Mitteilungen aus dem biologischen Süßwasserlaboratorium
Frederiksdal bei Lyngby (Dänemark). Nr. IV.

Über pelagische Eier, Dauerzustände und Larvenstadien der pelagischen Region des Süßwassers.

Von

Dr. **Wesenberg-Lund** (Hilleröd).

Mit 3 Figuren im Text.

Inhaltsübersicht: *Pelagische Eier und Dauerzustände*: I. Eier der nichtpelagischen Tiere (Insekten, Lota, Bryozoen und Spongillen). II. Planktonorganismen: Subitaneier (Rotatorien); Latenzeier: aufsteigende (Rotatorien) —, an der Wasseroberfläche haftende und dann ans Ufer getriebene (Rotatorien und Cladoceren) —, pelagische (Leptodora) —, herabsinkende (Cladoceren, Copepoden). III. Phytoplankton. — *Pelagische Larven*. — Literatur.

Eine der größten Verschiedenheiten zwischen der pelagischen Region des Süßwassers und der des Meeres ist, daß die letztgenannte große Menge pelagischer Eier, Dauerzustände allerlei Art und pelagischer Larven enthält, während diese im Süßwasser sozusagen ganz fehlen. Solche Entwicklungsstadien der Tiere des Meeres rühren bekanntlich gar nicht allein von pelagischen Organismen her. Zahlreiche Bodenorganismen, wahrscheinlich die allermeisten, haben pelagische Eier; dagegen kennt man im Süßwasser bisher nur außerordentlich wenige Bodenorganismen, die pelagische Eier haben. Meiner Meinung nach hängt diese große Verschiedenheit teils von dem geringeren Tragvermögen des Süßwassers teils davon ab, daß dieses Tragvermögen im Laufe des Jahres regelmäßig wechselt. Das Tragvermögen des Meeres ist größer und an derselben Lokalität, wahrscheinlich, nicht so großen regelmäßigen Schwankungen unterworfen.

Von der Auffassung ausgehend, daß pelagische Eier, Dauerstadien, und wenn wir von Copepodenlarven absehen, auch Larven in der pelagischen Region des Süßwassers nur sehr selten vorkommen, haben die Planktologen sich hiermit nur sehr wenig beschäftigt. Obwohl diese Anschauung an und für sich unzweifelhaft richtig ist, wird aus dem folgenden doch hervorgehen, daß auch diese Regel ziemlich viele Ausnahmen hat; mehrere derselben sind nur wenig bekannt; über andere hat man nicht ganz richtige Vorstellungen, und wenigstens eine ist, so viel ich weiß, bisher unbekannt geblieben. Ich habe daher gedacht, daß eine Übersicht über die

pelagischen Eier, Larven und Dauerstadien des Süßwassers ganz zweckmäßig wäre und daher in diesem kleinen Aufsätze alles gesammelt, was mir darüber teils durch Studien in der Natur, teils in der Literatur bekannt geworden ist.

A. Pelagische Eier und Dauerzustände.

I. Eier der nichtpelagischen Tiere.

Wir werden uns erst mit einigen Insekten und Bodenorganismen, die wahrscheinlich pelagische Eier besitzen, und später mit den Eiern des Planktons beschäftigen.

1. Insekten.

Liegt man in einer stillen Mondnacht im Kahn in der Mitte einer unserer größeren Seen, sieht man daß ein reges Insektenleben sich über dem Seespiegel rührt. Ich hoffe immer, daß ich dieses sehr anziehende Leben von Fliegen, Mücken und Ephemeriden einmal näher werde schildern können. Hier will ich der Vollständigkeit wegen nur die Aufmerksamkeit auf ein paar bestimmte Phänomene hinlenken. Bekanntlich sind eben die tiefsten Stellen der baltischen Seen von Chironomidenlarven belebt, und in den tiefsten Wasserschichten stehen die Corethralarven. Wer sich in einer solchen windstillen Nacht über den Rand des Kahnes beugt, hört dann und wann in größerer oder geringerer Entfernung einen Laut, dem Bersten von Luftblasen ähnlich. Schäumt man die Oberfläche mit dem Netze ab, so bekommt man zahllose Puppenhäute von Mücken; die Morgenbrise fegt sie zusammen und lagert sie als ein schmales, silberglänzendes Band dem Windufer entlang ab. Wir wissen, daß der größte Teil des Luftinhalts der Tracheenblasen unserer Corethralarven als Luftkugel von den Flügelscheiden der Puppe zurückgehalten werden; es ist die Schwebekugel, die die Puppe lotrecht hält. Die Luftblasen, die man springen hört, rühren sicherlich von den Insektenpuppen her. Wenn man nun die umherschwärmenden Mücken beobachtet, sieht man, daß sie in einer vollständig lotrechten Stellung über dem Wasserspiegel schweben. Lotrecht werden die Weibchen von den Männchen gefaßt und in lotrechter Stellung geht die Paarung vor sich. Am Hinterende vieler dieser Mücken hängt eine schwarze Kugel. Fängt man das Tier mit dem Netze, wirft sie die Kugel im Netze ab, es ist die Eiermasse, die, wenn man sie ins Wasser bringt, schnell wie die bekannten japanischen Blumen aufzuquellen beginnen; mit grobmaschigen Planktonnetzen bekommt man an der Oberfläche gleichartige zylinderförmige Eiermassen, worin die Eier in schönen Spiralen angeordnet sind.

Daß diese Eiermassen in der pelagischen Region abgelegt werden, ist sichergestellt; ob sie auch hier ausgebrütet werden, oder ob sie mit den

Wellen bis ans Ufer geführt werden, wissen wir nicht. Es ist jedoch höchst wahrscheinlich, daß die Mückenlarven der großen Tiefen unserer Seen von solchen pelagischen Eiermassen herrühren.

2. Lota.

Im Jahre 1899, als ich mich mit den Schwebetheorien beschäftigte, worüber ich 1900, S. 606 eine vorläufige Mitteilung gab, kam mir der Gedanke, ob es wirklich ganz ausgeschlossen sei, pelagische Fischeier im Süßwasser zu finden. Daß diese Idee mir selbst recht unglaublich vorkam, gestehe ich gern. Da ich sie aber nicht los werden konnte, suchte ich zwischen unseren Süßwasserfischen solche, die mit den Meeresfischen, welche pelagische Eier haben, nahe verwandt waren. Ferner mußten die pelagischen Eier bei Winterlaichern gesucht werden, weil die Schwebbedingungen, denen die Tiere überhaupt im Süßwasser nur schwierig genügen können, doch eben im Winter, wenn das Tragvermögen am größten ist, am leichtesten zu erfüllen wären.

Von dieser Betrachtung ausgehend ist es natürlich, daß man seine Aufmerksamkeit ganz speziell auf einen bestimmten Fisch: die Süßwasserquappe *Lota vulgaris* richtet. Erstens ist sie mit *Molva vulgaris*, die wie alle Gadidae pelagische Eier hat, sehr nahe verwandt, zweitens gehört sie zu den echten Winterlaichern, indem sie ihre Eier Mitte Winter, wenn die Seen noch gefroren sind, absetzt. Eigentlich gibt es, so viel ich weiß, in Dänemark gar keinen anderen Süßwasserfisch, der hier in Betracht kommen könnte.

Wenn man in dem Literaturberichte über dem Laich der *Lota* sucht, ist es augenscheinlich, daß man hierüber nur sehr dürftige Mitteilung besitzt; doch zielen sie hauptsächlich auf die Vermutung hin, daß *Lota* könnte pelagische Eier haben. So sagt z. B. Schmitt, 92, p. 537 „Rommen laggës skild och lös vid botten“.

Lota vulgaris kommt gewiß in dem Fursee vor; sie ist aber hier relativ selten, und die Größe, die sie erreicht, ist wahrscheinlich gering. In den jütischen Seen aber ist *Lota* allgemein und findet sich z. B. in Haldsee in Jütland sehr zahlreich und oft in Exemplaren von ca. 7—8 Kilo. Weil Fursee keinen professionellen Fischer hatte, war es für mich schwer Quappen zu bekommen; ich schrieb daher an den trefflichen Fischer Chr. Lybek, der die Fischerei in Haldsee besitzt und mir oft in meinen Untersuchungen behilflich gewesen ist. Ich bat ihm, daß er im Winter Quappen mit reifen Eiern nehmen sollte, und nachdem diese befruchtet waren, sie mir in größeren mit Wasser gefüllten Fässern zu senden. Bereitwillig erfüllte Lybek meine Bitte und schrieb mir ferner, daß die Eier, nachdem er sie aus dem Fisch ins Wasser gedrückt hatte, in großer Menge emporstiegen und sich dort schwebend hielten. Als nun die Eier 48 Stunden

später meine Heimat erreichten, lagen zahlreiche Eier auf dem Boden; sie wurden ausgeschieden, wurden bald weiß und starben ab; in dem Wasser standen aber noch viele Hunderte von Eiern. Diese waren vollständig hyalin, beinahe die ganze sichtbare Ölmasse war zu einem einzelnen großen Öltropfen angesammelt. Der Durchmesser des unbefruchteten frischen Eies, 48 Stunden nachdem die Eier vom Fisch ausgedrückt waren, ist nur 0,960; der Öltropfen ist ungemein groß 0,412. Bei Molva ist der Durchmesser des Eies, das bei Mc. Intosh und Masterman (97, p. 278) abgebildet ist laut Heincke und Ehrenbaum (1900, S. 256) 1,01 bis 1,10 und die Öltropfen 0,28 bis 0,31.

