

anregend wirkt. Auch Wasser ist ein direkter, selbständiger Erreger des Pankreas. Alkalien und Alkalikarbonate wirken hemmend. Dass es auch für das Pankreas eine psychische Anregung (Appetitreiz) der Sekretion giebt, unterliegt kann mehr einem Zweifel. Indessen sind doch hierüber wie auch über andersartige Erregungen des Pankreas noch weitere Versuche anzustellen. Diese Versuche erfordern stets besondere Vorsicht, da fast immer die Möglichkeit besteht, dass bei Prüfung irgendwelcher Erreger zuerst die Magensekretion einsetzt und dann sekundär durch Säurewirkung die Pankreassekretion nach sich zieht.

Dies der Inhalt des Pawlow'schen Buches. Wir sind, ohne ihn zu erschöpfen, in seiner Wiedergabe absichtlich etwas ausführlicher gewesen, weil wir die Befunde selbst sprechen lassen wollten. Die Kritik kann sich kurz fassen. Ob alle hier dargelegten Resultate im einzelnen jeder Nachprüfung standhalten werden, bleibt abzuwarten; das aber dürfen wir unumwunden anerkennen, dass die Pawlow'schen Untersuchungen einerseits die physiologische Technik um eine Reihe wertvoller Methoden bereichert, andererseits die Lehre von dem Einfluss des Nervensystems auf die Verdauung ganz außerordentlich gefördert haben. Und weil in letzterer Beziehung ihre Ergebnisse über eminent wichtige praktische Fragen Licht verbreiten, so werden sie, was nicht gering zu veranschlagen ist und was Pawlow stets als ein erstrebenswertes Ziel vorschwebte, der Ernährungstherapie sehr zu gute kommen.

Oskar Schulz (Erlangen). [29]

## Die Planktonfänge mittels der Pumpe.

Von Hans Bachmann (Luzern).

Veranlassung zu den folgenden vorläufigen Mitteilungen giebt mir der Aufsatz von Dr. O. Fuhrmann „Zur Kritik der Planktontechnik“, welcher in Nr. 17 Bd. XIX dieser Zeitschrift erschien. Auch das rege Interesse, welches man der Erforschung der Süßwasserseen entgegenbringt, sowie meine Ueberzeugung, dass die Technik dieser Untersuchungen noch lange nicht vorwurfsfrei ist, bewegen mich, über die Erfahrungen mit der Pumpmethode einen kurzen Bericht zu veröffentlichen und dadurch anderweitige Erfahrungen in die Diskussion zu ziehen.

### 1. Wert der quantitativen Planktonbestimmung.

Bei dem Studium der Süßwasserbewohner hat man sich nicht damit begnügt, eine Liste der Organismen anzustellen und der Lebensweise der einzelnen Arten nachzuspüren, sondern man warf auch die Frage auf: welches ist die Produktionsfähigkeit der Seen? Dies führte zur quantitativen Planktonbestimmung. Diese letztere scheint viele Planktologen so sehr zu beschäftigen, dass sie darob weit wichtigere Fragen gänzlich vergessen. Ist es denn so wertvoll, zu wissen, wie viele Millionen dieser oder jener Alge, dieses oder jenes Krusters ein Wasserbecken bewohnen? Wenn ja, dann müssen wir eine Fangmethode anwenden, welche aus einer bestimmten Wassermenge alle schwebenden Organismen fängt und der quantitativen Untersuchung zugänglich macht. Dass von den bisherigen Methoden keine genügt, darauf haben Kofoid und Fuhrmann hingewiesen. Um eine genaue quantitative Bestimmung zu machen, darf nach meiner vollen Ueberzeugung überhaupt kein Netz als Filtrator verwendet werden. Ich

gebrauche zu meinen Planktonstudien im Vierwaldstättersee und im Baldeggersee Seidengaze Nr. 20, also die feinste Nummer, welche erhältlich ist. Dieselbe besitzt eine Maschenweite von 54—70  $\mu$ . Vergleichen wir damit die Maßzahlen der gewöhnlichen Planktonalgen, so ergibt sich, dass die meisten unter günstigen Stellungen zur Maschenöffnung hindurchschlüpfen können.

Es mag ein Netz noch so vollkommen konstruiert sein, es wird niemals sämtliche Organismen der filtrierten Wassersäule fangen. Es werden nicht nur viele Organismen aus dem Innern des Netzes nach außen treten, sondern ohne Zweifel werden auch von der das Netz umgebenden Wasserschicht Organismen durch die Seidengaze in das Netz hineingelangen und dort gefangen. Im Baldeggersee, wo *Oscillatoria rubescens* De. massenhaft vorkommt, konnte schon makroskopisch nachgewiesen werden, dass diese Alge sehr zahlreich die Maschen passiert. Vertikalzüge sind zur genauen quantitativen Planktonbestimmung unbrauchbar. Experimentell könnte nun bestimmt werden, der wievielte Teil der wirklichen Planktonmenge zurückbehalten wird, wenn das Netz bei jedem Zuge die gleiche Filtration aufwies. Dass dieses nicht der Fall ist, das zeigt die oberflächlichste Betrachtung der Schwebeflora. Liegt das *Oscillatoria*-Stäbchen quer zur Maschenöffnung, dann wird es zurückbehalten, sonst aber schlüpft es hindurch. Ist das Vorderhorn von *Ceratium* nach der Maschenöffnung gerichtet, dann schlüpft es hindurch, liegt es schief, dann bleibt es zurück. Wird das Netz nicht sehr langsam gezogen, dann wird infolge des Zuges, der gleichsam eine Strömung durch die Netzmaschen hervorbringt, ein größerer Teil von Organismen verloren gehen, als bei langsamem Zuge. Unter diesen Umständen werden sogar Organismen aus dem Netze gezogen, die einen größeren Durchmesser besitzen, als die Maschenöffnungen. Dieses betrifft namentlich die kolonienbildenden Algen, wie *Botryococcus Braunii*, *Clathrocystis aeruginosa*, *Anabaena flos aquae* etc. Diese Kolonien werden, an der Maschenöffnung angekommen, durch den Wasserzug in die Länge gestreckt und zusammengedrückt. Auf diese Weise schlüpfen sie mit großer Leichtigkeit aus dem Netze heraus. Wenn auch durch den Gebrauch des Netzes die Maschenöffnungen kleiner werden, so sind diese Löchelchen doch immer noch zu groß, um sämtliche Organismen zurückzubehalten. Ich mache aber noch auf einen anderen Uebelstand aufmerksam. Bei sehr langsamem Aufziehen des Netzes liegt die Gefahr nahe, dass das Netz nicht senkrecht hängt. In diesem Falle liegt erstens das Netz nicht in der Tiefe, welche durch die Schnurmarke angegeben wird und zweitens wird, da das Schiff vom Winde fortgetrieben wird, eine größere Wassersäule filtriert, als die Schnurmarke angeht. Eine genaue Bestimmung der filtrierten Wassersäule ist da unmöglich. Durch Anbringen eines Gewichtes und durch geschicktes Rudern kann die Schnur in die senkrechte Lage gebracht werden. Aber auch in dieser Lage kann das Netz mit dem Schiffe eine horizontale Bewegung durchmachen, welche dem Netze eine seitliche Wasserströmung und eine Veränderung der Filtration verursacht. Da also auch die filtrierte Wassermenge, abgesehen von der Veränderung des Filtrationskoeffizienten, worauf Kofoid und Fuhrmann hingewiesen, nicht bestimmt werden kann, sind zur genauen quantitativen Planktonbestimmung Vertikalzüge mit dem bestkonstruierten Netze unbrauchbar.

