

IX.

Eine praktisch-verwerthbare Methode zur quantitativen Bestimmung des Teich-Planktons.

Von Dr. **Emil Walter** (Cöthen).

Im verflossenen Sommer hatte ich Gelegenheit, in systematischer Weise eine grosse Anzahl von Fischteichen zu untersuchen. Der Einladung eines der bedeutendsten Fischzüchter, des Herrn Victor Burda in Bielitz, sowie dem Entgegenkommen des Fürsten von Hatzfeld-Trachenberg und des Grafen von Maltzan-Militsch habe ich es zu danken, dass meine Untersuchungen sich auf ein Teichareal von über 13000 Morgen erstrecken konnten. Mein Hauptaugenmerk war von Anfang an auf praktische Dinge gerichtet; es ergab sich aber bald, dass eine Förderung vieler noch dunkler teichwirtschaftlicher Probleme nur durch eine mehr wissenschaftliche Beobachtung und Untersuchung — welche beide auf dem Gebiete der Teichwirtschaft noch so gut wie neu sind — möglich sei. Unter anderem drängte sich mir die Überzeugung auf, dass eine quantitative Bestimmung des Teichplanktons ein ganz unschätzbares Hilfsmittel bei den Untersuchungen sei, denen ich meine Zeit widmete.¹⁾

¹⁾ In welcher Beziehung das Plankton zur Praxis der Teichwirtschaft steht, kann ich hier nicht erörtern, ebenso wenig will ich mich in Details über den Begriff, die Zusammensetzung und Vertheilung des Teichplanktons einlassen. Da ich erst im Mai meine Untersuchungen begann und erst im Juni das Plankton volumetrisch zu bestimmen in der Lage war, so darf die Reihe meiner Beobachtungen noch nicht als eine vollständige bezeichnet werden. Die Untersuchungen werden jedoch fortgesetzt werden, und es ist vom schlesischen Fischerei-Verein die Gründung einer teichwirtschaftlichen Beobachtungs- und Versuchs-Station in Trachenberg für das Jahr 1895 in Aussicht genommen, wozu Fürst von Hatzfeld-Trachenberg in dankenswerthester Weise verschiedene Hilfsmittel zur Verfügung gestellt hat.

Das Plankton zu wiegen, wäre mir schon aus dem Grunde unmöglich gewesen, weil mir keine chemische Waage zu Gebote stand. Ich schlug infolge dessen das einfachere Verfahren der volumetrischen Bestimmung ein. Bevor ich jedoch auf dasselbe zurückkomme, muss ich die Ausführung der Planktonfänge einer eingehenden Besprechung unterwerfen.

Die Mehrzahl der Leser dieser Zeilen wird mit den Eigenschaften von Fischteichen kaum näher vertraut sein; es sei deshalb nur bemerkt, dass ein Teich¹⁾ ein Gewässer ist, dessen Wasserstand beliebig geregelt werden kann, und dessen Wassertiefe durchschnittlich 1 m nicht überschreitet. An den meisten Stellen ist der Teich noch flacher als 1 m; an wenigen tieferen Stellen, ferner in den Gräben und Abzugskanälen erreicht er eine Tiefe bis zu 2 m. Wir werden deshalb die durchschnittliche Höhe des Wasserstandes auf 1 m angeben können. Auf diese flachen Wasserbecken, die aber zuweilen eine bedeutende Fläche einnehmen — ich selbst kenne Teiche von 1200 Morgen, und es giebt deren von 3500 Morgen Wasserfläche, — ist der Begriff des Planktons nicht mehr ganz in seiner ursprünglichen Form anzuwenden, er erleidet einige Modifikationen, die hier nicht des näheren erörtert werden sollen.

