

*Beobachtungen am Plankton des Zürichsees.*¹⁾

Dileptus trachelioides Zacharias,

ein für den Zürichsee neues Planktoninfusorium.

Von

G. HUBER und F. NIPKOW, Zürich.

Mit 2 Textfiguren.

(Als Manuskript eingegangen am 10. Juni 1927.)

Seit den Jahren 1923 und 1924 beobachten wir im Frühlingsplankton des Zürichsees regelmässig ein Wimperinfusor, das als euplanktischer Organismus anzusprechen ist. Dieses Infusor, ein Dileptus, tritt um die Mitte April, also bei ca. 6—8° C. Wassertemperatur, in vereinzelt Exemplaren auf, vermehrt sich mit zunehmender Wassertemperatur und erreicht gegen Anfang Mai schon erhebliche Frequenzzahlen, um gegen Mitte Mai bis Anfang Juni ein recht ansehnliches Maximum zu erlangen (Wassertemperatur ca. 12—15° C.). Gegen Ende Mai, Anfang Juni erscheinen Cysten, und daraufhin beginnt ein rascher Rückgang der Individuenmenge, sodass man während des Sommers und Herbstes diesen Organismus nur noch in vereinzelt Exemplaren, im Winter und frühesten Frühling dagegen gar nicht antrifft. Die Hauptentwicklungszeit fällt also in die Periode des kühlen Frühlingswassers (ca. 8—15°).

Dieser Dileptus hält sich in der Oberflächenschicht auf und geht bis zur Sprungschicht hinab; weiter unten jedoch ist er seltener zu finden. Er ist also ein Bewohner der Hauptlichtzone. Das mag mit seiner Ernährung zusammenhängen, über die später noch zu berichten sein wird.

Die oben erwähnten Cysten bleiben eine Zeitlang im freien Wasser schwebend und sinken dann langsam auf den Grund, sodass man sie in Schlammproben regelmässig finden und züchten kann. Wegen der grossen Variabilität in der Körpergestalt dieser „neuen“ Gäste unseres Zürichsees wussten wir im Anfang nicht, wohin derselbe im

¹⁾ Unter diesem Titel gedenken die Verfasser eine Reihe von einzelnen Planktonstudien in zwangloser Folge zu veröffentlichen.

System genau zu stellen sei. Erst als wir die morpho- und biologischen Hauptdaten beisammen hatten, gelang uns die Bestimmung: der Organismus des Zürichsees ist identisch mit dem von ZACHARIAS in den Plöner Berichten, Bd. II, damals neu beschriebenen *Dileptus trachelioides*.¹⁾ Die Beschreibung von ZACHARIAS stimmt im grossen und ganzen mit unseren Beobachtungen gut überein, weicht aber in einigen Einzelheiten von den unserigen ab. Auf jeden Fall ergänzen sie sich. Es soll deshalb im Nachstehenden über diesen Organismus das mitgeteilt werden, was wir bisher über ihn beobachtet haben, und zwar I. über das Morphologische und II. über das Biologische, a) im Plankton, b) in der Kultur.

I. Zur Morphologie von *Dileptus trachelioides* Zacharias.

Die Gestalt von *Dileptus trachelioides* ist recht wechselnd, so dass man am besten von einem Formenkreis spricht. Im frühen Frühling treten rundliche, ellipsoide, ja oft fast kugelförmige Individuen auf. Diese Stadien scheinen vor der Teilung zu stehen; nach der Teilung sind und bleiben die Individuen oft einige Zeit lang schlank und walzenförmig. Die runden Individuen haben ein abgerundetes Hinterende, die schlanken dagegen meist ein zugespitztes. Diese schlanken Exemplare können sich mit der Zeit zum Teil wieder zu runden, birnförmigen Individuen gestalten.

Am Vorderende befindet sich bei gut entwickelten Formen ein mehr oder weniger langer Rüssel. Er stellt ein plattes, etwa 20—30 μ breites Band dar und zeigt eine schwache Querstreifung. Manchmal ist er aber auch von rundlichem Querschnitt. Er macht grob undulierende oder auch schlenkernde Bewegungen, wodurch er zur Lokomotion des Individuums dient; oft jedoch wird er bei der Bewegung einfach passiv mitgezogen. Ob er auch Tastfunktionen besitzt, konnte nicht ganz sicher entschieden werden. WESENBERG-LUND stellt eine solche in Abrede. Für das planktische Leben könnte allerdings eine Tastfunktion auch in Frage kommen. Der Rüssel kann oft teilweise oder ganz abgeworfen werden, wie es scheint durch blosse Kontraktion des Protoplasmas. Er führt dann oft noch während einer kurzen Zeit schwache Bewegungen aus. Nach Abwerfung des Rüssels ist die Bewegung des Tieres meist bei weitem nicht mehr so ausgiebig, und das Individuum macht dann mehr kurz rotierende Bewegungen. Für die Lokomotion ist der Rüssel somit nicht durchaus notwendig; nur

¹⁾ Übrigens ein guter Name, an Stelle dessen wir im Anfang provisorisch „*Dileptus variabilis*“ aufgestellt hatten.

scheinen Vorwärts- und Rückwärtsbewegungen mit seiner Hilfe viel energischer vor sich zu gehen.

