Mm. syringei; beide Gruppen inserieren sich überdies auch an den ventralen und dorsalen Enden der Ringe (akromyod nach Garrod, vielleicht aber besser diakromyod). Im allgemeinen fand F. wie Wunderlich am Syr. tracheo-bronchialis der hochentwickelten Singvögel 7 Muskelpaare. Von denselben gehört der M. tracheo-bronchialis ventralis (Levator longus anterior der Autoren, Levator longus anterior arcus III. Wunderlich), der M. trach.-bronch. obliquus (Rotator arc. III. Wunderlich), die Mm. brach.-bronch. dorsales longus und brevis (Levatores posteriores longus und brevis der Autoren, Levator longus posterior arc. II. und Tensor membranae tympaniformis internae Wunderlich), sämtlich dorsal liegend, der ersteren Muskelgruppe an, während die Mm. syringei in doppelter oder 3facher Zahl auftreten (1 oder 2 M. syringeus ventralis (Obliquus anterior der Autoren, Levator brevis anterior arcus II. Wunderlich) und M. syringeus dorsalis (Obliquus posterior der Autoren, Levator brevis posterior arc. II. Wunderlich).

Nach Garrods Beschreibung besitzen die *Pseudoscines* nur 2 bis 3 Paare von Mm. tracheo-bronchiales: jederseits einen M. trach.-bronch. ventralis und einen M. trach.-bronch. dorsalis). Dadurch entfernt sich nach F.s Ansicht diese Abteilung weit von den echten *Oscines*. Auf Grund dieser Thatsachen fällt F. über den Syrinx der Vögel folgendes Urteil: Der untere Kehlkopf mit seiner Muskulatur stellt zwar ein bedeutsames Merkmal dar, der im Detail der Systematik oft sehr brauchbar ist, aber wegen seiner ungemeinen Mannigfaltigkeit und Veränderlichkeit eine breitere Anwendung nicht finden kann. Deshalb darf auch den *Oscines*, welche Abteilung ca. 5000 Arten umfasst und dadurch alle anderen übertrifft, nur der Rang einer Unterfamiliengruppe zuerkannt werden.

(Fortsetzung folgt.)

Dr. **F. Helm.**

Ueber die wechselnde Quantität des Planktons im Großen Plöner See.

Von Dr. **Otto Zacharias** in Plön.

Jedem, der sich mit Plankton-Studien befasst, drängt sich die Wahrnehmung auf, dass die Quantität des sogenannten pelagischen Auftriebs, d. h. des im Wasser schwebenden Materials an pflanzlichen und tierischen Organismen einem periodischen Wechsel unterworfen ist. Dies gilt vom Plankton des Meeres sowohl wie von dem unserer Süßwasserseen. Die riesigen Gefilde des Ozeans bieten in dieser Hinsicht keine anderen Verhältnisse dar, als die relativ kleinen Seebecken des Binnenlandes. Wir wissen aus Erfahrung, dass heute und morgen — ja wochenlang — die reichlichsten Fänge mit dem Planktonnetz gemacht werden können, wogegen man zu anderen Zeiten nicht die Hälfte oder das Drittel von dem zu erbeuten im Stande ist, was sich

vorher in kürzester Frist mit Leichtigkeit auffischen ließ. Angesichts eines solchen Wechsels in der Quantität der im Wesser flottierenden Organismen taucht naturgemäß der Wunsch auf zu wissen, in welchen Grenzen sich die Zu- und Abnahme der Planktonmenge bewegt, bezw. wie oft und in welchen Perioden ein Maximum oder Minimum derselben eintritt. Inbetreff der Binnenseen käme außerdem noch in Frage, ob hier die Flächengröße und Tiefe von Einfluss auf die Quantität der durchschnittlichen Planktonproduktion ist, und in welchem Maße sich der Einfluss dieser Faktoren bemerkbar macht.