Soll nun mit Hülfe von Planktonnetzen das Teichplankton quantitativ genau gemessen werden können, so müssen zwei Bedingungen erfüllt sein: erstens muss das Plankton horizontal und zweitens vertical ganz gleichmässig vertheilt sein. Beides ist aber in Teichen bestimmt nicht der Fall. Innerhalb der horizontalen Richtung ist sowohl die qualitative als auch die quantitative Vertheilung des Planktons eine ungleichmässige — wenigstens bis zu einem gewissen Grade. Hierüber hat mir die volumetrische Methode ganz deutliche Auskunft ertheilt. Es ergaben sich zur Evidenz Unterschiede in der Masse und Unterschiede in der Zusammensetzung des Teichplanktons. Über die Gründe dieser Erscheinung werde ich in einer späteren Arbeit Aufschluss zu geben versuchen, einer derselben wird jedoch schon weiter unten Erwähnung finden. Dass ich auch verticale Vertheilungsdifferenzen sowohl quantitativer als auch qualitativer Art beobachtete, kann nicht Wunder nehmen: die verticalen Wanderungen gewisser planktonischer Organismen sind ja bekannt; es fehlt uns nur noch an einer einheitlichen Erklärung derselben. Wahrscheinlich sind diese Wanderungen aber das Resultat verschiedener Faktoren,

¹⁾ Meine Untersuchungen erstreckten sich vorläufig nur auf stagnierende Karpfenteiche. In den kleinen Forellenteichen mit ständigem Durchfluss liegen natürlich ganz andere, noch völlig unerforschte Verhältnisse vor.

die hier, je nachdem sie mit einander kombiniert sind, je nachdem sie neben oder nach einander wirken, ganz verschiedene Folgen hervorgerufen können.

Müssen wir aber deshalb auf eine quantitative Bestimmung des Teichplanktons überhaupt verzichten? Auf die vollständige Exaktheit solcher Bestimmungen sicher. Diese ist nicht erreichbar. Aber kam es mir denn für meine hauptsächlich praktischen Zwecken dienenden Untersuchungen auf eine absolute Genauigkeit an? Durchaus nicht, ich war vollkommen zufrieden und hatte schon Nützlichendes erreicht, wenn es mir gelang, Resultate von annähernder Richtigkeit zu erzielen. Und in der That, eine Genauigkeit, die für praktische Zwecke genügt, ist erreichbar, und zwar dadurch, dass man nach Möglichkeit die angedeuteten Ungleichheiten in der Vertheilung des Planktons berücksichtigt und durch besondere Methoden die vorhandenen Mängel korrigiert. Das fällt denn auch durchaus nicht schwer. Was zunächst die Unregelmässigkeiten in der verticalen Verbreitung des Planktons betrifft, so ergeben sich hieraus zwei Notwendigkeiten in der Art und Weise des Planktonfanges. Erstens dürfen nur verticale Netzzüge gemacht werden, denn jeder horizontale Zug filtrirt ja nur oder doch zum grössten Theil das Wasser ein und derselben horizontalen Schicht. Zweitens muss jeder verticale Zug immer auf die ganze Wassersäule vom Grunde bis zur Oberfläche ausgedehnt werden, damit alle Schichten des Wassers gleichmässig zu dem Resultat beitragen.

Aber auch die ungleichmässige horizontale Vertheilung des Planktons kann nach Möglichkeit durch die Untersuchungsmethode ausgeglichen werden. Man könnte einen oder mehrere längere Horizontalzüge machen, wenn man so grosse Netze besässe, dass alle Schichten des Wassers vom Grunde bis zur Oberfläche gleichmässig filtrirt würden. Da das aber nicht angeht, so muss man sich damit helfen, dass man möglichst viele verticale Netzzüge (in der eben angedeuteten Weise) an möglichst vielen und verschiedenen Stellen der zu untersuchenden Gewässer ausführt. Je umfassender diese Stichprobenmethode angewandt wird, desto mehr wird das Resultat den wirklichen Verhältnissen entsprechen. Durch diese Methode kann man dann auch einen genauen Überblick über die Differenzen der Vertheilung gewinnen. Diese Differenzen sind durchaus nicht so bedeutend, dass sie approximative Bestimmungen unmöglich machten. Ich gab schon vorhin an, dass die horizontale Vertheilung des Planktons in einem und demselben Gewässer nur bis zu einem gewissen Grade eine ungleichmässige ist, d. h. innerhalb eines planktonreichen Teiches

