000 überschreiten. Aber deshalb sind die weniger genauen Angaben noch lange nicht unbrauchbar, da dieselben doch immerhin erkennen lassen, in welchen zeitlichen Abständen Vermehrungs- und Verminderungsperioden bei den ver-

schiedenen Arten auf einander folgen und wie oft dergleichen Schwankungen der Individuenzahl im Laufe des Jahres vorgekommen sind. Freilich hat man in meinen sämtlichen Zählposten nur Minimalwerthe zu erblicken, weil ich den Filtrationscoefficienten (siehe Seite 3) nicht mit verrechnet habe. Dies ist jedoch auf die relativen Mengenzahlen der einzelnen Species ohne jeden Einfluss und daher können diese genau so gut zur Beurtheilung der biologischen Verhältnisse des Planktons dienen, als wenn sie den faktisch im See vorhandenen Individuenbeständen etwas mehr angenähert worden wären.

Bevor ich nun zur specielleren Würdigung der erhaltenen quantitativen Resultate übergehe, möchte ich bemerken, dass das von mir angewandte Zählverfahren nicht das eigentliche Hensen'sche ist, sondern eine Abkürzung, resp. Vereinfachung desselben, durch welches die quantitativen Veränderungen in der Welt des Plankton nur ihren Hauptzügen nach zur Darstellung gelangen. Die Genauigkeitsgrenzen dieser abgekürzten Methode sind im Obigen eingehend erörtert worden.

D.

Plankton-Zähltabellen

für das Jahr 1894/95

und betreffend die Zeit vom 1. Oktober 1894 bis zum
30. September 1895.

Die hier veröffentlichten 34 Zähltabellen geben an, durch welche Mengen die am meisten an der Zusammensetzung des Plankton beteiligten Arten zu den verschiedenen Jahreszeiten und an den einzelnen Fangtagen im Gr. Plöner See vertreten gewesen sind. Gelegentlich ist es vorgekommen, dass eine Species, die mir bei Ausführung der Zählung überhaupt nicht begegnet war, sich bei Durchmusterung eines gleichzeitig gemachten Oberflächenfangs als dennoch vorhanden erwies. Solche Befunde sind in die Tabellen (behufs Vervollständigung derselben) mit der Bezeichnung „vereinzelt“ eingetragen worden.

Ferner ist zu bemerken, dass bei den Dinobryen nicht die Einzelwesen, sondern nur die ganzen Colonien gezählt worden sind. Dasselbe ist der Fall mit den Fäden von *Melosira*, den Bändern von *Fragilaria*, den Zackzack-Ketten von *Diatoma tenue* und den Sternen von *Asterionella*. Bei *Clathrocystis aeruginosa* und *Anabaena flos aquae* ist eine Zählung der einzelnen Zellen noch viel weniger ausführbar, als bei den bereits genannten Formen, und deshalb konnten auch hier nur die ganzen Flocken oder Knäuel numerisch berücksichtigt werden. Genau so verfuhr ich mit den Kugeln von *Uroglena volvox* und denen von *Eudorina elegans*.

Der Hauptnutzen dieser Tabellen besteht darin, dass in ihnen Material zu einer Vergleichung des Gr. Plöner See's mit anderen Wasserbecken aufgespeichert ist. Von gleicher Wichtigkeit ist es aber auch, dass wir an der Hand solcher Listen uns sofort über die Composition des Plankton in den auf einander folgenden Jahreszeiten informieren können, dass wir jeden Augenblick zu erfahren imstande sind, wann die Artenmannichfaltigkeit am grössten und wann sie am kleinsten ist. Auch geben uns diese Verzeichnisse Ausweis über die Maxima und Minima des Individuenbestandes einzelner Species und somit über den Zeitpunkt, wo man die reichlichsten Mengen davon zu Studienzwecken erhalten kann. Aus allen diesen Gründen ist es von Werth, dass solche Zählungen einmal durchgeführt werden. Aus dem nächstfolgenden Abschnitt (E) wird übrigens noch hervorgehen, dass diesen scheinbar trockenen Zahlen auch Resultate zu verdanken sind, welche unsere biologischen Kenntnisse erweitern und Licht auf gewisse Lebenseigenthümlichkeiten der Planktonorganismen werfen, die wir vielleicht sonst garnicht kennen gelernt hätten.

Davon wird in einem Rückblick auf die Zählergebnisse die Rede sein; zunächst aber mögen diese selbst in extenso folgen.

No. 1.

Datum: 1. Oktober 1894. Wassertemperatur: 13,2° Cels.

Volumen für 1 qm: 157 ccm.

<i>Dinobryon divergens</i>	117750
<i>Dinobryon stipitatum</i>	70650
<i>Ceratium hirundinella</i>	176625
<i>Polyarthra platyptera</i>	706500
<i>Triarthra longiseta</i>	294375
<i>Anuraea cochlearis</i>	471000
<i>Anuraea aculeata</i>	58875
<i>Conochilus volvox</i>	23550
<i>Hyalodaphnia kahlbergensis</i>	129525
<i>Bosmina longirostris</i>	294375
<i>Cyclops oithonoides</i>	905105
Larven desselben	200175
<i>Eurytemora lacustris</i>	11775
<hr/>	
<i>Melosira-Fäden</i>	353250
<i>Fragilaria crotonensis</i>	141300

<i>Asterionella gracillima</i>	2413300
<i>Clathrocystis aeruginosa</i>	94200

No. 2.

10. Oktober 1894. 12,5° Cels.

	118 ccm.
<i>Rhaphidiophrys pallida</i>	70658
<i>Dinobryon divergens</i>	18450
<i>Eudorina elegans</i>	35225
<i>Ceratium hirundinella</i>	29516
<i>Synchaeta tremula</i>	12000
<i>Synchaeta pectinata</i>	12000
<i>Polyarthra platyptera</i>	164850
<i>Triarthra longiseta</i>	541650
<i>Anuraea cochlearis</i>	117750
<i>Anuraea aculeata</i>	17662
<i>Hyalodaphnia kahlbergensis</i>	105975
<i>Bosmina longirostris</i>	176625
<i>Cyclops oithonoides</i>	600525
Larven desselben	141300
<i>Diaptomus graciloides</i>	11775
<hr/>	
<i>Melosira-Fäden</i>	211950
<i>Fragilaria crotonensis</i>	47100
<i>Asterionella gracillima</i>	883125
<i>Clathrocystis aeruginosa</i>	99866

No. 3.

20. Oktober 1894. 11° Cels.

	79 ccm.
<i>Rhaphidiophrys pallida</i>	39250
<i>Dinobryon divergens</i>	15700
<i>Eudorina elegans</i>	23550
<i>Codonella lacustris</i>	3925
<i>Asplanchna helvetica</i>	7850
<i>Synchaeta tremula</i>	41213
<i>Synchaeta pectinata</i>	23550
<i>Polyarthra platyptera</i>	105975
<i>Triarthra longiseta</i>	208025
<i>Anuraea cochlearis</i>	82425
<i>Anuraea aculeata</i>	26166

Hyalodaphnia kahlbergensis	51025
Bosmina longirostris	160925
Cyclops oithonoides	942000
Larven desselben	15700
Dioptomus graciloides	31400
<hr/>	
Melosira-Fäden	113825
Fragilaria crotonensis	58875
Asterionella gracillima	894900
Clathrocystis aeruginosa	31400

No. 4.

1. November 1894. 9,8° Cels.

118 ccm.

Synchaeta tremula	19625
Synchaeta pectinata	58875
Polyarthra platyptera	82425
Triarthra longiseta	121025
Anuraea cochlearis	98125
Anuraea aculeata	7850
Hyalodaphnia kahlbergensis	117750
Bosmina longirostris	151225
Bosmina coregoni	15700
Cyclops oithonoides	376800
Larven desselben	117750
Eurytemora lacustris	27475
<hr/>	
Melosira-Fäden	290450
Fragilaria crotonensis	43175
Asterionella gracillima	435675
Clathrocystis aeruginosa	3140

No. 5.

10. November 1894. 8,5° Cels.

79 ccm.

Asplanchna helvetica	11775
Synchaeta tremula	11775
Synchaeta pectinata	29437
Polyarthra platyptera	151112
Triarthra longiseta	170737
Anuraea cochlearis	35325

<i>Anuraea aculeata</i>	82425
<i>Hyalodaphnia kahlbergensis~</i>	11775
<i>Bosmina longirostris</i>	188400
<i>Bosmina coregoni</i>	47100
<i>Cyclops oithonoides</i>	135412
Larven desselben	176125
<i>Diaptomus graciloides</i>	11775
<hr/>	
Melosira-Fäden	105975
<i>Asterionella gracillima</i>	5888
<i>Clathrocystis aeruginosa</i>	23550
<i>Anabaena flos aquae</i>	7850

No. 6.

20. November 1894.

7,9° Cels.

102 ccm.

<i>Asplanchna helvetica</i>	7850
<i>Synchaeta tremula</i>	19625
<i>Synchaeta pectinata</i>	15700
<i>Polyarthra platyptera</i>	100087
<i>Triarthra longiseta</i>	135412
<i>Mastigocerca capucina</i>	52988
<i>Anuraea cochlearis</i>	58875
<i>Anuraea aculeata</i>	15700
<i>Hyalodaphnia kahlbergensis</i>	82425
<i>Bosmina longirostris</i>	287837
<i>Bosmina coregoni</i>	11775
<i>Cyclops oithonoides</i>	529875
Larven desselben	88312
<i>Eurytemora lacustris</i>	34383
<hr/>	
Melosira-Fäden	23550
<i>Fragilaria crotonensis</i>	23558
<i>Asterionella gracillima</i>	47100
<i>Clathrocystis aeruginosa</i>	27575
<i>Anabaena flos aquae</i>	8750

No. 7.