In der hiesigen biologischen Station, wo man Gelegenheit hat, das Plankton eines großen Sees täglich inbezug auf Quantität und Qualität zu kontrolieren, musste die große Veränderlichkeit desselben nach beiden Richtungen hin alsbald deutlich hervortreten. Infolge davon kam ich zu dem Entschlusse, den Planktongehalt einer und derselben Wassersäule in bestimmten Zwischenräumen zu wiegen, so dass hierdurch vergleichbare Zahlenangaben gewonnen wurden, vermöge deren man sich ein ungefähres Bild von dem periodischen Wechsel der Plankton-Quantität entwerfen kann. Ich begann mit diesen Wägungen am 24. Januar d. Js. (1894). Sämtliche Fänge sind mit einem und demselben Netze ausgeführt worden. Dieses wurde immer in die nämliche Tiefe (40 m) hinabgelassen und dann vertikal emporgezogen. Nachdem das aufgefischte Plankton sorgfältig gesammelt und möglichst gut auf Fließpapier abgetrocknet worden war, brachte ich es jedes Mal im frischen Zustande auf die Wage. Ich erhielt dann das Gewicht desselben in Milligrammen. Die so erhaltenen Ziffern entsprechen einer Oeffnung des kegelförmigen Netzaufsatzes von 63,6 Quadratzentimeter ($= {}^1/_{157}$ Quadratmeter). Wir haben also stets die Gewichtszahlen mit 157 zu multiplizieren, um die Planktonmenge zu berechnen, welche sich unter 1 Quadratmeter Seefläche (bis zu einer Tiefe von 40 Metern hin) thatsächlich vorfindet. Am 24. Januar d. Js. ergab die Wägung 34,3 Milligramm. Somit waren an jenem Tage $157 \times 34{,}3$ Millig., d. h. 5,385 g Plankton in einer Wassersäule von 1 Quadratmeter Querschnitt und 40 Meter Höhe vorhanden.

Bei diesen Verfahren wird freilich das Gewicht jedes Fanges um einen gewissen Betrag niedriger angenommen werden müssen, weil es unmöglich ist, alle Feuchtigkeit von Wäge-Material durch Abtrocknen zu entfernen. Und zwar wird dieser Betrag bei reichlichen Fängen größer sein, als bei spärlichen. Ich veranschlage die haften gebliebene Feuchtigkeit im Durchschnitt auf ein Fünftel vom Gesamtgewicht der einzelnen Fänge. Es liegt hierin zweifellos ein Mangel meines Verfahrens, aber trotzdem lässt sich die Veränderlichkeit des Planktons hinsichtlich seiner Quantität nach den ermittelten Gewichtszahlen besser beurteilen, als auf Grund bloßer Schätzungen. Nach dem Augenschein kann man wohl sagen, dass jetzt z. B. viel mehr Plankton vorhanden

ist, als vor einer Reihe von Wochen; aber man ist außer Stande, anzugeben, um ein Wievielfaches die jetzige Planktonmenge die damalige übertrifft. Gewichtsermittelungen sind deshalb, auch wenn sie keinen Anspruch auf Exaktheit machen können, immerhin wertvoll, insofern sie die Subjektivität bei der Beurteilung von Quantitätsverhältnissen ausschließen, womit an und für sich schon die Feststellung der Wahrheit gefördert wird.

Besonders kommt aber noch inbetracht, dass wir durch die Methode fortgesetzter Wägungen auf die einfachste Weise ein klares Bild von den Schwankungen der Planktonmenge während der aufeinanderfolgenden Jahreszeiten erhalten und so überhaupt erst zu bestimmteren Vorstellungen über die Produktion limnetischer Organismen, wie sie jahraus jahrein in unseren Binnenseen stattfindet, gelangen.