Will man eine bestimmte Wassersäule filtrieren, dann kann als einziges Mittel die Pumpe angewendet werden. In Seen von geringer Tiefe wird es leicht möglich sein, eine bestimmte Wassermenge aus allen Plankton produzierenden Tiefen zu pumpen. In tieferen Seen ist zuerst die Frage zu beantworten, wie tief hinunter Planktonorganismen vorkommen. Im Vierwaldstättersee habe ich bis zur Tiefe von 70 m gepumpt und aus dieser Tiefe lebende Kruster und Algen erhalten. Eine Wassersäule von 70 m zu durchpumpen ist mit so vielen Schwierigkeiten verbunden, dass man deren Notwendigkeit gerne vorher überlegt, bevor man sie ausführt. Gesetzt der Fall, man würde eine senkrechte Wassersäule von z. B. 100 l auspumpen, so muss man dieses Wasser filtrieren. Was soll nun da als Filter verwendet werden? Obschon die Seidengaze, wenn das Filter nicht durch das Wasser gezogen wird, bedeutend vorteilhafter ist, als beim Vertikalzuge, so haften ihr doch noch so viel Fehler an, dass auch dadurch eine genaue quantitative Bestimmung unmöglich ist. Man müsste zu diesem Zwecke Papier- oder Thonfilter verwenden. Ich kenne die Berkefeldfilter, welche Kofoid gebraucht, nicht, kann aber zum voraus den Papierfiltern deswegen keine Sympathie entgegenbringen, da die Planktonorganismen an den Wänden hängen bleiben. Auch die Thonfilter eignen sich zu diesen Zwecken nicht, wie meine Experimente mit zwei Thonzellen es bewiesen.

Ein Filter, das alle Organismen zurückbehält, filtriert langsam und befördert dadurch das Ankleben der Organismen an die Wände zu sehr, als dass es praktisch verwendet werden könnte. Eine vorwurfsfreie Methode zur genauen quantitativen Planktonbestimmung ist weder die Anwendung des Netzes noch diejenige der Pumpe. Die zuverlässigste ist die Pumpmethode.

Mit Recht wirft man den Planktonforschern die Frage auf, ob denn die genaue quantitative Planktonbestimmung von großem wissenschaftlichen oder praktischen Werte sei? Man studiert wohl die Produktionsfähigkeit des Wiesen-, des Waldbodens, der Alpentriften etc. Mit Rücksicht darauf, dass die Süßwassermassen noch vor wenigen Dezennien als eine an Organismen arme Zone aufgefasst wurden, ist es interessant zu vernehmen, welche enormen Mengen an organischer Substanz da erzeugt werden. Aber so wenig es einem Zoologen einfällt, die Individuenzahl von irgend einer Wirbeltier- oder gar z. B. einer Insektenspecies festzustellen, welche eine Gegend, d. h. das Land- und Luftleben hervorbringt, so wenig Wert hat eine genaue quantitative Zooplanktonbestimmung. Und so lächerlich es wäre, auf einer Wiese die Individuen von *Taraxacum officinale* zu zählen, um eine genaue quantitative Bestimmung der Wiesenflora fest zu stellen, so lächerlich muss einem Nichtplanktologen die Zählung der Algenspecies vorkommen, um ein genaues Bild der Produktionsfähigkeit des Wassers zu erhalten. Ich mag es überlegen, wie ich will, so kann ich einer mathematisch genauen Feststellung der Planktonmenge keinen großen Wert zuschreiben. Die quantitative Planktonbestimmung hat nur einen Sinn, wenn sie zu tier- oder pflanzengeographischen Zwecken Verwendung findet oder aber in den Dienst der biologischen Beobachtungen gestellt wird. Bei dem Studium der geographischen Verbreitung eines Organismus findet man, dass ein See eine Species in großer Ueppigkeit