ZACHARIAS sah viele Individuen, bei denen der vordere Körperpol nicht in einen Rüssel, sondern in einen langen geisselartigen Fortsatz endigte, und WESENBERG-LUND beobachtete sogar drei bis vier lange, dünne Fäden, die den Körper oft an Länge übertrafen. Auch sie sind befähigt, langsame, spiralförmige Bewegungen auszuführen. Solche Individuen fand WESENBERG-LUND einmal in ungeheurer Menge in einem dänischen See. ZACHARIAS hält diese begeisselten Individuen für Monstrositäten, was WESENBERG-LUND bezweifelt. Letzterer hat den Eindruck, dass diese besondere Form am häufigsten gegen den Schluss des Maximums auftritt. Im Zürichsee sahen wir bis jetzt diese Form — eine forma oder varietas? — noch nicht. Es ist aber auf sie zu fahnden.

Die Länge des Rüssels ist recht verschieden; oft ist er nur als Höcker angedeutet, oft ist er $\frac{1}{4}$, oft $\frac{3}{4}$ mal so lang wie der Körper, ja fast körperlang. Im Frühling trifft man oft Individuen, die fast rüssellos sind, oder am vorderen Pol nur einen kurzen Stummel tragen. In diesem Stadium zeigen die rundlichen Infusorien eine grosse äussere Ähnlichkeit mit *Trachelius ovum*, in der länglichen, walzenförmigen, hinten zugespitzten Form jedoch mit *Dileptus*. Deshalb haben wir in unseren Fanglisten anfänglich (d. h. bis wir die Zusammenhänge erkannt hatten) von „tracheliformer“ und „dileptiformer“ Gestalt gesprochen.

Das Hinterende des Infusors ist bei walzenförmiger Ausbildung oft plattgedrückt. Dasselbe ist meist plötzlich und kurz zugespitzt. Dieser spitze Fortsatz ist in seiner Länge übrigens recht variabel.

Die Länge des Körpers beträgt ca. 100—300—600 μ , die Breite 100—300 μ . Das Individuum ist ein energischer und guter Schwimmer. Es befindet sich in fast steter, lebhafter Bewegung (Rotation, Vor- und Rückwärtsbewegung), was die Beobachtung seiner anatomischen Verhältnisse recht schwierig und mühsam macht. Während der Bewegung ist die Metabolie des Körpers äusserst gering oder null und wird nur deutlich, wenn das Individuum sich unter dem Deckglas durch ein Hindernis durchzwängt.

Dileptus trachelioides ist ein überaus empfindlicher und zarter Organismus. Er reagiert auf die geringsten äusseren Schädigungen durch einen merkwürdigen Zerfliessungsvorgang. Zusatz von Kokaïn z. B., auch in sehr verdünnter Lösung, bewirkt, dass der Körper sofort zerfällt, oder dass er seinen Rüssel ganz oder teilweise abwirft und sich zusammenballt, um hernach rasch zu zerfliessen. Diese eigentümliche Beobachtung hat auch LAUTERBORN gemacht.

Das Individuum zeigt ein hyalines, grobwabiges Protoplasma, nach Art eines blasigen Schaumes. Die Cilien sind in sehr feinen, parallelen Längs- bzw. steilen Spirallinien angeordnet. Auf der ventralen Seite des Rüssels scheinen sie bei manchen Individuen besonders stark ausgeprägt.

Die Mundöffnung liegt an der Basis des Rüssels. Eine an den Rändern etwas erhöhte schlitzförmige Furche (Peristomfurche) führt zu derselben hin. Bei ganz jungen, frisch aus der Cyste geschlüpften Individuen sieht man unter günstigen Verhältnissen die Mundöffnung als kleinen, kurzen Kanal recht deutlich, auch hie und da die Afteröffnung, in deren Nähe manchmal eine grosse Vakuole festzustellen ist. Fig. 1 d. Bei gut ausgebildeten Individuen gewahrt man, dass die Peristomfurche sich vom Rüsselansatz bis ungefähr ins obere Drittel, ja sogar oft bis zur Mitte des Körpers hinzieht. Die Ränder der Furche sind mit etwas kräftigeren Wimpern besetzt. Sehr auffallend ist, dass man hie und da gar keine Peristomfurche und keine Mundöffnung wahrnehmen kann; manchmal ist die Peristomfurche nur sehr undeutlich. Schon ZACHARIAS macht auf diesen Mangel einer Mundöffnung aufmerksam, welche Beobachtung von WESENBERG-LUND bestätigt wird. Hie und da sieht man eine grosse Vakuole ganz in der Nähe der Peristomfurche.

Der Kern ist gross, rosenkranzförmig und besteht aus 8—12—15 (meist 8—9) rundlichen, oft genau kugelförmigen Gliedstücken. Jedes dieser Segmente hat einen Durchmesser von 15—20 μ . Der Kern verläuft meist in der Längsrichtung des Körpers, hie und da etwas dorsal unter dem Ectoplasma gelagert. Nicht selten aber sind Exemplare zu beobachten, bei denen die kugeligen Gliedstücke des Kerns in scheinbarer Unordnung, einen Haufen bildend, im hinteren Körperteil liegen, was man hie und da bei runden, birnförmigen Individuen sieht. Möglicherweise handelt es sich hier um eine Umordnung der Kernsegmente kurz vor oder nach der Teilung. Der grosse, rosenkranzförmige Kern stellt den Makronucleus vor. Einen Mikronucleus neben dem ersten konnten wir nicht nachweisen. Auch ZACHARIAS sah keinen solchen.