Die schwebenden Eier (Fig. 1) waren immer in ihrer Schwebestellung so gestellt, daß der Öltropfen aufwärts gerichtet war. Augenscheinlich hat der Öltropfen die Funktion, das Ei während des Ausbrütens in einer ganz bestimmten Schwebestellung zu halten. Das Wasser wurde dann mit den schwebenden Eier in $\frac{3}{4}$ m hohe Zylindergläser gegossen. Hier stellten die Eier sich in alle mögliche Höhen ein und hielten sich an eben dem Punkt, wo sie sich erst eingestellt hatten, vollkommen ruhig schwebend. Wenn die Sonne durch die Gläser fiel, boten sie mit den Hunderten schwebender, glänzender Perlen ein wundervoll schönes Bild dar. In den folgenden Tagen sanken immer mehr und mehr Eier zu Boden, und hier angekommen hoben sie sich nicht mehr. Noch am vierten Tag schwebten einzelne Eier. Das Wasser, welches vom Haldsee stammte, wurde nicht erneuert, die Gläser standen in einem Zimmer, deren Temperatur nicht über 10° C stieg. In den Eiern war in den vier Tagen keine Entwicklung bemerkbar.

Fig. 1.
Ei von *Lota vulgaris*.
a Öltropfen.

Es fragt sich nun: Ist ein Ei, das sich unter solchen höchst ungünstigen Verhältnissen schwebend halten kann, ein pelagisches Ei? Nächstes Frühjahr sammelte ich Eier von Barschen, Plötzen und verschiedenen anderen Fischarten; sie sanken, wie zu erwarten war, natürlich alle zu Boden. Die außerordentliche Dünnigkeit der Eischale, die geringe Größe und die sehr große Ölkugel der Lotaeier deutet, so viel ich weiß, auch auf ein pelagisches Ei hin. Da ich aber selbst gar keine Erfahrung, was Fisch-eier anbelangt habe, sandte ich, um so viel Sicherheit wie möglich zu gewinnen, die Eier an Dr. Joh. Schmidt und bat ihn, ob er mir seine Meinung über dieselben sagen wollte. Er hat mir bereitwillig erklärt, daß der Bau des Eies entschieden auf eine pelagische Lebensweise deutete und ferner, daß ein Ei, welches sich mehrere Tage schwebend halten kann, wahrscheinlich ein pelagisches Ei sein muß.

Ich möchte doch gern das Ei pelagisch in der Natur gefunden haben. Den folgenden Winter sandte ich dann Herrn Lybek größere Planktonnetze und Gläser mit Formalin und bat ihn, mir große Quantitäten von Plankton zu fischen. Vier große Litergläser beinahe ganz voll von Diatomeenplankton wurden mir auch gesandt. Trotzdem das Material sorgfältig durchgesucht wurde, gab es mir keine Eier. In den folgenden Wintern waren die Seen vom Januar bis Februar immer zugefroren, in den meisten Jahren jedoch nicht so fest, daß man auf dem Eise gehen konnte.

Von den hier mitgeteilten Beobachtungen aus muß ich, obgleich die Lota-Eier bisher nicht pelagisch in der Natur gefunden sind, doch als Vermutung aussprechen, daß sie jedenfalls eine Zeit lang eine pelagische Lebensweise führen. Es ist möglich, daß sie früher oder später wieder den Bodenschlamm erreichen und flottierend über demselben, ohne im Schlamm begraben zu werden, stehen.

Ich erlaube mir den zahlreichen Fischereistationen, speziell solchen der südlicheren Breiten, die weiteren Untersuchungen zu übergeben. In unserem Lande bietet das Zufrieren der Seen der Untersuchung gar zu große Schwierigkeiten. Wenn man im Winter mit sehr großen Netzen, am besten vom Motorboot, die mittleren und tieferen Wasserschichten untersucht, wird man wahrscheinlich die Eier finden.

3. Bryozoen und Spongillen.

Ehe wir die Bodenorganismen verlassen, muß noch betont werden, daß wir zwischen denselben solche finden, die gewiß nicht pelagische Eier produzieren, sondern Dauerzustände, die jedenfalls eine Zeitlang ein pelagisches Leben führen. Dies gilt besonders von den meisten Süßwasserbryozoen, deren Statoblasten mittels ihres Schwimmringes die Oberfläche erreichen und dort vom Winde an die Küsten getrieben werden. Besonders die Statoblasten der Plumatellen, zum Teil aber auch der Cristatellen können in den Herbstmonaten, hauptsächlich in seichteren Seen, eine sehr große Rolle spielen; hierauf kommen wir später zurück.

Auch von den Gemmulae mit ihrer Luftkammerschicht konnte man glauben, daß sie bis an die Oberfläche stiegen, wo sie doch nur selten beobachtet sind; selbst habe ich sie nie im Plankton gefunden. Siehe übrigens Weltner (93, p. 119).

Wir wenden uns nun zu den Planktonorganismen. Es ist eine allgemein angenommene Auffassung, daß die Herkunft des Süßwasserplanktons in der Litoralregion zu suchen ist; ich habe diese Anschauung in meiner Planktonarbeit näher zu begründen gesucht. Sehr viele von den Litoralformen, von denen die pelagischen ausgegangen sind, kleben ihre

Eier entweder an die Pflanzen oder lassen sie nur zu Boden fallen. Es versteht sich nun von selbst, daß die Litoralfauna bei ihrem Bestreben, sich an die Schwebbedingungen der pelagischen Region anzupassen, auf das Problem stößt: Wie sollen die Eier angebracht werden? Das Problem kompliziert sich, weil die meisten Organismen der Litoralregion, wovon die pelagischen Formen ausgehen, zweierlei Eier: Subitaneier und Latenzeier produzieren. Bei einigen werden beiderlei Eiersorten abgelegt oder an Pflanzen angeklebt, bei anderen werden die Subitaneier von der Mutter bis zum Herausschlüpfen der Jungen getragen. Diejenigen Organismen, welche sich dem Leben der pelagischen Region anpassen, finden aber hier keine Anheftungsstellen, wo sie die Eier festkleben können. Entweder müssen die Eier pelagisch werden oder von dem Muttertier getragen werden. Es scheint, als ob ein allgemeines Zubodensinken in den meisten Fällen für pelagische Eier nur ein schlechter Ausweg ist, wahrscheinlich weil die Eier, welche auf die großen Seentiefen sedimentiert werden, aller Wahrscheinlichkeit nach verloren gehen; Mittel sich vom Boden wieder zu heben, haben die Eier, so viel wir wissen, nicht, und vermutlich können die meisten Eier in tiefer Dunkelheit und im Wasser von beinahe konstanter niedriger Temperatur nicht die genügenden Entwicklungsimpulse bekommen. Jedenfalls scheint es, als ob die allermeisten der pelagischen Süßwassertiere dahinstreben, daß die Eier nicht auf den Seeboden niederfallen können.

II. Eier der Planktonorganismen (Rotatorien und Cladoceren).

a) Subitaneier.

Wir werden erst mit den Subitaneiern beginnen; wo diese ursprünglich von den Muttertieren getragen werden, bietet der Aufenthalt in der pelagischen Region in dieser Hinsicht keine größeren Schwierigkeiten dar; wir sehen nur, daß die Subitaneier an Anzahl abnehmen; sie ist immer kleiner bei den Planktonorganismen als bei den Litoralförmern (siehe hierüber näheres in Vol. II meiner Planktonuntersuchungen). Subitaneier, die von den Muttertieren getragen werden, finden wir bei den Cladoceren und Copepoden wie auch bei den meisten Planktonrotiferen: *Anuraea*, *Brachionus*, *Schizocerca*, *Notholca*, *Polyarthra*, *Triarthra*, *Ratulus setigera*, *Pompholyx*, mehrere *Synchaeten* u. a. Die Eier sind entweder wie bei den Copepoden in Eiersäcken an dem Körper angeklebt, oder sie werden wie bei den meisten Rotiferen in geringer Zahl (1—4), wenn es sich aber um Männcheieier handelt, in einer größeren Anzahl an dem Körperende angeklebt. Bei den Cladoceren werden sie im Brutraum ausgebrütet, und bei den Asplanchnen werden die Jungen lebendig geboren. Bei den pelagischen Flosculariden werden sie in den Gallertscheiden abgesetzt.

Es zeigt sich aber nun, daß es mehrere pelagische Rotiferen gibt, die nicht die Subitaneier mit sich tragen, sondern in der pelagischen Region wirklich Unterstützungsflächen, an welche sie ihre Eier kleben können, gefunden haben.