Am 7. April d. Js. betrug das Gewicht eines Planktonfanges aus 40 m nicht weniger als 1116 Milligramm, was auf den Quadratmeter berechnet über 175 g ausmacht. Das ist das reichlichste Ergebnis, welches ich in der Zeit vom 24. Januar bis 28. Juli (1894) erhalten habe und dasselbe ist darauf zurückzuführen, dass an jenem Tage eine schon seit Märzbeginn in Zunahme begriffene limnetische Bacillariacee (*Melosira distans* Ehrb., var. *laevissima* Grun.) ein Maximum des Vorkommens erreichte. Man hatte damals ein fast völlig reines Melosirenplankton vor sich, denn die übrigen flottierenden Organismen traten gänzlich vor der ungeheuren Menge der kleinen, gelblichen Fädchen zurück, welche die gesamte Wassermasse des Plöner Sees von der Oberfläche bis zum Grunde durchsetzten.

Um über die Verteilung der genannten Bacillariacee in größeren und geringeren Tiefen Klarheit zu erlangen, wurden Stufenfänge gemacht, welche folgende Resultate lieferten:

Aus	2,5	Meter	Tiefe	132	Millig
„	5	„	„	157	„
„	10	„	„	200	„
„	15	„	„	392	„
„	20	„	„	431	„
„	30	„	„	625	„
„	40	„	„	1116	„ (wie schon mitgeteilt).

Da es hier nicht auf Bruchteile von Milligrammen ankommt, gebe ich die Gewichte nur in abgerundeten Zahlen an. Aus denselben ist zu entnehmen, dass die *Melosira*-Fäden in den verschiedenen Tiefenregionen sehr ungleichmäßig verteilt waren. In der Nähe der Oberfläche zeigten sie die größte Dichtigkeit; denn der Fang aus 2,5 Meter ist der reichste. Ein Netzzug aus doppelter Tiefe (5 Meter) brachte nur 25 Milligramm mehr herauf. Vergleichen wir hiermit den *Melosira*-Gehalt der Schicht zwischen 10 und 15 Meter, so lieferte dort die Durchfischung von 2,5 Meter ein bei weitem günstigeres Ergebnis, nämlich $\frac{392-200}{2} = 96$ Milligramm. Man findet diesen Betrag ganz

einfach so, dass man die Gewichtszahlen der Stufenfänge aus 10 und 15 Meter von einander subtrahiert und dann durch 2 dividiert. Letzteres muss geschehen, weil die Schicht, deren Planktongehalt ermittelt werden soll, die doppelte Höhe der Oberflächenschicht besitzt, welche der Vergleichung zu Grunde liegt. Auf dieselbe Weise berechnet man, dass zwischen 15 und 20 Meter an jenem Tage ein Netzzug durch 2,5 Meter nur 19,5 Milligramm ergeben haben würde, wogegen ein solcher zwischen 20 und 30 Meter für dieselbe Strecke 48,5 Milligramm gebracht hätte. Am nächstreichlichsten nach der Oberflächenschicht würde sich aber die zwischen 30 und 40 Meter gelegene erwiesen haben, denn für diese ergibt sich rechnungsmäßig ein Melosiren-Gewicht von 122,7 Milligramm für die Fangstrecke von 2,5 Meter.

Mithin waren die Bacillariaceen am 7. April sowohl an der Oberfläche als auch in der Nähe des Grundes am dichtesten zusammengeschaart, während sie in den mittleren Wasserschichten in weit geringerer Menge auftraten. Ohne mich an dieser Stelle mit einer Erklärung dieser auffälligen Erscheinung zu befassen, konstatiere ich nur, dass auch Apstein bei seinen Untersuchungen des Dobersdorfer Sees (4. Okt. 1892) in der Tiefe „große Mengen von *Melosira*“ vorfand[1]).

Vom 7. April d. Js. an machte sich eine immer mehr fortschreitende Abnahme der Vegetation von *Melosira laevissima* bemerklich, so dass am 23. April ein fast vollständiges Fehlen dieser Bacillariacee zu verzeichnen war. Das Zurückgehen derselben ist klar aus folgender Tabelle zu ersehen:

Netzzüge aus 40 Meter.