findet man nicht etwa ganz planktonarme Stellen und ebenso umgekehrt. Mittels der Stichprobenmethode konnte ich feststellen, dass die Volumendifferenz des Planktons an den abweichenden Stellen eines Teiches kaum jemals das Doppelte oder die Hälfte des Durchschnittsvolumens übertraf. War also der Durchschnitt von 10—20 Proben 3,3 ccm., so waren es schon Ausnahmeverhältnisse, wenn einzelne Proben nach oben 6,6 oder nach unten 1,65 ccm. erreichten. Es spricht also immer noch die grösste Wahrscheinlichkeit für die Erreichung einer approximativen Richtigkeit — wenn bei der Untersuchung die Stichprobenmethode zur Anwendung gelangt.

Noch eines. Sollen wir die Anzahl der Netzzüge oder die Höhe des filtrirten Wassers zur Grundlage unserer Berechnungen machen? Zunächst müssen wir die Frage beantworten, ob verticale Netzzüge aus verschiedenen Tiefen (desselben Gewässers) — vorausgesetzt immer, dass dieselben die ganze Wasserschicht vom Grunde bis zur Oberfläche filtrirt haben — den gleichen Planktongehalt aufweisen. In Seen und Meeren, wo die Tiefendifferenzen ganz bedeutende sind, zweifellos nicht. Für die seichten Teiche habe ich aber die Beobachtung gemacht, dass in der Hauptsache nicht die Wassermasse, sondern die Grösse der Bodenfläche für die Production des Planktons maassgebend ist, sofern nämlich das letztere zum grössten Theil aus stickstoffreichen animalischen Elementen besteht.¹⁾ Man findet also in einem Netzzug von 1 m Höhe (vom Grunde bis zur Oberfläche) keineswegs nur die Hälfte von dem Plankton, welches in einem Netzzuge von 2 m Höhe vorhanden ist. Der Inhalt des ersten Zuges nähert sich vielmehr dem des zweiten. Kleine Differenzen sind allerdings vorhanden: auch hier bildet der Wellenschlag ein gewisses Corrigenes, das in annähernder Weise eine gleichmässige Vertheilung des Planktons zu Wege bringt. Der Wellenschlag ist aber in flachen und kleinen Wasserbecken sehr gering, und so wird schon aus diesem Grunde niemals eine absolute Gleichmässigkeit in der horizontalen Vertheilung erreicht werden (es kommen aber ausserdem noch andere Gründe in Betracht). Es ist also zu beachten, dass in flachen Teichen die Menge des Planktons mit der Tiefe des Teiches zwar zunimmt, aber lange nicht in dem Verhältniss, wie es eine absolut gleichmässige Vertheilung voraussetzen würde: die Menge des Planktons ist in einem einer

¹⁾ Meine Ansichten über die Gründe dieser Erscheinung sollen später veröffentlicht werden, sobald ich Gelegenheit haben werde, darüber genauere experimentelle Studien zu machen.

seichten Stelle entnommenen Kubikmeter Wasser eine grössere, als in einem Kubikmeter, welcher aus tieferen Stellen stammt.¹⁾