Als ich im Jahre 1898 einen der Teiche (Karussedam), worüber ich in Vol. I (p. 14) meiner Planktonuntersuchungen berichtet habe, besuchte, fand ich, daß der Panzer der *Brachionus angularis* Gosse sozusagen ganz mit Eiern bedeckt war. Dies wunderte mich, da die Brachioniden bekanntlich nur ihre Eier an dem Hinterende tragen. Nach näherer Berücksichtigung zeigte es sich nun, daß *B. angularis* zweierlei Eier trug; an dem Hinterende hängen beinahe immer drei bis vier große Eier, der Rücken und der Bauch des Panzers waren dagegen oft mit ca. 15 viel kleineren Eiern bedeckt. Wenn ich nun ein Tierchen isolierte, bekam ich bald zweierlei Rotiferen: junge *B. angularis* und junge *Diurella stylata* Eyfert, die letzten immer in viel größerer Anzahl. Wenn ich dann den Muttertieren der Brachionen eine nähere Aufmerksamkeit widmete, sah ich bald, daß die meisten der Eier ihren Inhalt abgegeben hatten; zwischen den zahlreichen leeren Eierschalen der kleinen Eier der Rücken- und Bauchflächen fanden sich noch mehrere Eier mit Embryonen. Es zeigte sich ferner, daß von ein Paar Eiern der oberste Teil der Eischale abgesprengt war, und daß die Jungen noch in der Eischale aber mit ausgestrecktem Räderorgan saßen. Diese Tiere waren aber junge Diurellen. Als ich nun ferner sah, daß das Plankton des Teiches sowohl viele Brachionen als auch viele Diurellen enthielt, war es sichergestellt, daß die pelagischen Diurellen, die bekanntlich einem Genus angehören, dessen Mitglieder hauptsächlich aus kriechenden Litoraltieren, deren Eier abgelegt werden, bestehen, die breiten Panzer der Brachionen als Unterstützungsflächen für die Eierablage verwenden. Diese sich äußerst langsam umherdrehenden Brachionen von den dem ganzen Panzer vollständig deckenden Eiern beschwert gaben ein so grundkomisches Aussehen ab, wie ich es nur selten unter dem Mikroskope gesehen habe. Drei aufeinander folgende Jahre 1898 bis 1901 habe ich im Mai bis Juni jedes Jahr Material geholt, um mich über die armen Brachionen mit ihren Kuckuckeiern zu erfreuen. Als ich 1908 im Sommer wieder den Teich besuchte, war er mit Jauche gefüllt, das Rotiferleben verschwunden, und später sah ich das Phänomen nicht mehr.

Diese Beobachtung, daß Planktonorganismen ihre Eier an andere Planktonorganismen kleben, steht nicht allein. So berichtet Apstein (96, S. 161), daß das Rädertier *Diurella tigris* Müller seine schiefen, braunen Eier an Melosirafäden, an welchen auch ich das Ei oft gefunden habe, klebt. Lauterborn (98, S. 180) teilt mit, daß die Eier *Gastropus stylifer* Imh. den kugelförmigen Kolonien von *Uroglena volvox* oder den

Dinobryumkolonien angeklebt werden, während *Rattulus capuzinus* (Zach. und Wierz.) seine Eier an *Asplanchna* anbringt.

So sehen wir also, daß mehrere Planktonorganismen, die in ihrer Region die Unterstützungsflächen eigentlich entbehren müssen, doch solche in anderen Planktonorganismen gefunden haben. Auch Ehrenberg (38, S. 434) hebt hervor, daß er „Kuckuckeier“ auf *Brachionus pala* gefunden hat und daß *Notommata granularis* ihre Eier auf *Notommata brachionus* ablegt. Diese sicherlich ganz richtigen Beobachtungen sind in sonderbarer Art von Weisse (1851, Seite 299) bezweifelt und gedeutet.

Die Planktonuntersuchungen haben uns ferner gelehrt, daß mehrere Organismen auch wirklich rein pelagische Subitaneier haben. Wir finden solche bei den Bipalpusarten jedenfalls bei *B. vesiculosus*, wo sie erst von Zacharias (93, S. 35) beschrieben und abgebildet sind. Das Ei liegt, wie Zacharias sagt, „im Mittelpunkt einer geräumigen Hülle von glasartiger Durchsichtigkeit.“ In den Sommermonaten finden die Eier sich in großen Mengen in den obersten Wasserschichten unserer Seen; die Planktonproben vom Fursee enthielten oft die Eier zu Hunderten von Exemplaren.

Was *Synchaeta oblonga* Ehrbg. (= *S. grandis* Zach.) anbelangt, sagt Zacharias, daß auch ihre Subitaneier „infolge ihrer zahlreichen Fettkügelchen bis zum Ausschlüpfen der Jungen an der Oberfläche schwimmen“ (93, S. 35). Rousselet (02, p. 287) dagegen erklärt „that is falls to the bottom“. Ich habe in meinen Schalen oft langgestreckte *Synchaeten* gehabt, deren Eier alle an den Boden abgelagert wurden. Doch ist es nicht ausgeschlossen, daß Zacharias' Beobachtung richtig sei: nur dürfte sie eine Bestätigung nötig haben. Bei *S. stylata* Wierz. finden wir ein anderes rein pelagisches Ei, dessen Oberfläche mit zahlreichen, sehr langen und sehr feinen Haaren besetzt ist; es ist schwebend beobachtet worden (siehe Rousselet 02, p. 290). Andere pelagische Subitaneier sind vermeintlich nicht in Süßwasser gefunden.

b) Latenzeier.

1. Aufwärts getriebene Latenzeier.

Wenden wir uns nun zu den Latenzeiern. Es zeigt sich, daß die meisten derselben so eingerichtet sind, daß sie sich nicht schwebend im Wasser halten können, sondern leichter als dieses bis an die Oberfläche steigen, wo sie vom Winde in die Litoralregion getrieben werden. So verhalten sich die in den Ephippien abgelegten Latenzeier mehrerer Cladoceren der pelagischen Region der Kleingewässer (*Daphnia*, *Ceriodaphnia*) und viele Latenzeier der Rädertiere.

Die Strukturverhältnisse, die die Ephippien ermöglichen die Oberfläche zu erreichen, betrachte ich als wohlbekannt; siehe übrigens (Wolf 04, S. 644; Zwack 79, S. 548; Scourfield 01, S. 51; Wesenberg-Lund 08, S. 95). Was den Latenziern der Rotiferen anbelangt, besitzen die meisten derselben an der Eischale eigentümliche Strukturen. So finden wir das Latenzei von *Triarthra longiseta* von hohen, silberglänzenden, wahrscheinlich luftgefüllten, großen Räumen umgeben; diese Räume sind nicht an beiden Seiten gleich groß, so daß das Ei die Form eines schiefen Dreiecks bekommt.

Bei mehreren Rotiferen ist die Eischale mit einer großen Anzahl von kurzen steifen Stäben besetzt; dies ist der Fall bei *Polyarthra*, *Pedalion* o. a. Bei den Brachioniden, jedenfalls *B. pala*, findet man merk-

Fig. 2. Dauerei von *Brachionus pala*.

1. Eben abgelegtes Dauerei: a Eihülle, b Ei.
2. Ei mit Embryo, c Luftblase.
3. Geöffnetes Ei mit Luftblase (c) und verlassene Eimembran (d).

würdige, oblonge, schiefe, schwarzbraune Eier (Fig. 2). Näher besichtigt zeigt es sich, daß das Ei an und für sich außerordentlich klein ist und nur einen kleinen Teil des ganzen Raumes ausfüllt. So lange das Ei getragen wird oder in der ersten Zeit, nachdem es von dem Körper abgelegt ist, sieht man zwischen dem Ei und der Eischale, so weit ich sehen kann, nichts. Wenn aber später die Entwicklung beginnt, entsteht eine große Luftblase, die den ganzen Raum zwischen der Eischale und dem Ei ausfüllt. Wenn dann der Embryo noch mehr angewachsen ist, wird die Luftblase in das hintere Ende des Eies hineingedrängt und liegt hier als ein Halbmond das halbe Ei beinahe ausfüllend. Schon auf dem ganz frischen, noch vom Weibchen getragenen Ei erkennt man an dem einen Ende der Eischale eine Furche, die ein Käppchen begrenzt. Gegen jenes Käppchen arbeitet später das Wimperorgan des Embryos; sie wird abgesprengt, wenn das Tierchen das Ei verläßt, die leeren, Luftblasen enthaltenden, Eier mit

beihängenden Käppchen bleiben dann zurück; in den Eierschalen findet sich noch ein hyalines Häutchen.

Was die Anuraeen (*A. aculeata* und *cochlearis*) anbelangt finden wir hier ganz eigentümliche Verhältnisse. Bei den Teichindividuen sieht man oft schwarze elliptische Eier dicht mit kleinen Dornen besetzt; solche Eier findet man nie bei den Seeanuraeen; dagegen trifft man hier viel größere bohnenförmige, tiefgraue Eier. Die Verhältnisse waren mir nicht ganz klar, und ich wagte nicht mit Sicherheit die letztgenannten Eier als Dauereier zu bezeichnen; daher konnte ich auch nicht die Konsequenzen der Beobachtungen ziehen. In einer neuen, sehr interessanten Arbeit hat Krätzschar (08, S. 623) dasselbe behauptet und deutet die Verhältnisse so, daß die Anuraeen zweierlei Latenzeier besitzen; die der Tümpel (die erstgenannten) und die der Seen. Ferner setzt er diese zwei Eiersorten in Verbindung mit den ökologischen Faktoren der zwei verschiedenen Lokalitäten: die im Sommer ausgetrockneten Tümpel und die pelagische Region der größeren Seen, wo wie dort kein Austrocknen stattfindet, und wo daher dicke Eierschalen nicht nötig sind. Ich schließe mich hauptsächlich Krätzschar an, nur weiß ich nicht, ob die Latenzeier der Seeanuraeen sich schwebend halten können oder an die Oberfläche steigen und sich dort ablagern oder zu Boden sinken. Das letzte ist vielleicht das wahrscheinlichste.

