

1914

# Beiträge zur Biologie des Mansfelder Sees mit besonderen Studien über das Zentrifugenplankton und seine Beziehungen zum Netzplankton der pelagischen Zone.

Von

**Friedrich Volkmar Colditz**

aus Meerane i. S.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität zu Leipzig.)

Mit einer Karte und Abbildung des Sees und 32 Figuren im Text.

## Inhalt.

	Seite
Einführung . . . . .	521
I. Teil.	
Physikalisch-chemische Verhältnisse des Mansfelder Sees . . . . .	522
A. Das Seebecken . . . . .	522
1. Lage und Gestaltung . . . . .	522
2. Geologische Beschaffenheit und Entstehung . . . . .	523
B. Das Seewasser . . . . .	527
1. Hydrometrische Verhältnisse . . . . .	527
2. Thermisches Verhalten . . . . .	528
3. Optisches Verhalten . . . . .	531
4. Chemisches Verhalten . . . . .	536
II. Teil.	
Biologie des Mansfelder Sees . . . . .	543
Vorbemerkung: Geschichtliches über Planktonuntersuchungen des Sees und allgemeiner Charakter der Litoral- und Bodenfauna . . . . .	543
A. Spezielle Betrachtung des Planktons . . . . .	547
1. Methode der Untersuchung . . . . .	547
2a. Zusammensetzung des Netzplanktons . . . . .	550
2b. Biologische und morphologische Bemerkungen zu den Planktonen mit besonderer Berücksichtigung der Periodizität . . . . .	551
3a. Zusammensetzung des Zentrifugenplanktons («Nannoplankton» LOHMANN) . . . . .	570
3b. Besprechung der Arten mit Beobachtungen über ihren Nahrungs- wert und ihr zeitliches Auftreten . . . . .	572

B. Beziehungen zwischen Zentrifugen- und Netzplankton . . . . .	581
1. Einfluß des Zentrifugenplanktons auf die Quantität und Periodi- zität des Netzplanktons . . . . .	581
2. Einfluß des Zentrifugenplanktons auf die Verteilung des Netz- planktons . . . . .	592
3. Bedeutung des Zentrifugenplanktons für den Planktonertrag der Gewässer . . . . .	613
Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse . . . . .	617
Literaturverzeichnis . . . . .	622
Erklärung zu den Plankton-Kurven . . . . .	629

## Einführung.

In vorliegender Abhandlung, die durch meinen Lehrer, Prof. CHUN, angeregt wurde, soll die Planktonfauna des Mansfelder Sees einer näheren Darstellung unterzogen werden. Dieses Wasserbecken stellt das größte Gewässer Mitteldeutschlands dar und kann in wissenschaftlicher Hinsicht als eines der interessantesten Gebiete unserer engeren deutschen Heimat betrachtet werden. Auf den Rat Professor WOLTERECKS wurde auch das Zentrifugenplankton in den Beobachtungsgang einbezogen, um die Beziehungen zwischen Zentrifugenplankton und Zooplankton in einem mitteltiefen Flachlandsee klarzustellen.

Die quantitativen Untersuchungen, welche sich ohne Unterbrechung über 1 $\frac{1}{2}$  Jahre erstreckten, wurden im September 1911 begonnen und im Februar 1913 beendet.

Über die chemische Natur des Seewassers erhielt ich durch eine Reihe von Analysen Aufschluß, die Herr Dipl. Landwirt Dr. WITTMANN, Assistent an der Kaiserl.-Königl. Landwirtschaftl.-chem. Versuchsstation in Wien, die Freundlichkeit hatte, auf meine Veranlassung hin auszuführen. Ich möchte deshalb nicht versäumen, auch an dieser Stelle Herrn Dr. WITTMANN meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Den größten Dank schulde ich aber meinen verehrten Lehrern, den Herren Geh. Rat Prof. Dr. CHUN und Prof. Dr. WOLTERECK, für die lebenswürdige Unterstützung, die ich durch sie erfuhr und das vielseitige Interesse, das sie meiner Arbeit entgegenbrachten. Den Herren Prof. Dr. THALLWITZ (Dresden), Prof. Dr. KOLKWITZ (Berlin), Prof. Dr. BREHM (Eger), sowie der United States Fish Commission (Washington) sei für das Überlassen von schwer zugänglicher Literatur und für briefliche Mitteilungen, Herrn Prof. Dr. BACHMANN (Luzern)

an der Einflußstelle der Bösen Sieben und in Bucht I geschöpft. Die Resultate sind in Tab. VI niedergelegt.

Zur Zeit der Probeentnahme war freie Kohlensäure im See nicht vorhanden, da das Wasser gegenüber Phenolphthaleïn leicht alkalisch war. Die gebundene  $\text{CO}_2$  wurde sofort nach der Entnahme mit  $\frac{1}{10}$  Salzsäure und Methylorange als Indikator bestimmt. Darnach war der Gehalt an Hydrokarbonation ( $\text{HCO}_3'$ ) über dem Grunde und an dem Einfluß der Bösen Sieben am größten. Im freien Wasser stieg er von 257,9 (Oberfläche) auf 274,5 Litermilligramme (Boden). Der Sauerstoff war in den oberen Schichten 0—3 m in größerer Menge als in den tieferen Schichten 5—7 m enthalten, ebenso war das Oberflächenwasser der pelagischen Zone des offenen Sees sauerstoffreicher als dasjenige der Buchten. In diesen litoralen Gebieten konnte in den Sommermonaten ein größeres Defizit an diesem Gase wahrgenommen werden.

### Binder-See.

Einen ähnlichen Salzgehalt wie der Mansfelder See weist der benachbarte Binder See auf, welcher eine Einbruchsstelle des ehemaligen Salzigen Sees darstellt. Der Rückgang des Salzgehaltes hat sich dort in geringerem Maße vollzogen. Da ich dieses Wasserbecken in dem biologischen Teil der Arbeit des öfteren zum Vergleich herangezogen habe, so sei auch die chemische Beschaffenheit dieses Seewassers angeführt. Es stimmt qualitativ vollständig mit den Analysen des Mansfelder-Seewassers überein, nur in den Mengenverhältnissen der gelösten Salze zeigt es geringe Unterschiede (Tab. VII).

## II. Teil.

### Biologie des Mansfelder Sees.

**Vorbemerkung: Geschichtliches über Planktonuntersuchungen des Sees und allgemeiner Charakter der Litoral- und Bodenfauna.**

Die faunistischen Berichte, die von diesem See bis jetzt vorgelegen haben, beziehen sich nur auf den planktonischen Inhalt desselben und haben kein tieferes biologisches Interesse. Die Abgelegenheit und die schlechten Bootsverhältnisse mögen dazu beigetragen haben, daß man diesem interessanten Gewässer selbst in neuester Zeit in faunistisch-biologischer Beziehung nur wenig Aufmerksamkeit gewidmet hat.

Die ersten Angaben verdanken wir ZACHARIAS. In der 60. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte, Wiesbaden 1887 berichtet er über die »Ergebnisse einer faunistischen Exkursion«, die

er im Juli desselben Jahres an die beiden Salzseen unternommen hat<sup>1</sup>. Sie ist dadurch interessant, daß ZACHARIAS dieselben Planktonarten des Salzigen Sees auch in dem jetzigen Mansfelder See feststellen konnte. Ferner fiel ihm schon damals hier die geringe Reichhaltigkeit der Fauna an Arten bei ungeheuren Individuenmengen im Vergleich mit holsteinischen, mecklenburgischen und westpreußischen Wasserbecken gleicher Größe und Tiefe auf.

Später erwähnen SCHMEIL<sup>2</sup> (1892) und WAGLER<sup>3</sup> (1912) den See in ihren Arbeiten als Fundort verschiedener Copepoden- bzw. Cladocerenpezies. WEIGOLD<sup>4</sup> (1908) führt ein massenhaftes Vorkommen von *Leydigia Leydigii* (SCHÖDLER) in den von ihm im Schilfgürtel gemachten Fängen an. Hierauf beschränkt sich die Literatur über das tierische Plankton des Sees.

Über die pflanzlichen Mikroorganismen, soweit sie als Nahrung der Planktozoen in Betracht kommen, liegen keine Angaben vor. ZACHARIAS berichtet von einem »ziemlichen Reichtum an niederen pflanzlichen Individuen«. Als negativen Charakter gibt er das Fehlen von Flagellaten an und erklärt diese Erscheinung durch die chemische Zusammensetzung des Seewassers. Zu dieser Ansicht wurde er sicherlich durch die Unzulänglichkeit der damaligen Methodik geführt. Meine eigenen Angaben, auf vollkommenerer Arbeitsweise fußend, haben das Gegenteil ergeben.

#### Litoral- und Bodenfauna.

Leider konnte die Litoral- und Bodenfauna nicht in dem Maße, wie anfänglich beabsichtigt war, in den Gang der Beobachtung einbezogen werden. Ihre Darstellung soll sich in der Hauptsache auf diejenigen Formen beschränken, die regelmäßig an der Grenze dieser beiden biologischen Bezirke beobachtet wurden und von hier aus gelegentlich in die Planktonregion vorstießen.

Die litorale Zone des Sees ist auf den Schilfgürtel von *Phragmites communis* Tr. beschränkt. Sie entbehrt jeder weiteren Besiedelung einer Sumpf- und Wasserpflanzenwelt. Die für norddeutsche Seen

<sup>1</sup> ZACHARIAS, O., Ergebnisse einer faunistischen Exkursion an den süßen und salzigen See bei Halle a. S. Tageblatt d. 60. Versammlg. Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wiesbaden, 1887.

<sup>2</sup> SCHMEIL, O., Deutschlands freilebende Süßwasser-Copepoden. Bibl. Zoologica. Bd. IV und VIII. 1892 u. 1895/98.

<sup>3</sup> WAGLER, E., Faunistische u. biologische Studien an freischwimmenden Cladoceren Sachsens. Bibl. Zoologica. CHUN-Festschrift, 1912.

<sup>4</sup> WEIGOLD, Biologische Studien an Lyncodaphniden und Chydoriden. Int. Rev. d. gesamt. Hydrogr. u. Hydrobiol. Bd. III. 1910/11.

so bezeichnenden submersen Gewächse *Nymphaea*, *Nuphar*, *Potamogeton*, *Polygonum* und *Ceratophyllum* usw. fehlen hier. Das reich entwickelte Schilfrohr hat mit seinem weit ausgreifenden Rhizom diese Pflanzenformationen bereits verdrängt. Der Seeboden ist zwischen den *Phragmites*-Beständen verschlammmt und reichlich durchsetzt von organischem Detritus. Infolge dieser monotonen Ufervegetation findet sich eine sowohl in quantitativer wie qualitativer Beziehung nur ärmlich entwickelte spezifisch litorale Tierwelt vor.

In vereinzelt Exemplaren wurden in den Fängen folgende Vertreter der Uferfauna vorgefunden:

#### Rotatorien:

*Rotifer vulgaris* Schrk., *Diaschiza grazilis* Ehrbg., *Brachionus urceolaris* O. F. M., *Notholca acuminata* Ehrbg., *Pompholyx sulcata* Gosse, *Metopidia lepadella* Ehrbg., *Rhinops vitrea* Gosse.

#### Cladoceren:

*Ceriodaphnia pulchella* Sars., *Alona quadrangularis* O. F. M.

#### Copepoden:

*Cyclops bicuspidatus* Claus, *Cyclops viridis* Jur., *Cyclops languidus* Sars., *Cyclops serrulatus* Fischer.