besitzt, ein anderer See zeigt dieselbe Art in untergeordnetem Grade, während sie in einem dritten See nur sehr vereinzelt auftritt. Um nun statt der allgemeinen Ausdrücke: „vorherrschend“, „häufig“, „vereinzelt“ etc. bestimmtere Vergleichungsfaktoren zu haben, bietet die quantitative Bestimmung ein wertvolles Mittel. Mir liegen Planktonfänge von 24 Schweizerseen vor, welche Dr. Burckhardt von Basel Ende August und Anfang September 1898 gefischt hat. Ich bestimmte in diesen Proben die Pflanzen nach der gewöhnlichen Schätzungsmethode und fand z. B. *Ceratium hirundinella* O. Müll. mit dem Prädikat „häufig“ zu bezeichnen in folgenden Seen: Genfersee, Jouxsee, See von Brenets, Murten-, Bieler-, Comer-, Luganer-, Thuner-, Briener-, Lungern-, Sarner-, Zuger-, Aegeri-, Walen-, Greifen- und Untersee. Dass aber das wirkliche Auftreten von *Ceratium hirundinella* in diesen Seen ein verschiedenes war, zeigt uns eine Zusammenstellung der gesamten Planktonmengen, welche Burckhardt in den angeführten Seen, wie folgt, bestimmt hat:

Genfersee	0,8 cm <sup>3</sup>	Murtensee	0,85 cm <sup>3</sup>	Luganersee	1,5 cm <sup>3</sup>
Joux „	0,7 „	Bieler „	1,0 „	Thuner „	2,4 „
Brenets „	1,8 „	Comer „	1,6 „	Briener „	0,8 „
Lungern „	3,0 „	Sarner „	? „	Zuger „	1,0 „
Aegeri „	0,8 „	Walen „	0,7 „	Greifen „	2,2 „
Unter „	1,5 „				

Nur müssen an den zu vergleichenden Seen die gleichen Methoden oder solche angewendet werden, welche unter sich einen Vergleich zulassen.

Noch wichtiger ist die quantitative Planktonbestimmung zum Studium der Biologie der einzelnen Organismen. Im allgemeinen sind die physiologischen Bedingungen, welche das Süßwasser den Organismen bietet, überall, wenn nicht die gleichen, so doch die analogen. Man wird sich daher nicht verwundern, in pflanzengeographisch total verschiedenen Gegenden die nämliche Planktonzusammensetzung zu finden. Und doch werden die verschiedenen Seen zu der gleichen Zeit große Abweichungen aufweisen. Um nun diese Abweichungen deutlich zum Ausdrucke zu bringen, wird die quantitative Planktonbestimmung ein wichtiges Hilfsmittel sein. Aber auch während des Jahres ändert sich das Vegetationsbild eines Sees ganz bedeutend. Um diese Aenderung auf demonstrativem Wege zur Anschauung zu bringen, wird wiederum die quantitative Bestimmung wertvolle Dienste leisten, wie sie auch über vertikale und horizontale Verbreitung der Planktonorganismen zu Vergleichszwecken brauchbare Angaben macht. Alle diese quantitativen Bestimmungen sollen aber nur ein Mittel sein, um wichtige biologische Erscheinungen aufzudecken; dann sollen aber die Experimente eintreten, um die physiologische Erklärung zu liefern. Ich sehe nicht ein, warum vertikale Netzfänge zum Studium der Planktonveränderung während des Jahres nicht ganz brauchbares Material liefern. Ob Apstein'sches Netz oder diese oder jene Verbesserung, wird wenig zu bedeuten haben. Dagegen eine Frage sollte niemals durch einen Netzzug beantwortet werden, die Frage nach dem Aufenthaltsorte der verschiedenen Organismen in der vertikalen Wassersäule. Darüber kann und wird nur die Pumpmethode genügenden Anschluss geben. Die Stufenfänge und die Anwendung des Schließnetzes werden durch die Pumpmethode weit übertroffen. Das ist auch ihr größter Vorteil.

dass sie ganz genaue Angaben über den Aufenthaltsort der Planktonten macht und dadurch das Studium der physiologischen Bedingungen sehr erleichtert.

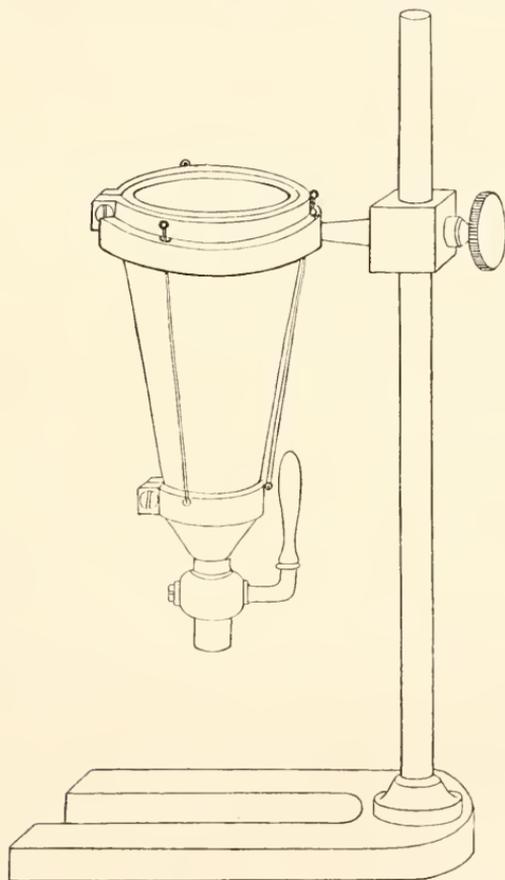
## 2. Anwendung der Pumpe bei der Untersuchung des Vierwaldstättersees.