Auch bei den Asplanchnen finden wir recht eigentümliche, bisher nicht aufgeklärte Verhältnisse. Bei *A. priodonta* trifft man kreisrunde, scheibenförmige Latenzeier, die eine dichte, hyaline Eischale haben. Der Inhalt ist rötlich braun und enthält mehrere große Öltropfen. Solche Eier findet man oft in den Muttertieren; inwieweit sie abgelegt werden oder ob sie erst mit dem Tode des Muttertieres befreit werden, weiß ich nicht. An der Oberfläche der Seen sieht man im Herbst oft ganz gleichartige und gleich große kleine scheibenförmige Körper, die aber nicht hyalin mit rötlichem Inhalt, sondern tiefbraun sind. Inwieweit diese, was ich vermute, die Asplanchnaeier sind, weiß ich nicht, weil Zuchtversuche mir noch nicht gelungen sind; doch halte ich es für höchst wahrscheinlich. Bei *A. Brightwelli* findet man ein ganz anderes Ei; dieses Ei ist tiefschwarz, und die ganze Oberfläche ist fein und sehr regelmäßig konzentrisch gefurcht; dieses habe ich bisher nur in dem Muttertiere gesehen. Auch bei dem seltenen Rädertier *Conochiloides natans* findet man ein merkwürdiges Dauerei: Abbildung: Hlavá (08, S. 33). Es ist von einer weiten hyalinen Hülle umgeben; die Eischale selbst hat eine Anzahl schräg verlaufender hoher Spiralrippen; das Ei habe ich teils an dem Fußende des Tieres gefunden, teils in größeren Mengen frei im Wasser schwebend gefischt.

Es steht also fest, daß man bei vielen Planktonorganismen größerer und kleinerer Seen im Bau der Eischale Strukturverhältnisse findet, die

dazu dienen, die Eier bis an die Oberfläche zu heben und dieselben dort (von dem „surface film“ zurückgehalten) schwimmend zu erhalten. Wir sehen in dem Luftgehalt der Ehippien, der Brachionideneier, der Triarthreneier und in den Öltropfen der Asplanchneneier die Mittel, wodurch das Eis spezifisch leichter als das Wasser wird und die Oberfläche erreicht. Und wir sehen anderseits in der Form (scheibenförmige Asplanchneneier, abgeflachte, mit einem Dorn ausgestattete Ehippien) oder in den äußeren Strukturverhältnissen der Eischale (Dornen, Borsten usw.) die Mittel, wodurch die Eier, wenn die Oberfläche einmal erreicht ist, sich an diese „angeklebt“ festhalten können.

Ist es aber nun so, daß die Heimat vieler Dauereier, nachdem dieselben abgelegt sind, weder den Boden noch die mittleren Wasserschichten, sondern die Oberfläche ist, so folgt von selbst, daß man sie auch dort in großen Mengen antreffen wird. Bisher sind die Latenzeier und ihre biologischen Verhältnisse von den Planktologen nur wenig berücksichtigt. Dieses hängt damit zusammen, daß diese teils gar zu wenig in der Natur selbst beobachten, teils daß sie immer das Studium der Litoralregion ganz und gar vernachlässigen. Eine mitwirkende Ursache der mangelnden Kenntnis folgender Phänomene ist auch, daß sie nur recht kurz dauern und in eine Zeit fallen, wo die meisten keine Gelegenheit für Naturstudien haben. Beobachtungen in freier Natur werden bekanntlich hauptsächlich nur in den Universitätsferien angestellt, und die Kenntnis der biologischen Phänomene, die außerhalb jener Ferien vorsichgehen, ist leider sehr begrenzt. Auch sind sie in den meisten Fällen nur in kleineren Seen, weil die Latenzstadien bei den Planktonorganismen der größeren Seen sehr oft fehlen, zu beobachten. Auf den näheren Ursachen dieses eigentümlichen Phänomens gehe ich hier nicht ein; sie sind ausführlich dargestellt in dem zweiten Teil meiner Planktonuntersuchungen (08, S. 93), worauf ich hinweise.

2. Litorale Brutstätten der an die Wasseroberfläche gelangten Dauerstadien.

Wenn man an einem Herbsttag bei heiterem Sonnenschein und Windstille vom Boot aus einen ziemlich kleinen, nicht zu tiefen (5 bis 6 m) See beobachtet, wird man oft die ganze Oberfläche mit zahllosen, schwarzen Punkten bedeckt sehen. Die Punkte sind in den verschiedenen Seen von verschiedener Natur. Wir wählen als Beispiel den Fredericksborg-Schloßsee, wo ich die Verhältnisse am besten studieren konnte. Hier rühren die schwarzen Punkte hauptsächlich von drei verschiedenen Organismen her: Statoblasten von Plumatellen, Ehippien von Hyalodaphnien und Dauereier von Brachioniden. Dann und wann kommen auch behaarte und bestachelte Eier vor, die ich nicht mit Sicherheit bestimmen kann, die aber unzweifelhaft den Rotiferen angehören; allgemein sind auch verschiedene Sclerotien.

Ich habe nun am Fredericksborger Schloßsee jahraus jahrein die folgenden Phänomene beobachten können: Nach einem heiteren stillen Herbsttag hebt sich nachmittags eine kleine Brise, die das Wasser kräuselt. Gegen Abend ist die Oberfläche von den obengenannten Überwinterungsorganen beinahe rein. Sie sind vom Winde an Windküste hingefegt. Wenn nun die Oberfläche, was eben mit diesem See der Fall ist, von Wasserblüte bedeckt ist, wird auch diese von dem Winde mitgefegt. Das Wasser ist an der Windküste von Wasserblüte beinahe breiartig; der Wind vermag nicht das Wasser zu kräuseln, und selbst Stürme können in diesem außerordentlich zähflüssigen Fluidum nur „Dünungen“, nicht Wellen hervorbringen. In dieser dicken Wasserblüte lagern sich die Überwinterungsorgane als ein 4 bis 5 cm breiter Streifen der Windküste entlang ab.

Die Nacht folgt dem Tag; Windstille herrscht; in der Nacht und in den ersten Morgenstunden steigen von den Tausenden von Bryozoenkolonien wieder unglaubliche Mengen von Statoblasten auf; die Hyalodaphnien werfen ihre Ehipprien, die Rotiferen ihre Eier ab, oder beide erreichen, indem die Tiere absterben, die Oberfläche. Den nächsten Mittag ist der See wieder mit Dauerstadien bedeckt. Eine kleine Brise kommt wieder, mehr Wasserblüte sammelt sich an der Windküste, wo auch die Überwinterungsorgane ankommen; sie ordnen sich in einem Streifen parallel mit dem ersten; so kann im Laufe von 14 Tagen Streifen nach Streifen abgelagert werden. Ich habe täglich diese Streifenbildung verfolgt und nicht weniger als fünf solche mit der Küste und gegenseitig parallel verlaufende Streifen gefunden. Wie schwarze Bänder durchzogen sie die smaragdgrünen Wasserblütenansammlungen. Die Herbststürme kommen, die Temperatur sinkt, die Wasserblüte verwest oder sinkt zu Boden, die schwarzen Bänder rücken dem Lande und einander immer näher. Zuletzt rücken sie ganz zusammen, sie liegen nun wie ein einziges oft ca $\frac{1}{2}$ m breites Band den Ufern entlang; auf windgeschützten Stellen sammelt das Überwinterungsmaterial sich in kolossalen Mengen an; dort kann man das Material kiloweise aufsammeln.

Oft sinkt der Wasserstand, nachdem das Material abgelagert ist, und die Überwinterungsorgane werden auf trockenem Lande abgelagert; sie überziehen dann als ein schwarzbraunes Band die Pflanzen und die Schilf- und Rohrfragmente, die an den Ufern im Spätherbst abgelagert sind. Der größte Teil friert jedoch im Eis ein und gibt der Oberfläche desselben eine braunschwarze Farbe. Studiert man mit der Lupe ein solches Stück Eis, hat die Oberfläche ein ganz mosaikartiges Aussehen. Wenn nach einem großen Schneefall der Schnee zuerst taut, so daß vieles Schmelzwasser über dem Eise steht, und dieses später friert, werden die Überwinterungsorgane in das Eis eingesenkt und zeigen sich, wenn man das Eis in Blöcken betrachtet, als schwarze Linien ca. 5 bis 10 cm unter der Ober-

fläche. Im Frühjahr sieht man sie im Tauwasser über dem unterliegenden Eise herumschwimmen. Wenn dann endlich der ganze See aufbricht und der Wasserstand steigt, nimmt das Wasser wieder die auf trockenem Lande abgelagerten Überwinterungsorgane zurück.

An der Oberfläche verschiedener kleinerer Seen Nordseelands habe ich ganz dieselbe Streifenbildung, die ich vom Fredericksborger Schloßsee geschildert habe, beobachtet; nur ist die Zusammensetzung in den verschiedenen Seen natürlich eine verschiedene. Oft waren die Brachionideneier durch die obengenannten, scheibenförmigen, braunschwarzen, vermeintlichen Asplanchneneier ersetzt; auch findet man statt Hyalodaphnienephippian sehr oft Ceriodaphnienephippian, welche, wenn sie in großer Menge vorhanden sind, den Streifen eine hellgelbe Farbe geben. In ganz kleinen moorigen Seen findet man statt Plumatellastatoblasten oft Cristatellastatoblasten. Auf einem kleinen Waldsee nahe bei Fredericksborg traten die Eier von *Conochiloides natans* massenhaft auf; an anderen Sclerotien in unglaublicher Menge.

Wenn man die Streifen im Frühjahr untersucht, findet man viele andere Stadien, die man gewiß nicht berechtigt ist als Dauerstadien anzusehen, deren Aussehen aber sehr den echten Dauerstadien gleicht. Ich denke hier besonders an die großen Mengen von Oligochaeten- und Planarienkapseln, die an mehreren Orten beinahe den Hauptbestand der am Lande abgelagerten Streifen bilden können. Sie stammen von der Litoralregion her und sind mit dem Eise und den Wellen an die Küste aufgeschwemmt. In vielen kleinen pflanzenreichen Seen finden wir die Dauerstadien der Tiere mit denen der Pflanzen (Turionen von *Hydrocharis*, *Myriophyllum*, *Utricularia* u. a.) zusammenliegend.