Daraus ergibt sich nun die Schwierigkeit, dass wir weder die Anzahl der Netzzüge noch die Höhe des filtrirten Wassers zur Grundlage unserer Berechnungen machen können. Es giebt nur ein Mittel, um die vorliegende Schwierigkeit zu beseitigen: wenn wir uns fragen, wo denn die durchschnittliche Dichtigkeit in der horizontalen Vertheilung des Planktons zu suchen sei, so sind das jedenfalls die Stellen, welche der durchschnittlichen Tiefe des Teiches entsprechen. Demnach wären in Teichen mit einer durchschnittlichen Tiefe von 1 m die verticalen Stichproben an solchen Stellen zu entnehmen, die eben jene Durchschnittstiefe von 1 m besitzen. Nun ist man freilich häufig nicht in der Lage, sich auf solche Stellen zu beschränken; es giebt aber auch hier einen Ausweg, welcher die Entnahme von Stichproben aus verschiedenen tiefen Stellen ermöglicht: man suche die Differenz eines Netzzuges von der Durchschnittstiefe eines Gewässers bei einem nachfolgenden Zuge wieder auszugleichen, so zwar, dass nach Beendigung der Untersuchung so viel mal die Durchschnittstiefe erreicht ist, als Netzzüge gemacht wurden. Da ich also als Durchschnittstiefe immer 1 m annehmen musste, so habe ich immer so viel Meter Wasserhöhe filtrirt, als ich Netzzüge machte. Beispiel: ich untersuche einen Teich mittels Stichproben, beginne mit drei Proben zu 1 m Höhe, nehme dann eine zu $1\frac{1}{4}$ m und zwei zu $1\frac{1}{2}$ m Höhe; alsdann bin ich, um das Gleichgewicht wieder herzustellen, gezwungen, eine Probe von $\frac{3}{4}$ m und zwei Proben von $\frac{1}{2}$ m Höhe (immer vom Grunde des Wassers bis zur Oberfläche) zu nehmen; Summa: 9 Proben von zusammen 9 m Höhe.²⁾ — Das ist meines Erachtens das beste Mittel, um die Schwierigkeiten, welche sich durch die ungleichmässige Vertheilung des Teichplanktons an verschiedenen tiefen Stellen darbieten, nach Möglichkeit zu beseitigen. Es giebt aber auch noch andere Momente als die Unzugänglichkeit

¹⁾ In welchem Grade das noch auf tiefere Seen Anwendung findet, vermag ich nicht anzugeben. Jedenfalls liegt die Möglichkeit vor, dass bei Nichtberücksichtigung dieses Umstandes ganz bedeutende Rechnungsfehler entstehen können. — Man vergleiche übrigens hinsichtlich der horizontalen und verticalen Vertheilung des Planktons die Untersuchungsergebnisse von Dr. O. Zacharias im VI. Abschnitt dieses Heftes, welche sich auf den Gr. Plöner See beziehen.

²⁾ Die Ausführung kann man sich dadurch sehr erleichtern, dass man an der Leine des Planktonnetzes Knoten von $\frac{1}{4}$ zu $\frac{1}{4}$ m Höhe (vom Netzrand aus gerechnet) anbringt.

des Wellenschlages, welche eine ungleichmässige Vertheilung des Planktons bedingen; z. B. liefern oft gleichtiefe Stellen desselben Teiches verschiedene Planktonmengen. Diese Differenzen können eben nur durch die möglichst grosse Anzahl der Netzzüge ausgeglichen werden.

Die 5—10—20 Stichproben (je nach der Grösse des Teiches) sollen nun zusammen gemessen werden. Ich bediente mich hierzu der üblichen Methode der volumetrischen Bestimmung, indem ich den Planktonfang in ruhig stehenden kleinen Messcy lindern sich absetzen liess. Das in wässriger Formollösung befindliche Plankton setzt sich in diesen Messcy lindern, die 10 ccm. Inhalt fassen, innerhalb einiger Stunden zu Boden. Innerhalb der nächsten Stunden verringert sich sein Volumen noch beständig; nach 24 Stunden habe ich jedoch niemals mehr eine merkliche Verringerung wahrnehmen können.¹⁾ Ich nahm also immer nach 24 Stunden die Volumenbestimmung vor, indem ich die Anzahl der ccm und deren Bruchtheile von der Skala ablas, und mit der Anzahl der Netzzüge (in diesem Falle gleichbedeutend mit der Anzahl der Meter der filtrirten Wasserhöhe) in die erhaltenen Cubikcentimeter und deren Bruchtheile dividirte. Dieses Dividieren oder Zurückführen auf die Einheit von einem Meter oder einem Netzzug ist nötig, weil man nicht immer die gleiche Anzahl von Netzzügen macht und deshalb eine Einheit haben muss, welche einen Vergleich unter den Resultaten aus verschiedenen Teichen gestattet. Diese Einheit betrug in unserem Falle bei einem Öffnungsdurchmesser des Planktonnetzes von 20 cm und einer Einheitshöhe des Netzzuges von 1 m immer cc. 31400, rund 30000 ccm filtrirten