Die Zahl der Kernsegmente ist bei ganz jungen, kleinen und rundlichen Individuen oft nur 1—3—5, bei älteren wie erwähnt 8—15.

Konstante und kontraktile Vakuolen liessen sich nur selten feststellen.

Wird unter dem Deckglas ein *Dileptus* zerdrückt, dann erscheinen die etwas kompakten Kernsegmente oft einzeln, oft in kurzen Ketten. Die Kernstücke sind fein granuliert und von einer Kernhaut umgeben. Im Zentrum enthalten sie ein oft deutlich sichtbares Körperchen.

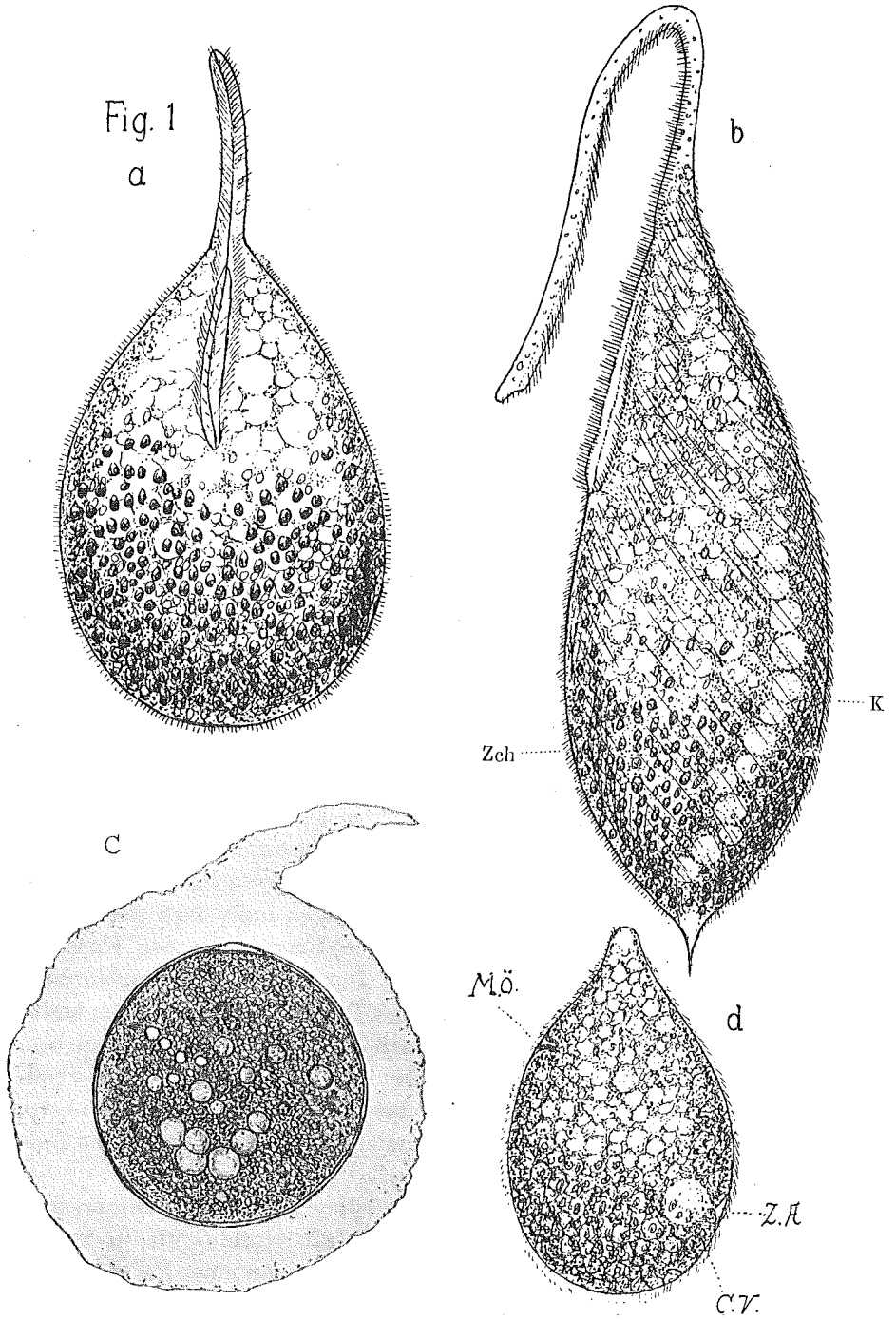


Fig. 1.

Bemerkungen zu Figur 1.