1. Dezember 1894.

5,1° Cels.

39 ccm.

<i>Pandorina morum</i>	5888
<i>Eudorina elegans</i>	5888

Synchaeta tremula	11775
Synchaeta pectinata	29438
Polyarthra platyptera	100088
Anuraea cochlearis	23550
Bosmina longirostris	102083
Bosmina coregoni	5888
Cyclops oithonoides	52988
Larven desselben	105975
Diaptomus graciloides	47100
Eurytemora lacustris	60768
Melosira-Fäden	647625
Asterionella gracillima	7850

No. 8.

10 December 1895.

5° Cels.

19,6 ccm.

Synchaeta tremula	15366
Synchaeta pectinata	7850
Polyarthra platyptera	141304
Triarthra longiseta	11775
Anuraea cochlearis	8831
Hyalodaphnia kahlbergensis	3925
Bosmina longirostris	82425
Bosmina coregoni	8831
Diaptomus graciloides	14719
Eurytemora lacustris	147187
Melosira-Fäden	129525
Clathrocystis aeruginosa	5882

No. 9.

20. December 1894.

4° Cels.

26 ccm.

Polyarthra platyptera	86350
Triarthra longiseta	7850
Conochilus volvox	5800
Anuraea cochlearis	3925
Bosmina longirostris	70650
Bosmina coregoni	11775
Diaptomus graciloides	7850

Eurytemora lacustris	94200
Melosira-Fäden	571087
Asterionella gracillima	6850
Clathrocystis aeruginosa	7800

No. 10.

3. Januar 1895.

2,5° Cels.

	20 cem.
Synchaeta tremula	31400
Polyarthra platyptera	94200
Anuraea cochlearis	7850
Bosmina longirostris	54950
Bosmina coregoni	11850
Diaptomus graciloides	23550
Eurytemora lacustris	66725
Melosira-Fäden	384650

No. 11.

10 Januar 1895.

2° Cels.

	24 cem.
Synchaeta tremula	11775
Polyarthra platyptera	15700
Anuraea cochlearis	5888
Bosmina longirostris	11775
Bosmina coregoni	11775
Diaptomus graciloides	(ganz vereinzelt)
Eurytemora lacustris	17663
Melosira-Fäden	1089188
Asterionella gracillima	39250

No. 12.

20. Januar 1895.

1,3° Cels.

	20 cem.
Synchaeta tremula	58875
Synchaeta pectinata	7850
Polyarthra platyptera	88313
Anuraea cochlearis	5888
Hyalodaphnia cristata	3925

Bosmina longirostris	17612
Cyclops oithonoides	(ganz vereinzelt)
Larven desselben	19625
Diaptomus graciloides	11775
Eurytemora lacustris	41211
Melosira-Fäden	871350

No. 13.

1. Februar 1895. 0,7° Cels.

20 ccm.

Synchaeta tremula	62800
Synchaeta pectinata	7850
Polyarthra platyptera	51025
Triarthra longiseta	3925
Anuraea cochlearis	8831
Hyalodaphnia kahlbergensis	3925
Bosmina longirostris	17663
Cyclops oithonoides	3925
Larven desselben	14719
Erytemora lacustris	16485 (nur jüngere Exemplare)
Melosira-Fäden	2366775
Fragilaria crotonensis	3925
Asterionella gracillima	82425

No. 14.

10 Februar 1895. 0,5° Cels.

16 ccm.

Synchaeta tremula	54950
Synchaeta pectinata	(vereinzelt)
Polyarthra platyptera	35525
Anuraea cochlearis	(vereinzelt)
Bosmina longirostris	(vereinzelt)
Cyclops oithonoides	3140
Larven desselben	(vereinzelt)
Diaptomus graciloides	(vereinzelt)
Eurytemora lacustris	9420
Melosira-Fäden	1365000
Asterionella gracillima	39250
Diatoma tenue, var. elongatum	(vereinzelt)

No. 15.

20. Februar 1895.

0,5° Cels.

16 cem.

Synchaeta tremula	200108
Synchaeta pectinata	11775
Polyarthra platyptera	23550
Anuraea cochlearis	3925
Bosmina longirostris	7850
Cyclops oithonoides	7850
Larven desselben	3925
Diaptomus graciloides	5887
Eurytemora lacustris	27475
Melosira-Fäden	1848675
Fragilaria crotonensis	3925
Asterionella gracillima	78500

No. 16.

1. März 1895.

0,5° Cels.

8 cem.

Synchaeta tremula	78500
Polyarthra platyptera	15700
Hyalodaphnia cristata	471
Bosmina longirostris	5181
Cyclops oithonoides	2669
Larven desselben	7850
Eurytemora lacustris	12089
Melosira-Fäden	1483650
Fragilaria crotonensis	8831
Fragilaria capucina	3925
Asterionella gracillima	47100

No. 17.

10. März 1895.

0,5° Cels.

12 cem.

Synchaeta tremula	341475
Polyarthra platyptera	8243
Triarthra longiseta	3925
Hyalodaphnia cristata	3140
Bosmina longirostris	2041
Cyclops oithonoides	4082

Larven desselben	16770
Eurytemora lacustris	17741
Melosira-Fäden	1603175
Asterionella gracillima	161317

No. 18.

20. März 1895. 0,5° Cels.
20 ccm.

Dinobryon stipitatum	3925)
Mallomonas acaroides	3925	
Eudorina elegans	3925	
Gymnodinium fuscum	3925	
Ceratium hirundinella	3925	
Staurophryxa elegans	3925	
Synchaeta tremula	361100	
Polyarthra platyptera	19625	
Triarthra longiseta	5887	
Anuraea cochlearis	5887	
Hyalodaphnia cristata	5181	
Bosmina longirostris	3925	
Cyclops oithonoides	8321	
Larven desselben	24021	
Diaptomus graciloides	471	
Eurytemora lacustris	8949	
Melosira-Fäden	2437425	
Fragilaria crotensis	31400	
Fragilaria capucina	3925	
Synedra delicatissima	67196	
Asterionella gracillima	1884000	
Diatoma tenua, var. elongatum	(vereinzelt)	

No. 19.

1. April 1895. 1° Cels.
14 ccm.

Dinobryon stipitatum	11775
Eudorina elegans	3525

¹⁾ Eine Erklärung für die auffallend genaue Uebereinstimmung dieser (und anderer) Zahlen in den Tabellen findet man auf S. 25. Dort ist auch mitgetheilt, wie man derartige Angaben im Vergleich zu den übrigen aufzufassen hat. Z.

Gymnodinium fuscum	75557
Synchaeta tremula	621525
Eier derselben	912563
Polyarthra platyptera	17663
Triarthra longiseta	11775
Bosmina longirostris	5233
Cyclops oithonoides	7850
Larven derselben	20938
Eurytemora lacustris	9813
<hr/>	
Melosira-Fäden	1521930
Stephanodiscus astraea, var.	
spinulosa	23550
Fragilaria crotonensis	109475
Fragilaria capucina	43175
Diatoma tenue, var. elongatum	359138
Synedra ulna	148365
Synedra delicatissima	444550
Asterionella gracillima	4839525

No. 20.

10. April 1895.

3,7° Cels.

39 cem.

Dinobryon stipitatum	98125
Eudorina elegans	13083
Ceratium hirundinella	19625
Synchaeta tremula	2884875
Eier derselben	588750
Synchaeta pectinata	2617
Polyarthra platyptera	12750
Anuraea aculeata	2617
Cyclops oithonoides	157000
Larven derselben	23550
Eurytemora lacustris	5233
<hr/>	
Melosira-Fäden	4003500
Fragilaria crotonensis	335588
Fragilaria capucina	39250
Diatoma tenue var. elongatum	1530750
Synedra longissima	58875
Synedra delicatissima	706500
Asterionella gracillima	6652875

No. 21.

20. April 1895.

5,8° Cels.

79 ccm.

Dinobryon stipitatum	78500
Eudorina elegans	26167
Ceratium hirundinella	88967
Synchaeta tremula	1805000
Eier derselben	314000
Synchaeta pectinata	(vereinzelt)
Polyarthra platyptera	86350
Anuraea cochlearis	5233
Hyalodaphnia cristata	2617
Cyclops oithonoides	94200
Larven derselben	10467
Diaptomus graciloides	3927
Eurytemora lacustris	6541
<hr/>	
Melosira-Fäden	8556000
Stephanodiscus astraea, var.	
spinulosa	157000
Fragilaria crotonensis	1256000
Fragilaria capucina	549500
Diatoma tenue, var. elongatum	8949000
Synedra longissima	628000
Synedra delicatissima	2983000
Asterionella gracillima	9106000

No. 22.

1. Mai 1895.

9° Cels.

87 ccm.

Dinobryon divergens	53380
Dinobryon stipitatum	232360
Eudorina elegans	103620
Ceratium hirundinella	6280
Staurophrya elegans	99433
Synchaeta tremula	588750
Eier derselben	294375
Polyarthra platyptera	59660
Anuraea cochlearis	6280
Anurae aculeata	3140

Cyclops oithonoides	15700
Larven desselben	6280
Melosira-Fäden	2355000
Cyclotella comta, var. radiosa	37680
Fragilaria crotonensis	990875
Fragilaria capucina	353250
Diatoma tenue, var. elongatum	31674750
Synedra longissima	942000
Synedra ulna	883125
Synedra delicatissima	3238095
Asterionella gracillima	2590500

No. 23.