#### Ostracoden:

*Cypris fuscata* Jur., *Notodromas monacha* O. F. M.

Insektenlarven und Wassermilben waren in den Stocknetzfängen nur sporadisch nachweisbar<sup>1</sup>.

In überwiegender Anzahl kamen im sommerlichen Benthos stets *Chydorus sphaericus* O. F. M. und *Leydigia Leydigii* vor. Letztere Form ist im allgemeinen nicht sehr verbreitet und nur selten in dieser Menge vorhanden. Regelmäßig mischten sich die bathylimnetischen Planktonten der pelagischen Zone zur Zeit ihres Auftretens der Uferfauna bei. *Bosmina longirostris* O. F. M., *Polyarthra platyptera* Ehrbg., *Anuraea aculeata* Ehrbg., *Anuraea cochlearis* Gosse konnten an den schilf-

<sup>1</sup> Von meinem Kollegen Herrn Cand. rer. nat. WILLY SCHUSTER wurden zur Zeit der Drucklegung dieser Arbeit auf einer Exkursion an den See in den litoralen Distrikten einige Oligochaeten aus der Familie der Naiden konstatiert. Es sind die Arten: *Chaetogaster diaphanus* Gruith., *Chaetogaster diastrophus* Gruith., *Nais pardalis* Pignet, *Dero obtusa* Udek. und *Stylaria lacustris* L. Während die ersteren Naiden in ungeschlechtlicher Vermehrung durch Teilung vorgefunden wurden, konnten von *Stylaria* 3 geschlechtsreife Exemplare angetroffen werden. Bemerkenswert ist ferner noch, daß im Bindersee dieselben Arten festgestellt wurden und außerdem noch 2 Exemplare von *Nais Bretscheri* Michlson, deren Vorkommen bisher nur aus der Schweiz bekannt war.

wachsenen Stellen das ganze Jahr über zahlreich aufgefischt werden. Sie verhielten sich in ihrem Erscheinen und Verschwinden in der pelagischen und litoralen Zone analog. Zeitweise waren diese Rotatorien in den Plankton- wie in den Uferfängen in fast gleicher Individuenmenge anwesend. *Scapholeberis mucronata*, von WAGLER aus diesem Gewässer angeführt, konnte nie erbeutet werden. Ebenso sind die in der Faunenliste von ZACHARIAS erwähnten Litoralformen in der Hauptsache wohl dem Salzigen See zuzurechnen.

Charakteristisch für den Mansfelder See ist das Vorkommen des typischen Brackwasserpolyphen *Cordylophora lacustris* Allm., der hier auffällig kurze Tentakel aufweist. Er bildet in einer Tiefe von etwa  $\frac{1}{2}$  m an den älteren Schilfstengeln dichte Kolonien und ist an den Stellen zu finden, die stärkerem Wellenschlage ausgesetzt sind. Er kommt zusammen mit *Plumatella reptans* und zahlreichen Stöcken von *Euspongilla lacustris* var. *ramosa* vor. Individuen von *Cristatella mucedo* L. waren nicht selten.

Da Mitteleuropa außerordentlich arm an größeren Wasseransammlungen ist, so machen die Wasservögel auf ihrem Zuge nach dem Süden und umgekehrt hier häufig Station. Auch bietet das Phragmitetum günstige Bedingungen für eine Ansiedelung dar. Der Ornithologe findet deshalb an diesem See eine seltene Vogelfauna<sup>1</sup> vor.

Auf den angrenzenden Ufern, wo das Salz durch beständige Verdunstung in stärkerer Konzentration enthalten ist, hat sich neben einer reichen und interessanten Halophytenflora<sup>2</sup> eine eigene Coleopterenwelt eingebürgert.

Den Seegrund habe ich keiner eingehenden Untersuchung unterzogen. Der schlammig-tonige Bodenabsatz, welcher infolge zahlreicher verwesender organischer Substanzen einen starken Geruch nach Schwefelwasserstoff aufweist, bietet wahrscheinlich schlechte Lebensbedingungen für die Entwicklung grundbewohnender Organismen. Die dem Litoral angehörende Form *Leydigia Leydigii* konnte auch hier neben *Amoeba limax* Duj., verschiedenen Nematoden und spärlichen Insektenlarven mit der Schlammredsche nachgewiesen werden. *Cyclops fimbriatus* Fischer wurde vereinzelt in der Seeburger Bucht angetroffen.

Der Bodenschlick enthält in der Uferzone zahlreiche, mitunter

<sup>1</sup> Hierbei möchte ich auf die Sammlung des bekannten Ornithologen Pfarrer KLEINSCHMIDT in Dederstedt aufmerksam machen.

<sup>2</sup> EGGERS, H., Verzeichnis der in der Umgeb. von Eisleben beobachteten wildwachsenden Gefäßpflanzen. Eisleben, 2. Aufl.

seltene Bacillariaceen, die sich teilweise auch in den Planktonfängen aus der Tiefenschicht vorfanden. Herr REICHELDT-Leipzig hatte die Freundlichkeit, eine Schlammprobe einer genaueren Durchsicht zu unterziehen. Er konnte darin 38 Arten<sup>1</sup> feststellen, von denen das Vorhandensein von *Campylodiscus bicostatus* Ehrbg. und *Nitzschia paradoxa* Grun. bemerkenswert ist, weil diese Algen bisher nur aus salzhaltigen Gewässern bekannt geworden sind.

## A. Spezielle Betrachtung des Planktons.

### 1. Methode der Untersuchung.

Zur Beschaffung des Planktonmaterials dienten als quantitative Fangapparate Pumpe, Schöpfflasche, Zentrifuge und Filter. Es ist schon genügend in der Literatur über diese neueren Fangmethoden geschrieben worden, so daß jede weitere Auseinandersetzung gespart werden kann. Erwähnen möchte ich nur, daß ein quantitatives Arbeiten in einem See, der in den Sommermonaten eine überaus reich entwickelte Wasserblüte besitzt, erst durch Einführung der Pumpe in die Planktontechnik ermöglicht wurde.

Ich benutzte eine Saug- und Druckpumpe mit Klappenventilen, die auf einem hölzernen Dreifuß befestigt war und pro Minute 60 l Wasser förderte. Als Schlauch verwandte ich einen Gummischlauch von 30 mm Lichtweite mit Spiraleinlage. Sein unteres Ende trug einen Trichter von 25 cm Durchmesser und 20 cm Länge. Er hatte den Zweck, die Organismen besser zur Schlauchöffnung zu leiten, indem er die ganze durch verschiedene Stromintensität sich auszeichnende Saugzone einschloß. Damit sollte einem Nachteil dieser Methode abgeholfen werden, den ihre Gegner immer wieder hervorheben. Das schwere eiserne

<sup>1</sup> *Amphora ovalis* Kütz., *Amphora pediculus* Grun. auf *Nitzschia sigmoidea* sitzend, *Cymbella lanceolata* Heib., *Cymbella tumida* Bréb., *Encyonema ventricosum* Ehrbg., *Pinnularia viridis* Kütz., *Pinnularia maior* Kütz., *Navicula cryptocephala* Kütz., *Navicula radiosa* Kütz., *Navicula cuspidata* Kütz., *Navicula sculpta* Ehrbg., *Navicula gracilis* Kütz., *Navicula anglica* Ralfs, *Pleurosigma attenuatum* W. Sm., *Cocconeis pediculus* Ehrbg., *Cocconeis placentula* Ehrbg., *Gomphonema olivaceum* Kütz., *Rhoicosphenia curvata* Grun., *Epithemia Westermanni* Kütz., *Epithemia sores*, *Rhopalodia ventricosa* O. F. Müll., *Synedra ulna* Ehrbg., *Synedra delicatissima* W. Sm., *Cymatopleura hibernica* W. Sm., *Cymatopleura elliptica* W. Sm., *Cymatopleura solea* var. *apiculata* W. Sm., *Nitzschia circumseta* Grun., *Nitzschia sigmoidea* W. Sm., *Nitzschia sigma* W. Sm., *Nitzschia hungarica* Grun., *Nitzschia (Bacillaria) paradoxa* Grun., *Campylodiscus clypeus* Ehrbg., *Campylodiscus echeneus* Ehrbg., *Campylodiscus bicostatus* Ehrbg., *Surirella splendida* Ehrbg., *Surirella striatula* Ehrbg., *Melosira varians* Ag., *Cyclotella Meneghiniana* Kütz. (pelagisch).

Saugventil, an das der Trichter geschraubt war, diente zugleich als Gewicht für den Schlauch. Der Ausfluß der Pumpe wurde in einen eigens für diese Untersuchungen konstruierten weiten Filtrator aus MÜLLER-Gaze Nr. 25 geleitet, aus dem das Wasser in ein großes kalibriertes Zinkgefäß floß. Der Rückstand aus dem Filtrator wurde in graduierten Gläsern gesammelt und sofort durch Zusatz von Formol fixiert.

Die Untersuchungen wurden in Gestalt von Stichproben und Stufenfängen in einem Zeitintervall von je 10 Tagen ausgeführt. Es wurden für das Netzplankton 20 l Wasser aus den folgenden Schichten gepumpt:

Oberfläche	—	1/2 m
1 m	—	2 »
2 »	—	4 »
4 »	—	6 »
6 »	—	Grund.

Die saugende Öffnung des Trichters wurde während des Fanges gleichmäßig und langsam durch die betreffende Wasserregion geführt. Aus denselben Tiefen wurden alle 4—5 Tage Wasserproben von 1 l mit der MAYERSCHEN Schöpfflasche für das Zentrifugenplankton entnommen. Sie mußten sofort in besonderen Zinkblechcylindern vor intensiver Belichtung und durch nasse Tücher vor starken Temperaturschwankungen geschützt werden. Schon ein kurzes Stehenlassen dieser Schöpfproben ohne jene Schutzmittel brachte Veränderungen in der Quantität und Qualität dieser zarten Protisten mit sich.

Je 10 ccm Seewasser wurden am Ufer 10 Minuten lang zentrifugiert, womit ich eine vollkommene Sedimentation erreichte. Es stand mir zu diesem Zwecke eine Handzentrifuge zur Verfügung mit 3500—4000 Umdrehungen pro Minute<sup>1</sup>.

Die Filtriermethode (gehärtete Faltenfilter der Firma SCHLEICHER u. SCHÜLL) kam nur für die Kolonien der wasserblütebildenden Algen, welche sich nicht zentrifugieren lassen, zur Verwendung. Für das Zentrifugenplankton werden durch Filtrieren, wie WOLTERECK schon in Lunz gezeigt hat, keine brauchbaren Werte erzielt. Die in unzähligen Mengen auftretenden jungen *Microcystis*-Stadien und die Alge *Pleurococcus punctiformis*, ebenso wie Schwärmsporen und die *Cyclotella*

<sup>1</sup> Diese Zentrifuge »Medico G« mit doppeltem Antrieb von der Fa. HUGERSHOFF, Leipzig, eignet sich sehr gut zu derartig planktologischen Arbeiten an abgelegenen Gewässern, wo man weder die bequemere Turbinen- noch Elektromotorzentrifuge verwenden kann. Bei Handzentrifugen von geringer Tourenzahl ist bedeutend längere Zentrifugierdauer nötig!

*hyalina* konnte ich nur in unkenntlichem Zustande und in verhältnismäßig geringer Anzahl nachweisen.