- a) *Dileptus trachelioides* Zacharias. Ovale Form mit mittellangem Rüssel und deutlicher Mundspalte. Blasiges Protoplasma, im vorderen Teil gut sichtbar, im hintern durch die Zoochlorellen zum Teil verdeckt („tracheliformer“ Typ).
- b) *Dileptus trachelioides*. Länglich-birnförmige Gestalt, mit zugespitztem Hinterende („dileptiformer“ Typ), mit langem Rüssel und deutlicher Mundspalte. K = rosenkranzförmiger Kern. Zch. = Zoochlorellen.
- c) Cyste von *Dileptus trachelioides*, mit Cystenmembran und gallertartiger Aussenschicht. Im grünen Inhalt einige stark lichtbrechende Körner (Fett).
- d) Jungdliches Individuum, Frühlingsform mit stummelförmigem Rüssel.
Mö = Mundöffnung. Z. A. = Zellafter. C. V. = kontraktile Vakuole.

An zerdrückten Individuen sind mitunter *Trichocysten* wahrzunehmen. Es sind farblose Stäbchen, die man am lebenden Tiere selten sieht, offenbar weil ihr Brechungsvermögen von demjenigen des Ektoplasmas zu wenig abweicht. Wir haben den Eindruck, dass diese *Trichocysten* in der Gegend der Mundspalte und des Rüssels häufiger sind als am übrigen Körper. Auch ZACHARIAS stellte *Trichocysten* (von ca. 10 μ Länge) in grosser Anzahl im „Kortikoplasma“ fest. Ferner will er auch zahlreiche stäbchenförmige *Trichocysten* am Rande der Cysten (auf dem optischen Querschnitt) gesehen haben.

Eine besonders auffallende Erscheinung bedarf noch eingehender Erwähnung: nämlich die Anwesenheit von *Zoochlorellen*, die den Infusorien eine schön grüne Färbung verleihen. Diese grünen, runden, d. h. kugeligen bis linsenförmigen, ca. 3—4 μ im Durchmesser zählenden Zellen sind oft sehr dicht in die Wandschicht des hintersten Drittels der Zellen eingelagert. Oft kommen sie auch nur in lockeren, spärlichen Reihen vor, namentlich bei stark rundlichen Gestalten, die sich wohl sekundär ausgedehnt haben, sodass die lichtere Anordnung der *Zoochlorellen* offenbar diesem Umstand zuzuschreiben ist. Weitere Beobachtungen über die *Zoochlorellen* finden sich im biologischen Teil.

Als Nahrungseinschlüsse im Innern des Zelleibes wurden bis jetzt von uns beobachtet: Kolonien von *Pandorina morum*, Fäden von *Oscillatoria rubescens* und *limosa*, Individuen von *Peridineen*, ferner ganze Rädertiere, wie *Anuræa cochlearis*, *Anuræa aculeata* und *Synchæta*, also Pflanzen und Tiere.¹⁾ *Dileptus trachelioides* ist also „omnivor“.

Im Frühling 1927 sahen wir viele Individuen, bei denen die *Chlorellen* nicht nur das hintere, sondern sogar das mittlere und vordere Drittel einnahmen.

¹⁾ ZACHARIAS stellte auch die gelbgefärbten „encystierten Einzelmonaden von *Uroglena volvox*“ im Innern von *Dileptus trachelioides* fest.

Zoochlorellen hat WESENBERG-LUND in allen von ihm untersuchten Individuen feststellen können, dagegen in den meisten Fällen keine „Mundspalte“.

Dass es uns bis jetzt nicht öfter gelungen ist, an Individuen der verschiedenen Altersstufen von *Dileptus trachelioides* mit Sicherheit kontraktile Vakuolen nachzuweisen, legt uns den Gedanken nahe, dass die Exkretstoffe des Organismus möglicherweise von den Zoochlorellen weiter verarbeitet, bezw. zum Teil assimiliert werden.

II. Zur Biologie von *Dileptus trachelioides*.

a) Im Plankton.

Über den Lebenszyklus im freien Wasser, also die offensichtliche Abhängigkeit von der Wassertemperatur und die zu dieser Zeit im Wasser herrschenden Verhältnisse bezüglich der gelösten Gase und übrigen löslichen Substanzen, ist schon eingangs das Wichtigste mitgeteilt worden.

Das Lichtbedürfnis ergibt sich aus der Verteilung dieser Infusorien an der Oberfläche bezw. im Hauptlichtbezirk. Auch in den nachher zu besprechenden Kulturen sammeln sie sich im Glase immer an der bestbelichteten Stelle und zwar unter normalen Bedingungen stets an der Oberfläche an.

Dieses Lichtbedürfnis steht offenbar in engstem Zusammenhang mit der Zoochlorellensymbiose. Andererseits ist der Organismus auch abhängig von dem Aufenthalt seiner Nahrung. Die besten Jagdgründe liegen für ihn offenbar an der Oberfläche.

Dieser bevorzugte Aufenthaltsort spricht aber auch für ein hohes Sauerstoffbedürfnis, worauf schon die Symbiose mit O_2 -abspaltenden Grünalgen hinweist.