10. Mai 1895. 9,2° Cels.
196 ccm.

Dinobryon divergens	4710000
Dinobryon stipitatum	2590500
Uroglena volvox ¹⁾	
Eudorina elegans	47100
Ceratium hirundinella	78500
Dileptus tracheliooides	
Codonella lacustris	
Carchesium polypinum	
Staurophrya elegans	
Synchaeta tremula	54950
Polyarthra platyptera	227650
Triarthra longiseta	
Bipalpus vesiculosus	
Anuraea cochlearis	
Conochilus unicornis	
Bosmina longirostris	
Leptodora hyalina	
Cyclops oithonoides	47100
Larven desselben	(sehr vereinzelt).
Melosira-Fäden	942000
Fragilaria crotonensis	2826000

¹⁾ Uroglena war zahlreich in den Fängen vorhanden, konnte aber später nicht mehr gezählt werden, weil sich die kugeligen Verbände dieser Monaden inzwischen in der Conservierungsflüssigkeit (Chromsäure) aufgelöst hatten. Z.

<i>Fragilaria capucina</i>	706500
<i>Diatoma tenue</i> , var. <i>elongatum</i>	91374000
<i>Synedra longissima</i>	471000
<i>Synedra ulna</i>	824250
<i>Synedra delicatissima</i>	5652000
<i>Asterionella gracillima</i>	4003500

No. 24.

13. Mai 1895. 11° Cels.

	137 cm.
<i>Dinobryon divergens</i>	4160800
<i>Dinobryon stipitatum</i>	1727000
<i>Uroglena volvox</i> ¹⁾	196250
<i>Eudorina elegans</i>	183166
<i>Ceratium hirundinella</i>	117750
<i>Dileptus trachelioides</i>	235000
<i>Tintinnidium fluviatile</i>	196000
<i>Polyarthra platyptera</i>	392000
<i>Anuraea cochlearis</i>	78500
<i>Diaptomus graciloides</i>	39250
<hr/>	
<i>Melosira</i> -Fäden	1099000
<i>Cyclotella comta</i> , var. <i>radiosa</i>	471000
<i>Fragilaria crotonensis</i>	2590000
<i>Fragilaria capucina</i> ²⁾	314000
<i>Diatoma tenue</i> , var. <i>elongatum</i>	190362500
<i>Synedra longissima</i>	5102500
<i>Synedra ulna</i>	22372500
<i>Synedra delicatissima</i>	1962500
<i>Asterionella gracillima</i>	12167500

No. 25.

1. Juni 1895. 18,6° Cels.

	79 cm.
<i>Dinobryon divergens</i>	478850
<i>Dinobryon stipitatum</i>	541850
<i>Bipalpus vesiculosus</i> (Eier)	54940

¹⁾ Dieses Mal wurden die *Uroglena*-Kugeln sofort nach Abtötung des frischen Fangs gezählt.

²⁾ Von *Fragil. capucina* sind in diesem Protokoll nur die längeren Bänder berücksichtigt worden. Z.

Larven von Dreissensia polymorpha	39250
Fragilaria crotonensis	2276500
Diatoma tenue	23707000
Synedra longissima	1099000
Synedra ulna	314000
Synedra delicatissima	3689600
Asterionella gracillima	3454000

Dieser Fang blieb einige Wochen lang stehen, ehe er bearbeitet werden konnte. Inzwischen verfilzten sich leider die einzelnen Bestandtheile desselben und es war mir in der Folge nicht mehr möglich die Räderthiere und Copepoden einer Zählung zu unterwerfen. Sicher vorhanden waren aber die nachstehend verzeichneten Arten:

Polyarthra platyptera	
Anuraea cochlearis	
Anuraea aculeata	
Hyalodaphnia kahlbergensis	
Cyclops oithonoides	
Eurytemora lacustris.	Z.

No. 26.

25. Juni 1895.

20° Cels.

157 cem.

Dinobryon divergens	39250
Eudorina elegans	25120
Ceratium hirundinella	282600
Asplanchna helvetica	7850
Polyarthra platyptera	70650
Triarthra longiseta	47100
Bipalpus vesiculosus	109900
Eier desselben	66725
Anuraea (Notholca) longispina	31400
Anuraea cochlearis	78500
Anuraea aculeata	27425
Hyalodaphnia kahlbergensis	123450
Bosmina longirostris	1189275 (!)
Cyclops oithonoides	110275
Eurytemora lacustris	54950

<i>Fragilaria crotonensis</i>	3297000
<i>Asterionella gracillima</i>	7379000
<i>Anabaena flos aquae</i>	353250
<i>Gloiotrichia echinulata</i>	112516

No. 27.

19. Juli 1895.

17,2° Cels.

314 ccm.

<i>Dinobryon stipitatum</i>	157000
<i>Uroglena volvox</i>	235500
<i>Eudorina elegans</i>	(vereinzelt)
<i>Peridinium tabulatum</i>	(vereinzelt)
<i>Ceratium hirundinella</i>	863500
<i>Codonella lacustris</i>	104333
<i>Epistylis lacustris</i>	196250
<i>Asplanchna helvetica</i>	78500
<i>Synchaeta tremula</i>	(vereinzelt)
<i>Synchaeta pectinata</i>	(vereinzelt)
<i>Polyarthra platyptera</i>	300917
<i>Triarthra longiseta</i>	130833
<i>Bipalpus vesiculosus</i>	(vereinzelt)
<i>Notholca longispina</i>	157000
<i>Anuraea cochlearis</i>	549500
<i>Anuraea aculeata</i>	91583
<i>Conochilus unicornis</i> ¹⁾	117750 (Individuen ; Colonien nur vereinzelt)
<i>Hyalodaphnia kahlbergensis</i>	126908
<i>Bosmina longirostris</i>	340166
<i>Cyclops oithonoides</i>	196250
<i>Eurytemora lacustris</i>	130833
Dreissensia-Larven	261666
<hr/>	
<i>Fragilaria crontensis</i>	109375000
<i>Synedra delicatissima</i>	1177500
<i>Asterionella gracillima</i>	63585000
<i>Anabaena flos aquae</i> ²⁾	143916
<i>Gloiotrichia echinulata</i>	183167

¹⁾ Der im Gr. Plön. See vorkömmliche Conochilus ist *C. unicornis* Rousset.²⁾ Die Mehrzahl der Fadenknäuel von *Anabaena* waren mit Vorticellen besetzt.

No. 28.

1. August 1895.

17,5° Cels.

510 ccm.

Dinobryon divergens	1275000
Dinobryon stipitatum	1962000
Ceratium hirundinella	667062
Epistylis lacustris	94000
Asplanchna helvetica	78500
Polyarthra platyptera	239425
Triarthra longiseta	192325
Notholca longispina	188400
Anuraea cochlearis	321850
Anuraea aculeata	129525
Hyalodaphnia kahlbergensis	91875
Bosmina longirostris	639300
Cyclops oithonoides	408200
Eurytemora lacustris	62800
Dreissensia-Larven	282600
<hr/>	
Fragilaria crotonensis	21980000
Diatoma tenue, var. elongatum	98125
Synedra longissima	196250
Synedra delicatissima	1275625
Asterionella gracillima	95770000
Rhizosolenia longiseta	4043125
Gloiotrichia echinulata	235000

No. 29.

10. August 1895.

18° Cels.

862 ccm.

Dinobryon divergens	176525
Dinobryon stipitatum	294375
Ceratium hirundinella	1004800
Polyarthra platyptera	215975
Triarthra longiseta	78500
Notholca longispina	117750
Anuraea cochlearis	255125
Hyalodaphnia kahlbergensis	340167
Bosmina longirostris	392500
Bosmina coregoni	11775
Leptodora hyalina	3000

Cyclops oithonoides	264750
Eurytemora lacustris	58875
Dreissensia-Larven	366333
<hr/>	
Fragilaria crotonensis	209000
Asterionella gracillima	235500
Clathrocystis aeruginosa	183167
Anabæna flos aquæ	104667
Gloiotrichia echinulata	470000 !

No. 30.

20. August 1895. 18,5° Cels.

157 cem.	
Dinobryon divergens	78500
Dinobryon stipitatum	22550
Eudorina elegans	4710
Ceratium hirundinella	353250
Polyarthra platyptera	185653
Triarthra longiseta	52000
Mastigocerca capucina	8831
Notholca longispina	32185
Anuraea cochlearis	78500
Anuraea longiseta	29438
Hyalodaphnia kahlbergensis	77452
Bosmina longirostris	264938
Bosmina coregoni	19887
Cyclops oithonoides	480812
Larven desselben	471000
Eurytemora lacustris	55473
Dreissensia-Larven	103620
<hr/>	
Fragilaria crotonensis	29438
Gloiotrichia echinulata	70650

No. 31.

1. September 1895. 17° Cels.

196 cem.	
Dinobryon stipitatum	72220
Peridinium tabulatum	12036
Ceratium hirundinella	956130
Theilungsstadien desselben	60183

Dauercysten desselben	12036
Codonella lacustris	24073
Flosecularia cornuta	27082
Polyarthra platyptera	241518
Triarthra longiseta	120367
Notholca longispina	24000
Anuraea cochlearis	361100
Anuraea aculeata	30039
Hyalodaphnia kahlbergensis	198605
Bosmina longirostris	397210
Bosmina coregoni	24073
Leptodora hyalina	3140
Cyclops oithonoides	564067
Diaptomus graciloides	6018
Eurytemora lacustris	30092
Heterocope appendiculata	78
Dreissensia-Larven	42128
Wassermilben	157
<hr/>	
Fragilaria crotonensis	18055
Synedra delicatissima	30093
Asterionella gracillima	30000
Gloiotrichia echinulata	549

No. 32.