Es hat sich also nun gezeigt, daß die Überwinterungsorgane vieler Planktonorganismen nachdem sie die Oberfläche erreicht haben, hier vom Winde passiv bis an die Ufer des Sees transportiert werden. Es fragt sich aber nun, warum so verschiedenartige Organismen wie Cladoceren, Rotiferen u. a. dazu angepaßt sind, als Dauerstadien ihr Leben in der Litoralregion zuzubringen und als freischwimmende Organismen hauptsächlich der pelagischen Region anzugehören. — Um dieses zu verstehen, müssen wir einige recht merkwürdige Temperaturverhältnisse in der Litoralregion, die man bisher nicht gehörig berücksichtigt hat, kurz erwähnen.

An einem hellen Sonntag, 3. März 1907, als der Fursee überall mit ca. 12 cm dickem Eis bedeckt war, war die Wassertemperatur nahe am Ufer bei nur ca. 6 cm Wasserstand und nur $\frac{3}{4}$ m vom Eisrand entfernt, von 12 bis 4 Uhr nicht weniger als 7° C., die Lufttemperatur (Schatten) nur +0,5° C. Um 5 Uhr, als die Lufttemperatur nur noch ÷ 0,6° war, war die Wassertemperatur an demselben Orte bis +1,5 gesunken; ein wenig später ist das Wasser zwischen dem Eis und Ufer sicherlich

wieder mit Eis bedeckt gewesen. Am 28. März 1907 als die Temperatur der Luft (Schatten) um 2 Uhr ca. 10°C . war, war die Temperatur des Oberflächenwassers in der pelagischen Region von Esromsee $2,5^{\circ}\text{C}$. Am Südufer in der Vegetationszone, wo große Mengen von Ehippien abgelagert waren, war die Temperatur dagegen $17,2^{\circ}$. Das Ufer war von der Sonne sehr stark beschienen.

Am 12. April 1906 war der eine meiner Versuchsteiche an der einen von Fichten überschatteten Seite von dickem Eise bedeckt, an der anderen, wo die Sonne schien, war die Wassertemperatur 7°C . 29. März waren alle drei Versuchsteiche auf der beschatteten Seite mit 6 cm dickem Eise bedeckt. Die Lufttemperatur (Schatten) war Mittag 2 Uhr 11°C . Die Wassertemperatur war an der Sonnenseite in der Vegetation nicht weniger als $14-17,2^{\circ}\text{C}$, in der pelagischen Region aber nahe am freien Eisrand nur 3°C .

Es wird dadurch einleuchtend, daß die Wassertemperatur in den Frühlingstagen in hellem Sonnenschein und in den sonnenbeschienenen Teilen der Litoralregion sich weit über die der pelagischen Region erhebt. Selbst wenn das Wasser am Ufer sich in den ersten Frühlingstagen mit Eis bedeckt, dauert dieses doch nicht lange. Bald hält die Nachttemperatur des Wassers sich auch in der Litoralregion über 0° , und jeder helle Sonnentag läßt die Temperatur hier bis ca. $10-20^{\circ}\text{C}$ steigen, ob auch die Temperatur in der pelagischen Region sich nicht über ca. $5-7^{\circ}\text{C}$ hebt. Eben in der Litoralregion auf und zwischen der Vegetation abgelagert und teilweise von derselben gefangen liegen die Überwinterungsorgane. An der eben erwähnten Lokalität des Esromsees steckte ich mein Thermometer direkt in das schwarzbraune Band von Überwinterungsstadien und bekam dort die obenerwähnte Temperatur $17,2^{\circ}$!

Es versteht sich nun von selbst, warum es für die Überwinterungsorgane so vorteilhaft ist die Litoralregion zu erreichen. Hier finden sie nämlich die hohen Temperaturen, die für ihr Ausbrüten notwendig ist, und welche die pelagische Region erst viel später erreicht. Jene sonnigen, ruhigen Buchten der Uferlinien sind wahre Couveusen für das Plankton, besonders das der kleinen Seen. Wenn man dann zwei bis drei Wochen, nachdem die hohen Temperaturen der Uferregion angefangen haben, mit einem Planktonnetze diese Couveusen durchsucht, bekommt man im Netze kolossale Mengen ganz kleiner Hyalodaphnien, Polyarthren, Anuraeen usw., die sowohl ihre eigene als auch die Brutstätte ihrer Stammeltern verlassend (dieselbe Brutstätte, zu der ihre Nachkommenschaft im Spätherbst in Dauerstadien schlummernd zurückgeführt wird), vom Winde seewärts getrieben werden.

Für die Planktologen besteht noch eine große Aufgabe: Züchtungsversuche in Aquarien mit dem Überwinterungsmaterial der obenerwähnten

Streifen. Schon 1895 habe ich solche angestellt und in einer kleineren dänischen Arbeit (95, S. 122) darüber berichtet. In den verflossenen Jahren habe ich oft Material vom Fredericksborg Schloßsee oder anderen Seen Nordseelands genommen. Indem ich hoffe, daß entweder andere oder ich selbst hierüber näheres berichten werden, publiziere ich vorläufig einige anspruchslöse Beobachtungen, woraus man sehen kann, wie viel man von mehr durchgeführten Versuchen lernen kann.

Was die **Brachionideneier** anbelangt, so zeigt es sich, daß sie in einigen Jahren schon ausgebrütet sind, ehe der rechter Winter sich einstellt, und daß dann das Überwinterungsmaterial nur leere Eischalen enthält; in anderen Jahren frieren die Eier mit Embryonen im Eise ein. In dem ersten Fall hat eine kleine Frostperiode ein vorläufiges Einfrieren bewirkt, und diese hat, nachdem das Eis wieder auftaute, als Impuls für die Entwicklung gewirkt; in solchen Jahren fanden sich zahlreiche Brachioniden im Winterplankton, die ich von den Schloßbrücken fischte, in dem zweiten Fall trat keine verfrühte Tauperiode ein; das Material war bis Frühjahr eingefroren, und unter dem Eise fanden sich nur sehr wenige Brachionen. — Was die Ehippien der **Hyalodaphnien** anbelangt, so zeigt es sich, daß die Eier jedenfalls in einem sehr frühen Stadium überwintern; die Embryonalanlage ist noch nicht sichtbar. So waren die Verhältnisse noch am 15. Februar 1908, als ich das Material aus tiefem Schnee und Eis ausgrub. Zwanzig untersuchte Eier befanden sich auf beinahe demselben Stadium. Die Länge der Eier schwankte zwischen 200 bis 240 μ , die Breite zwischen 140 bis 150. Bei Zimmertemperatur nicht über ca. 16° C und nicht unter 10° C geht die Entwicklung in erstaunlicher Schnelligkeit vor sich. Schon vier Tage später am 19. Februar zeigten sich die ersten Daphnien im Wasser, und am 21. stand ein ganzer Schwarm am Boden des Glases. Am 24. Februar ist das ganze Material ausgebrütet. Untersucht man unter dem Mikroskope die Ehippien, von welchen neue Tiere beinahe jede Minute abgegeben werden, so sieht man die zwei hyalinen Eier aus den halb offenen Ehippien in das Wasser vorragen (Fig. 3); plötzlich schießen sie beide auf einmal oder jedes für sich aus den Ehippien heraus. Das Ei selbst ist nicht viel gewachsen (ca. 250 μ); auf jedem seiner Pole sitzen aber zwei hyaline, schwach gefaltete Calotten, wodurch die ganze Länge des Eies beinahe 360 bis 370 μ beträgt. In dem Ei liegt ein vollständig fertiges Junges, welches sich, indem es mit dem großen zweiten Paar Antennen schlägt, lebhaft bewegt. Zwischen den Ehippien findet man aber ferner sehr viele weit größere Eier. Die Länge des Eies selbst ist ca. 340, mit den Calotten nicht weniger als ca. 550; jedes Ei wird also größer als das ganze Ehippium (Länge ca. 400, Breite ca. 320), das früher die beiden Eier zusammen gehalten hat. In diesem relativ großen Raum schwimmt das Tier herum, stößt gegen die Eiwand, die end-

lich gesprengt wird, worauf das Tierchen wegschwimmt. Es muß also doch betont werden, daß man zwischen dem Augenblick, wo das Tier das Ehippium verläßt und bis es als freischwimmendes Tier auftritt, ein pelagisches, frei umher treibendes Eistadium gibt, in welchem das Ei kolossal wächst. Dieses Stadium dauert normal wahrscheinlich jedenfalls mehrere Stunden.

Wir müssen hiermit unsere Darstellung der Biologie der Latenzeier, die dazu bestimmt sind die Litoralregion zu erreichen, abschliessen. Viele ungelöste Fragen werden bei einer näheren Untersuchung des weiteren Schicksals des Überwinterungsmaterials hier ihre Lösung finden. Eine

Fig. 3.

- A. Halbgeöffnetes Ehippium mit den zwei hervorragenden Eiern.
- B. Eben ausgestoßenes Ei. Länge 360 μ .
- C. Ausgewachsenes Ei unmittelbar ehe das Ausschlüpfen des Jungen.
Länge 550 μ .

solche Untersuchung wird nicht alle Fragen beantworten können, sie müssen, was aus dem folgendem hervorgeht, mit Untersuchungen unter dem Eise kombiniert werden.