¹⁾ Diese Bestimmung des „Rohvolumens“, wie es Schütt (Analyt. Planktonstudien, S. 42, 1892) nennt, hat ihre Mängel, aber sie genügte für meine, praktische Ziele verfolgenden Untersuchungen vollkommen. Im nächsten Jahre sollen aber noch vergleichende Bestimmungen des „dichten Volumens“ angeschlossen werden. — Ich muss hier allerdings bemerken, dass wenigstens einige Planktoncomponenten bei Anwendung dieser Methode sich der volumetrischen Bestimmung entziehen und zwar dadurch, dass sie nicht untersinken, sondern sich an der Oberfläche ansammeln. Das sind nach meinen Erfahrungen die Larven einer Corethra, die ich fast immer in einigen Exemplaren in meinen Planktonzügen vorfand, ferner gewisse Nostoc-Arten und einige Wasserblüthen-Algen. Ich habe aber niemals grössere Mengen dieser leichteren Planktoncomponenten angetroffen, auch nicht der Wasserblüthen; es handelte sich immer nur um Bruchtheile eines $\frac{1}{10}$ ccm, die gegenüber der Masse der schwereren, zu Boden gesunkenen Bestandtheile gar nicht in Betracht kamen. Ich konnte für meine praktischen Zwecke diesen geringfügigen Verlust, der sich bei Anwendung leichterer Medien, etwa des Alkohols, vielleicht noch etwas verringert hätte, leicht verschmerzen.

Wassers. Es lag mir fern, den Kubikmeterinhalt des Planktons für jeden einzelnen Teich zu berechnen, obgleich das nach Kenntnissnahme des Wasserkubikinhaltel leicht ausführbar gewesen wäre: es war für meine Zwecke sogar vortheilhafter, mich mit dieser Ziffer zu begnügen, welche direkt einen Vergleich des Planktongehaltes eines Teiches mit dem der andern gestattet.

Was die auf solche Weise erzielten Resultate betrifft, so besitze ich darüber eine grosse Reihe von Aufzeichnungen, die aber aus einem eingangs erwähnten Grunde erst vervollständiget werden sollen; hier will ich nur bemerken, dass ich vom Frühjahr gegen den Herbst hin eine starke Tendenz des Planktonvolumens zum Abnehmen constatiren konnte, sowie dass die Schwankungen des Planktonvolumens sich je nach der Jahreszeit und der Qualität der verschiedenen Teiche zwischen 0,02 und 2 ccm pro Einheit (= 30 000 ccm), oder 0,64 und 64 ccm pro Kubikmeter Wasser¹⁾ bewegten, dass sich also die Extreme wie 1:100 verhielten.