10. September 1895.

17,2° Cels.

157 ccm.

Rhaphidiophrys pallida	15700
Dinobryon divergens	15700
Dinobryon stipitatum	68000
Eudorina elegans	(vereinzelt)
Ceratium hirundinella	214567
Epistylis lacustris	(vereinzelt)
Polyarthra platyptera	180550
Triarthra longiseta	942000
Mastigocerca capucina	15700
Notholca longispina	(vereinzelt)
Anuraea cochlearis	62800
Anuraea aculeata	(vereinzelt)
Diaphanosoma brandtianum	15700
Hyalodaphnia kahlbergensis	185783

Bosmina longirostris	256433
Bosmina coregoni	44817
Leptodora hyalina	1177
Bythotrephes longimanus	78
Cyclops oithonoides	457538
Diaptomus graciloides	13083
Eurytemora lacustris	52333
Heterocope appendiculata	78
Wassermilben	387
Fragilaria crotonensis	13083
Synedra delicatissima	(vereinzelt)
Asterionella gracillima	15700
Clathrocystis aeruginosa	28783
Gloiotrichia echinulata	(ganz vereinzelt)

No. 33.

20. September 1895.	115 ccm.	15,5° Cels.
Ceratium hirundinella	54950	
Polyarthra platyptera	133450	
Triarthra longiseta	65417	
Mastigocerca capucina	10470	
Notholca longispina	(vereinzelt)	
Anuraea cochlearis	28783	
Anuraea aculeata	(vereinzelt)	
Diaphanosoma brandtianum	7850	
Hyalodaphnia kahlbergensis	277367	
Bosmina longirostris	162233	
Bosmina coregoni	26167	
Leptodora hyalina	78	
Cyclops oithonoides	669867	
Larven desselben	250833	
Diaptomus graciloides	10467	
Eurytemora lacustris	23550	
Dreissensia-Larven	7850	
Wassermilben	157	
Pediastrum pertusum	7850	
Fragilaria crotonensis	26167	
Asterionella gracillima	13083	
Clathrocystis aeruginosa	34017	

No. 34.

30. September 1895.

16° Cels.

94 cem.

<i>Rhaphidiophrys pallida</i>	(vereinzelt)
<i>Dinobryon divergens</i>	10467
<i>Ceratium hirundinella</i>	28783
<i>Polyarthra platyptera</i>	146533
<i>Triarthra longiseta</i>	60033
<i>Notholca longispina</i>	11775
<i>Anuraea cochlearis</i>	5233
<i>Anuraea aculeata</i>	(vereinzelt)
<i>Conochilus unicornis</i>	(vereinzelt)
<i>Diaphanosoma brandtianum</i>	(vereinzelt)
<i>Hyalodaphnia kahlbergensis</i>	112517
<i>Bosmina longirostris</i>	88967
<i>Bosmina coregoni</i>	2616
<i>Leptodora hyalina</i>	78
<i>Bythotrephes longimanus</i>	78
<i>Cyclops oithonoides</i>	319233
Larven desselben	78500
<i>Diaptomus graciloides</i>	7850
<i>Eurytemora lacustris</i>	39250
Dreissensia-Larven	(vereinzelt)
Wassermilben	314
<hr/>	
Melosira-Fäden	(vereinzelt)
<i>Fragilaria crotonensis</i>	154540
<i>Synedra delicatissima</i>	(vereinzelt)
<i>Asterionella gracillima</i>	112516
<i>Clathrocystis aeruginosa</i>	41867

E. Rückblick auf die Zählbefunde.

Das augenfälligste Ergebniss, welches uns die vorstehenden Tabellen liefern, ist dies: dass wir aus denselben ersehen, wie manche Species von limnetischen Organismen nur kurze Zeit hindurch an der Zusammensetzung des Süßwasserplankton betheiligt sind, wogegen andere eine mehr oder minder ausgeprägte Permanenz besitzen, die sich bei einigen sogar auf das ganze Jahr erstreckt. Im Allgemeinen liesse sich ein Winter- und ein Sommerplankton unterscheiden, wozu aber noch zwei engere Kategorien treten könnten, die für den

Herbst und das Frühjahr charakteristisch sind. Im Oktober und November herrschen z. B. die Copepoden in einem solchen Maasse vor, dass wir beinahe reines Crustaceenplankton vor uns haben und während der Zeit von März bis Mai wuchern fast alljährlich die Bacillariaceen so üppig, dass ihnen die Alleinherrschaft im Plankton zukommt. Das sind Verhältnisse, die man nicht übersehen darf und von denen man in erster Linie Kenntniss nehmen muss, wenn tiefere Einblicke in den Naturhaushalt der grossen Seen, an denen diese Erscheinungen zur Beobachtung gelangen, gewonnen werden sollen. Ich glaube es als das Hauptverdienst meiner Station in Anspruch nehmen zu dürfen, dass sie jedem Naturforscher die Möglichkeit gewährt, ausgedehnte Erfahrungen über die speziellen Vorgänge zu sammeln, die sich in der Welt des Plankton innerhalb längerer Perioden abspielen. Vor Errichtung der Plöner Anstalt, die mit allen wissenschaftlichen Hülfsmitteln für jenen Spezialzweck ausgestattet ist, gab es keine Gelegenheit, sich über diese Dinge zu orientieren, und jetzt beweist jeder der von mir erstatteten Jahresberichte, wie viel Neues auf diesem wichtigen Gebiete zu erforschen ist, wo sich die Interessen der biologischen Forschung mit denen des praktischen Fischereiwesens immer wieder auf's Neue begegnen. So lange wir nicht wissen, wie es mit den Lebensbedingungen und den wechselseitigen Beziehungen jener Kleinwesen bestellt ist, die den hauptsächlichsten Lebensherd in unseren Gewässern bilden, so lange tappen wir auch bezüglich der Principien einer rationellen Fischereilehre im Dunkeln. Darüber darf man sich nicht täuschen und wer anderer Meinung über diesen Punkt ist, befindet sich im Irrthum. Leider wird diese Sachlage gegenwärtig auch an denjenigen Stellen noch nicht richtig erkannt, welche über die Macht und die Mittel verfügen, Fischerei und Wissenschaft nachhaltig zu fördern. —

Um die Zählresultate besser überschauen zu können, habe ich mir zu meinem Privatgebrauch von jeder Planktonspecies eine Liste angefertigt, welche deren numerische Verhältnisse für das ganze Beobachtungsjahr enthält. Diese Listen benutze ich nunmehr dazu, um die wechselnden Mengenverhältnisse der einzelnen Arten, namentlich aber die eintretenden Maxima im Vorkommen derselben, übersichtlich und zum praktischen Gebrauch für andere Beobachter zusammenzustellen.

1. Protozoen.

Raphidiophrys pallida. — Im vorjährigen (3.) Forschungsberichte habe ich dieses Heliozoon als eine „Herbsterscheinung“ im Plankton bezeichnet und dies hat heuer wieder seine Bestätigung

gefunden. Am 30. Oktober 1894 constatierte ich 70658 für 1 qm, zehn Tage später aber nur noch 39250. Im September 1895 betrug ihre Anzahl für die Flächeneinheit 15700; gegen Ende desselben Monats (30.) sah ich sie nur noch vereinzelt.

Acanthocystis lemani. — Dieses Sonnenthier gehört zu den Bestandtheilen des Sommer-Plankton. Ich sah es im Juli und August öfter bei Durchsicht von Oberflächenfängen. Im Zählmaterial konnte ich aber dieses Wesen wegen seiner Kleinheit nicht sicher genug erkennen und nahm deshalb Abstand von einer numerischen Bestimmung seiner Menge.

Dinobryon divergens und *D. stipitatum*. — Beide Dinobryon-Species kommen neben einander vom Frühjahr bis zum Herbst (Oktober) im Plankton des Gr. Plöner See's vor. Das Maximum von *divergens* war 4710000 (10. Mai 1895); das von *stipitatum* fiel in die gleiche Zeit und belief sich auf 2590000.¹⁾ In der unter dem Namen „Bischofssee“ bereits erwähnten Bucht befanden sich am ersten Mai über 5 Millionen von *D. divergens* unter 1 qm bei nur 5 m Höhe des Netzzuges, sodass dort etwa eine Million dieser Flagellaten-Colonien in 1 Cubikmeter Wasser enthalten waren, d. h. 1000 Stück im Volumen eines einzigen Liters. Ohne Anwendung des Zählverfahrens würden wir von dieser enormen Produktion uns gar keinen Begriff zu verschaffen im Stande sein. Von *D. stipitatum* entfielen am nämlichen Tage im Bischofssee nur 480 Stück auf das Liter. Bedenken wir aber, dass hierzu noch eine grosse Anzahl anderer Organismen kommen, und zwar hauptsächlich *Bacillariaceen*, so müssen wir über die Zeugungskraft des Wassers erstaunen. Wenn wir nur die am zahlreichsten vorhanden gewesenen Arten in Rechnung stellen, so ergiebt sich für den Cubikmeter Wasser eine Organismenfülle von mehr als 8 Millionen und für das Liter eine solche von über 8000. Dabei sind aber auch die Colonien bloss als Individuen gezählt worden, sodass eventuell die Menge der vorhandenen Einzelsubjekte (Zellen) 20—30 Mal so gross für das angegebene Wasservolumen sein würde.