Oft habe ich das Überwinterungsmaterial verschiedener Teiche unmittelbar vor dem Einfrieren und unmittelbar nach dem Auftauen untersucht. Oft fand ich dann im Frühjahr in dem Plankton Organismen, die im Herbst unmittelbar vor dem Einfrieren fehlten, und die ich auch nicht durch Züchtung von dem Überwinterungsmaterial der Litoralregion bekam. Im Winter 1908 bekam ich in Teichen, deren pelagische Fauna und Flora mir vor dem Einfrieren sehr gut bekannt waren, als ich durch Löcher auf dem ca. $\frac{3}{4}$ m dicken, mit tiefem Schnee bedeckten Eise fischte, Rädertiere die im November durchaus nicht im Plankton auftraten (Triar-

thra, Rhinops). Solche Organismen müssen sich also unter dem Eise von Überwinterungsorganen, die aus den tiefen Wasserschichten emporgestiegen waren, entwickelt haben. —

3. Pelagische Latenzeier: *Leptodora*.

Es fragt sich nun: kennt man denn gar keine echt pelagischen Latenzeier? Die Antwort lautet: nur ein einziges, das Latenzei von *Leptodora hyalina*. Wie ich schon in Band I meiner Planktonuntersuchungen bemerkt habe, findet man diese in den Monaten September bis November sehr häufig in den tieferen Schichten unserer größeren Seen. Das Ei, dessen Dotter sehr klein ist, und das an und für sich eines der kleinsten Latenzeier der Cladoceren ist, ist, wenn es im Wasser schwebt, unverhältnismäßig groß, weil es von einer dicken, vollkommen hyalinen, gallertartigen Glaskapsel umgeben ist (P. E. Müller, 68b, S. 302). Das schwebende Ei ist, so viel ich weiß, nie abgebildet worden; in den Proben, worüber meine Planktonarbeit geschrieben wurde, waren die Eier ursprünglich häufig; nach achttjährigem Hinstehen sind die meisten aufgelöst, die restierenden sind eingeschrumpft, schlecht konserviert und eignen sich leider weder zum Zeichnen noch zum Messen. Das Latenzei ist sowohl von P. E. Müller (68, S. 303) und von Weismann (76—79, S. 59) erwähnt und auch abgebildet worden; so weit ich weiß, gelten sowohl die Abbildungen als auch die Beschreibungen aber nur den in Aquarien liegenden oder den in Glasschalen abgelegten Eiern, nicht aber den in der Natur gefischten schwebenden Eiern. Eben die schwebenden Eier sind durch jene sehr dicke gelatinöse Kapsel charakterisiert. —

Über den Aufenthaltsort der Eier hat man bisher keine sicheren Angaben gehabt. Weismann (76—79, S. 59) gibt folgendes an: „Ob im Freien die Eier an den Strandgürtel gespült werden und dort im Schlamm überwintern, oder ob sie bis zu einer gewissen Tiefe untersinken und dort schwebend den Winter überdauern, weiß ich nicht.“ Er glaubt ferner, daß das Ei ein Austrocknen vertragen kann. Apstein (96, S. 167) gibt kurz und gut an, daß *Leptodora* pelagische Eier hat.

Ich betrachte die tieferen Wasserschichten unmittelbar über dem Boden als den natürlichen Überwinterungsort der Latenzeier; hiervon haben meine Netze im September bis November mir so oft das Ei gebracht; ich glaube nicht, daß ein Ei, dessen sichergestellter Aufenthaltsort die mittleren und tieferen Wasserschichten ist, in der Litoralregion abgelagert wird; auch deutet sein Bau auf eine rein pelagische Lebensweise. Ferner habe ich im Mai bis Juni von den tiefen Schichten des Fursees mehrmals Nauplien bekommen, und nie habe ich Nauplien in Proben, die von der Litoralregion herrühren, gesehen. Der junge, zu früh gestorbene Zoologe Sören

Jensen untersuchte eines Tages im Mai auf meinem Laboratorium Bodenschlamm um Ostracoden zu finden aus den tiefsten Stellen des Fursees (40 m). Nachdem der Schlamm einige Tage ruhig gestanden hatte, zeigte sich an der Oberfläche an mehreren Stellen eine leise regelmäßige Bewegung. S. Jensen erkannte bald die Ursache und zeigte mir, daß sie von Leptodorennauplien herrührte. Er und ich studierten in jenen Tagen die Nauplien. In wie weit sich die Eier den ganzen Winter schwebend halten können, wissen wir nicht; weil ich im Frühjahr nicht schwebende Eier bekommen konnte, steht es zu glauben, daß die Eier im Laufe des Jahres wenigstens in relativ seichteren Seen den Bodenschlamm erreichen und flottierend darüber stehen.

4. Einzeln abgelegte, heruntersinkende Latenzeier.

Wir haben uns vorläufig hauptsächlich mit jenen Planktonorganismen beschäftigt, deren Eier und Dauerstadien entweder pelagisch oder so eingerichtet sind, daß sie mit dem Winde auf der Oberfläche die Litoralregion erreichen können, um dort ausgebrütet zu werden. Es gibt nun aber auch Planktonorganismen, worüber wir vorläufig nichts anderes wissen, als daß sie dazu bestimmt sind auf dem Seeboden abgelagert zu werden; dies gilt besonders den Latenzeiern von *Daphnella*, *Holopedium* und *Bythotrephes*. Diese Eier werden wahrscheinlich einzeln abgelegt; sie haben alle schwarze, dicke Schalen ohne jede Spur von Schwebeeinrichtungen; sie kommen nicht in der pelagischen Region vor und sind nie an der Oberfläche des Wassers angetroffen worden. Auch die Latenzeier der Bosminen, die in einem sehr primitiven Ephippium ohne Luftkammerschicht abgelegt sind, werden wahrscheinlich an den tieferen Stellen des Seebodens abgelagert. Wie bekannt, ist das Vorkommen von Latenzeiern bei Copepoden durch die Untersuchungen von Haecker (02², S. 1) und E. Wolf (05, S. 1) sichergestellt worden, doch dreht es sich hier am meisten um Arten, die in schnell ausgetrockneten Tümpeln der temperierten Zone auftreten (*Diaptomus coeruleus*, *D. castor*.) Nur *D. denticornis* ist eine auch in größeren Seen vorkommende Copepode. Das Vorkommen der Latenzeier dieser Species wurde von Haecker an Exemplaren vom Titisee festgestellt. Später hat Ekman (04, S. 102) in den nordschwedischen Hochgebirgsseen (Sarek) Dauereier bei *D. laciniatus*, *denticornis* und *laticeps* gefunden. In den baltischen Seen kommen diese Arten entweder gar nicht oder nur sehr vereinzelt vor. Diese Seen werden hauptsächlich von *D. gracilis* und *graciloides* belebt. Bei *gracilis* sind Dauereier bisher nicht beobachtet, bei *graciloides* hat Ekman im Sarek solche in den kleinen Gewässern nicht aber in Seen gefunden. Er schreibt: Möglicherweise leben sie in einigen Seen den ganzen Winter hindurch. In den baltischen Seen leben ungeheure Mengen

sowohl von *D. gracilis* als auch von *graciloides* unter dem Eise den ganzen Winter fort. Dauereier habe ich nie beobachtet und glaube auch nicht, daß solche vorkommen; daß aber die Entwicklung der Eier im Winter nur sehr langsam vor sich geht, ist unzweifelhaft. Für die *Hetercope*-Arten hat Nordquist (88, S. 68) solches vermutet. In den letzten Tagen (09, S. 42) hat Matscheck interessante Mitteilungen über den *Hetercope* publiziert. Bei *H. Weismanni* fallen die Eier nach dem Austreten einzeln oder in Gruppen zu zwei und drei zu Boden; bei *H. saliens* werden sämtliche Eier eines Satzes beim Heraustreten von einer gallertartigen Masse umhüllt. Die Gallerte quillt beträchtlich auf und kann ein Durchmesser von 2 bis 3 mm erreichen. Matscheck vermutet, daß das Ei wohl imstande ist längere Zeit im Wasser zu flottieren oder auf dem Boden des Sees zu liegen, ohne daß es Schaden leidet.

In 07, S. 49 behauptet Ekman, daß die Eiersäcke von *Diaptomus gracilis* in der Periode Februar bis Mai in den tieferen Schichten in Mälaren frei schweben. Diese und Matschecks Mitteilung über *H. saliens* bewirken, daß auch ich es wage eine mir auffallende Beobachtung zu publizieren. Bekanntlich hat *C. strenuus* seine Hauptsexualperiode im Winter; die Proben des Zooplanktons im Winter vom Esromsee enthielten große Mengen von dieser *Cyclops*-Art. Ausserdem enthielten die Proben kolossal viele lose Eiersäcke, soweit ich sehen konnte mehr als zweimal so viele Eiersäcke als Copepoden. Es ist ja daher nicht ganz unmöglich, daß ganze Eiersätze von pelagischen Copepoden jedenfalls zeitweise eine rein pelagische Lebensweise führen, und daß also diese Eier zwischen den pelagischen Eiern des Süßwassers einzuregistrieren wären.