7. April	1894	. . .	1116	Milligramm
11. „	„	. . .	629	„
14. „	„	. . .	407	„
16. „	„	. . .	140	„
17. „	„	. . .	108	„
18. „	„	. . .	77	„
21. „	„	. . .	20	„
23. „	„	. . .	11	„

Es war also am 23. April nur noch etwas mehr als der hundertste Teil jener großen Menge von *Melosira* vorhanden, welche am 7. April mit so staunenswerter Ueppigkeit den ganzen See erfüllte.

Im Gegensatz zu der vielfach wechselnden vertikalen Verbreitung, welche *Melosira laevissima* während der Zeit ihres massenhaften Vorkommens zeigte, erwies sich die horizontale als sehr gleichförmig. Diese Bacillariacee war damals überall an der Seeoberfläche in nahezu gleicher Menge zu finden, was ja auch begreiflich erscheint, da die Bedingungen für die Assimilation in den hellbeleuchteten obersten Wasserschichten allerwärts dieselben sind. Diese gleichförmige Ver-

1) C. Apstein, Quantitative Planktonstudien im Süßwasser. Biol. Centralblatt, Bd. XII, Nr. 16 u. 17, S. 498.

teilung gibt uns nun auch die Möglichkeit an die Hand, das Gesamtgewicht der *Melosira*-Fäden, deren Anzahl am 7. April für den Plöner See ein Maximum erreichte, innerhalb gewisser Fehlergrenzen festzustellen. Nehmen wir zu diesem Behufe die durchschnittliche Tiefe des großen Plöner Sees zu 15 Meter an (was aber eher zu niedrig gegriffen sein dürfte), so entfällt auf jeden Netzzug aus dieser Tiefe laut der oben mitgeteilten Tabelle 392 Milligramm. Multiplizieren wir nun diese Ziffer mit 157 — wofür eingangs der Grund angeführt worden ist — so erhalten wir diejenige Planktonmenge, welche am 7. April unter 1 Quadratmeter vorhanden war, nämlich 61544 Milligramm. Für den Kilometer Fläche (= 1 Million Quadratmeter) ergibt das nun ein Planktongewicht von ebensoviel Kilogramm, als es für den Quadratmeter Milligramm waren. Für den ganzen See also, welcher 32 Kilometer Fläche besitzt, berechnet sich auf diese Weise das Gesamtgewicht der damals im Wasser schwebenden Melosiren auf über 39000 Zentner.

Hiervon muss freilich noch ein Abzug gemacht werden, weil in den 392 Milligrammen, welche der Netzzug auf 15 Meter Tiefe lieferte, auch ziemlich viel Feuchtigkeit mitgewogen wurde, deren Betrag ich (siehe oben) auf etwa den fünften Teil des Wägeergebnisses schätze. Darnach würden aber immer noch über 31000 Zentner Melosiren-Plankton am genannten Tage im Plöner See vorhanden gewesen sein.

Dieser Betrag erscheint sehr hoch, aber selbst wenn ein kleiner Fehler bei dem Abwiegen des Fanges zu dessen Gunsten sich eingeschlichen haben sollte, der sich bei den nachfolgenden Multiplikationen entsprechend mitvergrößert hätte — selbst unter dieser Voraussetzung würde obige Angabe noch ihren vollen Wert behalten. Denn gleichviel, ob es sich um 30000 oder bloß 20000 Zentner handelt — jedenfalls erhalten wir durch derartige Gewichtsermittelungen und Berechnungen einen Begriff davon, wie beträchtlich das Gewicht der lebenden Substanz sein kann, welches, auf zahllose mikroskopisch-kleine Zellketten verteilt, in der Wassermasse eines größeren Landsees sich schwebend zu erhalten vermag.

Für den 23. April d. Js., wo die Melosiren fast dem Verschwinden nahe waren und auch die übrigen flottierenden Organismen nur ganz spärlich vorkamen, ergab die Wägung eines Fanges aus 15 Meter Tiefe nur 1,5 Milligramm. Das macht für den Quadratmeter $157 \times 1{,}5 = 235{,}5$ Milligramm. Somit für die gesamte Seefläche — unter zu Grundelegung einer durchschnittlichen Tiefe von 15 Metern — wenig mehr als 15 Zentner.