Uroglena volvox. — Diese kugelförmigen Flagellatenstücke erscheinen alljährlich zu Beginn des Mai im Plankton. Im Bischofssee

¹⁾ Zahlen, wie sie Apstein für die Dinobryen des Gr. Plöner See's 1892 erhalten hat, vermochte ich heuer nicht zu constatieren. Er verzeichnet z. B. für Anfang Juni des genannten Jahres 300 Millionen. Ich erhielt (1895) für denselben Monat (1. Juni) nur ungefähr 1 Million und für den Mai als Maximum $7\frac{1}{2}$ Millionen Colonien.

sind sie jedoch schon mehrere Wochen früher zu finden. Es kamen heuer im Maximum nicht über 200 000 davon auf 1 qm (19. Juli).

Mallomonas acaroides. — Die Pelzmonaden waren in diesem Sommer nicht häufig Ich fand sie nur in spärlicher Anzahl und nicht mehr als etwa 4000 (3925) pro Flächeneinheit, als ich sie zählte.

Eudorina elegans. -- Die grössten Mengen dieser Volvocinee produzierte der Mai. Das Maximum war für den Gr. See 180 000 (18./5. 95) gegen 900 000 im Bischofssee am 1. April.

Gymnodinium fusum. -- Die ersten vereinzelten Exemplare bemerkte ich am 10. März. Am 20. desselben Monats ergab die Zählung 3925 und am 1. April 75567 unter 1 qm, also nach Verlauf von 10 Tagen 19 Mal mehr.

Ceratium hirundinella. — Diese allbekannte Peridinee bildet namentlich im Juli und August einen numerisch ansehnlichen Bestandtheil der Fänge. Das Maximum war 1 Million (12./8. 95). In anderen (kleineren) Wasserbecken kommen aber gelegentlich viel bedeutendere Mengen vor, so z. B. habe ich am 5. Septbr. 1893 mehr als 90 Millionen unter 1 qm constatiert. Das Auftreten der ersten Ceratien erfolgt alljährlich mit grösster Pünktlichkeit in der ersten Dekade des März, und der anfangs recht geringe Bestand derselben vergrössert sich von Tag zu Tag, sodass wir schon im April das Vorhandensein grosser Mengen (bis zu 100 000) festzustellen vermögen. Die Zeit der üppigsten Vegetation fällt aber mit derjenigen der höchsten Wassertemperatur zusammen, wie ich in 4 aufeinander folgenden Jahren zu beobachten in der Lage war.

Dileptus trachelioides. — Dieses grosse (holotrichie) Infusorium war in diesem Jahre namentlich während des Maimonats häufig. Ich constatierte am 10. Mai (1895) über 200 000 pro Quadratmeter.

Codonella lacustris. — Hiervon kamen im Juli die grössten Mengen vor; bis zu 104 000 unter 1 qm (19. Juli).

Tintinnidium fluviale. — Blieb als Planktonbestandtheil auf das Frühjahr beschränkt; die Zählung eines Fanges vom 13. Mai ergab 196 000.

Carchesium polypinum. — Nur ganz vereinzelt im Mai.

Epistylis lacustris. — Vom Juli bis zum September in immer mehr zurückgehender Anzahl. Am 19. Juli: 196 250 Colonien unter 1 qm. Am 10. September nur noch selten vorkommend.

Stauropihya elegans. — Grössere Mengen von dieser schönen, freischwebenden Acinete treten stets nur im zeitigen Frühjahr auf. Heuer war sie gegen Ende April am zahlreichsten. Ich fand am 1. Mai 99433 Stück unter 1 qm. Apstein zählte am 5. Febr. 1893

für das gleiche Wasserquantum 34092. Die ersten (noch ganz ver-einzelten) Exemplare sah ich 1895 zu Ausgang (!) des Februar.

2. Räderthiere.

Von den Rotatorien gehören einige Species zu den permanenten Bestandtheilen des Plankton; andere dagegen kommen nur zu bestimmten Jahreszeiten vor, wie z. B. *Bipalpus vesiculosus*, den man — soweit dabei der Gr. Plöner See in Betracht kommt — selten vor Anfang Mai und fast niemals mehr nach Beginn des August in den Fängen antrifft. Mit dem Verhalten der übrigen Species, die für das hiesige Plankton charakteristisch sind, steht es wie folgt.

Asplanchna priodonta (var. *helvetica*). — Vorkommen: Juni bis November. Maximum: Juli und August mit 70000. Aus Apsteins Aufzeichnungen¹⁾ entnehme ich, dass er im Dieksee (4. Juni 1893) die Zahl von 55146 pro Quadratmeter erhalten hat. Der Meistbetrag für den genannten See dürfte damit aber noch nicht erreicht gewesen sein.

Synchaeta tremula. — Vorkommen: Permanent, vom Oktober an, den Winter hindurch bis Mitte Mai zahlreich; dann nur noch vereinzelt.²⁾ Maximum: 2884875. Zahl der Eier am gleichen Tage (10. April): 588750.

Synchaeta pectinata. — Vorkommen: wie bei *S. tremula*, aber niemals in ähnlicher Menge. Maximum: 58875 (1. Nov.).

Polyarthra platyptera. — Vorkommen: Permanent durch das ganze Jahr. Maximum: 1. Oktober mit 706500. Die grössten Monatsmittel waren für Oktober und Mai zu verzeichnen; die durchschnittlichen Mengen betrugen 325755 und 226436.

Triarthra longiseta. — Vorkommen: Anscheinend ebenfalls permanent. Maximum: 541650 am 10. Oktober.

Bipalpus vesiculosus. — Vorkommen: Von Anfang Mai bis Ende Juli. Maximum: 109000 und 66725 Eier.

Anuraea (Notholca) longispina. — Vorkommen: Juni bis September. Maximum: 188400.

Anuraea cochlearis. — Vorkommen: Permanent mit dazwischenfallenden Perioden der Vereinzelung. Maximum: 549500 am 19. Juli.

¹⁾ Vergl. Festschrift für Weismann. 1894.

²⁾ Dies stimmt genau mit Apsteins Beobachtungen für 1892/93 überein, insofern dieser Autor schreibt: „Die Synchäten kommen im Gr. Plöner See am Anfang des Jahres vor, gegen den Sommer hin wurden sie spärlicher.“ Festschr. f. Weismann, S. 17.

Anuraea aculeata. — Vorkommen: Mai bis November. Maximum: 129525 am 1. August.

Conochilus volvox (var. *unicornis*). — Vorkommen: Mai bis December. Wahrscheinliches Maximum: 117750 am 19. Juli. Bei Eintritt der kälteren Jahreszeit wird diese Species zusehends seltener.

3. Crustaceen.

Die kleinen Cruster sind wegen ihrer relativ bedeutenden Körperdimensionen und auch hinsichtlich ihrer ansehnlichen Mengenziffern als der Hauptbestandtheil des Süßwasserplankton zu betrachten. Dazu kommt noch die grosse Beständigkeit ihres Auftretens, die sich bei manchen Arten durch alle Jahreszeiten erstreckt. Für den Gr. Plöner See sind namentlich folgende Species von Bedeutung, die ich deshalb auch einer genaueren Controle unterzogen habe. Es sind das:

Hyalodaphnia kahlbergensis. — Vorkommen: vom Juni bis zum nächstjährigen Februar; zuletzt allerdings nur vereinzelt. Maximum: 340168 pro Quadratmeter (12. Aug.); ein anderer Höhepunkt der Vermehrung liess sich im September konstatieren (277367). — Meine Wahrnehmung, dass die Herbstgenerationen bei dieser Species immer einen stark verkürzten Kopftheil besitzen, wodurch sie ganz erheblich von dem sommerlichen Typus abweichen, ist zunächst — wie ja das gewöhnlich geschieht — in Zweifel gezogen worden. Kurze Zeit darauf stellte aber Th. Stingelin¹⁾ für 3 andere Cladoceren-Arten einen deutlich ausgeprägten Saisondimorphismus fest und berief sich dabei auf meine früheren Beobachtungen an *Hyalodaphnia*. Derselbe Autor wies auch auf die Unbeständigkeit der Zahn-Zahl an den Analrändern von *Daphnia pulex* hin und kam in Folge dessen zu demselben Resultat wie ich, nachdem ich *Hyalodaphnia kahlbergensis* in Bezug auf dasselbe Merkmal untersucht hatte²⁾, d. h. er hob die gänzliche Unbrauchbarkeit dieser Zähnchen für die Speciesbestimmung hervor, weil sie schon bei den einzelnen Individuen in sehr verschiedener Anzahl vorkommen. Auf die grosse Variabilität der *Hyalodaphnien*-Gruppe überhaupt ist in neuester Zeit am nachdrücklichsten von W. Hartwig hingewiesen worden, der über

¹⁾ Stingelin: Die Cladoceren der Umgebung von Basel (Inauguraldissertation), 1895.

²⁾ Forschungsberichte aus der Biolog. Station zu Plön. 1. Theil, 1893 S. 43 u. ff.

ein sehr reiches Material aus Seen der Umgebung von Berlin verfügte¹⁾.

Bosmina longirostris. — Diese Species scheint das ganze Jahr über vorhanden zu sein ; in der Zeit von März bis Mai trat sie freilich nur sehr vereinzelt auf. Das Maximum fiel in den Juni mit 1189275 Exemplaren.

Bosmina coregoni. — Vorkommen: August bis zum Januar. An Anzahl bleibt sie aber bedeutend hinter *B. longirostris* zurück. Ihr Maximum war 47000 am 10. November.