Die Fänge wurden vor Aseleben an der tiefsten Stelle des Sees ausgeführt. Die Lage derselben war durch Boje markiert (cf. Karte 24). Die Entnahme der Proben geschah über ein Jahr lang regelmäßig in den festgesetzten Zeitintervallen vom verankerten Boote aus. Ungünstige Wind- und Eisverhältnisse zwangen mich, in den Monaten Januar, Februar und November, Dezember 1912 geringe Einschränkungen in den programmäßigen Fahrten eintreten zu lassen.

Das gewonnene Material wurde auf dem Zähl-Objektträger, bez. der Zählplatte einer genauen qualitativen und quantitativen Bestimmung unterworfen<sup>1</sup>. Die hohen Individuenzahlen erschwerten die Zählung ganz beträchtlich. Es durften trotzdem die verarbeiteten Wassermengen nicht noch weiter reduziert werden, um daraus entstehenden Fehlerquellen vorzubeugen.

Das Zentrifugensediment wurde je nachdem auf 3/10 bis 2 ccm verdünnt und möglichst gleichmäßig verteilt. Dieser Menge wurde ein Flüssigkeitsquantum von 1/25 ccm entnommen und auf die in ihm vorhandenen Individuen durchgezählt (Vergrößerung 500, LEITZ Obj. 5, Ok. 4). Es wurden von jedem Einzelversuch jeder Versuchsserie zwei bis drei Stichproben durchgezählt, der Durchschnitt bestimmt und auf das Ganze zurückgeschlossen. Mitunter mußte eine Betäubung der Organismen durch Osmiumdämpfe oder Chloralhydrat vorgenommen werden.

Die quantitativ-qualitative Analyse des Netzplanktons wurde in analoger Weise ausgeführt. Das Flüssigkeitsvolumen, auf das die Probe nach ein- bis zweitägiger Sedimentation gebracht wurde, schwankte je nach der Individuenmenge zwischen 3—8 ccm, sodaß möglichst viele Planktonten gezählt wurden und auch die in geringerer Anzahl im Fange vorhandenen eine genaue Berücksichtigung erfahren konnten. Es wurden 1/2 ccm von dem Gemische mittels Meßpipette auf die Zählplatte gebracht (Vergrößerung 56, LEITZ Obj. 2, Ok. 4) und die Tiere in Zählprotokollen eingetragen. Von den nur in geringer Anzahl vorhandenen Exemplaren wurde der ganze Fang durchgezählt.

Berücksichtigt wurden sämtliche lebende Zooplanktonten des Sees, wobei auch Alterszustände und sexuelle Verhältnisse quantitativ festgelegt wurden. Eine Unterscheidung war hier oft mit Schwierigkeiten verbunden. Bei dem Zentrifugenplankton wurden nur die plasma-

<sup>1</sup> Zur Untersuchung wurden teilweise der bewegliche Zähl Tisch (ZWICKERT, Kiel) und das Zählmikroskop nach HENSEN benutzt.

erfüllten Exemplare der Bacillariaceen in die Zählung einbezogen. Die leeren Schalen fanden keine Berücksichtigung. *Cyclops strenuus* und *Cyclops Leuckarti*, ferner sämtliche Jugendstadien der Copepoden wurden in je einer Kategorie zusammengezählt, da eine genaue Unterscheidung der einzelnen Arten bei der ohnehin schon langwierigen Zählarbeit nicht durchführbar war.

## 2a. Zusammensetzung des Netzplanktons.

### Planktonliste.

#### Rotatorien.

- Anuraea aculeata* Ehrbg.  
*Anuraea cochlearis* Gosse.  
*Polyarthra platyptera* Ehrbg.  
*Triarthra terminalis* Plate var. *maior* nov. var. (Colditz).  
*Brachionus angularis* Gosse var. *bidens* Plate  
*Brachionus pala* Ehrbg.  
*Asplanchna priodonta* Gosse.  
*Asplanchna brightwelli* Gosse.  
*Synchaeta pectinata* Ehrbg.

#### Cladoceren.

- Daphnia longispina* O. F. M. var. *longispina-galeata*.  
*Diaphanosoma brachyurum* Liév.  
*Bosmina longirostris* O. F. M.  
*Chydorus sphaericus* O. F. M.  
*Leydigia Leydigii* Schödler.

#### Copepoden.

- Diaptomus salinus* Daday.  
*Cyclops strenuus* Fischer.  
*Cyclops Leuckarti* Claus.

Diese Übersichtstabelle zeigt, daß die Planktonfauna des Mansfelder Sees nicht so mannigfaltig ist, wie diejenige der norddeutschen Wasserbecken von gleicher Größe und Tiefe. Es fehlen hier viele Formen, welche in allen kleineren und größeren Gewässern dort angetroffen werden. Die vorhandenen Planktonten sind sämtlich Vertreter des reinen Süßwassers, bieten aber durch ihren geringen Artenreichtum bei auffallend hohen Individuenzahlen Anklänge an die Brackwasserfauna dar. Sicherlich haben die Schwankungen des Salzgehalts auf die Entwicklung der empfindlicheren Organismen nachteilig gewirkt und sich nur solche Formen erhalten, bzw.

neu angesiedelt, welche sich den erheblichen Veränderungen dieser Lebensbedingungen anzupassen vermochten. Das vorstehende Verzeichnis zählt neun Arten Rotatorien auf, wovon ZACHARIAS nicht eine anführt, fünf Arten Cladoceren, die durch diesen Forscher, ferner durch WAGLER und WEIGOLD aus dem Wasserbecken bekannt sind und drei Copepodenspezies. SCHMELT erwähnt nur *Cyclops Leuckarti* und *Diaptomus salinus*. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß er auch *Cyclops strenuus*, über den er keine speziellen Fundorte angibt, und den ich als Hauptrepräsentanten der pelagischen Cyclopiden des Sees nachweisen konnte, hier vorgefunden hat.

## 2b. Biologische und morphologische Bemerkungen zu den Planktonten mit besonderer Berücksichtigung der Periodizität.

Die Beobachtung der einzelnen Netzplanktonspezies hat in diesem Gewässer verschiedene Abweichungen von den Funden aus andern Seen ergeben. So zeigten die Individuen in ihrem jahreszeitlichen Auftreten hier teilweise ein andres Verhalten. Da die Periodizitätsverhältnisse der einzelnen Planktonten noch keineswegs geklärt sind, sei mir gestattet, im Folgenden etwas näher darauf einzugehen. Einen raschen Überblick über die wichtigsten Ergebnisse der Zähltabellen geben die LOHMANNschen Kugelkurven<sup>1</sup>, auf welche ich in betreff der genaueren Daten bei diesen quantitativ-vergleichenden Studien hinweisen möchte.

#### Rotatorien.

Diese überwogen im Plankton nach Anzahl der Arten. *Anuraea aculeata* und *Polyarthra platyptera* konnten während des ganzen Jahres festgestellt werden. *Anuraea cochlearis*, *Brachionus angularis* var. *bidens* und *Asplanchna priodonta* waren wenige Monate nicht nachweisbar, womit nicht gesagt sein soll, daß diese Rotatorien fehlten, sondern nur, daß sie sich infolge ihrer geringen Individuendichte der Beobachtung entzogen. *Brachionus pala*, *Synchaeta pectinata* und *Asplanchna brightwelli* wurden sonderbarerweise nur wenige Wochen in wahrnehmbarer Menge vorgefunden. *Triarthra terminalis* var. *maior* war in den Herbst-, Winter- und Frühjahrsmonaten im Plankton anwesend.

*Anuraea aculeata* (Fig. 3). Die höchste Individuenzahl wurde Ende Februar unter dem Eise erreicht (29./II. Mittelwert 23 700)<sup>2</sup>. Eine weitere maximale Entfaltung konnte Mitte Juli (22./VI. Mittel-

<sup>1</sup> Cf. Erklärung zu den Planktonkurven S. 629.

<sup>2</sup> Mittelwert für die Individuendichte in 20 Liter Seewasser, berechnet zum Vergleiche mit den Fangzahlen aus anderen Gewässern.

wert 3300) und Mitte September (19./IX. Mittelwert 1700) beobachtet werden. *Anuraea* ist in den meisten Seen Sommerform (Plöner-, Dobersdorfer See). Nur LAUTERBORN erwähnt sie im Winter »sehr häufig in allen Gewässern«. In den Lauerschen Teichen in der Nähe von Leipzig fällt das Maximum in den Mai. Die Sommerindividuen waren kleiner als diejenigen des Winters. Die Länge der Mediandornen variierte zwi-

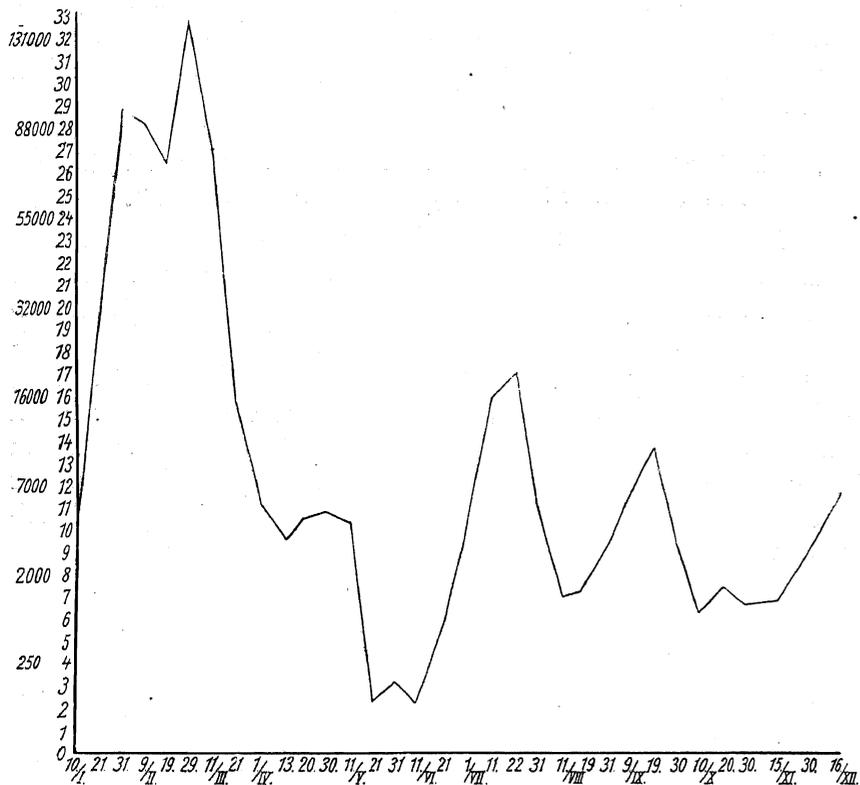


Fig. 3.

Jahrescyclus von *Anuraea aculeata* Ehrbg.

schen 34 und 45  $\mu$ , die Panzerlänge zwischen 125 und 160  $\mu$ , die Breite des Panzers zwischen 80 und 108  $\mu$ , die Länge der Hinterdornen zwischen 79 und 100  $\mu$ .