So viel mir bekannt, ist der Vierwaldstättersee der erste europäische Süßwassersee, wo die Pumpe zur Anwendung kommt. Die Einrichtung besteht aus folgenden Utensilien: Pumpe, Schlauch, Kessel und graduierte Schnur. Die Pumpe ist eine Flügelpumpe, wie sie bei uns von den Spezereihändlern als Petroleumpumpe gebraucht wird. Diese Pumpe ist so montiert, dass sie an den Rand einer jeden Schiffswand angehängt und angeschraubt werden kann. Der größte Uebelstand bei dieser Pumpe besteht darin, dass sie intermittierend und nicht kontinuierlich Wasser liefert. Der Wasserstrahl wird mit ziemlicher Gewalt herausgestoßen, so dass dadurch die Organismen durch das Netz hindurch geschleudert würden. Deshalb bringt man das Schlauchende der Ausflussöffnung in ein Cylinderglas, wodurch der Wasserstrahl gebrochen wird. Das überfließende Wasser wird dann filtriert. Als Schlauch verwende ich englischen Gummischlauch mit Leinwandeinlagen von 10 mm Lichtweite. Der Schlauch ist in verschiedene Stücke geteilt, welche durch gut schließende Schrauben zusammengesetzt werden können. Am Ende des Schlauches ist ein Trichter angebracht, um das Entweichen der Organismen vor der Schlauchmündung zu verhindern. Bis zu 25 m Tiefe liefert die Pumpe 10 Liter Wasser in ca. 5 Minuten. Von 30 m an wird die Wassermenge in der gleichen Zeit immer geringer, denn die Reibung des Wassers an den Schlauchwänden ist so groß, dass das Wasser nicht mehr so rasch nachfließt, als es herausbefördert wird. Bei 70 m Tiefe gebraucht man für 10 Liter ca. 15 Minuten Pumpzeit. Es wäre jedenfalls ein Schlauch von größerem Durchmesser für diese Zwecke günstiger. An einer graduierten Schnur befestigt man den Trichter und lässt ihn zu der gewünschten Tiefe hinunter. Zuerst pumpt man den vermutlichen Inhalt des Schlauches aus. Dann wird die gewünschte Wassermenge in das kleine Apstein'sche Netz gepumpt, welches in einem Kessel von bestimmtem Inhalte hängt. Als Kessel verwende ich einen cylindrischen Zinkkessel von der Höhe, dass das Netz frei im Innern hängt. Auf der Seite giebt eine Wasserstandsrohre die gewünschte Wassermasse an. Nachdem mit dem filtrierten Wasser die Netzwände gut abgespült sind, wird aus dem Filter der Inhalt abgelassen und der Filter noch gut abgespült. Auch die Spritzflasche wird nur mit filtriertem Wasser gefüllt. Soll der Fang quantitativ verwendet werden, so wird er mit Formol beschickt. Auf den ersten Blick scheint die Pumpmethode etwas mühsam zu sein. Bei einiger Uebung wird man in  $1\frac{1}{2}$  Stunden 160 Liter Wasser aus verschiedenen Tiefen pumpen und filtrieren, welche Arbeit den Stufenfängen weit vorzuziehen ist. Auch sind die Stufenfänge und das Ziehen des Schleppnetzes mit wenigstens ebensoviel Mühe verbunden; die Resultate sind aber nicht im mindesten an Genauigkeit den vorhergehenden gleich. Wie für die Netzfänge ist auch für diese Arbeit ein verhältnismäßig ruhiger See notwendig. Dass durch die Pumpe die Organismen nicht getötet werden, das beweisen die zahlreichen muntern Kruster, welche im Fläschchen sich herumtummeln.

### 3. Quantitative Bestimmung der Fänge.

Zur quantitativen Bestimmung der Fänge ist es notwendig, das Filtrat des Apstein'schen Netzes noch mehr zu konzentrieren. Zu diesem Zwecke bediene ich mich des Apparates, wie ihn Sekundarlehrer Hool bei der Untersuchung des Rothsees gebraucht. Ich gebe im folgenden die Beschreibung, welche mir Herr Hool gütigst zustellte:

„Zur Konzentration der Planktonfänge, welche das Material zu den nachstehenden Zählungen lieferten, bediene ich mich eines Filtrierapparates, wie er in verkleinertem Maßstabe durch die beigefügte Zeichnung



dargestellt ist (siehe Figur). Derselbe ist im Grunde genommen, einige Abänderungen ausgeschlossen, ein kleiner Apstein'scher Filtrator.

An einem ca. 6 cm langen, trichterförmigen Netzen aus feinstem Beuteltuch ist ein 5 cm<sup>3</sup> fassendes Metalltrichterchen mittels eines Klemmringes befestigt. Der obere Rand des Netzens besitzt ebenfalls eine Metallfassung, die genau in das Randgesenke eines Tragringes passt, der an einem ca. 4 dm hohen Stativ verschiebbar befestigt ist. Zwischen dem oberen und unteren Rande des Netzens befindet sich, vom Apstein'schen Filtrator abweichend, keine metallische Verbindung, so dass das Metalltrichterchen nach allen Richtungen hin bewegt werden kann.

Drei Schnüre helfen den Metalltrichter tragen, aber so, dass das Tuch keine Falten wirft, sondern in glatten Wandungen abfällt.

Der Vorgang des Filtrierens von irgend einer Planktonprobe gestaltet sich nun in folgender Weise. Das Plankton wird, falls es sich bereits auf dem Boden des Konservierungsglases abgesetzt hat, zuerst wieder mit dem Wasser vermengt und dann in den Trichter gegossen. Indem dessen Wandungen nach mit den Fingern gestrichen wird, kann das überschüssige Wasser rasch zum Abfließen gebracht und in einem Papierfilter aufgefangen werden, so dass allfällige Organismen, welche auch hier wie beim Apsteinnetz das Seidentuch durchdringen, nicht für die Zählung verloren gehen. Durch ein Neigen des Metalltrichters kann auch aus diesem das Wasser fast vollständig ausgegossen werden. Mittels einer Spritzflasche werden nun die dem Tuche anhaftenden Organismen in den Metalltrichter abgespült, bis letzterer sich wieder mit ca.  $4\text{ cm}^3$  Wasser angefüllt hat, worauf letzteres in einen Messcylinder abgelassen wird. Das Wasser im Papierfilter wird in einen Erlenmeyer abgesaugt, was am besten und einfachsten mit Hilfe des Mundes geschieht. Ist im Papierfilter nur noch ein kleiner Ueberrest von Wasser vorhanden, so wird derselbe unter gleichzeitigem Nachspülen mit der Spritzflasche ebenfalls in den geschlossenen Metalltrichter gegossen und von hier in den Messcylinder abgelassen, wobei abermals nachgespült wird, was diesmal natürlich bei geöffnetem Trichter geschieht.