Ich wiederhole kurz die beschriebene Methode der volumetrischen Planktonbestimmung von Teichen. Es dürfen nur verticale Netzzüge gemacht werden; diese müssen immer die ganze Höhe des Wassers vom Grunde bis zur Oberfläche filtriren. Je grösser die Anzahl dieser verticalen Stichproben ist, desto näher kommt das Resultat der Wirklichkeit. Die Gesamthöhe des durch die verschiedenen Netzzüge filtrirten Wassers muss so viel mal die Einheit der Durchschnittstiefe des zu untersuchenden Gewässers betragen, als Netzzüge gemacht wurden. Die Gesamtmenge des Planktons wird in einem Messcylinder gemessen und in die Anzahl der gefundenen ccm (und deren Bruchtheile) mit der Anzahl der Netzzüge (oder der Durchschnittstiefeneinheiten) hineindividiert. Hieraus ergibt sich die zu Vergleichen zwischen verschiedenen Gewässern erforderliche Einheit, aus der man mit leichter Mühe den Planktongehalt eines

¹⁾ Ich halte es für angebracht, den Planktongehalt immer pro Kubikmeter zu berechnen, schon aus dem Grunde, weil nur auf diese Weise ein müheloser Vergleich zwischen den Resultaten anderer Forscher, welche sich verschiedener Netzgrössen bedienen, ermöglicht wird. Allerdings muss bei der Berechnung dieser idealen Kubikmetereinheit immer das berücksichtigt werden, was oben über die Ausführung der Planktonfänge hemerkt wurde. So würde z. B. jede Berechnung der Kubikmetereinheit fehlerhaft sein, welcher solche Netzzüge zur Grundlage dienen, die nicht die ganze Höhe vom Grunde bis zur Oberfläche des Wassers filtrirt hätten. Ich fand in diesem Falle die Kubikmetereinheit, indem ich meine primäre Einheit (= 31 400 cubcm) mit 32 multiplizierte. Wenn man die gefundene Ziffer mit dem Wasserkubikmeterinhalt des Teiches multipliziert, erhält man den Gesamtplanktongehalt des letzteren.

cubm Wassers berechnen kann. — Ich muss schliesslich nochmals bemerken, dass ich weit entfernt bin, der in Rede stehenden Methode vollkommene Exactheit zuzuschreiben. Auf solche kann sie keinen Anspruch erheben, ebenso wenig wie andere Methoden zur Bestimmung des Süsswasserplanktons, von dem es fest steht, dass sowohl seine horizontale, als verticale, sowohl seine quantitative als qualitative Vertheilung eine nicht absolut gleichmässige ist. Es genügt für meine praktischen Zwecke, wenn mir diese Methode annähernd richtige Resultate, solche, welche der Wirklichkeit nahe kommen, sichert. Ich will an dieser Stelle noch erwähnen, dass Privatdocent Dr. Hofer-München mir mittheilte, dass er sowohl Planktonmessungen als Planktonwägungen seit einiger Zeit ausführe. Die Wägungen habe er, um Fehlerquellen zu vermeiden, mit der Trockensubstanz des Planktons vorgenommen. Er sei jedoch dahin gekommen, dass er die Messungen den Wägungen entschieden vorziehe.¹⁾

Vielleicht ist es möglich, noch andere Instrumente zur volumetrischen Bestimmung des Planktons zu construiren, welche an einem Tage eine Untersuchung möglichst vieler kleiner Gewässer gestatten. Ich werde im nächsten Jahre Versuche mit einem neuen Instrumente machen, welches bestimmt ist, die volumetrische Untersuchung des Planktons binnen ganz kurzer Zeit an Ort und Stelle des Gewässers selbst zu ermöglichen.

¹⁾ Anmerkung des Herausgebers: Wenn es sich um nahezu monotonen und massenhaft auftretendes Plankton handelt, so scheint mir der Nutzen von Wägungen, selbst wenn dieselben keine ganz exacten Resultate liefern, doch augenscheinlich zu sein. Ich gestatte mir in dieser Beziehung auf den V. Abschnitt dieses Heftes zu verweisen, worin ich die Ergebnisse meiner Gewichtsermittlungen in Betreff der *Melosira laevis* publicirt habe.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Walter Emil

Artikel/Article: [Eine praktisch-verwerthbare Methode zur quantitativen Bestimmung des Teich-Planktons 180-187](#)