Auch über die Ernährung wurden einige Angaben gemacht. Hier möchten wir nur noch beifügen, dass nach der Ansicht von ZACHARIAS das Tier, wenn es mundlos ist, seine Zoochlorellen als Nahrung verwendet. Wir halten diese Ansicht nicht für ganz unmöglich, da wir bei mundlosen (aber auch bei normalen) Individuen öfter schmutziggüne oder gelbliche, kleine, einzellige Algen, im Innern des Zellkörpers gruppenweise zusammenhängend, gesehen haben. Wir können aber nicht mit Sicherheit sagen, ob es Zoochlorellen aus dem Eigenbesitz sind oder kleine Kolonien von *Pandorina morum*. In den mundlosen Fällen allerdings käme wohl fast kaum eine andere Deutung in Frage, und dann erschiene freilich die harmonische „Symbiose“ in etwas anderem Lichte.

Die Teilung, die einige Male beobachtet wurde, verläuft in kurzen Zügen folgendermassen: Am Hinterende der Zelle (hintere Hälfte oder hinteres Drittel) zeigt sich ein schief um den Körper herumlaufender feiner Ringwulst. An einer Stelle auf der Rückenseite (nach ZACHARIAS auf der Bauchseite) wächst nun dieser Wulst zu einem winzigen Höcker, darauf zu einer kleinen rüsselartigen Erhebung, alsdann zu einem deutlichen Rüssel aus. Auf der Gegenseite vertieft sich eine Stelle unterhalb der Ringleiste immer mehr. Auch von der soeben erwähnten Rüsselseite her beginnt eine Vertiefung sich in den Körper einzuschneiden. Diese Vertiefungen begegnen sich zuletzt, sodass das obere und das untere Individuum nur noch durch eine dünne, fadenförmige Brücke zusammenhängen, die schliesslich reisst.¹⁾ Fig. 2.

Die Teilungsstücke sind anfänglich meist recht verschieden; besonders zeigt oft das hintere Teilstück an seinem Vorderkörper gegenüber dem Rüssel einen grossen Höcker, der aber nach einiger Zeit wieder verschwindet, um einer normalen Rundung Platz zu machen (Fig. 2d). Das vordere Teilstück, also dasjenige mit dem ursprünglichen Rüssel, zeigt an seinem Hinterende unmittelbar nach der Teilung eine kurze, spitze Verlängerung, die häufig persistiert, oft aber auch wieder verschwindet. So kann es also vorkommen, dass das vordere Teilstück ein zugespitztes, das hintere Teilstück ein abgerundetes Hinterende besitzt.

Die Teilung von *Dileptus* ist also eine schiefe Querteilung. Über die Vorgänge am Kern bei der Teilung besitzen wir keine eigenen Beobachtungen. ZACHARIAS sah, wie von dem rosenkranzförmigen Kern einige (drei) Segmente in das vordere Tier abgeschnürt werden, während sechs Segmente im hinteren Tiere verbleiben. Weitere Einzelheiten sah auch dieser Autor nicht. Dagegen stellte er fest, „dass ein ansehnlicher Teil der Zoochlorellen das hintere Leibesviertel der betreffenden *Dileptus* verlassen und sich diesseits und jenseits der Quersfurche gruppiert hatte. Auf welche Weise das bewirkt worden sein mag, ist schwer zu sagen. Jedenfalls lag aber in der Translokation die Tendenz, den vorderen Teil des *Dileptus*, der sonst bei Abschnürung des Teilsprösslings ohne Algenkultur geblieben wäre, mit einer solchen zu versehen, ehe die Teilung zur unwiderrufflichen Tatsache wurde“.

¹⁾ LAUTERBORN hatte (1903) anlässlich einer kurzen und z. T. sehr berechtigten Kritik einiger von ZACHARIAS aus seinen Beobachtungen an *Dileptus trachelioides* voreilig abgeleiteten haltlosen Hypothesen auch den „angeblichen Teilungszustand“ als „höchst verdächtig“ bezeichnet. Wie aber unsere Darstellung zeigt, ist das von ZACHARIAS auf Taf. II, Fig. 2a wiedergegebene Teilungsstadium im Prinzip richtig beobachtet.