Am 28. Juli hingegen ergab Wägung und daran sich schließende Rechnung wieder mehr als 11000 Zentn. Plankton für den gr. Plöner See.

Es wird aus solchen Daten klar ersichtlich, dass der Gehalt eines Binnensees an limnetischen Tier- und Pflanzenwesen außerordentlich großen Schwankungen unterliegt.

Ich habe hierüber fortgesetzt Beobachtungen angestellt, welche ich im nächsten (3.) Teile der „Forschungsberichte aus der biologischen Station zu Plön“ veröffentlichen werde. In diesem Aufsatze teile ich nur Einiges aus meinen Aufzeichnungen mit, um auch andere Forscher zur Vornahme von Planktonwägungen anzuregen.

Ich bin der Ueberzeugung, dass die Massenverhältnisse des Planktons durch solche Gewichtsermittelungen leichter vorstellig werden, als dadurch, dass man die einzelnen gleichartigen Bestandteile der Fänge gewissenhaft durchzählt. Um zu erfahren, wie viele Fäden von *Melosira* auf 1 Milligramm Plankton entfallen, habe ich seinerzeit eine wirkliche Zählung ausgeführt und dabei gefunden, dass es 6024 sind. Nehmen wir nun jeden Faden als aus 20 aneinandergereihten Zellen bestehend an, so macht das auf das Milligramm 120480. Ein Netzzug aus 2,5 Meter Tiefe vom 23. April d. Js., welcher 132 Milligramm ergab, würde sich somit nahezu 16 Millionen *Melosira*-Zellen zusammensetzen — eine Menge, von der wir uns keine Anschauung mehr bilden können und die wir daher mit unseren alltäglichen Erfahrungen von Zahl und Quantität nicht zu verknüpfen im Stande sind.

Mit Hilfe von Wägungen habe ich auch feststellen können, wie sich die Planktonproduktion des Vierer Sees, einer größeren Bucht des Plöner Seebeckens, zu derjenigen dieses letztern verhält. Beim bloßen Anblick der beiden fast gleichzeitig gemachten Fänge konnte man bereits urteilen, dass in der Bucht (von 1,34 Quadratkilometer Fläche) mehr Plankton produziert werde, als im See selbst. Aber erst mit Hilfe der Wage ließ sich feststellen, dass bei gleicher Höhe (10 Meter) und gleichem Querschnitt der Wassersäule (63,6 qcm) die Bucht 228 Milligramm, der See aber nur 101 geliefert habe; dies war am 19. Juni d. Js. Am 25. Juni wurden neue Fänge gemacht und eine zweite Vergleichung vorgenommen, wobei sich ergab, dass die Produktion in beiden Wasserbecken zwar abgenommen hatte, aber im Vierer See doch auch jetzt noch größer war (150 Millig), als im großen Plöner See (90 Millig). Die Temperatur in der Bucht erwies sich an beiden Fangtagen um 1 Grad höher als im Hauptbecken, nämlich 16,5° Celsius.

Meines Wissens sind Gewichtsermittelungen inbetreff des Planktons bisher überhaupt nicht vorgenommen worden, wenigstens sicher nicht auf Grund von Vertikalfängen [1]), deren Ergebnisse ganz allein dazu geeignet sind, Vergleiche mit der Produktion anderer Seen zu ermöglichen.

1) Nur C. Apstein hat den Versuch gemacht, für den Dobersdorfer See das Gewicht der darin enthaltenen Mengen von *Leptodora hyalina* gewichtsmäßig festzustellen. Er fand für dieses 2 Quadratkilometer große Wasserbecken einen Gehalt von 132 Zentnern dieser Krebse. Z.

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: 14

Autor(en)/Author(s): Zacharias Otto

Artikel/Article: Ueber die wechselnde Quantität des Planktons im Großen Plöner See. 651-656