*Polyarthra platyptera* (Fig. 4) wies zwei dicht aufeinanderfolgende Hauptmaxima im Mai (21./V. Mittelwert 7200) und Juni (21./VI. Mittelwert 13500), ein kleines Nebenmaximum im Juli und eine dritte stärkere Entfaltung im September-Oktober auf (30./X. Mittelwert 4300). Die Zahlen von Mitte Dezember bis Anfang Mai lassen eine

deutliche Minimumperiode erkennen. Nach der Literatur ist von diesem Rädertier in Seen nur ein jährliches Maximum bekannt. Es liegt im Oberen Zürichsee und Katzensee im September, Neuenburger und

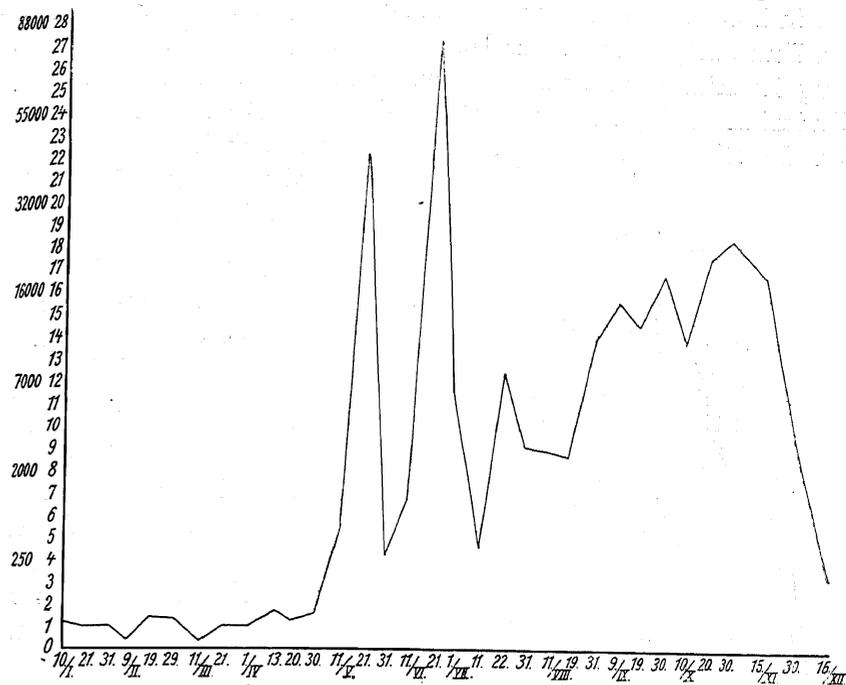


Fig. 4.

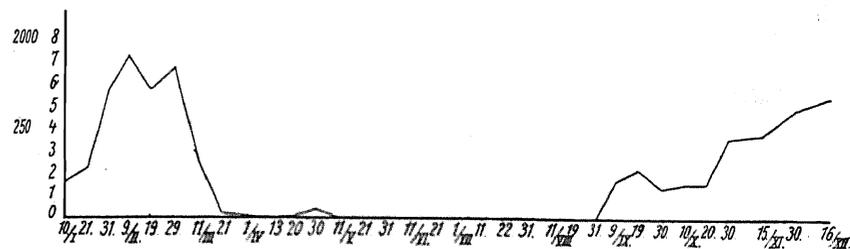
Jahrescyclus von *Polyarthra platyptera* Ehrbg.

Fig. 5.

Jahrescyclus von *Triarthra terminalis* Plate var. maior nov. var.

Montiggler Seen im Juni, Plöner-, Dobersdorfer- und Vierwaldstättersee im Juli und August. Im Greifensee und Luganer See fehlt *Polyarthra* in den Wintermonaten.

*Triarthra terminalis* var. maior nov. var. (Fig. 5) ist ein ausgeprägter Winterplankton. Von Anfang Mai bis Ende August war er

nicht nachweisbar, die maximale Produktion erreichte er im Februar (9./II. Mittelwert 250). Er unterscheidet sich von *Triarthra terminalis*, die nur aus wenigen Wasserbecken bekannt ist (Czardamerower See in Pommern, Gewässer in der Nähe von Bonn), durch die Größe der Form, zeigt aber mit ihr Übereinstimmung bezüglich der Inserierung des Hinterdornes und der kaum wahrnehmbaren Zählung der Vorderdornen (Fig. 6). In der Größe gleicht diese *Triarthra* vollkommen der *Triarthra longiseta* Ehrb. Messungen an zahlreichen Individuen ergaben im Mittel folgende Dimensionen:

Körper	162 $\mu$
Seitliche Borsten	387 $\mu$
Hintere Borste	325 $\mu$ .

*Triarthra longiseta* tritt im Gegensatz zu jener Art hauptsächlich im Sommer auf. Im Plöner See kam sie in bedeutenderen Mengen nur in den Monaten Juni bis November, im Luganer See vom Mai bis Juni vor. In den Lauerschen Teichen fehlte sie im Winter vollkommen. Die Periodizität von *Triarthra terminalis* Plate ist leider nicht genauer bekannt. Ob in der *Triarthra* des von mir untersuchten Gewässers eine Übergangs-

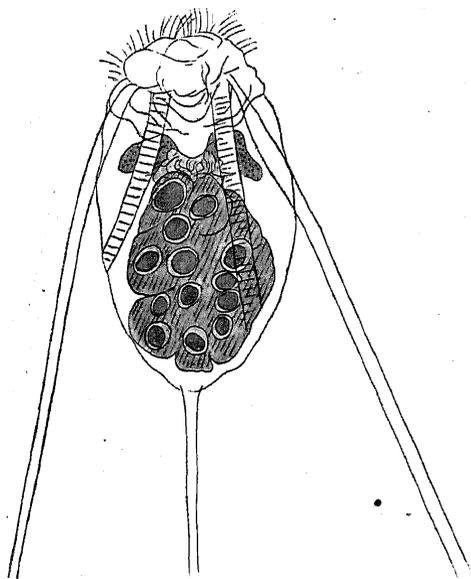


Fig. 6.

*Triarthra terminalis* Plate var. maior nov. var.  
Vergr. 290.

form von *Tr. terminalis* zu *Triarthra longiseta* vorliegt, kann ich nicht entscheiden. Wahrscheinlich kommt diese Form auch noch in anderen Gewässern vor, ist aber bisher einfach mit *Tr. longiseta* identifiziert worden.

*Brachionus angularis* var. *bidens* (Fig. 7) verlegte die maximale Entwicklung ebenfalls in die kälteren Monate (Januar bis Anfang Mai). Hauptmaximum am 30. April (Mittelwert 26 900), ihm ging ein Nebenmaximum am 31. Januar (Mittelwert 5900) voran. Von Mitte Mai bis Anfang September trat diese Spezies nur vereinzelt auf, im Juli konnte überhaupt kein Exemplar erbeutet werden. Eine Zunahme der Indi-

viduenzahl trat erst wieder im September ein. Dieser *Brachionus* hat in dem Plankton der Seen, soweit diesbetreffende Untersuchungen vorliegen, nie so hohe Zahlen erlangt. Er kam im Mansfelder See ausschließlich in der var. *bidens* Plate vor.

*Anuraea cochlearis* Gosse (Fig. 8) war im Winter nur spärlich vertreten, fehlte von März bis Mitte Juli und erreichte ihre maximale

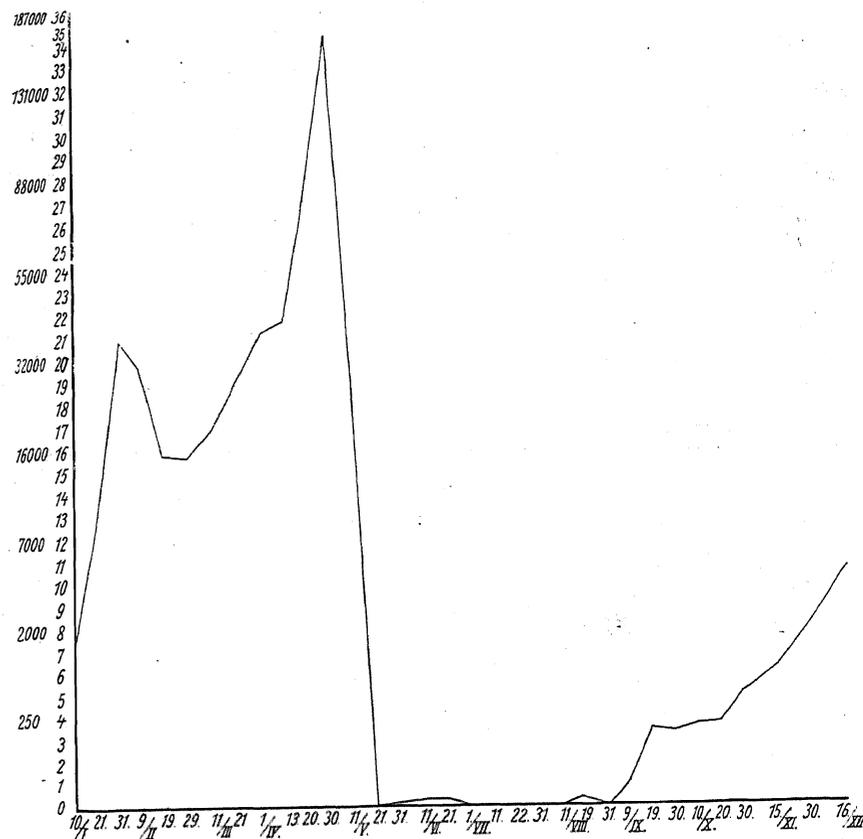


Fig. 7.

Jahreszyklus von *Brachionus angularis* Gosse var. *bidens* Plate.

Volksdichte September bis November (15./XI. Mittelwert 11 700). In ähnlicher Weise verlief die Jahreskurve im Luganer See. Aus dem Plöner-, Dobersdorfer-, Neuenburger-, Züricher See ist *Anuraea cochlearis* als typischer Sommerorganismus bekannt. Im Moritzburger Großteich bei Dresden, welcher das dem Mansfelder See am nächsten gelegene größere Gewässer ist, von dem wir etwas Näheres über die temporale Verteilung der Planktonorganismen wissen, hatte diese Art in

den kältesten Monaten ihr Maximum. Dasselbe wird aus den Montiggler Seen berichtet. Im Katzenssee und Lac d'Anney war sie im Mai am

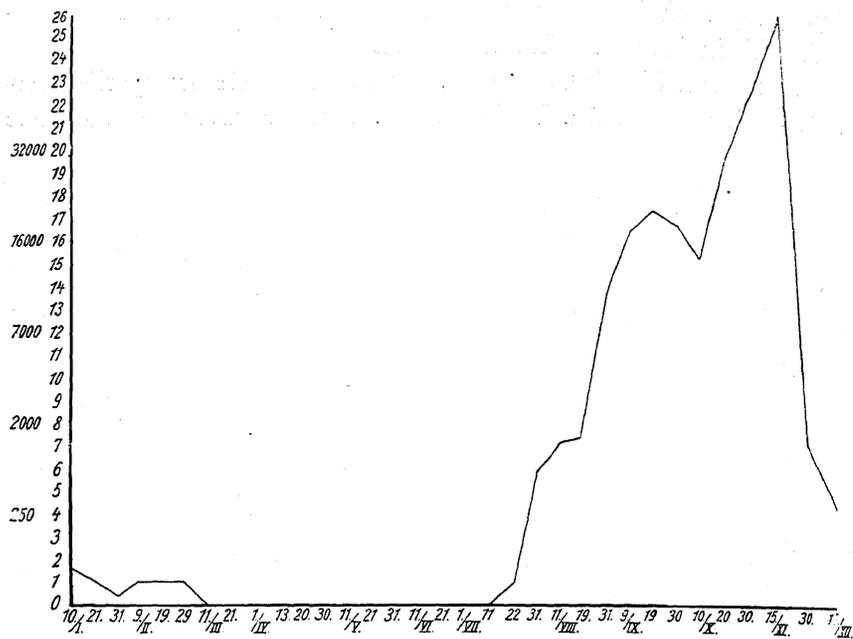


Fig. 8.