III. Dauerzustände des Phytoplanktons.

Nachdem wir nun die pelagischen Eier des Süßwassers behandelt haben, ist es natürlich, die verschiedenen pflanzlichen Dauerzustände, Sporen, Cysten, ruhende Dauerknospen usw., die in der pelagischen Region vorkommen, kurz zu betrachten. Bei den pelagischen *Myxophyceae* finden wir, daß die Abteilung *Hormogoneae* *Heterocystaeae* Dauersporen hervorbringen, wovon einzelne ein langes pelagisches Leben haben. Dies gilt besonders den Dauersporen der *Anabaena flos aquae*, wo die Sporen in kugeligen Gallertmassen eingebettet, sich monatelang, nachdem die *Anabaena* verschwunden sind, schwebend halten. Früher oder später erreichen sie doch im Laufe des Jahres alle den Boden oder die Litoral-region, wo die Keimung im Frühjahr vor sich geht. Über *Gloiostrichia*, *Aphanizomenon* und die *coccogone* *Myxophyceae* verweise ich auf

den 1. Teil meiner Planktonuntersuchungen. Wie sich die Dauersporen der *Attheya* und *Rhizosolenia* verhalten, wissen wir nicht; über die Auxosporen als Dauerstadien siehe meine Planktonuntersuchungen Bd. II. Das Schicksal der Dauerstadien der pelagischen Chlorophyceen ist uns beinahe völlig unbekannt. Ich möchte hier nur auf eine merkwürdige Angabe von Lozeron (02, S. 62) hinweisen. Er schreibt über *Pandorina morum* folgendes: Tandis que dans la couche de 0 à 10 m on trouve les petits colonies à galerte mince qui caractérisent la période de grande division elle se présente au fond en grosses colonies à galerte épaisse qui caractérisent l'état de repos. In unseren Seen finde ich *Pandorina morum* nur sehr selten als Planktonorganismus, kann daher nicht Lozerons Angabe bestätigen. Was *Eudorina elegans* aber anbelangt, habe ich hier ganz gleichartige Beobachtungen anstellen können. Auch von dieser Alge habe ich in den tieferen Schichten sehr große Kolonien mit dicken Gallerten gefunden, auch solche, die nicht 32 Zellen sondern 32 wohlentwickelte Kolonien darstellten, die zum Auschlüpfen wahrscheinlich ganz fertig waren, gefunden. Ob wir es hier mit Dauerstadien zu tun haben, weiß ich nicht. —

Was die Flagellaten betrifft, wissen wir, daß die Kolonien der Uroglenen und Dinobryonen vor dem Ende ihres Maximum sich mit zahllosen Dauercysten bedecken; wir können hieraus schließen, daß dieselben sich in kolossalen Mengen in der pelagischen Region finden müssen; gesehen haben wir sie aber nie; sie gehören jenem Mikroplankton an, worüber wir erst durch die Untersuchungen Wolterecks (08, S. 869) und Ruthners (09, S. 176) Aufklärung bekommen werden. Die Dauerzustände der Flagellaten sind recht gut bekannt (siehe meine Planktonuntersuchungen, Vol. II, S. 56) und speziell was *C. hirundinella* anbelangt, ist es unzweifelhaft, daß die hörnigen Cysten schnell zu Boden sinken und dort im Frühjahr keimen. Nimmt man von Teichen, worin *C. hirundinella* massenhaft auftreten, Schlamm, so findet man darin, die Cysten, und im Mai kann man sich, wenn die Cysten in den Schalen keimen, ein völliges Plankton von Ceratien verschaffen. Von den Infusionstieren hat Zacharias (9¹, S. 118) eine schöne Cyste von *Staurophryga elegans* abgebildet; dieselbe glaube ich auch pelagisch im Fursee gesehen zu haben.

B. Pelagische Larven.

Ehe wir diese kleine Abhandlung schließen, sammeln wir noch, was wir über die **pelagischen Larven** des Süßwassers kennen:

Sind pelagische Eier im Süßwasser selten, so sind pelagische Larven es eigentlich noch mehr. Bekanntlich verlieren viele Tiere, wenn sie vor

Meere im Süßwasser einwandern, entweder ganz die Larvenstadien, oder dieselben werden mehr oder weniger reduziert. Die Bodenfauna produziert nur sehr wenige Larvenstadien, die sich in der pelagischen Region heimisch fühlen, und sehr viele pelagische Organismen haben keine Larvenstadien. Freischwimmende Larvenstadien sind auch im Süßwasser für die fest-sitzende oder langsam kriechende Bodenfauna charakteristisch; sie weichen aber von denen des Meeres darin ab, daß sie sich entweder nahe am Boden, oder in der Litoralregion halten und nur durch Unglücksfälle freischwimmend in die pelagische Region hinauskommen. So verhält es sich doch hauptsächlich mit den Glochidienlarven, mit allen den Larven von den phylactolämen Süßwasserbryozoen und wahrscheinlich auch mit der nur einmal gefundenen Paludicellalarve (Braem, 96, S. 152), ferner oft mit den Spongillenlarven und wahrscheinlich auch mit dem eigentümlichen, wenig bekannten Larvenstadium von Aelosoma (Ray Lancaster, 69, S. 631) und verschiedenen Eingeweidewürmern.

Doch sollte man glauben, daß die Botryocephalenlarven in den Ländern, wo die Botryocephalen zahlreich vorkommen, in dem Plankton zahlreich sein müssen. Für die meisten dieser Larvenstadien ist es charakteristisch, daß sie sich gar nicht mit den Larvenstadien der marinen Stammeltern vergleichen lassen; die Stadien, wo eine Vergleichung stattfinden kann, werden im Ei durchlaufen, und die freischwimmenden Stadien im Süßwasser sind Neuerwerbungen, wozu die marinen Formen kein Seitenstück aufweisen können. Dieses ist besonders, was die Bryozoenlarven betrifft, nachgewiesen (Prouho 82, Wesenberg-Lund 96, S. 252); für diese wie auch jedenfalls zum Teil für die Spongillenlarven gilt es, daß das Leben der Larven nur wenige Stunden dauert, und daß sie sich so nahe wie möglich an den Kolonien halten; als Distributionsmittel im Leben der Spezies ist ihre Bedeutung nur sehr gering; dasselbe ist von den Dauerstadien (Gemmulae, Statoblasten) übernommen. Nur ein Bodentierchen *Dreysena polymorpha* hat noch ein Larvenstadium, das sich mit dem der marinen Stammeltern vergleichen läßt, und dessen Leben und Bedeutung dieselbe ist.

Auch die allermeisten Fische, wenigstens der baltischen Region, sind als Brut entweder Boden oder litorale Organismen. Wie es sich mit *Lota* verhält wissen wir nicht. Nur ein einziger Fisch führt ganz jung in unseren Seen ein vollständig pelagisches Leben; dies ist bei dem Stinte: *Osmerus eperlanus* der Fall: im Juni-Juli Monat bekommt man den jungen, nur wenige Zentimeter langen, außerordentlich schlanken, dünnen Fisch in groß-maschigen Netzen in der Mitte vom Fursee.

Von den pelagischen Organismen, die freischwimmende Larven haben, kommen hauptsächlich nur die Copepoden und die Nauplien des Winter-
eies von *Leptodora* in Betracht. Die erstgenannten sind eigentlich die

einzigsten pelagischen Larvenstadien, die überall und für längere Zeit eine wichtige Rolle in der pelagischen Region spielen. Es ist merkwürdig zu sehen, daß mehrere Cyclops-Arten, die als reife Organismen Litoralformen sind, in Teichen vollständig pelagische Nauplien haben, und daß Ostracoden-Nauplien nicht selten in Teichen in größeren Mengen pelagisch vorkommen können. —

Es steht zu glauben, daß man in der pelagischen Region der tropischen Seen noch viele uns bisher unbekannte Larvenstadien finden kann. Hier können wir nur die Aufmerksamkeit auf das Larvenstadium des Malacostracen *Caridina Wyichii* Daday (07, S. 175) der großen afrikanischen Seen hinlenken.

Indem ich nun diesen kleinen Aufsatz abschließe, hebe ich folgende Punkte hervor. Die allgemeine Auffassung, daß die pelagische Region des Süßwassers im Gegensatz zu der des Meeres nur sehr wenige pelagische Eier, Dauerstadien und Larven enthält, ist natürlich ganz richtig. Wir müssen jedoch betonen, daß mehrere Eier des Süßwassers wahrscheinlich echt pelagische sind. Dies gilt besonders für die Subitaneier von Bipalpen und wahrscheinlich auch anderen Rotiferen. Diese Eier entwickeln sich unter den hohen Sommertemperaturen schnell, und sie sind so ausgestattet, daß ihr Herabsinken nur sehr langsam vor sich geht; ein Ausbrüten in der pelagischen Region ist daher sehr wohl denkbar. Es hat sich ferner gezeigt, daß mehrere Rotiferen sich dadurch zu pelagischen Eiern verhelfen, daß sie ihre subitanen Eier auf andere pelagische Organismen absetzen (*Brachionus* u. a.) Die Eier von *Lota*, die Dauereier von *Leptodora* und wahrscheinlich mehrere *Centropagiden*, ferner mehrere Dauerzustände, von *Myxophyceen* und *Chlorophyceen* sind jedenfalls in einer Zeit ihres Lebens wahrscheinlich pelagisch. Ihr Schwebevermögen ist ein ziemlich grossés, nur äußerst langsam sinken sie nieder; früher oder später werden sie jedoch im Laufe des Winters den Boden erreichen, über welchem sie, ohne im Schlamm abgelagert zu werden, schwebend flottieren; es ist nicht ausgeschlossen, daß die thermischen Vertikalströmungen im Frühjahr die Eier heben, und daß auch sie in den mittleren Wasserschichten ausgebrütet werden. Daß wir zwischen diesen semipelagischen Eiern und solchen, die schnell bis an den Boden niedersinken, alle mögliche Zwischenstufen haben, versteht sich von selbst. Was aber — im Gegensatz zum Plankton des Meeres — die ständigen Bewohner der pelagischen Region (zum Teil jedoch auch die Litoral- und Bodenorganismen des Süßwassers) am meisten charakterisiert, das ist, daß sie die Kohäsionsfähigkeit kleiner Körper an der Oberfläche des Wassers brauchen, um ihre Dauerstadien vom Winde nach der Litoralregion befördern zu lassen.