Leptodora hyalina. — Vorkommen: Vom Mai bis tief in den November hinein. Das Maximum hielt sich zwischen 3000—4000 Stück unter 1 qm (August).²⁾

Bythotrephes longimanus. — Diese interessante Daphnide gehört zu den selteneren Planktonwesen im Gr. Plöner See. Ihre Maximalzahl entfiel auf den August und betrug 157. Dies stimmt mit der Zählung von Apstein³⁾ gut überein, nach welcher am 14. Aug. 1892 etwa 150 Exemplare von *Bythotrephes* (pro Quadratmeter) im hiesigen See vorhanden waren.

Cyclops oithonoides. — Mit Ausnahme der Monate December, Januar und Februar fehlt dieser Copepode niemals in den Fängen. Das Maximum erreicht er im Oktober mit 905000. Die grössten durchschnittliche Individuenzahl besitzen die Monate August (mit 384587), September (mit 502175), Oktober (mit 815877) und November (mit 347362). Vom Februarbeginn bis zu Ende Mai sind im Mittel stets nur etwa 50000 unter 1 qm zu finden. Diesem Zeitintervall entspricht auch eine sehr geringe Menge von Larven: 10000 bis 20000 unter der Flächeneinheit, wogegen in den Monaten September, Oktober und November etwa 120000, also mindestens 8 Mal so viel auf 1 Quadratmeter kommen.

Diaptomus graciloides. — Diese Species scheint in den Sommermonaten (Juni bis Ende August) vollständig zu verschwinden⁴⁾ oder mindestens eine solche Verminderung zu erleiden, dass sie vielleicht

¹⁾ W. Hartwig: Die Krebstiere der Provinz Brandenburg. Naturwiss. Wochenschrift Nr. 43, 44 und 45, 1895.

²⁾ In der Vierersee-Bucht ist *Leptodora* weit zahlreicher. Hier fand ich schon am 1. Mai über 5000 Stück unter 1 qm bei nur 5 m Tiefe.

³⁾ Vgl. Schriften des Naturwiss. Vereins für Schleswig-Holstein. 10. Bd. 1, Heft, 1893. S. 97.

⁴⁾ Auch Apstein hat (1892) diese Wahrnehmung gemacht, wie aus folgender Stelle (l. c. S. 17) seines Berichts hervorgeht: „In meiner Tabelle findet sich eine Lücke bei *Diaptomus*, den ich im Juli und August nicht antraf (Gr. Plöner See).“

erst einmal zu finden sein würde, wenn man ein ganzes Dutzend Verticalfänge machen und diese daraufhin untersuchen würde. Dass sie absolut fehlt, dürfte kaum anzunehmen sein. Im September beginnt die Zeit ihrer grösseren Häufigkeit und im December wird das Maximum mit ungefähr 50 000 Exemplaren erreicht.¹⁾ Die niedrigsten Zahlen liefern die Monate Februar, März und April. Bezeichnend für diese Species ist der Umstand, dass oft auch bei den in kurzen Zwischenräumen (10 Tage) auf einanderfolgenden Zählungen die Ergebnisse sehr ungleichmässig sind, sodass dieselben gelegentlich um 100 % von einander abweichen. Auf blosses Missgeschick bei Ausführung der Fänge dürfte dies nicht zurückzuführen sein.

Eurytemora lacustris. — Vorkommen: das ganze Jahr über, mit Ausnahme des Monats Mai. Maximum: am 10. December mit 147187 und am 19. Juli mit 130833. Nach Apsteins Aufzeichnungen war 1892 diese Species im November und Juni am zahlreichsten. Die Höhepunkte der Produktion lagen somit gleichfalls 6 Monate aus einander.

4. Die Larven von *Dreissensia polymorpha*.

Die bekannte Wandermuschel ist sehr zahlreich im Gr. Plöner See zu finden und ihre freischwärzenden Larven bilden namentlich im Juli und August einen nicht zu unterschätzenden Planktonbestandtheil. In diesem Jahre (1895) beobachtete ich die ersten Exemplare zu Anfang Juni. Die damaligen Zählungen ergaben aber nur 39250 unter 1 qm. Vier Wochen später war ihre Menge schon auf 250 000 angestiegen und am 12. August konnte ich das Maximum mit 366 333 feststellen. Von da an erfolgte ein allmählicher Rückgang und bei Abschluss meiner Zählungen (30. September) sah ich bloss noch vereinzelte Exemplare.

5. Algen.

Zu gewissen Zeiten besteht das Limnoplankton ganz vorherrschend aus pflanzlichen Organismen, wogegen die thierischen Bestandtheile fast gänzlich in Bezug auf Anzahl und Masse zurücktreten. Namentlich sind es Bacillariaceen (Diatomeen) und Phykochromaceen, welche gelegentlich in solchen Mengen auftreten, dass die oberen Wasserschichten eine deutlich wahrnehmbare Trübung dadurch erleiden. Den üppigen Wucherungen solcher vegetabilischen Wesen sind dann immer ausserordentlich grosse Fangvolumina zu verdanken,

¹⁾ 1892 fiel es (nach Apstein) in den Januar.

wie z. B. diejenigen vom 20. Mai und vom 10. August, welche unser Curvenbild (siehe oben S. 16) zur Anschauung bringt. Manche von diesen Algenspecies sind nur während einiger Wochen im Plankton zu finden, andere dauern aber viel länger aus und bleiben mehrere Monate hindurch dominierende Erscheinungen in der limnetischen Lebewelt. Wie bedeutend die Maxima sind, welche sich bei Zählung der betreffenden Wesen ergeben, ersieht man aus den nachstehenden Aufzeichnungen.

Melosira-Fäden. — Für den Gr. Plöner See kommt lediglich *Melosira distans*, var. *laevissima* in Betracht. Eine Spezialbeschreibung derselben ist im 3. Theile der „Forschungsberichte“ (S. 109—112) enthalten. In den Sommermonaten (vom Juni bis zum September) treten die gelblichen Fädchen dieser Species nur vereinzelt auf. Vom Oktober ab beginnt die stärkere Vermehrung und der erste Höhepunkt ihrer Produktion fällt in den December mit 600000 pro Quadratmeter. Später (10. Jan.) waren 1 Million Fäden zu constatieren. Am 1. Febr. bereits 2 Millionen. Den März über hielt sich der Bestand auf annähernd gleicher Höhe und am 10. April lieferte die Zählung 4 Millionen. Zehn Tage später (20. April) trat das Maximum mit 8 Millionen ein. Dann liess sich eine rasche Abnahme wahrnehmen und zu Anfang Juni waren nur noch wenige Fäden in den Fangproben zu entdecken. — Die Buchten des Gr. Plöner See's erwiesen sich zeitweilig als viel melosirenreicher als dieser selbst, und namentlich stellte sich für den Vierer-See eine ganz enorme Produktion hinsichtlich dieser Bacillariacee heraus. Am 27. November lieferte letztgenannter See 1012650000 Fäden für 1 qm bei nur 10 m Tiefe, also für 10 cem Wasser; am 24. December 499 Millionen, am 11. Febr. 107 Millionen und am 10. April 47 Millionen. Für den Bischofssee waren derartige Mengen nicht zu verzeichnen; derselbe wies nur etwa die gleichen Zählungsergebnisse für *Melosira* auf, wie der Grosse See.

Fragilaria crotonensis. — Die bandförmigen Zellverbände dieser Diatomeen-Art sind mit Ausnahme der Monate December und Januar das volle Jahr hindurch im Plankton vorhanden, aber in sehr wechselnder Anzahl. Vom April bis in den August hinein ist die Hauptzeit ihres Vorkommens. Das Maximum betrug 109 Millionen pro Quadratmeter Seefläche (19 Juli). — Manche der zierlichen Bänder zeigen eine leichte Schraubendrehung. Gegen den Herbst hin sind dieselben stets kürzer und bestehen aus weniger Frusteln, als im Hochsommer.

Fragilaria capucina. — Vorkommen: Von Anfang März bis Ende Mai; von da ab manchmal noch vereinzelt. Maximum: 700 000 (10. Mai). In demselben Monat erreichen auch bei dieser Art die Bänder ihre grösste Länge. Am 22. Mai 1894 beobachtete ich ein solches von 7,2 mm mit 320 Frusteln; heuer aber ein noch längeres, ein förmliches Riesenexemplar von 11,7 mm, welches 2428 Individuen enthielt. Am 23. Mai 1895 unterwarf ich nur diese langen Bänder der Zählung und ermittelte 314 000 unter 1 qm. Rechnet man immer durchschnittlich bloss 150 Frusteln auf jedes, so ergiebt das über 47 000 000 Zellen. Diese Zahl würde aber veracht- oder verzehnfacht werden müssen, um die Mengenziffer für alle an jenem Tage unter 1 qm vorkommenden Frusteln von *Fragilaria capucina* zu erhalten.

Diatoma tenue, var. *elongatum*. — Die langen, zickzackförmigen Ketten dieser Art sind vom Februar bis zu Anfang Juni im Plankton anzutreffen. Das Maximum ihrer Vermehrung fällt in den Mai. Ich constatierte am 13. genannten Monats (1895) über 190 Millionen Ketten von *Diatoma tenue* pro Quadratmeter; am 1. Juni waren es immer noch 23 Millionen, aber von da ab trat eine rapide Abnahme derselben ein und 14 Tage später liessen sich nur noch geringe Spuren als Ueberbleibsel von jenen enormen Mengen nachweisen.

Synedra ulna, var. *longissima*. — Vorkommen: April bis August. Maximum: 5102 500. (13. Mai).