Jahrescyclus von *Anuraea cochlearis* Gosse.

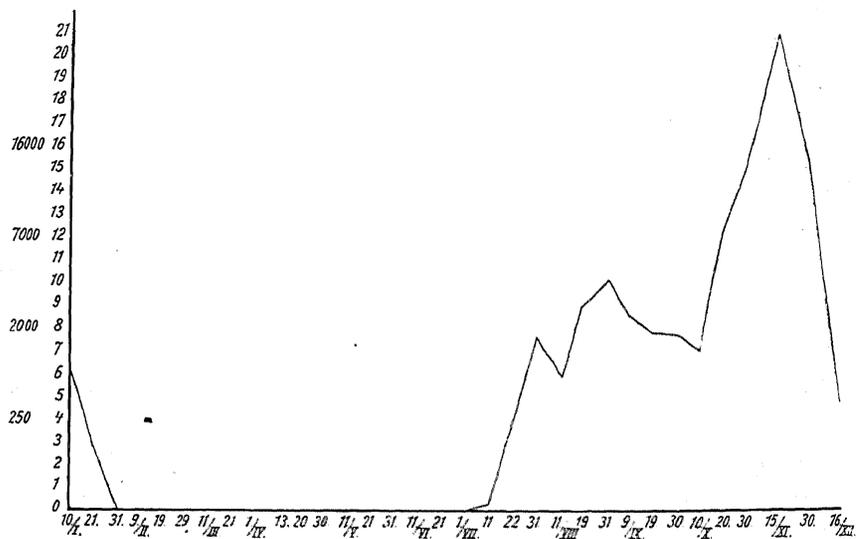


Fig. 9.

Jahrescyclus von *Asplanchna priodonta* Gosse.

zahlreichsten. Nach dem Winter zu zeigte sich im Mansfelder See bei dieser Form ebenfalls die Tendenz zur Verlängerung des Caudalstachels. Die Extreme der Mittelmasse von August- und Dezember-Individuen waren  $51 \mu$  und  $72 \mu$ .

*Asplanchna priodonta* Gosse (Fig. 9) erreichte im November ihre bedeutendsten Zahlen (15./XI. Mittelwert 6200). Sie war Februar—Juni im Plankton abwesend. Im September—Dezember 1911 war sie im Gegensatz zu 1912 nur vereinzelt in den Fängen enthalten. Es wurde diese Erscheinung durch die ungünstigen Nahrungsverhältnisse

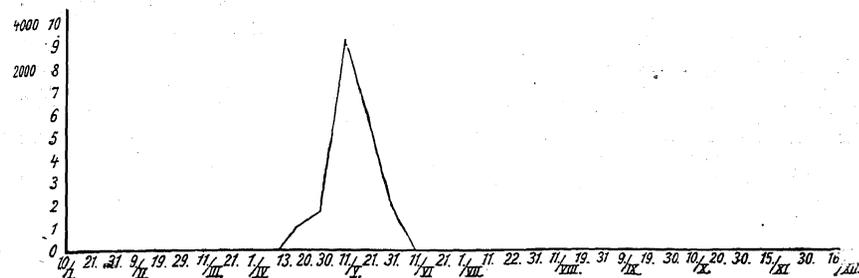


Fig. 10.

Jahrescyclus von *Asplanchna brightwellii* Gosse.

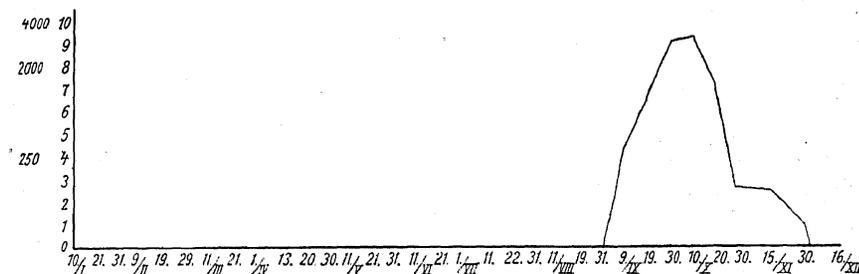


Fig. 11.

Jahrescyclus von *Synchaeta pectinata* Ehrbg.

zu dieser Zeit bedingt. *Asplanchna* gilt in vielen Seen als Leitform für das Winterplankton (Alpenseen). In Norddeutschland wurde das Maximum im Juli beobachtet. Männchen konnte ich in wenigen Exemplaren Ende Oktober nachweisen, ebenso konstatierte ich bei dieser wie bei der folgenden Art vereinzelt Latenzeier.

*Asplanchna brightwellii* Gosse zeigte sich in meinen Fängen zum ersten Male Mitte April. Kurz nach ihrem Erscheinen erreichte die Kurve (Fig. 10) ihren Hochstand, aber ebenso rasch wie sich *Asplanchna* entwickelte, vollzog sich der Abfall. In den übrigen Monaten wurde

sie im Plankton nie vorgefunden. Sonderbarerweise konnte THALLWITZ das Auftreten dieser Spezies im Moritzburger Großteich zu genau derselben Zeit feststellen.

Die folgenden Rotatorien wurden ebenfalls bloß auffallend kurze Zeit beobachtet. Sie erlangten nur geringe Produktionswerte.

*Synchaeta pectinata* Ehrbg. (Fig. 11) war von September bis Anfang Dezember vertreten (10./X. Mittelwert 550). In den dänischen Seen, im Plöner See und in den Altwässern des Rheins ist dieser Planktont perennierend, namentlich zahlreich im Frühjahr. Dasselbe gilt von dieser Art in verschiedenen Alpenseen (Montiggler Seen). Im Katzensee und Luganer See beschränkte sich ihr Vorkommen auf die Wintermonate. FUHRMANN fand das Maximum im Neuenburger See zur Zeit der stärksten Erwärmung des Wassers, im August. Eibildung habe ich nur in beschränktem Maße feststellen können. Das Auftreten dieser Form fiel mit dem Maximum von *Cyclotella Meneghiniana* zusammen.

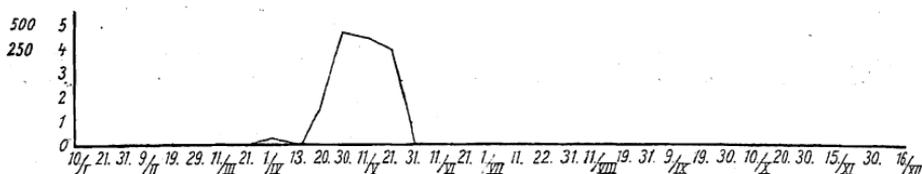


Fig. 12.

Jahrescyclus von *Brachionus pala* Ehrbg.

*Brachionus pala* Ehrbg. (Fig. 12) wurde im April und Mai zur Zeit der ersten Entwicklungsperiode von *Microcystis* (30./IV. Mittelwert 60) angetroffen. Im Moritzburger Großteich war dieses Rädertier ebenfalls nur jene kurze Zeit nachweisbar. In den meisten kleineren Gewässern wurde dieser *Brachionus* perennierend mit einem Frühjahrs- und Herbstmaximum vorgefunden. Er trat im Plankton stets in der typischen Form auf, während in den Uferfängen gelegentlich auch Exemplare der *forma amphicerus* (Ehrbg.) gesehen wurden.

### Cladoceren.

Nur drei Formen dieser Gruppe nehmen an der Zusammensetzung dieses Seeplanktons teil. *Bosmina longirostris*, *Daphnia longispina* var. *longispina-galeata* hielten das ganze Jahr über aus, *Diaphanosoma brachyurum* kam nur in den Sommermonaten vor. Mit Ausnahme von *Bosmina* waren die Unterschiede der Maxima und Minima der Jahreszyklen der beiden andern Formen naturgemäß nicht in dem Maße ausgeprägt wie bei den Rotatorien.

des Wertes der Oberflächenschicht erreichen konnte. *Daphnia longispina* hatte ihr Maximum direkt über dem Grunde in 6—7 m Tiefe, während *Bosmina longirostris* quantitativ am stärksten in 4—6 m auftrat. Dieses Tiefenmaximum ließ sich im Januar und Februar verfolgen, worauf es abnahm, und eine mehr gleichmäßige Verteilung in den darüberliegenden Schichten platzgriff. Mitte Mai wurde ein deutliches Oberflächenmaximum in 0— $\frac{1}{2}$  m beobachtet, welches sich von Juni an über 0—2 m ausbreitete. Vom September an war wieder das Umgekehrte der Fall, zunächst gleichmäßige Verteilung von 0—4 m und schließlich ein Wintertiefenmaximum.

In ähnlicher Weise verhielten sich die Rotatorien. Die Oberfläche war im Winter stets ärmer an diesen Organismen als in den übrigen Monaten des Jahres. Auch sie waren (*Brachionus angularis* var. *bidens*, *Triarthra terminalis* var. *maior*, *Anuraea aculeata*) in der Tiefe bedeutend stärker gehäuft zu finden als in den übrigen Regionen. Vom Mai an wiesen die Vertreter dieser Tiergruppe (*Polyarthra platyptera*, *Anuraea cochlearis*, *Anuraea aculeata*, *Asplanchna priodonta*, *Asplanchna brightwelli*, *Brachionus pala*, *Synchaeta pectinata*) bis Anfang Herbst ihre größte Volksdichte ebenfalls in der Oberflächzone auf.

Die Copepoden zeigten zu allen Jahreszeiten eine gleichmäßigere Verteilung in der ganzen Wassersäule. Ausgesprochene periodische Maxima in irgend einer Tiefenschicht konnten nicht konstatiert werden. So war es auch eigentümlich, daß im Mai, wo die Fänge für die sämtlichen übrigen Planktonspezies eine gewaltige Ansammlung an der Oberfläche ergaben, sich diese Art nicht daran beteiligte, sondern im Gegenteil diesmal sogar größere Zahlen in der Tiefe aufwies.

Eine ausreichende Erklärung für die zonare Verteilung des Netzplanktons können wahrscheinlich weder die thermischen, noch die optischen Eigenschaften des Seewassers geben. Denn es konnten in demselben Untersuchungsjahre im Winter unter dem Eise im Bindersee eine durchaus gleichmäßige Verbreitung der tierischen Planktonen und öfters sogar größere Mengen an der Oberfläche angetroffen werden. Letztere Erscheinung kann allerdings durch die geringe Anzahl der Individuen herbeigeführt worden sein, die keine deutliche Vertikalverteilung zu erkennen gestattete. Die wenigen vorhandenen Zentrifugalalgen zeigten in ihrer Verteilung vollkommene Übereinstimmung mit dem Netzplankton.

Das Z-Plankton soll deshalb im Mansfelder See zur Beurteilung dieses Problems herangezogen werden. Die Hauptmasse der Algen war während des größten Teiles des Jahres in der ganzen Wasserzone gleichmäßig

mäßig über den See verteilt und wies innerhalb der einzelnen Jahreszeiten nur unwesentliche, durch meteorologische Verhältnisse bedingte Schwankungen auf.

### Zusammenfassung der biologischen Ergebnisse.

Litoral- und Bodenfauna: Makrophytische Uferflora nur durch *Phragmites communis* Tr. vertreten, eine Wasserpflanzenzone fehlt. — Diese gering entwickelte Litoralflora hat eine nur wenig reichhaltige Litoralfauna zur Folge. Interessant ist das zahlreiche Vorkommen der Chydoride *Leydigia Leydigii* (SCHÖDLER) und des Brackwasserpolyphen *Cordylophora lacustris* (Allm.). — Bodenfauna spärlich entfaltet.