Mit dieser Filtrationsmethode gelingt es bei einiger Uebung binnen einer Viertelstunde jeglichen Planktonfang auf  $10\text{ cm}^3$  zu konzentrieren.

Es ist dabei allerdings noch zu bemerken, dass gewisse Organismen wie z. B. *Clathrocystis*, *Oscillaria*, *Peridinium* etc. trotz aller Sorgfalt bei der Filtration verloren gehen, da sich dieselben nur unschwer oder gar nicht aus dem Papierfilter herausspülen lassen; allein die Zahl derselben ist, wie man sich zu jeder Zeit durch Absuchen des Filters unter dem Mikroskop leicht überzeugen kann, eine so kleine, dass dieser Fehler bei der Zählung außer Betracht fällt.

Diese in aller Kürze beschriebene Filtrationsmethode dürfte vor andern vielleicht noch den Vorteil genießen, dass bei ihr die Organismen vollständig unbeschädigt bleiben und so auch nach der Zählung qualitativ verwendbar sind.“

Das Pumpmaterial, gewöhnlich aus  $10\text{ l}$  Wasser stammend, konzentriere ich gewöhnlich auf  $10\text{ cm}^3$  Volumen, das Material aus Vertikal-fängen dagegen auf  $20\text{ cm}^3$ . Bei reichlichen Planktonmengen (d. h. bei mehr als  $0,2\text{ cm}^3$ ) wird vor der Bestimmung, die gewöhnlich einen Tag nach der erwähnten Konzentration erfolgt, das Volumen des abgesetzten Planktons abgelesen. Hierauf schüttele ich das Filtrat langsam hin und her, um dasselbe zur gleichmäßigen Verteilung der einzelnen Organismen zu bringen. Von diesen  $10\text{ cm}^3$  wird  $1\text{ cm}^3$  auf einen Objektträger gegossen, auf welchen ein Metallrahmen aufgeklebt ist, der bei der Bedeckung mit einem zweiten Objektträger  $1\text{ cm}^3$  Raum abschliesst. Es ist nicht ratsam, das Filtrat mit einer Pipette auf diesen Objektträger zu bringen, da an den Wänden der Pipette viele Organismen hängen bleiben. Ich lege das Deckglas derart schief auf den Metallrahmen, dass von dem Raume eine kleine Einflussöffnung und an der entgegengesetzten Seite eine Oeffnung zum Entweichen der Luft frei ist. Wird nun das

gut gemengte Filtrat etwas rasch eingegossen, so sind in dieser Objektträgerkammer die Organismen ziemlich gleichmäßig verteilt. Nun können die einzelnen Arten gezählt werden. Im Okular ist eine quadratische Oeffnung aus einem Papier oder Blech herausgeschnitten, durch welche 1 mm<sup>3</sup> Gesichtsfeld abgegrenzt ist. Mit diesem Zähllokular zähle ich 50 mm<sup>3</sup> ab, was bei einer Pumpprobe ca. 30 Minuten, bei einem Vertikalfange 1 Stunde erfordert<sup>1)</sup>. Auf diese Weise erhält man eine statistische Tabelle, worin das gegenseitige Verhältnis der einzelnen Organismen zum Ausdruck kommt. Diese statistischen Tabellen, namentlich diejenigen der Pumpproben aus verschiedenen Tiefen werden es sein, welche mannigfache biologische Aufschlüsse geben können.

#### 4. Beispiele von quantitativen Bestimmungen nach voriger Methode.

a) Vierwaldstättersee. Untersuchung vom 26. August 1899. Mit der Pumpe wurden aus jedem Meter Tiefe 6 l Wasser gepumpt und das Filtrat nach dem 4., 8., 12., 16., 20. m gefasst und bestimmt. Aus der Strecke von 20—30 m wurden 20 l gepumpt.

Resultat der Zählung von 50 mm<sup>3</sup> geschüttelten auf 10 cm<sup>3</sup> konzentrierten Filtrats.

	0—4 m	5—8 m	9—12	13—16	17—20	21—30
1. <i>Peridinium cinctum</i>	1	—	—	4	—	1
2. <i>Ceratium hirundinella</i>	17	6	5	6	7	20
3. <i>Dinobryon divergens</i>	—	—	2	5	6	43
4. „ <i>stipitatum</i>	8	39	3	3	1	1
5. <i>Anabaena flos aquae</i>	—	—	11	8	2	—
6. <i>Asterionella gracillima</i>	3	10	10	24	30	56
7. <i>Fragilaria crotonensis</i>	24	31	43	54	54	119
8. <i>Cyclotella comta</i> var.?	3	50	65	58	63	104
9. „ „ var. <i>radiosa</i>	2	1	1	1	2	—
10. <i>Botryococcus Braunii</i>	—	—	—	—	1	1
11. <i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	10	4	1	9	2	2

Diese Zahlen müssen nun mit 200 multipliziert werden, um die wirkliche Menge in dem gepumpten Wasser zu ergeben. Die unsichersten Werte werden also diejenigen sein, wo bei der Zählung von 50 mm<sup>3</sup> weniger als 5 Individuen gezählt wurden. Unterschiede von 5 können als Andeutung, Unterschiede von mehr als 10 Individuen in den verschiedenen Zählkolonnen sind als entschiedene Verschiedenheit der wirklichen Planktonmenge anzusehen. In der Liste der wirklichen Planktonmenge sind zur andeutungsweise Verschiedenheiten eine Differenz von 1000 und zum Beweise eines sicheren Unterschiedes eine Differenz von 2000 notwendig.