Synedra delicatissima. — Vorkommen: Vom April bis zum August in grösserer Menge; im September nur noch vereinzelt. Maximum: 5 Millionen (10. Mai). Der Bischofsee lieferte für den 1. April 44½ Millionen davon. Vier Wochen später (1. Mai) war diese Anzahl bis 5 Millionen herabgemindert. Da sich die betreffenden Mengen beim Bischofssee auf nur 5 Cubikmeter Wasser beziehen, so kamen auf 1 cm am 1. April 8,9 Millionen und am 1. Mai nur 1 Million. Das ist also binnen 30 Tagen eine Reduktion um 7,9 Millionen, d. h. ein täglicher Rückgang von über $\frac{1}{4}$ Million.

Asterionella gracillima. — Die aus 6—8 Frusteln bestehenden Sterne vor *Asterionella* kommen das ganze Jahr über vor und sind nur während des December spärlich in ihrer Anzahl. Die üppigste Vegetation derselben findet im Mai statt. Am 13. Mai d. J. constatierte ich ein Maximum von 121 Millionen pro Quadratmeter. Ende Juli (1. Aug.) war ein zweites Maximum mit 95 Millionen zu verzeichnen. Zwölf Tage später waren es aber nur noch 235 000 und am 1. Septbr. ergab die Zählung lediglich 30 000. Im Bischofssee befanden sich an demselben Tage aber immer noch volle 4 Millionen von *Asterionella* unter jedem Quadratmeter. Hieraus kann man recht

klar ersehen, wie verschieden sich in einzelnen Fällen die quantitativen Verhältnisse im Bereich einer Bucht gestalten können, die vom Hauptbecken nur durch einige vorgelagerte Inseln (Werder) abgesondert ist. Ueber die äusserst rasche Zunahme der Bestände von *Asterionella* im Frühjahr giebt uns nachstehende kleine Spezialtabelle Aufschluss, welche gleichzeitig auch die entsprechenden Zahlen für 2 andere planktonische Bacillariaceen enthält. Auf den Quadratmeter Seefläche entfielen im laufenden Jahre:

		<i>Asterionella.</i>	<i>Fragilaria crotensis.</i>	<i>Diatoma tenue.</i>
1.	Febr.	60 838	Vom 1. Februar	Vom 1. Februar
10.	"	(im Mittel)	bis 20. März nur	bis 20. März nur
20.	"	235 000	vereinzelt vor-	spärlich vor-
1.	März	47 100	kommend.	handen.
10.	"	160 396		
20.	"	1 884 000		
1.	April	4 838 315	492 725	400 350
10.	"	6 652 000	333 625	1 499 350
20.	"	9 106 000	1 256 000	8 949 350
1.	Mai	2 590 000	990 875	31 674 750
10.	"	4 003 000	2 826 000	91 374 000
13.	"	12 167 500	2 590 000	190 362 000

Aus diesen Zählungsposten wird ersichtlich, dass die Menge der *Asterionellen* sich innerhalb eines Zeitraums von nur 12 Tagen (1.—13. Mai) nahezu um das Fünffache vergrössert hat. Und diese rapide Vervielfältigung wird von *Diatoma tenue* noch übertroffen, insofern diese Species binnen 10 Tagen (10.—20. April), also in noch kürzerer Zeit als *Asterionella*, um das Sechsfache zunahm. Aber die Perioden rascher und auffälliger Vermehrung fallen für die verschiedenen Arten nicht zusammen. Bei *Asterionella gracillima* und *Fragilaria crotensis* lässt sich, wie die Zählungen ergeben, auch ein zeitweiliger Rückgang in den Mengenverhältnissen constatieren. Für *Asterionella* z. B. in der Zeit vom 20. Febr. bis 1. März und dann wieder zwischen dem 20. April und 1. Mai. Für *Fragilaria* war in der letzten Dekade des April gleichfalls eine nicht unbedeutliche Abnahme zu verzeichnen.

Rhizosolenia longiseta Zach. und *Atheya Zachariasi* Brun. — Ich entdeckte diese beiden neuen Arten im Frühjahr 1892. Wegen ihrer äusserst grossen Zartheit und Durchsichtigkeit scheinen die-

selben von allen früheren Beobachtern des Süßwasserplankton übersehen worden zu sein. Nachdem ich Abbildungen davon publiciert hatte (Vergl. Forschungsberichte, Heft I, 1893), wurde ihr Vorkommen auch anderwärts constatiert; so z. B. wies A. Seligo ihre Anwesenheit in verschiedenen westpreussischen Seen nach. Beide Species sind namentlich während der Monate Juli und August im Plankton gegenwärtig. Von Rhizosolenia waren am 1. Aug. d. J. 4 Millionen unter 1 qm vorhanden. Atheya fand ich aber heuer nur vereinzelt vor. Im Bischofssee trat sie etwas häufiger auf, sodass ich am 20. Aug. 7850 Exemplare davon zu constatieren vermochte. Um diese zarten Wesen bei Ausführung der Zählungen besser unterscheiden zu können, lässt man das Präparat vorher eintrocknen. Dadurch werden die Conturen derselben weit besser sichtbar.

Clathrocystis (Polycystis) aeruginosa. — Grössere Mengen von dieser Wasserblüthen-Alge, die zur Gruppe der Chroococaceen gehört, fanden sich zu keiner Zeit des laufenden Jahres im Gr. Plöner See vor. Das stärkste Maximum war 183167 Flocken pro Quadratmeter. Viel massenhafter entwickelt sie sich im Vierer See, wo sie auch heuer ziemlich reichlich vorkam. Ich zählte am 1. September über 5 Millionen Flocken davon. Am 14. September des vorigen Jahres (1894) waren sogar 17 Millionen für den Vierer See zu verzeichnen.

Anabaena flos aquae. — Auch hiervon war niemals ein grösserer Bestand im hiesigen Plankton zu bemerken. Der Höchstbetrag schien im Juni vorhanden zu sein. Am 25./6 1895 zählte ich 353250 Fadenknäuel, sodass ich Apstein beipflichten muss, wenn er diese Alge als „spärlich im Grossen Plöner See auftretend“ bezeichnet¹⁾.

Gloiotrichia echinulata. — Völlig anders steht es aber mit dieser Species, die in Form von millimetergrossen Kugelchen (Fadenverbänden) in der ersten Dekade des Mai zu erscheinen pflegt und sich von da ab ausserordentlich vermehrt. In welchem Maassstabe die Zunahme erfolgt, wird am klarsten aus nachstehenden Zahlen (für 1 qm) ersichtlich:

25. Juni	112516
19. Juli	183167
1. August	235000

¹⁾ C. Apstein: Vergleich der Planktonproduktion in verschiedenen holstein. Seen. (Festschrift f. Weismann, 1894).

12. August	470000 (!)
20. „	70650
1. September	549
10. „	(vereinzelt)

Jede der kleinen Gallertkugeln von Gloiotrichia hat, unterm Mikroskop betrachtet, das Aussehen eines winzigen Seeigels. An der Wasseroberfläche schweben dieselben oft so dicht neben einander, dass dadurch eine rahmartige Decke gebildet wird, die namentlich bei windstillem Wetter grosse Dimensionen annehmen kann. So beobachtete ich z. B. am 23. August 1895 eine Ansammlung von Gloiotrichien nahe bei der Biologischen Station, welche mindestens 1000 m Länge und 100 m Breite besass. In solchen Fällen heisst es dann: „das Wasser blüht“, ohne dass der Laie eine genauere Vorstellung davon hat, wie und wodurch diese Erscheinung zu Stande kommt. An jenem Tage erwies sich übrigens fast jedes einzelne der zusammen geschaarten Gloiotrichia-Kügelehen als von einem Räderthier (*Notommata brachyota* Ehrb.) bewohnt. Beim vorsichtigen Zerdrücken der Gloiotrichien kamen jedes Mal diese kleinen röthlichen Insassen in 2–3 Exemplaren zum Vorschein. Merkwürdiger Weise enthielten auch viele der weiter draussen im See aufgefischten Algenkugeln diese Notommata, welche für gewöhnlich nur in der Uferregion zu finden ist. Gloiotrichia echinulata ist zweifellos der quantitativ vorherrschende Bestandtheil im August-Plankton des Gr. Plöner See's und ihre staunenswerthe Menge ist schon mit blossem Auge vom Boote aus abzuschätzen. Das Maximum fällt, wie die Zählungen darthun, in den August, und davon röhrt auch das grosse Gesamtvolume an Plankton her, durch welches sich dieser Monat bei den Messungen ausgezeichnet hat (vergl. die Jahrescurve auf Seite 16).