### Planktologische Charakterisierung des Sees.

#### Netzplankton.

Anklänge an die Brackwasserfauna sind vorhanden: Geringer Artenreichtum bei auffallend hohen Individuenzahlen. Zusammensetzung: 9 Rotatorien, 3 Copepoden und 5 Cladoceren (17 Arten). Dadurch, daß viele Organismen fehlen, welche in allen flacheren norddeutschen Seen vorkommen, nimmt der Mansfelder See diesen gegenüber eine gewisse Sonderstellung ein. Charakteristisch für ihn ist das Auftreten des *Diaptomus salinus* (Daday), einer *Daphnia longispina* (O. F. M.) var. *longispina-galeata*, die der *D. longispina* var. *cucullata* (G. O. Sars) sehr nahe steht, und der *Triarthra terminalis* (Plate) var. *maior* nov. var., die sich von *Triarthra terminalis* (Plate) in der Größe unterscheidet.

Periodizitätsanomalien: *Triarthra terminalis* var. *maior* nov. var. war Winterform, *Cyclops Leuckarti* und *Diaphanosoma brachyurum* bevorzugten auch in diesem Gewässer die Sommermonate. *Cyclops strenuus* war hier auch im Sommer zahlreich vorhanden, während *Brachionus pala*, *Synchaeta pectinata* und *Asplanchna brightwelli* nur wenige Wochen im Plankton auftraten.

Pelagische Rhizopoden und Ciliaten außer *Codonella lacustris* (Entz.) von untergeordneter Bedeutung.

#### Zentrifugenplankton.

Die Z-Algen wiesen infolge des Salzgehaltes geringe Artenzahl, dafür enorme Individuenmengen auf. Zusammensetzung: 3 Flagellaten, 2 Schizophyceen, 7 Chlorophyceen, 5 Bacillariaceen, 1 Conjugate (18 Arten). Zwei neue Spezies konnten konstatiert werden: *Cyclorella hyalina* nov. spec. (Winterform) und *Pleurococcus punctiformis*

nov. spec. (Juni). Im Frühjahr bildeten die Entwicklungsstadien von *Microcystis aeruginosa* und einer neuen Varietät dieser Alge *Microcystis aeruginosa* var. minor nov. var. die Hauptnahrung des Netzplanktons. Die Entwicklungsstadien dieser Schizophyceen sind durch die Zentrifuge hier zum ersten Male nachgewiesen worden. Sie haben gezeigt, daß *Microcystis* sich nicht auf dem Grunde, sondern pelagisch entwickelt. Die Maxima der Z-Planktonten fielen in die Periode der Frühjahrs- und Herbstzirkulation des Wassers.

Betreffs des Nahrungswertes der einzelnen Algen für das tierische Plankton spielt die Größe eine bedeutende Rolle. Sperrige Formen, sowie Individuen mit größerer Gallerthülle, z. B. die wasserblütebildenden *Microcystis*-Kolonien, kommen als Nahrung nicht in Betracht.

Das Phytoplankton dieses Sees weicht von den bisher bekannt gewordenen Planktontypen größerer norddeutscher Gewässer durch das Fehlen der dort dominierend auftretenden Bacillariaceen *Melosira*, *Fragilaria*, *Asterionella*, ferner von *Dinobryon* und der Peridineen *Ceratium* und *Peridinium* ab. Das schwach salzhaltige Wasser begünstigt wahrscheinlich in den Sommermonaten die Entwicklung einer üppigen *Microcystis*-Wasserblüte.

*Botryococcus Braunii* war im Frühjahr und Herbst im Plankton anwesend.

#### Hauptergebnisse über die Beziehungen zwischen dem Zentrifugen- und Netzplankton.

1. Das gesamte tierische Plankton der pelagischen Zone eines Sees ist an das Vorhandensein geformter Nahrung gebunden. Die Quantität des Zentrifugenplanktons bestimmt direkt die Quantität der Rotatorien, Cladoceren und Copepoden. Es wird uns dadurch das biologische Moment des Wechsels der tierischen Planktonschare eines Gewässers erklärt. Ein Einfluß der Temperatur kommt hierbei nicht in Betracht.

Innerhalb dieser drei Tiergruppen ist ein gegenseitiger starker Konkurrenzeinfluß vorhanden. Die schwächeren Organismen (Rotatorien) müssen den stärkeren (Cladoceren und Copepoden) in dem Kampfe um die Nahrung weichen, da sie ein Anwachsen der Nahrungskonkurrenten nicht verhindern können.

2) Die Horizontalverteilung des Z- und Netzplanktons ist in allen Teilen der pelagischen Zone des Mansfelder Sees vollkommen gleichmäßig. Die freie Wasserzone der Buchten zeigte im Sommer trotz der

größeren Mengen an Z-Plankton eine beträchtliche Abnahme der pelagischen Planktonten. Die Gründe für dieses Verhalten sind in den durch bakterielle Fäulnisprozesse und durch Wucherung pflanzlicher und tierischer Saprobien hervorgerufenen ungünstigen Lebensbedingungen zu suchen.

Die Vertikalverteilung der pelagischen Planktozoen ist in einem flachen, planktonreichen See von der Nahrung, dem Lichte und den mechanischen Einwirkungen auf die Oberflächenschicht (Wellenbewegung) abhängig.

Z- und Netzplankton zeigten die gleiche Vertikalschichtung.

Die jahreszeitliche oder periodische Vertikalverteilung beider Planktongruppen war im Laufe des Jahres einem bestimmten Wechsel unterworfen. Das Hauptmaximum von Netz- und Z-Plankton befand sich im Sommer dicht an der Oberfläche und wurde im Winter nach der Tiefe verlegt. In den Übergangsjahreszeiten war eine mehr gleichmäßige Verteilung in der ganzen Wassersäule vorhanden.

Für diese Verteilung des Zooplanktons ist in Seen geringer Transparenz die Nahrungsschichtung in erster Linie verantwortlich zu machen. Die Copepoden verhielten sich hierbei indifferent.

Das Z-Plankton ist in seiner biologischen Schichtung von den thermischen Verhältnissen des Wassers und von dem Lichte abhängig, insofern als letzteres die Entwicklung dieser Nahrungsorganismen begünstigt. Diese Klein-Algen wiesen keine Wanderung auf.

Es ist durchaus nicht der Fall, daß die Planktozoen der Nahrung nachjagen oder bestimmte Z-Planktonten bevorzugen, sondern es können einfach diejenigen Schichten, natürlich nur von größerer Ausdehnung, eine reichere Planktonfauna entwickeln, welche die meisten Nähralgen besitzen, vorausgesetzt, daß die Lichtintensität nicht zu groß ist, um einen Aufenthalt der Tiere dort zu verhindern.

Die tägliche Wanderung des tierischen Planktons wird durch den Lichtwechsel veranlaßt, außerdem aber durch mechanische Reize (Wellenbewegung) beeinflußt. Es konnte im Mansfelder See des Nachts nie ein Aufsteigen oder Aufdrängen der Planktonten zur Oberfläche, sondern nur eine zonare Ausgleichung innerhalb der Oberflächenschicht beobachtet werden. Die erwachsenen Copepoden zeigten gegenüber einem Wechsel der Lichtintensität die geringste Reaktion.

3) Der Planktonertrag der verschiedenen Gewässer ist in höchstem Maße von der Quantität und Qualität des Z-Planktons abhängig.

Leipzig, im Juli 1913.

## Literaturverzeichnis.

## Bedeutung der Abkürzungen.

Int. Rev. usw. = Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie (WOLTERECK).

Plöner Ber. = Forschungsberichte der Biol. Station Plön (ZACHARIAS).

Archiv usw. = Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde (ZACHARIAS).

B. AMBERG, Optische und thermische Untersuchungen des Vierwaldstätter Sees. Mitt. d. naturf. Gesellschaft Luzern. Hft. 4. 1903/04<sup>1</sup>.

\*O. AMBERG, Beiträge zur Biologie des Katzenses. Vierteljahrsschr. d. naturf. Gesellsch. Zürich. Bd. XLV. 1900.

— Biologische Notiz über den Lago di Muzzano. Plöner Ber. 1903.

H. AMMANN, Physikalische und biologische Beobachtungen an oberbayrischen Seen. Inaug.-Diss. der Kgl. Techn. Hochschule zu München 1912.

\*C. APSTEIN, Quantitative Planktonstudien im Süßwasser. Biol. Centralbl. Bd. XII. 1892.

— Vergleich der Planktonproduktion in verschiedenen holsteinischen Seen. Ber. d. naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B., 1894.

\*— Das Süßwasserplankton. Methode u. Resultate der quantit. Untersuchung. Kiel u. Leipzig 1896.

A. ARTARI, Der Einfluß der Konzentrationen der Nährlösungen auf die Entwicklung einiger grüner Algen. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XL. 1904 u. Bd. XLIII, 1906.

O. AUFSEZ, Die physikalischen Eigenschaften der Seen. Die Wissenschaft. Hft. 4. Braunschweig 1905.

H. BACHMANN, Die Planktonfänge mittels der Pumpe. Biol. Centralbl. Bd. XX. 1900.

\*— Das Phytoplankton des Süßwassers mit besonderer Berücksichtigung des Vierwaldstätter Sees. Jena 1911.

\*W. BALLY, Der Obere Zürichsee. Beiträge zu einer Monographie. Archiv usw. Bd. III. 1907.

\*V. BAUER, Vertikalwanderung des Planktons und Phototaxis. Biol. Centralbl. Bd. XXIX. 1909.

\*H. BEHRENS und A. MERZ, Aus dem Institut für Meereskunde in Berlin. Int. Rev. usw. 1911. (Notiz.)

W. BENECKE, Über die Ursachen der Periodizität im Auftreten der Algen, auf Grund von Versuchen über die Bedingungen der Zygotenbildung bei Spirogyra communis. Intern. Revue usw. Bd. I. 1908.

D. BERGENDAL, Beiträge zur Fauna Grönlands. Acta universit. Lundensis 1891—92.

A. BIRGE and CH. JUDAY, The Inland Lakes of Wisconsin. The dissolved Gases of the water and their biological Significance. Wisconsin Geolog. and Nat. History Survey 1911. Bulletin Nr. XXII. Scientific Series Nr. 7.

<sup>1</sup> Es werden die Abhandlungen angeführt, die für diese Arbeit in erster Linie in Frage kommen. Die Artikel, die ich mit einem Stern gekennzeichnet habe, sind in der Arbeit erwähnt.

\*A. BIRGE, The vertical distribution of the limnetic crustacea of Lake Mendota. Biol. Centralbl. Bd. XV u. Bd. XVII.

F. BLOCHMANN, Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers. Hamburg 1895.

F. BRAND, Morphologisch-biologische Betrachtungen über Cyanophyceen. Beih. z. bot. Centralbl. Bd. XV. Hft. 1.

\*A. BRAUER, Die Süßwasserfauna Deutschlands. Jena 1909. Hft. 10. Phyllo-poda; Hft. 11, Copepoda; Hft. 14, Rotatoria.

V. BREHM, Zusammensetzung, Verteilung und Periodizität des Zooplanktons im Achensee. Separatabdruck aus der Zeitschr. d. Ferdinandeums, Innsbruck. 46. Heft. 1902.

\*— Einige Beobachtungen über das Zentrifugenplankton. Int. Rev. usw. Bd. III. 1910/11.

\*A. BRUTSCHY, Monographische Studien am Zuger See. Archiv usw. Bd. VIII. Hft. 1. 1912.