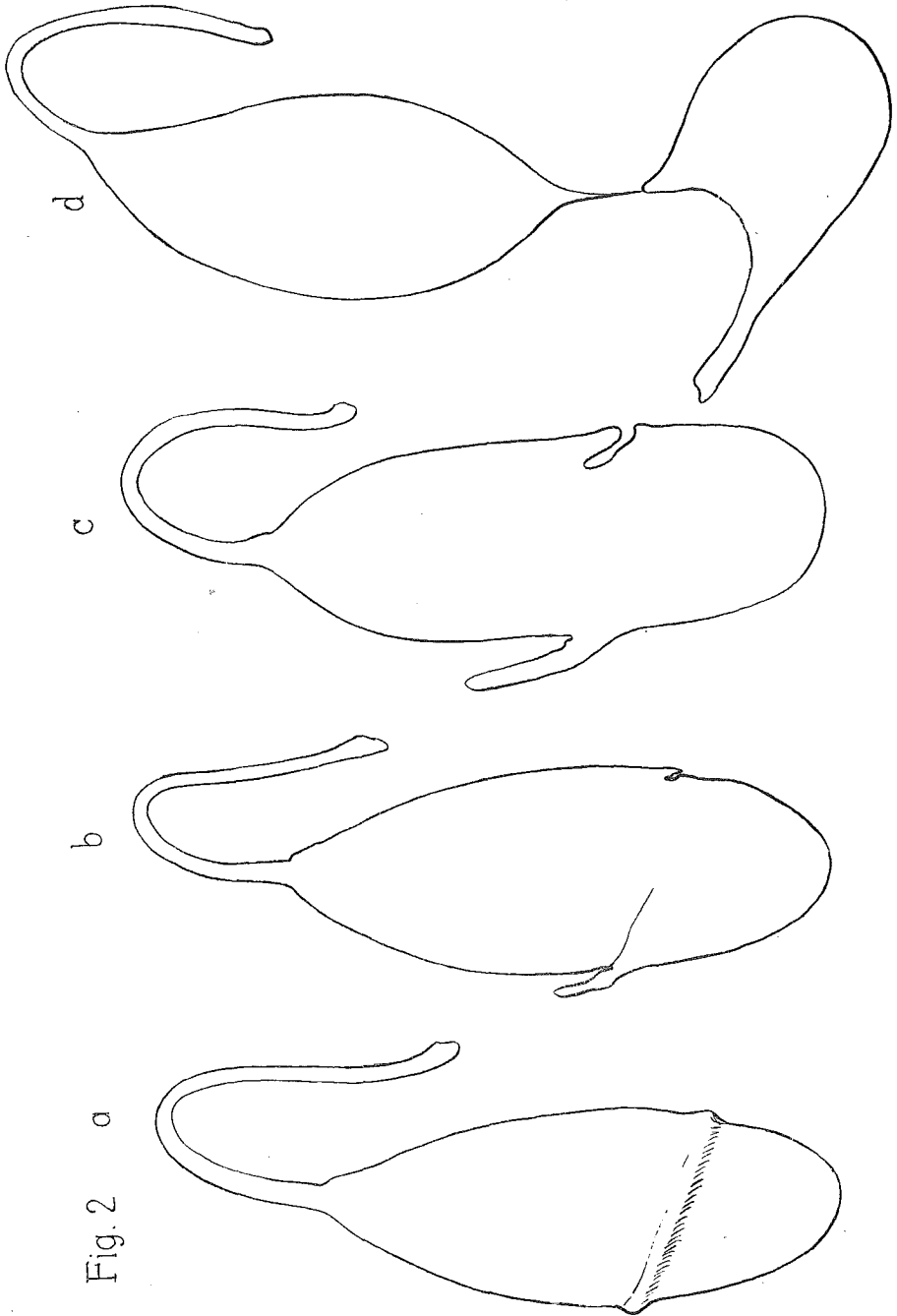


Fig. 2. Teilung von *Dileptus trachelioides* (Umrisszeichnungen).

Bemerkungen zu Figur 2.

- a) Beginn des Teilungsprozesses durch eine schiefe Quersfurche angedeutet.
- b) Bildung des Rüssels auf der Dorsalseite und einer Einschnürung auf der Ventralseite.
- c) Dasselbe in etwas fortgeschrittenerem Stadium.
- d) Moment der Ablösung der Tochterzellen, die noch durch einen dünnen, fadenförmigen Protoplasmarest zusammenhängen. Das obere Teilstück zeigt ein zugespitztes, das untere ein abgerundetes Hinterende.

Betrachtet man die in einem kleinen Glase an der Oberfläche angesammelten Dilepten mit der Lupe, dann sieht man, wie die birnförmigen Individuen in Vertikalstellung auf- und abwärts schwimmen, indem der Rüssel Bewegungen ausführt, die ungefähr der Fläche eines Kegelmantels entsprechen. Unter dem Deckglas ist diese freie Bewegung natürlich gehemmt.

Dileptus ist befähigt, Cysten zu bilden und in Cysten am Grunde unseres Sees zu perennieren. Vor der Encystierung beobachtet man im Innern des *Dileptus*körpers eine auffallende Anreicherung von grossen hyalinen Fetttropfen. Lässt man unter geeigneten Bedingungen — Aufbewahrung im Kühlen — Planktonproben mit solchen Dilepten einige Tage stehen, so kann man in den Gefässen Cysten wahrnehmen. Die Cysten selbst sind gross und rund, dunkelgrün und können einige Jahre alt werden, wobei sie häufig farblos werden. Die undurchsichtige Cyste besitzt eine Gallerthülle. Beim Zerquetschen der frischen Cyste entleert sich eine Menge farbloser Körner (Fetttropfen, sowie kugelige Kernsegmente, die im Innern zusammengeballt lagen), ausserdem aber auch hie und da grüne Kügelchen, die offenbar in der Aussenschicht der Cyste besonders fixiert sind.

Die Cysten erreichen einen Durchmesser von 120—160 μ . ZACHARIAS beobachtete in seinem lebenden Material ebenfalls die Cysten, deren Durchmesser er zu 160—180 μ angibt. Von einer Gallerthülle erwähnt er nichts. Dagegen sagt er, was wir bis jetzt noch nicht gesehen haben, dass der Kern in der Cyste als grosses (60 μ) und vollkommen einheitliches, rundes Gebilde erscheine. Demnach ziehen sich also bei der Encystierung die zahlreichen Gliederstücke des Kerns der freilebenden Form offenbar in eine einzige Masse zusammen.