1) Amberg-Schröter'sche Methode.

Nach obiger Zählung beträgt die wirkliche  
Planktonmenge.

	(25 l)	0-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-30
1. <i>Peridinium cinctum</i>		200	—	—	800	—	200
2. <i>Ceratium hirundinella</i>		3400	1200	4000	1200	1400	4000
3. <i>Dinobryon divergens</i>		—	—	400	1000	1200	8600
4. „ <i>stipitatum</i>		1600	7800	600	600	200	200
5. <i>Anabaena flos aquae</i>		—	—	2200	1600	400	—
6. <i>Asterionella gracillima</i>		600	2000	2000	2800	6000	11200
7. <i>Fragillarina crotonensis</i>		4800	6200	8600	10800	10800	23800
8. <i>Cyclotella comta</i> var. ?		600	10000	13000	11600	12600	20800
9. „ „ var. <i>radiosa</i>		400	200	200	200	400	—
10. <i>Botryococcus Braunii</i>		—	—	—	—	200	200
11. <i>Sphaerocystis Schroeteri</i>		2000	800	200	1800	400	400

Am gleichen Tage wurden mit dem kleinen und dem mittleren Apsteinnetze Vertikalfänge aus 30 und aus 80 m gemacht, deren Zählresultate folgende sind:

a = kleines Netz. b = mittleres Netz.

	30 m		80 m	
	a	b	a	b
1. <i>Peridinium cinctum</i>	—	—	—	—
2. <i>Ceratium hirundinella</i>	4200	3000	3200	3000
3. <i>Dinobryon divergens</i>	3000	12600	1500	5700
4. „ <i>stipitatum</i>	4000	11700	2100	5700
5. <i>Anabaena flos aquae</i>	—	—	900	4500
6. <i>Asterionella gracillima</i>	9200	32700	12900	24600
7. <i>Fragilaria crotonensis</i>	22200	80100	27000	58500
8. <i>Cyclotella comta</i> var.	13400	17400	8100	6000
9. „ „ var. <i>radiosa</i>	400	—	600	—
10. <i>Botryococcus Braunii</i>	—	1200	—	—
11. <i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	600	1800	—	900

b) Baldeggersee. Am 31. August 1899 besuchte ich den Baldeggersee, wo ich zunächst die nämlichen Pumpproben fasste, wie ich sie oben beschrieb. Dafür lautet die Zähltablette:

	0-4 m	5-8	9-12	13-16	17-20	21-30
1. <i>Peridinium cinctum</i>	1800	2100	4400	8160	1200	1520
2. <i>Ceratium hirundinella</i>	42300	36000	18000	11220	7200	3040
3. <i>Dinobryon divergens</i>	18350	15000	13200	1700	400	380
4. „ <i>stipitatum</i>	—	—	—	340?	—	—
5. <i>Asterionella gracillima</i>	300	1200	18800	13260	4000	1520
6. <i>Fragilaria crotonensis</i>	1500	—	—	—	—	—
7. <i>Synedra delicatissima</i>	600	600	1200	5100	800?	380
8. <i>Oscillatoria rubescens</i>	—	300?	234800	1203600	258800	26220

Außerdem pumpte ich aus 10, 11, 12 und 13 m je 10 l und bestimmte aus jeder Probe die Planktonten, wie folgt:

	10 m	11 m	12 m	13 m
1. <i>Peridinium cinctum</i>	5100	2700	4160	2360
2. <i>Ceratium hirundinella</i>	15000	3000	4160	1652
3. <i>Dinobryon divergens</i>	9600	4200	1560	472
4. <i>Asterionella gracillima</i>	18900	15900	19760	3068
5. <i>Fragilaria crotonensis</i>	900	—	—	472?
6. <i>Synedra delicatissima</i>	1800	7800	5720	472
7. <i>Oscillatoria rubescens</i>	13650	141000	400400	6223880

Es interessierte mich, aus der nämlichen Tiefe mehrere Proben aus je 10 l zu zählen und erhielt am 4. Januar 1900 aus 10 m Tiefe im Baldeggensee folgende Liste:

	I.	II.	III.
1. <i>Peridinium cinctum</i>	3000	4200	1800
2. <i>Ceratium hirundinella</i>	5700	4500	5700
3. <i>Dinobryon divergens</i>	6300	8700	4500
4. <i>Oscillatoria rubescens</i>	106800	104100	78000
5. <i>Asterionella gracillima</i>	900	1800	1200
6. <i>Synedra delicatissima</i>	1200	900	900

Aus diesen Tabellen ziehe ich folgende Schlüsse:

1. Die angewendete Methode ist vortrefflich geeignet, verschiedene Seen bezüglich der einzelnen Organismen miteinander zu vergleichen. Würde ich das Plankton der beiden genannten Seen durch Schätzung quantitativ bestimmen, so hätte ich im Plankton beider Seen das Auftreten von *Ceratium hirundinella* mit dem Prädikat „häufig“ bezeichnet. Man müsste die Schätzung des Materials beider Seen unmittelbar nacheinander vornehmen, um das Ueberwiegen von *Ceratium* des Baldeggenseeplanktons über dasjenige des Vierwaldstättersees zu konstatieren. Die vorigen Tabellen geben den großen Unterschied im Auftreten des *Ceratium* in den beiden Seen auf den ersten Blick zu erkennen. Noch deutlicher würde mein Schlusssatz beweisen, wenn ich noch andere Seen in den Vergleich hinein zöge.