A. BÜTSCHLI, Mastigophora. In BRONNS Klassen u. Ordnungen des Tierreichs, II. 1. Leipzig 1883—87.

P. BUJOR, Contribution à la faune des lacs salés de Roumanie. Ann. scientif. Univ. Jassy. Bd. I. 1900.

\*G. BURCKHARDT, Faunistische und systematische Untersuchungen über das Zooplankton der größeren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. Revue Suisse de Zool. T. VII. 1899.

\*— Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstätter Sees. Mitt. d. naturf. Gesellsch. Luzern. 3. Hft. 1900.

\*— Hypothesen und Beobachtungen über die Bedeutung der vertikalen Planktonwanderung. Int. Rev. usw. Bd. III. 1910/11.

— Zur Kontroverse zwischen BAUER und LOEB über Phototaxis des Planktons. Int. Rev. usw. 1910.

R. CHODAT, Les Algues vertes de la Suisse. Bern 1902.

\*C. CHUN, Über die geographische Verbreitung der pelagisch lebenden Seetiere. Zool. Anz. Bd. IX. 1886.

E. v. DADAY, Beitrag zur Kenntnis der Mikrofauna der Natronwässer des Alföldes. Mathem.-naturw. Ber. aus Ungarn. Bd. VIII. 1894.

— Die mikroskopische Tierwelt der Mezöéger Teiche. Természetrázi Füzetek. T. XV. 1892.

\*J. DAKIN, Notes on the Alimentary Canal and Food of the Copepoda. Int. Rev. usw. Bd. I. 1908.

\*H. DIEFFENBACH und R. SACHSE, Biologische Untersuchungen an Rädertieren in Teichgewässern. Int. Rev. usw. Biol. Suppl. III. Ser. 1911.

DÖDERLEIN, Über die Beziehungen nahe verwandter Tierformen zu einander. Zeitschr. f. Morph. u. Anthrop. Bd. IV. 1902.

\*C. VAN DOUWE, Copepoden von Transkaukasien, Transkaspien und Turkestan. Zool. Jahrb. Syst. Bd. XXII. 1905.

G. ENTZ, Beiträge zur Kenntnis des Planktons des Balatonsees. Result. d. Erforsch. d. Balat. 1906.

\*B. EYFERTH, Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches. Braunschweig 1909.

\*EWALD, Über Orientierung, Lokomotion und Lichtreaktion einiger Cladoceren und deren Tropismen. Biol. Centralbl. Bd. XXX.

- R. FLORENTIN, Études sur la faune des mares salées de Lorraine. Ann. sc. nat. Zool. T. X. 1899.
- \*F. A. FOREL, Le Léman. Monographie limnologique. T. III. Lausanne 1892—1902.
- \*— Handbuch der Seenkunde. Allgemeine Limnologie. Stuttgart 1901.
- \*R. FRANÇOÉ, Zur Biologie des Planktons. Biol. Centralbl. Bd. XIV. 1894.
- \*V. FRANZ, Phototaxis und Wanderung. Int. Rev. usw. Bd. III. 1910.
- \*T. FREIDENFELT, Temperatur- und Gasgehaltsuntersuchungen im See Ören. Mit vorläufigen Bemerkungen über den Zusammenhang zwischen Sauerstoffgehalt und Planktonverteilung. Lunds Universitets Afskrift. N. F. Afd. 2. Bd. VIII.
- FRENZEL, Die biologische Fischerei-Versuchsstation Müggelsee. Zeitschr. f. Fischerei und deren Hilfswissensch. 1895.
- \*A. FRIC<sup>č</sup> und V. VÁVRA, IV. Die Tierwelt des Unterpočernitzer und Gatterschlager Teiches. (Untersuchungen über die Fauna der Gewässer Böhmens.) Archiv für naturw. Durchforschung von Böhmen. Bd. IX. 1894.
- \*FUHRMANN, O. Beiträge zur Biologie des Neuenburger Sees. Biol. Centralbl. Bd. XX. 1900.
- R. GERNECK, Zur Kenntnis der niederen Chlorophyceen. Beih. z. Bot. Centralbl. Bd. XXI. 1907.
- R. GURNEY, The fresh- and brackish water crustacea of east Norfolk. Trans. of the Norfolk a. Norwich Nat. soc. Bd. VII. 1904.
- \*O. GUYER, Beiträge zur Biologie des Greifensees mit besonderer Berücksichtigung der Saisonvariation von Ceratium hirundinella. Archiv usw. 1910.
- W. HALBFASZ, Der Arendsee in der Altmark. Mitt. des Ver. für Erdk. zu Halle a.S. 1896.
- E. HAECKEL, Vergleichende Untersuchungen über die Bedeutung und Zusammensetzung der pelagischen Fauna und Flora. 1890.
- Planktonstudien. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXV. 1891.
- O. HARTWIG, Verbreitung der niederen Crustaceen in der Provinz Brandenburg. Plöner Ber. Teil 5. 1897.
- V. HENSEN, Über die quant. Bestimmung der kleineren Planktonorganismen. Wiss. Meeresunters. N. F. Bd. V. 1900.
- \*B. HOFER, Die Verbreitung der Tierwelt im Bodensee nebst vergl. Untersuchungen an einigen andern Süßwasserbecken. Schr. d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees u. s. Umgeb. Bd. XXVIII. 1899.
- Über Untersuchungen unsrer einheimischen Süßwasserseen. Schrift d. physik.-ökon. Ges. Königsberg. Bd. XXV. 1885.
- \*G. HUBER, Monographische Studien im Gebiete der Montiggler Seen (Südtirol) mit besonderer Berücksichtigung ihrer Biologie. Plöner Ber. Bd. I. 1906.
- Biologische Mitteilungen über die Berninaseen (Schweiz). 1. Das Verhalten der Rot. d. Lago della Crocetta im Jahrescyclus. Int. Rev. usw. Bd. II. 1909.
- FR. HUSTEDT, Süßwasser-Diatomeen Deutschlands. Mikrolog. Bibliothek. Stuttgart 1909.

- O. IMHOF, Über das Leben und die Lebensverhältnisse zugefrorener Seen. Mitt. d. aarg. naturf. Gesellsch. Bd. VI—VIII. 1889—97.
- Resultate meiner Studien über die Pelagische Fauna kleinerer und größerer Süßwasserbecken der Schweiz. Diese Zeitschr. Bd. XL. 1884.
- K. VON KEISSLER, Untersuchungen über die Periodizität des Phytoplanktons des Leopoldsteinersees in Steiermark in Verbindung mit einer eingehenden limnologischen Erforschung dieses Seebeckens. Archiv usw. Bd. VI. Hft. 4. 1911.
- Planktonuntersuchungen in einigen Seen der Julischen Alpen. Archiv usw. 1910.
- \*H. KERB, Über den Nährwert der im Wasser gelösten Stoffe. Int. Rev. usw. Bd. III. 1910.
- KLAUSENER, Jahrescyclus der Fauna eines hochgelegenen Alpensees. Int. Rev. usw. 1908.
- H. KLEBAHN, Über wasserblütebildende Algen und über das Vorkommen von Gasvakuolen bei den Phycochromaceen. Plöner Ber. IV. Teil.
- K. KNAUTHE, Beobachtungen über den Gasgehalt der Gewässer im Winter. Biol. Centralbl. Bd. XIX. 1899.
- Das Süßwasser: Chemische, biologische und bakteriolog. Untersuchungsmethoden unter besonderer Berücksichtigung der Biologie und der fischereiwirtschaftlichen Praxis. 1907.
- \*F. W. KNÖRRICH, Studien über die Ernährungsbedingungen einiger für die Fischproduktion wichtiger Mikroorganismen des Süßwassers. Plöner Ber. Bd. VIII. 1900.
- \*R. KOLKWITZ, Die Farbe der Seen und Meere. Vierteljahrsschr. für öffentliche Gesundheitspflege 1910.
- \*— Über das Kammerplankton des Süßwassers und der Meere. Ber. d. Deutschen Bot. Gesellsch. Jahrg. 1911. Bd. XXIX. Hft. 6.
- Die Beziehungen des Kleinplanktons zum Chemismus der Gewässer. Mitt. aus der Kgl. Prüfungsanstalt für Wasservers. u. Abwässerbes. Hft. 14. 1911.
- R. KOLKWITZ und M. MARSSON, Grundzüge für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. Mitt. d. Kgl. Prüfungsanstalt für Wasservers. u. Abwässerbes. 1912.
- Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. d. Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XXVI. Hft. 7. Jahrg. 1908.
- Ökologie der tierischen Saprobien. Int. Rev. usw. Bd. II. 1909.
- H. KRÄTZSCHMAR, Über den Polymorphismus von Anuraea aculeata Ehrbg. Int. Rev. usw. Bd. I. 1908.
- K. LAMPERT, Das Leben der Binnengewässer. Leipzig 1899.
- \*V. LANGHANS, Planktonprobleme. Lotos. Bd. LVII. Hft. 6.
- \*— Der Großteich bei Hirschberg in Nordböhmen. Monogr. u. Abh. zur Int. Rev. usw. Bd. III.
- R. LAUTERBORN, Über Periodizität im Auftreten und in der Fortpflanzung einiger pelagischer Organismen des Rheins und seiner Altwässer. Verh. d. Naturhist.-Med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. V.
- Die sapropelische Lebewelt. Zool. Anz. Bd. XXIV. 1910.
- \*— Über die Winterfauna einiger Gewässer der Oberrheinebene. Biol. Centralbl. 1894.

- R. LAUTERBORN, Über die cyclische Fortpflanzung limnetischer Rotatorien. Biol. Centralbl. Bd. XVIII. 1898.
- \*E. LEMMERMANN, Kryptogamenflora der Mark Brandenburg und angrenzender Gebiete. Bot. Ver. d. Provinz Brandenburg. 3. Band. 1910.
- \*— Das Phytoplankton brackischer Gewässer. Ber. d. Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XVIII. 1900.
- Der große Waterneversdorfer Binnensee. Eine biologische Studie. Plöner Ber. Bd. VI. 1898.
- K. M. LEVANDER, Zur Kenntnis des Planktons und der Bodenfauna einiger seichter Brackwasserbuchten. Act. soc. pro faun. et flora fennica. Bd. XX. Nr. 5. 1901.
- Kleine Beiträge zur Kenntnis des Tierlebens unter dicker Eiskecke in einigen Gewässern Finnlands. Ofetr. u. Medd. soc. pro fauna et flora fenn. Bd. XX. 1894.
- \*JACQUES LOEB, Über Heliotropismus und die periodischen Tiefenbewegungen pelagischer Tiere. Biol. Centralbl. Bd. XXVIII. 1908.
- \*H. LOHMANN, Über die Anwendung der Zentrifugierung von Wasserproben zur Gewinnung des Planktons. Wissenschaftl. Meeresuntersuchung. Abt. Kiel. Bd. X. 1908.
- \*— Über das Nannoplankton und die Zentrifugierung kleinster Wasserproben zur Gewinnung desselben in lebendem Zustande. Int. Rev. usw. Bd. IV. 1911.
- Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton. Wiss. Meeresunters. N. F. Bd. VII. 1902.
- \*— Über die Quellen der Nahrung der Meerestiere und PÜTTERS Untersuchungen hierüber. Int. Rev. usw. Bd. II. 1909.
- H. LOZERON, Sur la repartition verticale du plancton dans le lac de Zurich de Décembre 1900 à Décembre 1901. Viertelj. d. naturf. Gesellsch. in Zürich. Bd. XLVII. 1902.
- \*M. MARSSON, Die Flora und Fauna des verschmutzten Wassers in ihren Beziehungen zur biologischen Wasseranalyse. Plöner Ber. Teil 12. 1903.
- H. MICOLETZKY, Beiträge zur Kenntnis der Ufer- und Grundfauna einiger Seen Salzburgs sowie des Attersees. Zool. Jahrb. Bd. XXXIII. 5. Hft. 1912.
- W. MIGULA, Die Grünalgen. Mikrolog. Bibliothek. Stuttgart 1912.
- S. MINKIEWICZ, Die Winterfauna dreier Tatrareen. Bull. de l'Académie des sciences de Cracovie. Série B: Sciences naturelles 1912.
- E. NORDENSKIÖLD, Beitrag zur Kenntnis des Tierlebens in Wassersammlungen von wechselndem Salzgehalt. 1900.
- F. OLTMANN, Zur Morphologie und Biologie der Algen. Jena 1904/05. 2 Bände.
- \*W. OSTWALD, Über eine neue theoretische Betrachtungsweise in der Planktologie, insbes. über die Bedeutung des Begriffes »der inneren Reibung des Wassers« für dieselbe. Plöner Ber. Bd. X. 1903.
- \*A. PASCHER, Über Nannoplanktonen des Süßwassers. Ber. d. Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XXIX.
- \*— Versuche zur Methode des Zentrifugierens. Int. Rev. usw. Bd. V. 1902.
- A. PFENNIGER, Beiträge zur Biologie des Zürichsees. Inaug.-Diss. Zürich 1912.