Mit der Frühlings-Vollzirkulation gelangen die Cysten aus der Tiefe an die Oberfläche, wo man gegen Mitte April hie und da gesprengte Cysten von *Dileptus* im Plankton wahrnehmen kann.

An manchen frischen Cysten sieht man hie und da noch ein rüsselartiges Anhängsel (Fig 1c). Ob es der Rüssel selbst ist oder die zusammengeschrumpfte äusserste Zellhülle, können wir nicht mit Sicherheit sagen.

b) In Kulturen.

Sowohl im Plankton als auch im Bodenschlamm fanden wir regelmässig die soeben erwähnten grossen, runden, grünen (im Schlamm auch farblosen) Cysten, deren anfänglich fragliche Zugehörigkeit zu einem limnischen Organismus erst durch die Kultur erschlossen wurde. Fig. 1c zeigt eine solche Cyste, die eine dicke Gallerthülle besitzt. Werden 4—6 Wochen alte Cysten zur Entwicklung in Kulturen (See- wasser, bezw. Brunnenwasser) angestellt, so erscheinen bei kühler Zimmertemperatur nach 5—6 Tagen die ersten Individuen, allerdings nur wenige, vielleicht etwa 5 %.

Bei 2- bis 4jährigen Cysten ist der Prozentsatz noch niedriger. Werden hier 10—20 Stück frisch und entwicklungsfähig aussehende Cysten angesetzt, so schlüpft oft nur ein einziges Individuum aus.

Die aus mehrjährigen Cysten hervorgehenden Individuen sind — wie diese — fast immer farblos, d. h. entbehren der grünen Zoochlorellen.

Diese jungen farblosen Dilepten müssen die Chlorellen nachträglich wieder in sich aufnehmen. In grünelosen Kulturen ist ihnen dies unmöglich, weshalb diese Individuen farblos bleiben. In der Regel gehen diese dann in den Kulturen doch bald zu Grunde. Die Alge wäre somit für das Infusor kein dauerndes Eigentum, sondern nur vorübergehender Besitz.

Das stimmt gut mit Beobachtungen von WESENBERG-LUND überein, der in seinen Versuchsteichen „Stentor im Frühsommer farblos, im September, Oktober und November sehr zahlreich in Symbiose mit Chlorellen antraf. Dann gingen die Stentoren zu Grunde, die Chlorellen aber erschienen massenhaft im Plankton, und aus diesem gehen sie im nächsten Sommer teilweise wieder in die Tiere über“. ¹⁾

Wenn nun auch bei Dileptus nicht gerade dieser strenge Turnus obwaltet, so kommt er doch hier im Prinzip auch vor. Möglicherweise bewirkt die langandauernde Verdunkelung im Tiefenschlamm das Verschwinden des Chlorophylls in den assimilierenden Algen, wie das für viele Fälle experimentell, durch blosse künstliche Verdunkelung, direkt gezeigt werden kann. Andererseits ist aber eine Verdauung des Chlorophylls in der Wirt-Zelle nicht mit Sicherheit auszuschliessen.

Noch einige Worte über die geographische Verbreitung. Im Jahre 1893 hat ZACHARIAS den Dileptus trachelioides im grossen Plönersee festgestellt, und bald hernach gelang es WESENBERG-LUND, dieses Infusor auch in sämtlichen von ihm untersuchten dänischen Seen nachzuweisen. Das Auftreten im April und das Maximum im Mai und Anfang

¹⁾ Cit. nach OLTMANN, III. 2. Aufl. S. 505.

Juni, das damals festgestellt wurde, deckt sich gut mit unseren Beobachtungen. Danach scheint also dieser Organismus in den eutrophen baltischen Seen heimisch zu sein.

Es ist nun von grossem Interesse, diesen „baltischen“ Vertreter zur Zeit auch im Zürichsee in ansehnlicher Menge zu finden. Von L. MINDER ist die Tatsache ausgesprochen worden, dass der Zürichsee sich gegenwärtig in einer Übergangsphase befindet, wo er die Entwicklung vom „subalpinen“ Seentypus zum „baltischen“ Typus durchmacht, mit anderen Worten, dass er vom oligotrophen mehr und mehr zum eutrophen See wird.

Das Auftreten und die zunehmende Vermehrung eines in den baltischen Seen häufig zu findenden Planktontieres im Zürichsee bildet — neben den bekannten physikalischen und chemischen Beweisen — eine weitere Stütze für die vorhin ausgesprochene Beobachtung der Charakteränderung des Sees.¹⁾

Wenn oben von *Dileptus trachelioides* als einem „baltischen“ Vertreter gesprochen wurde, so ist dieser Ausdruck natürlich cum grano salis zu nehmen, denn sicherlich findet er sich in vielen anderen eutrophen Seen Europas, ohne dass unseres Wissens bis jetzt auf ihn besonders aufmerksam gemacht worden ist. Vielleicht hat auch seine recht veränderliche Gestalt von der Bestimmung etwas abgeschreckt.