2. Die angegebene Methode gestattet eine Charakterisierung des Planktons in befriedigendem Maße.

Das Plankton des Vierwaldstättersees ist dadurch als Diatomeenplankton gekennzeichnet. Sowohl in den Netz- als auch in den Pumpfängen steht *Fragilaria* obenan. Die Netzfänge ergaben ein Ueberwiegen von *Asterionella gracillima* über *Cyclotella*, während die Pumpfänge ein Vorherrschen von *Cyclotella* aufwiesen. Dieser Widerspruch ist leicht begrifflich, wenn man bedenkt, dass beim Ziehen des Netzes hauptsächlich die *Cyclotella* durchschlüpft. Auch das gegenseitige Verhältnis von *Ceratium* und *Dinobryon* wird durch den Netzfang wieder infolge des Hindurchschlüpfens von *Ceratium* ganz unrichtig angegeben, durch die Pumpmethode dagegen viel besser bestimmt. Im Plankton des Baldeggensees herrscht *Oscillatoria rubescens* stark vor; aber auch *Ceratium* und *Dinobryon* waren sehr gut entwickelt. Von den Diatomeen nahm *Asterionella* den Vorrang ein.





3. Die Pumpmethode ist die einzige unanfechtbare Methode, um über die vertikale Verteilung der einzelnen Organismen Aufschluss zu geben.

Ich verweise nur auf die Tabelle des Baldeggersees, was *Oscillatoria rubescens* betrifft. Während das Oberflächenwasser keinen einzigen Faden von *Oscillatoria rubescens* aufwies, war das Filtrat aus den gepumpten 10 l aus einer Tiefe von 13 m wie roter Weinmost anzusehen. Nach den Pumpresultaten musste in 13 m Tiefe diese Alge eine eigentliche schwebende Algenwiese bilden. Ohne die Pumpmethode wäre es unmöglich, die interessanten Lebenserscheinungen dieser Alge zu studieren. Die Publikation derselben wird später erfolgen.

4. In der letzten Tabelle habe ich die Planktonwerte hinzugesetzt, welche für drei gleiche Fänge aus der nämlichen Tiefe bestimmt wurden. In allen drei Proben war *Oscillatoria* weitaus vorherrschend, dann folgen *Ceratium* und *Dinobryon* und in drittem Häufigkeitsgrade: *Peridinium*, *Asterionella* und *Synedra*. Die Unterschiede in den Zahlen sind auf verschiedene Gründe zurückzuführen, worunter die unterlaufenen Fehlerquellen keineswegs die letzte Stelle einnehmen. Niemals wird man auch bei fehlerlosen Parallelbestimmungen gleicher Fänge die gleichen Zahlenresultate erhalten, denn eine mathematische Gleichmäßigkeit in der Verteilung der Planktonten in der gesamten Wassermasse oder sogar auf einem verhältnismäßig kleinen Raum annehmen, heißt nichts weniger, als die gewöhnlichsten Lebenserscheinungen misskennen.

5. Die dritte Tabelle giebt die Zählresultate der Netzfänge. Der Vergleich des kleinen Netzes mit dem mittleren, sowie der Netze mit den Pumpresultaten lautet so ungünstig, dass, wenn immer möglich die Methode der Vertikalzüge durch die Pumpmethode ersetzt werden sollte. Herr Sekundarlehrer Hool stellte mir einige Resultate seiner Untersuchungen des Rothsees zur Verfügung, die ich unverkürzt gefolgt lasse:

„Auf den Wunsch von Dr. Bachmann erlaube ich mir, seiner Arbeit noch eine Tabelle (S. 396 u. 397) beizufügen, welche abgesehen von einigen pflanzlichen Organismen hauptsächlich Zählungen von tierischen Planktonformen aus dem Rothsee enthält. Dieselben stammen ebenfalls aus Fängen, welche mittels der von Bachmann beschriebenen Pumpmethode macht wurden.

Die in der Tabelle zusammengestellten Resultate meiner Rothseeuntersuchungen eingehender zu diskutieren, um allgemeine Gesichtspunkte über die vertikale Verteilung der tierischen Planktonorganismen aufzustellen, wäre in Anbetracht des noch allzu kleinen Zahlenmaterials verfrüht. Gewiss ist hiezu mindestens eine Jahresbeobachtung unter Berücksichtigung der entsprechenden Tiefentemperaturen und der vertikalen Verteilung des Planktons während der verschiedenen Tageszeiten notwendig. Die beigefügte Tabelle soll vielmehr den Zweck haben, darzuthun, dass die Pumpmethode sich auch zum Fange der tierischen Planktonformen eignet, ja, wie es mir scheint, über die vertikale Verteilung derselben uns noch einen weit zuverlässigeren Aufschluss verschafft, als dies alle bis jetzt angewendeten Verfahren zu thun im stande waren.

In Anbetracht der geringen maximalen Tiefe des Rothsees von nur 17 m mag aus meiner Tabelle als auffallendes Resultat immerhin jetzt schon zu entnehmen sein, dass die Crustaceen von 10 m an abwärts sozu-

sagen vollständig verschwinden, während sie in größeren Gewässern wie z. B. im Waldstättersee noch aus einer Tiefe von 70 m gepumpt wurden. Ferner sei auch auf das fast plötzliche Auftreten von *Oscillaria sp.* in verhältnismäßig großer Tiefe hingedeutet; eine ähnliche Beobachtung in noch weit prägnanterer Weise machte Bachmann im Baldeggersee an *Oscillatoria rubescens*. *Clathrocystis aeruginosa*, die im letzten und vorletzten Herbstmonat starke Wasserblüten erzeugte, belebte den See bis auf dessen Grund, doch herrscht auch diese Alge, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, in bestimmten Tiefen vor.