Nur hier finden sie die hohen Temperaturen, die für das Ausbrüten notwendig sind. Dieser passive Transport der Dauerstadien geht am meisten in den kleineren Gewässern vor sich; in der pelagischen Region größerer Seen ist der Transport nicht so ausgeprägt, weil hier die Dauerzustände wegfallen, und die Tiere in freischwimmenden Stadien überwintern; doch auch hier werden die Ephippien der Cladoceren und die Dauereier der Rotiferen in die Litoralregion transportiert.

Die oben angegebene Auffassung über semipelagische Eier des Süßwassers habe ich schon lange gehegt; nie hatte ich aber etwas darüber in der Literatur gefunden. Dann fand ich in Ehrenbaums Arbeit (05, S. 1) die folgende kurze Bemerkung: „Auch eine dritte Gruppe von Eiern ist wahrscheinlich im Meere vertreten, welche in ihrem Verhalten die Mitte zwischen dem festsitzenden und den planktonischen Formen einnimmt, insofern als diese Eier auf oder nahe dem Grunde flottieren, wie viele Salmonideneier und die Eier der Maifische im Süßwasser; doch sind derartige Formen aus dem Meere noch nicht sicher bekannt.“ Was die Eier der Maifische anbelangt, beruht die obengenannte Mitteilung auf Ehrenbaums eigenen Untersuchungen; (94, S. 54) berichtet er, daß die Eier auf dem Boden des Elbflusses liegen und hier flottierend über denselben rollen. So soll auch *Clupea finta* und (laut brieflicher Mitteilung von Prof. Ehrenbaum) verschiedene Süßwasser-Clupeiden von Amerika (*Clupea sapidissima* siehe Ryder 87, S. 523) sich verhalten¹⁾. Soweit ich aus der Literatur sehen kann, werden die Eier der Clupeiden des Süßwassers jedoch hauptsächlich im fließendem Wasser abgesetzt, wo sie mit den Strömungen über den Boden rollen; meiner Meinung nach sind sie daher nicht ohne weiteres mit den von mir beschriebenen semipelagischen Eiern der Seen vergleichbar; einmal abgelagert ruhen die letzteren monatelang, wo sie niedergefallen sind, und führen vor der Ablagerung ein wahres pelagisches Leben.

Zum Schluß benütze ich die Gelegenheit auch hier ausdrücklich zu betonen, wie notwendig es für zukünftige Planktonstudien des Süßwassers ist, daß die Litoral- und Bodenregion in die Planktonstudien mitgenommen werden. Für die Geschichte der Planktologie des Süßwassers war es ein wahres Unglück, daß die Forscher, die diese Wissenschaft gründeten, in so hohem Grade Schüler der marinen Forschungsmethoden waren, und von denselben sich so gebunden fühlten, daß sie, indem sie die Resultate derselben kritiklos auf die Süßwasseruntersuchungen überführten, arbeiteten,

¹⁾ Für die hier zitierten Literaturangaben bin ich Herrn Prof. Ehrenbaum sehr dankbar.

als ob sie keine Ahnung davon hätten, daß das Süßwasserleben von ganz anderen Gesetzen reguliert wird, als das Meeresleben; wäre dieses nicht so, dann hätten die limnologischen Beobachter viel früher verstanden, daß jede planktologische Untersuchung im Süßwasser so zu sagen in der Litoralregion sowohl beginnen als auch schließen muß. —

Literaturverzeichnis.

1896. **Apstein, C.**, Das Süßwasserplankton. Kiel.
1896. **Braem, F.**, Die geschlechtliche Entwicklung von *Paludicella Ehrenbergii*. Zool. Anz., Bd. XIX, S. 152.
1907. **Daday, E. v.**, Der postembryonale Entwicklungsgang von *Caridina wyickii* (Hicks). Zool. Jahrb., Abt. f. System, Bd. XXIV, S. 175.
1904. **Ekman, S.**, Die Phyllopoden, Cladoceren und freilebenden Copepoden der nordschwedischen Hochgebirge. Zool. Jahrb., Abt. f. System, Bd. XXI, S. 1.
1907. **Ekman, S.**, Über das Crustaceenplankton des Ekoln. Zoologiska Studier til. Tullberg. Upsala, p. 42.
1894. **Ehrenbaum, E.**, Beiträge zur Naturgeschichte einiger Elbfische. Wissenschaftl. Meeresunters. Helgoland, Bd. I, S. 54.
1905. **Ehrenbaum, E.**, Eier und Larven von Fischen. Nordisches Plankton.
1838. **Ehrenberg, C.**, Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig.
1902. **Haecker, V.**, Über die Fortpflanzung der limnetischen Copepoden des Titisees. Berichte d. naturf. Gesellschaft zu Freiburg, Bd. XII, S. 1.
1900. **Heineke, F. und Ehrenbaum, E.**, Eier und Larven von Fischen der deutschen Bucht. II. Wissenschaftl. Meeresunters. Helgoland, N. F., Bd. III, S. 127.
1905. **Hláva, S.**, Beiträge zur Kenntnis der Rädertiere: Über die Anatomie von *Conochiloides natans*. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. LXXX, S. 282.
1908. **Hláva, S.**, Böhmens Rädertiere. Monographie der Familie Melicertidae. Arch. f. naturw. Landesdurchforsch. Böhmens, Bd. XIII, Nr. 2, S. 1.
1903. **Jennings, H. S.**, Rotatoria of the United States. II. A monograph of Rotulidae. U. S. Fish-Commission for 1902, p. 273.
1908. **Krützschmar, H.**, Über den Polymorphismus von *Anuraea aculeata* Ehrbg. Internat. Revue, Bd. I, S. 623.
1898. **Lauterborn, R.**, Über die zyklische Fortpflanzung limnetischer Rotatorien. Biol. Centralbl., Bd. XVIII, S. 173.
1902. **Lozeron, H.**, La répartition verticale du plancton dans le lac de Zürich de Décbr. 1900 à Décbr. 1901. Zürich.
1897. **Mc. Intosh and Mastermann**, British marine food fishes. London 1897.
1909. **Matschek, H.**, Zur Kenntnis der Eireifung und Eiablage bei Copepoden. Zool. Anz., Bd. XXXIV, S. 33.
1868. **Müller, P. E.**, Bidrag til Cladocerernes Forplantningshistorie. Naturhist. Tidsskrift København, 3 R., 5, p. 295.
1888. **Nordquist, O.**, Die Calaniden Finnlands. Bidragtil. Kännedommen om Finnlands Naturog Folk. Bd. XLVII, p. 1.
1882. **Prouho**, Contribution à l'histoire des Bryozoaires. Archives de Zool. exper. et génér., 2. Ser., Tom. X.
1869. **Ray Lancaster**, A contribution to the knowledge of the lower Annelids. Transactions Linn. Soc., Vol. XXVI, p. 631.
1909. **Ruttner, F.**, Über die Anwendung von Filtration und Zentrifugierung bei den planktologischen Arbeiten an den Lunzer Seen. Internat. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr., Bd. II, S. 176.
1902. **Rousselet, C.**, The genus *Synchaeta*. Journ. Royal micr. Soc., p. 269.
1887. **Ryder, I. A.**, *Clupea sapidissima*. 13 report U. S. commission of fish and fisheries, 1885, p. 523.
1892. **Schmitt**, Scandinavian Fishes. Stockholm.

1908. **Schäffelt, E.**, Die Copepoden und Cladoceren des südlichen Schwarzwaldes. Arch. f. Hydrob. u. Planktonk., Bd. IV, S. 91.
1901. **Scourfield, D. J.**, The Ehippium of Bosmina. Journ. Quekett Micr. Club. London, Ser. 2, Vol. VIII, p. 51.
- 1876—1879. **Weismaun, A.**, Beiträge zur Naturgeschichte der Daphniden. Leipzig.
1851. **Weiß, J.**, Über Kuckuckeier und Wintereier der sogenannten Wappentierchen (Brachionus). Melanges biologiques, T. I, p. 299, (Sep.).
1893. **Weltner, W.**, Bemerkungen über den Bau und die Entwicklung der Gemmulae der Spongillen. Biol. Centralbl., Bd. XIII, S. 119.
1895. **Wesenberg-Lund, C.**, Biologiske Undersøgelser over Ferskvands Organismer. Vid. Medd. Naturh. Forening. Köbenhavn, LVII, p. 105.
1896. **Wesenberg-Lund, C.**, Biologiske Studier over Ferskvandsbryozoe. LVIII, p. 252.
1900. **Wesenberg-Lund, C.**, Von dem Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Bau der Planktonorganismen und dem spezifischen Gewicht des Süßwassers. Biol. Centralbl., Bd. XX, S. 606.
- 1904—1908. **Wesenberg-Lund, C.**, Planktoninvestigations of the Danish lakes.
1908. **Woltereck, R.**, Die natürliche Nahrung pelagischer Cladoceren und die Rolle des „Zentrifugenplanktons“ im Süßwasser. Internat. Revue, Bd. I, S. 869.
1904. **Wolff, M.**, Studien über Cuticulargenese. I. Das Ehippium von D. pulex. Biolog. Centralbl., Bd. XXIV, S. 644.
1905. **Wolf, E.**, Die Verpflanzungsverhältnisse unserer einheimischen Copepoden. Zool. Jahrb., Syst. Bd. XXII,
1894. **Zacharias, O.**, Beobachtungen am Plankton des Gr. Plöner Sees. Forschungsber. Plön. Bd. II, S. 91, Taf. 1. f. 9.
1905. **Zwack, A.**, Der feinere Bau und die Bildung des Ehippiums bei D. hyalina. Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. LXXIX, S. 548.
-