Der Übergang vom „subalpinen“ zum „baltischen“ Seentypus findet im Zürichsee noch weitere biologische Stützen im Auftreten einer Anzahl anderer Protozoen, die man hier früher nicht oder nur sehr selten beobachtet hatte, und über die die Verfasser weiterhin zu berichten gedenken.

Mit Recht kann man sich fragen: Woher tauchen denn nun anscheinend „plötzlich“ solche neuen Spezies im Plankton eines Sees auf? Derartige Invasionen haben selbstverständlich stets eine tiefere Ursache, die uns recht oft verborgen bleibt. Über die in früheren Untersuchungen gut beobachteten, höchst bemerkenswerten, bis jetzt unerklärlichen Invasionen verschiedener Planktonspezies im Zürichsee hat NIPKOW kürzlich eine sehr plausible Theorie aufgestellt. Er bringt die Invasionen von *Tabellaria fenestrata*, *Oscillatoria rubescens*, *Stephanodiscus Hantzschii*, *Melosira islandica* var. *helvetica*, *Volvox globator* in kausalen Zusammenhang mit sublakustren Uferrutschungen, die oft grosse litorale Gebiete betreffen, oberflächlich nicht bemerkbar sind, sich

¹⁾ KOLKOWITZ und MARSSON („Ökologie d. tier. Saprobien.“ — Internat. Revue ges. Hydrob. etc. 1909) reihen in ihrem Saprobien-system den *Dileptus trach.* unter die oligosaprobien Infusorien. Das dürfte für den Zürichsee, der sicher kein oligosaprobier See mehr ist, nicht stimmen.

jedoch stets im Schlammabsatz des Zürichsees sehr deutlich hervorheben. Es kann wohl kein blosser Zufall sein, dass jeder derartigen, deutlich nachweisbaren Uferrutschung eine Invasion einer für den See neuen Planktonspezies auf dem Fusse folgte. Selbstverständlich handelt es sich bei dem sog. „plötzlichen“ Auftreten solcher „neuer“ Planktonspezies nicht um ein meteorartiges Sicheinstellen von dem See völlig fremden Arten, sondern wir dürfen wohl ruhig annehmen, dass diese „neue“ Art sich im See vielleicht schon lange angesiedelt hatte, aber in so geringer Individuenzahl, dass sie den Beobachtern nie aufgefallen ist. Erst von dem Zeitabschnitt an, als sich die Bedingungen für ein Massenaufreten wesentlich verbesserten, traten dann die neuen Organismen in maximaler Entfaltung auf. In gleicher Weise können ja auch invasionsartig erscheinende Organismen wieder verschwinden, sobald die Lebensbedingungen für eine Massenentfaltung nicht mehr gegeben sind. Das ist vielleicht der Fall bei der Invasion und dem raschen Wiederverschwinden von *Volvox* im Zürichsee.

Für das massenhafte Auftreten von *Dileptus trachelioides* dürfte eine Erklärung ebenfalls nahe liegen. Wir haben sie oben schon erwähnt; es ist der sichere Nachweis vom Übergang des Zürichsees aus dem „subalpinen“ (oligotrophen resp. mesotrophen) zum „baltischen“, eutrophen Typus. In dieser Hinsicht werden wir sicher in der Folgezeit noch manche interessante Überraschung erleben.

Woher stammt nun aber das in Rede stehende Planktoninfusor? Wir dürfen wohl fraglos annehmen, dass auch dieses in vereinzelt Exemplaren an ihm besonders zusagenden Lokalitäten schon längere Zeit im See vorgekommen sein mag, und dass sogar der eine oder andere Beobachter dieses vereinzelt Infusor früher gesehen haben mag, ohne es zu kennen oder bestimmen zu können. Als dann im Laufe der Jahre die dem Infusor zusagenden Lebensbedingungen mit der allmählichen Eutrophisierung des Sees sich endgültig festgesetzt hatten, da stand der Massenentwicklung dieses Planktonorganismus nichts mehr im Wege. Seen anderer Gebiete haben diese Entwicklung vom oligo- zum eutrophen Typus schon lange abgeschlossen. *Dileptus* hat sich dort schon längst das Bürgerrecht erworben und behauptet. Wie er sich im Zürichsee fürderhin verhalten wird, das soll die Aufgabe fortgesetzter Beobachtungen sein. Dadurch werden sich dann in morphologischer Hinsicht noch einige Lücken ausfüllen lassen.

Literatur.

1. ZACHARIAS, O. Plöner Berichte II. 1893.
 2. LAUTERBORN, R. Der Formenkreis von *Anuraea cochl.* II. Teil 1903. S. 607/8.
 3. WESENBERG-LUND, C. Studier over de Danske Soeers Plankton. 1904.
 4. KOLKWITZ und MARSSON. Ökologie d. tier. Saprobien. Internat. Revue ges. Hydrob. 1909.
 5. OLTMANN, F. Morph. und Biol. d. Algen. III. 2. Aufl. 1923.
 6. MINDER, L. Studien über den Sauerstoffgehalt des Zürichsees. Archiv f. Hydrobiol. Suppl.-Bd. III. 1922.
 7. NIPKOW, FR. Über das Verhalten der Skelette planktischer Kieselalgen im geschichteten Tiefenschlamm des Zürich- und Baldeggersees. In.-Diss. Zürich 1927.
-