Die Zählung der Crustaceen führte ich mit geringen Abweichungen nach der Amberg-Schröter'schen Methode aus und zwar mit dem Objektiv I, Ocular II. Das Gesichtsfeld von genau quadratischer Form gestaltete sich dabei so, dass es in der Länge des abzuzählenden Kubikcentimeters 14 mal in der Breite  $5\frac{1}{2}$  mal enthalten ist. Die quantitative Bestimmung nahm nun folgenden Verlauf. Bei zahlreichem Vorhandensein der Planktonorganismen und bei gleichmäßiger Verteilung derselben im Zählrahmen, zählte ich in dessen Längsrichtung 2 mal 14 Felder und zwar das eine Mal der Mittellinie, das andre Mal dem Rande des Rähmchens entlang. Um hierauf die Gesamtzahl der gefangenen Organismen zu bekommen, mußte bei einer Konzentrierung des Planktons auf  $10\text{ cm}^3$ , die Zahl der gezählten Formen mit dem verhältnismäßig kleinen Faktor 27,5 (aus  $10 \cdot \frac{5,5}{2}$ ) multipliziert werden. Fanden sich nur wenige tierische Organismen vor, oder waren dieselben sehr ungleich verteilt, so suchte ich jeweils den ganzen Kubikcentimeter ab. Mit diesem Verfahren glaube ich grobe Zählungsfehler vermieden und somit auch gute Zählresultate erhalten zu haben. Damit will ich nun allerdings keineswegs sagen, dass obige Zählungen dazu dienen könnten, die Quantität des tierischen Planktons in irgend einer Wasserschicht zu bestimmen, denn dafür halte ich auch die Pumpmethode als unbrauchbar. Die Zahlen sollen vielmehr auch hier einzig und allein einen besseren Anhaltspunkt bilden zur Beurteilung einer vertikalen Planktonverteilung, worin ich mich voll und ganz den Ansichten Bachmann's anschließe.

Immerhin bin ich zur festen Ueberzeugung gelangt, dass die Pumpe in quantitativer Beziehung mindestens ebensogute, wenn nicht noch bessere Ergebnisse liefert als z. B. das Apstein'sche Netz, auf dessen Mängel besonders beim Fang von Crustern Otto Fuhrmann in seiner „Kritik der Planktontechnik“ genügend hingewiesen hat. Nachstehende vergleichsweise Zusammenstellung von Pump- und Netzfängen möge einigermaßen meine Behauptung bestätigen. (s. Tabelle S. 400.)

Die erste Kolonne enthält die Zahlen der verschiedenen Organismen, welche sich aus einem Vertikalzug mit einem kleinen Apsteinnetz ergaben, dessen Oefnungsweite 8,5 cm beträgt, so dass bei einem Vertikalzuge aus 16 m Tiefe eine Wassermasse von 90 l filtrierte wurde. Die zweite Kolonne enthält die Zählungen aus einer gleichzeitig gepumpten Wassermenge von 160 l, die allerdings in der Weise gewonnen wurden, dass in Abständen von 2 zu 4 m bis auf 16 m Tiefe je 10 l heraufgepumpt wurden; richtiger wäre es allerdings gewesen, wenn während des Pumpens der Trichter kontinuierlich mit gleichförmiger Geschwindigkeit

	I. Netz 90 l filtriert	II. Pumpe 160 l filtriert	III. Netzfänge mal 1,8
<i>Nauplius</i>	1490	2750	2682
<i>Diaptomus</i>	690	1030	1242
<i>Cyclops</i>	30	50	54
<i>Bosmina</i>	1980	7390	3564
<i>Ceriodaphnia</i>	220	510	396
<i>Daphnia</i>	330	590	594
<i>Polyarthra</i>	170	800	306
<i>Anuraea</i>	3740	9400	6732
<i>Asterionella</i>	2860	7800	5148
<i>Clathrocystis</i>	37620	220800	67716

heraufgezogen worden wäre; allein ich muss gestehen, dass ich damals nicht an die Abfassung einer solchen Vergleichung von Pump- und Netzfängen gedacht habe. Die dritte Kolonne enthält die Fänge des Netzes auf die Wassermasse von 160 l berechnet. Die entsprechenden Zahlen in den Kolonnen II u. III verglichen, weisen nun bei den größeren Formen der Crustaceen eine merkwürdige Uebereinstimmung auf, während bei den kleinen Organismen, welche die Maschen des Netzes leicht durchdringen können, die Fänge mit der Pumpe diejenigen des Netzes durchweg weit übertreffen. Geradezu erstaunlich gestaltet sich der Unterschied bei *Clathrocystis*, der sicher darauf schließen lässt, dass eine sehr große Zahl dieser Gitteralge das Netz ungehindert passiert. Hätte nun die zu obigen Fängen angewendete Pumpe nicht den großen Nachteil, dass sie das Wasser nur stoßweise liefert, so würden sich die Unterschiede noch auffallen der und gewiss zu Gunsten des Pumpverfahrens gestaltet haben. Auch bei den Crustern würde sich dann eine größere Differenz eingestellt haben, indem dieselben dem Zuge des angesogenen Wassers weniger leicht zu entriren vermocht hätten. Ich muß allerdings selbst gestehen, dass diese Art der Vergleichung von Netz und Pumpe aus dem oben angeführten Grunde keine einwandfreie ist, und einer allzu strengen Kritik kaum Stand zu halten vermag. Möge sie aber trotzdem auch anderwärts zu ähnlichen kritischen Untersuchungen Anlass geben, denn auch ich bin der Ansicht, dass die jetzigen quantitativen Planktonbestimmungen noch auf sehr unsichern Füßen stehen<sup>4</sup>. [28]

Luzern, Jänner 1900.

Nachtrag. Seit der Abfassung dieser Mitteilung sind folgende Arbeiten erschienen, welche hier noch keine Berücksichtigung fanden:

Stener, Das Zooplankton der alten Donau bei Wien. Biol. Centralbl. II. 1, 1900.

Fuhrmann, Beitrag zur Biologie des Neuenburger Sees. Ebenda II. 3 u. 4.

—, Propositions techniques etc. Archives d. sc. nat., Genève 1899.

Amberg, Methode der Planktonzählung. Biol. Centralbl. 1900, II. 8. Da meine oben mitgeteilten Ansichten in keiner Weise modifiziert wurden, sollen die angeführten Arbeiten später berücksichtigt werden. **H. B.**

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Bachmann Hans

Artikel/Article: [Die Planktonfänge mittels der Pumpe. 386-400](#)