Nachdem ich im Obigen die Resultate meiner eingehenden Planktonstudien mitgetheilt habe, möchte ich schliesslich noch einen merkwürdigen Umstand zur Erwähnung bringen, auf den ich immer wieder von Neuem aufmerksam geworden bin. Es ist dies das ausserordentliche Ueberwiegen der pflanzlichen Organismen im Plankton über die thierischen. Hiernach sollte man annehmen, dass bei weitem mehr animalische Wesen als im Gr. Plöner See während des Jahreslaufs zur Entwicklung gelangen, thatsächlich darin zu existieren vermöchten. So z. B. sehr viel mehr Crustaceen. Nahrung für dieselben in Gestalt von Baeillariaeeneen ist, wie wir gesehen haben, massenhaft vorhanden; aber das Meiste da-

von geht einfach verloren, insofern ungezählte Milliarden von Kieselalgen jedes Jahr auf den Grund sinken, ohne den Darm eines Entomosstraken passiert zu haben. In der Theorie heisst es, dass das reichliche Vorhandensein von Nahrung die erste und wichtigste Voraussetzung für eine lebhafte Bethätigung des Fortpflanzungstriebes sei. Aber wie steht es mit der Gültigkeit dieses biologischen Lehrsatzen im vorliegenden Falle? Weshalb vermehren sich die kleinen Krebse nicht über einen gewissen Bestand hinaus, wenn sie jahraus jahrein von so reichlichen Nahrungsmengen umgeben sind? Das sind Fragen, auf die es vorläufig keine Antwort giebt. Aber das, was wir sehen und beobachten können, berechtigt uns zu dem Urtheil, dass der Naturhaushalt in den meisten grossen Binnenseen ein verschwenderischer ist, insofern auch nicht annähernd ein Gleichgewichtszustand zwischen der Jahresproduktion an pflanzlichen Wesen und derjenigen an thierischen Organismen besteht. Allerdings begegnen wir demselben Missverhältniss auch zu Lande; der Riesenanteil der terrestrischen Flora fällt ebenfalls der Verwesung, nicht der Verdauung anheim. H. Simroth¹⁾, kommt deshalb bei seinen Erörterungen über die Nahrung der Landthiere zu der Reflexion, ob es wohl als möglich gedacht werden könne, dass irgend einmal ein Zeitpunkt eintrete, wo jedes überflüssige (d. h. für die Fortpflanzung entbehrliche) Vegetationsprodukt in einen Thiermagen wandere. Dem gegenüber liesse sich aber auch wieder fragen, ob es überhaupt angänglich sei, die Natur nach Analogie eines menschlichen Wirtschaftsbetriebes zu betrachten und die Pflanzenwelt lediglich daraufhin anzusehen, in wieweit ihr Ueberschuss zur Erzeugung von thierischer Substanz Verwendung finden könne. Schon die Möglichkeit, dass wir die Sache bald von dieser, bald von jener Seite auffassen können, zeigt uns, dass hier ein Problem vorliegt, welches unsere gegenwärtige wissenschaftliche Einsicht übersteigt. Eine Hindeutung auf dasselbe war aber nicht überflüssig, sondern entsprach dem Charakter des Themas, mit dem wir uns im Obigen beschäftigt haben.

F. Anhang.

Ueber die verticale Vertheilung limnetischer Crustaceen, insbesondere über diejenige von *Cyclops oithonoides*.

Unter Hinweis auf einen Aufsatz des Herrn Prof. E. A. Birge (in No. 9 des „Biolog. Centralbl.“ vom 1. Mai 1895) möchte ich mir

¹⁾ Die Entstehung der Landthiere, 1891, S. 450.

gestatten, einige Mittheilungen zu machen, welche dieselbe Frage der Crustervertheilung in den verschiedenen Wasserschichten eines grösseren Süsswasserbeckens betreffen. Als Beobachtungsobjekt wählte ich den leicht kenntlichen und im Plankton des Gr. Plöner Sees häufig vorkommenden Cyclops oithonoides.

Die Ermittelung von dessen Verticalverbreitung geschah durch sogenannte „Stufenfänge“, die an einer und derselben Stelle im See (über einer Tiefe von 40 m) gemacht wurden. Eine Zählung der auf solche Weise erbeuteten Cyclops-Individuen ergab für 3 abgestufte Fänge folgendes Resultat:

14. August 1894.

Aus einer Tiefe von:	Für den ganzen Fang:	Unter 1 qm Seefläche:	
10 m	840	131880	Die Wasser-
20 m	1350	211950	temperatur war
40 m	1620	254340	16,5° C.

Durch Subtraktion des ersten Stufenfangs vom zweiten (1350 – 840) ergiebt sich nun sofort, dass in der gleich hohen Wasserschicht zwischen 10 und 20 m nur 510 Stück Cyclops enthalten gewesen sind. Auf dieselbe Weise ermitteln wir, dass die darauf folgende Schicht zwischen 20 und 40 m noch weniger von diesen Cyclopen beherbergt hat, als die beiden oberen, nämlich $\frac{1620 - 1350}{2} = 135$. Die Division mit 2 muss deshalb stattfinden, weil die blosse Subtraktion in diesem Falle ein Ergebniss liefern würde, welches sich auf die doppelte Fangstrecke (20 m) bezieht. Erst durch Halbierung derselben erhalten wir eine Ziffer, die mit der obigen Angabe direkt vergleichbar ist. Setzen wir nun diese Ziffer = 1, so ergiebt sich für die nächst höhere Schicht zwischen 20 und 10 m eine nahezu 4 Mal so grosse Menge an Cyclopen und für die oberste Schicht (10 m bis zur Oberfläche) eine etwa 6 Mal grössere Anzahl von diesen Krebsen als in den grösseren Tiefen. Mithin sind dieselben nahe dem Wasserspiegel am dichtesten zusammengeschaart, und zwar befindet sich, wie das Verhältniss $\frac{840}{1620}$ zeigt, etwa die Hälfte aller überhaupt in der 40 m hohen Wassersäule enthaltenen Cyclopen (also 50% derselben) in der obersten, nur bis zu 10 m hinreichenden Schicht.

Prof. Birge fand in dem bloss 25 m tiefen Mendota-See (Wisc., Nordamerika) 90 % aller limnetischen Krebse innerhalb der oberen

10 m, so dass dieselben in den grösseren Tiefen (von 12 m ab) so gut wie vollständig fehlten -- „below ten meters there were practically no crustacea.“ Es ist somit als eine Thatsache von allgemeiner Gültigkeit anzusehen, dass die planktonischen Cruster die oberflächlichen Wasserschichten bevorzugen, und dies scheint wieder damit in Zusammenhang zu stehen, dass nahe der Oberfläche auch die schwedende Algenflora am üppigsten vegetiert, von welcher sich — wie ich nachgewiesen habe¹⁾ — die Copepoden und Cladoceren vorzugsweise ernähren. Hinsichtlich der verticalen Verbreitung von *Hyalodaphnia kahlbergensis* fand ich die Angabe von Birge (von wegen der 90 %) überraschend genau bestätigt, wie aus folgenden Zahlen zu entnehmen ist. Ein Fang aus 40 m (vom 14. Aug. 1894) lieferte 660 Stück von jener planktonischen Cladocere; ein zweiter aus bloss 10 m ergab 540. Mithin waren 9/11 aller an jenem Tage im Gr. Plöner See vorhandenen *Hyalodaphnien* in der oberen Wasserschicht versammelt, was mit den Birge'schen Beobachtungen vollkommen übereinstimmt.

Am 31. Aug. 1894 machte ich aber die Beobachtung, dass *Cyclops oithonoides* gelegentlich auch andere Verhältnisse der Vertheilung aufweisen kann, als aus dem Obigen zu entnehmen ist. Die nach einander ausgeführten Stufenfänge hatten nämlich am letztgenannten Tage folgendes Ergebniss:

31. August 1894.

Aus einer Tiefe von:	Für den ganzen Fang:	Unter 1 qm See- fläche:
10 m	690	108330
20 m	2190	343830
40 m	3510	151070

Aus diesen Zahlen geht in unwidersprechlicher Weise hervor, dass oberhalb von 10 m und unterhalb von 20 m im Mittel nur 645 Individuen von *Cyclops* vorhanden waren, wogegen in der Schicht zwischen 10 und 20 m 1500 Stück (also etwa 2,3 Mal soviel) auftraten. Aus dem Zahlenverhältniss $\frac{3510}{690}$ ergiebt sich außerdem, dass am 31. Aug. nur der 5. Theil aller in der durchfischten Wassersäule befindlichen *Cyclops*-Exemplare die obern 10 m bevölkerte, mithin nur 20% der Gesammtzahl gegen 50% am 14. August.

¹⁾ Vergl. die neuerdings von mir herausgegebenen „Orientierungsblätter für Teichwirthe und Fischzüchter“, Plön, 1896. S. 12.

Dass sich bei zunehmender Abkühlung des Wassers die verticale Vertheilung der Cruster dauernd ändert, konnte ich sowohl für *Hyalodaphnia* als auch für *Cyclops oithonoides* am 16. Septbr. 1894 feststellen. An diesem Tage waren in der 10 m-Schicht 800 *Hyalodaphnien* gegenwärtig; in jeder darauf folgenden (gleich hohen) Schicht aber durchschnittlich nur 630. Für *Cyclops oithonoides* waren die entsprechenden Zahlen 5500 und 4367 (4366,6).

Diese Ermittelungen besagen demnach, dass die verticale Vertheilung gegen den Herbst hin eine gleichförmigere wird und dass dann die tiefer liegenden Wasserschichten annähernd dieselbe Bevölkerungsdichtigkeit in Betreff der limnetischen Crustaceen besitzen wie die oberen.

Eine Erklärung hierfür finde ich in dem Umstände, dass bei Abnahme der Wassertemperatur gegen den Herbst hin die planktonische Mikroflora abstirbt und damit gleichzeitig ihre Schwebefähigkeit einbüsst. In Folge dessen sinken zahllose Millionen dieser mikroskopisch-kleinen Pflanzenwesen auf den Grund hinab. Es entsteht hierdurch ein fast ununterbrochener Strom von kleinen Nahrungsobjecten, der von der Oberfläche in die tiefer liegenden Wasserschichten reichlich und andauernd hinabrieselt, so dass nunmehr in allen Regionen der Tiefe das gleiche Quantum Futter gefunden werden kann. Dies erklärt die zur selbigen Jahreszeit regelmässig eintretende Gleichförmigkeit in der verticalen Vertheilung der Crustaceen ebenso einfach wie befriedigend.

Ein tägliches Auf- und Absteigen der Crustaceen (wie es in den alpinen Wasserbecken zu beobachten ist) vermochte ich am Gr. Plöner See ebensowenig zu constatieren, wie der amerikanische Forscher am Lake Mendota.