- \*A. PÜTTER, Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt der Gewässer. Jena 1910.
- J. QUIRMBACH, Studien über das Plankton des Dortmund-Ems-Kanals und der Werse bei Münster. Inaug.-Dissert. zu Münster 1912. Archiv usw. Bd. VII.
- \*REIGHARD, A biological examination of lake St.-Clair. Bull. of the Michigan Fish Comm. Nr. 4. 1894.
- E. RICHTER, Die Temperaturverhältnisse der Alpenseen. Verhandl. d. 9. Deutschen Geogr.-Tages. Wien 1891.
- \*M. le ROUX, Recherches biologiques sur le lac d'Annecy. Extr. des Annales d. Biol. lac. T. II. 1907.
- \*F. RUTTNER, Über das Verhalten des Oberflächenplanktons zu verschiedenen Tageszeiten im großen Plöner See und in zwei nordböhmisches Teichen. Plöner Ber. Bd. XII. 1905.
- \*— Über die Anwendung von Filtration und Zentrifugierung bei den plankt. Arbeiten an den Lunzer Seen. Int. Rev. usw. Bd. II. 1909.
- \*— Über tägliche Tiefenwanderungen von Planktontieren unter dem Eise und ihre Abhängigkeit vom Lichte. Int. Rev. usw. Bd. II. 1909.
- RYWOSCH, Über die Bedeutung der Salze für das Leben der Organismen. Biol. Centralbl. Bd. XX. 1900.
- \*G. SCHICKENDANTZ, Temperaturen und Sauerstoff im Sacrower See bei Potsdam. Int. Rev. usw. Bd. III. 1910.
- G. SCHNEIDER, Das Plankton der westfälischen Talsperren des Sauerlandes. Inaug.-Dissert. zu Münster 1912. Archiv usw. Bd. VIII.
- \*B. SCHRÖDER, Das Pflanzenplankton preußischer Seen. In SELIGO, Untersuchungen in den Stuhmer Seen. Danzig 1900.
- \*SCHULZ, Die Vegetationsverhältnisse der Umgebung von Halle. Mitt. d. Ver. f. Erdk. zu Halle a. S. 1887.
- \*A. SELIGO, Tiere und Pflanzen des Seenplanktons. Mikrolog. Bibl. Stuttgart. Bd. III.
- \*— Zur Kenntnis der Lebensverhältnisse in einigen westpreußischen Seen. Danzig 1890.
- \*SPRING, Sur la cause de l'absence de coloration de certaines eaux limpides naturelles. Arch. de sc. phys. et nat. de Genève. IV. période. Bd. VII. 1899.
- \*H. STEINER, Das Plankton und die makrophytische Uferflora des Luganersees. Int. Rev. usw. Biol. Suppl. VI. Serie. 1913.
- \*A. STEUER, Planktonkunde. Leipzig 1910.
- Das Zooplankton der alten Donau bei Wien. Biol. Centralbl. Bd. XX. 1900.
- \*S. STRODTMANN, Bemerkungen über die Lebensverhältnisse des Süßwasserplanktons. Plöner Ber. Bd. III/IV. 1895/96.
- \*— Planktonuntersuchungen in holsteinischen und mecklenburgischen Seen. Plöner Ber. Bd. III/IV. 1895/96.
- \*J. THALLWITZ und B. SCHORLER, mit Beiträgen von K. SCHILLER, Pflanzen- und Tierwelt des Moritzburger Großteiches. Annales de Biologie lacustre, Tome I. 1906.
- \*J. THALLWITZ, Beobachtungen über den Saisonpolymorphismus einiger Planktoncladoceren. Dresden, Jahresbericht der Annenschule 1910.
- J. THOMANN und W. BALLY, Biologisch-chemische Untersuchungen über den Arnensee. Int. Rev. usw. 1908.
- Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. CVIII. Bd.

- \*W. ULE, Die Temperaturverhältnisse der baltischen Seen. Verh. d. 10. Deutschen Geographentages Stuttgart 1893.  
— Beitrag zur Instrumentenkunde auf dem Gebiete der Seenforschung. PETERM. Mitt. 1894. Bd. XL.
- \*M. VOIGT, Beiträge zur Kenntnis des Planktons pommerischer Seen. Plöner Ber. IX. Teil.
- \*— Die vertikale Verteilung des Planktons und ihre Beziehung zum Gasgehalt im großen Plöner See. Plöner Ber. Bd. XII. 1905.
- R. VOLK, Hamburger Elbeuntersuchungen 8: Studien über die Einwirkung der Trockenperiode im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse in Hamburg. Jahrb. d. Hamb. wissensch. Anstalten. Bd. XXIII. 1905.
- E. WALTER, Eine praktisch verwertbare Methode zur Bestimmung des Teichplanktons. Plöner Ber. Bd. III/IV. 1895/96.
- H. WARD, A biological examination of Lake Michigan. Bull. of the Michigan Fish Comm. Nr. 6. 1896.
- \*C. WESENBERG-LUND, Grundzüge der Biologie und Geographie des Süßwasserplanktons, nebst Bemerkungen über Hauptprobleme zukünftiger limnologischer Forschungen. Int. Rev. usw. Bd. III. 1910.
- \*— Von dem Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Bau der Planktonorganismen und dem spezifischen Gewicht des Süßwassers. Biol. Centralbl. Bd. XX. 1900.
- \*— Plankton-Investigations of the Danish lakes. General Part. Kopenh. 1908.
- \*— Über pelagische Eier, Dauerzustände und Larvenstadien der pelagischen Region des Süßwassers. Int. Rev. usw. Bd. II. 1909.
- C. WESENBERG-LUND und N. J. BRÖNSTEDT, Chemisch-physikalische Untersuchungen der dänischen Gewässer nebst Bemerkungen über ihre Bedeutung für unsre Auffassung der Temporalvariationen. Int. Rev. usw. Bd. IV. 1911.
- \*G. C. WHIPPLE, Some observations of the temperature of surface waters; and the effect of temperature on the growth of microorganisms. Some observations on the relation of light to the growth of diatoms. Journal of the New-England Water Works Association. 1895 u. 1896.
- \*R. WOLTERECK, Die natürliche Nahrung pelagischer Cladoceren und die Rolle des »Zentrifugenplanktons« im Süßwasser. Int. Rev. usw. Bd. I. 1908.
- \*— Plankton und Seenausfluß. Int. Rev. usw. Bd. I. 1908.
- \*— Über Funktion, Herkunft und Entstehungsursachen der sogen. »Schwebefortsätze« pelagischer Cladoceren. Bibl. Zoolog. CHUN-Festschrift. 1912.
- \*O. ZACHARIAS, Über die horizontale und vertikale Verbreitung limnetischer Organismen. Plöner Ber. Bd. III/IV. 1895 u. 1896.
- \*— Über die Frühjahrsvegetation limnetischer Bacillariaceen im großen Plöner See. Biol. Centralbl. 1895.
- \*— Über die Verschiedenheit der Zusammensetzung des Winterplanktons in großen und kleinen Seen. Plöner Ber. VII. Teil.
- Das Süßwasserplankton. Leipzig 1907.
- Hydrobiologische und fischereiwirtschaftliche Beobachtungen an Seen der Schweiz und Italiens. Plöner Ber. VII. Teil.
- Zur Kenntnis des Planktons sächsischer Fischteiche. Plöner Ber. 1898.

- \*O. ZACHARIAS, Über die wechselnde Quantität des Planktons im großen Plöner See. Plöner Ber. 1895 u. 1896. Bd. III/IV.
- \*— Beobachtungen am Plankton des großen Plöner Sees. Plöner Ber. 1894.
- \*— Über einige biologische Unterschiede zwischen Teichen und Seen. Biol. Centralbl. Bd. XIX. 1899.
- \*— Fortsetzung der Beobachtung über die Periodizität der Planktonwesen. Plöner Ber. Bd. III. 1895.
- Das Plankton des Arendsees. Biol. Centralbl. Bd. XIX. 1899.
- Zur Kenntnis der pelagischen und litoralen Fauna der norddeutschen Seen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLV. 1887.
- Untersuchungen über das Plankton der Teichgewässer. Plöner Ber. 1898.
- \*F. ZSCHOKKE, Die Tierwelt der Hochgebirgsseen. Basel 1900.
- M. ZUELZER, Zur Kenntnis der biologischen Wasserbeurteilung. Int. Rev. usw. Bd. I. 1908.

### Erklärung zu den Plankton-Kurven.

Bei allen Kurven sind die Zeiten auf der horizontalen Grundlinie nach rechts als Abszissen aufgetragen.

Den Kurven des Netzplanktons liegen die Individuenzahlen aus 120 Liter Seewasser (à 20 Liter aus sechs verschiedenen Tiefen), denjenigen des Zentrifugenplanktons aus 60 ccm Seewasser (à 10 ccm aus denselben Tiefen) berechnet für die mittlere Individuenmenge in 10 ccm zugrunde. Bei diesen Fangwerten möchte ich auf die Seite 547—550 angegebene Methodik hinweisen.

Die Zahlen für die Individuenmengen in Fig. 3—32 sind die Werte der Halbmesser von Kugeln, deren Volumen man sich von den in der gezählten Menge vorhandenen, in gleichen Abständen im Raume verteilten Individuen ausgefüllt denkt:

$$r = \sqrt[3]{\frac{z}{4}}; r = \text{Halbmesser}; z = \text{gezählte Individuenmenge!}$$

$$z = 4r^3$$

Die abgerundeten Werte für die Individuenzahlen, welche den Werten der halben Durchmesser der Kugelkurven für das Netz- und Zentrifugenplankton entsprechen, sind teilweise sofort aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich oder schnell nach obiger Formel zu berechnen.

### Tabelle.

Abgerundete Werte für die Individuenzahlen, welche den in Fig. 3—32 angegebenen Radienwerten der Kugelkurven entsprechen:

Radienwert	Entsprechende Individuenzahl
1	5
2	30
3	100
4	250
5	500
6	850
7	1350