

Mitteilungen

Neue Planktonorganismen im Zürichsee

Paradileptus conicus Wenrich und *Paradileptus ovalis* nova spec.
(3. Mitteilung)

Von

G. HUBER-PESTALOZZI (Zürich)

(Mit 1 Tafel und 1 Abbildung im Text)

Paradileptus conicus

Dieser tierische Organismus kommt schon seit Jahren im Plankton des Zürichsees vor. Der Grund, weshalb ich das erwähnte Protozoon erst jetzt als «neues» Glied dieser Biozönose vorführe, ist vor allem der, dass die Bestimmung desselben beim ersten Auffinden nicht gelingen wollte und ich erst kürzlich auf die richtige Fährte stiess. Es besteht nun kein Zweifel mehr darüber, dass es sich um den oben genannten Organismus handelt.

Wie meine Nachforschungen in der Literatur ergaben, war diese Planktonart zur Zeit der Entdeckung im Zürichsee — 1926 — noch gar nicht bekannt. Erst im Jahre 1929 wurde dieselbe von D. H. WENRICH auf Grund von Material aus Nordamerika als neu beschrieben.¹⁾ Da die an Individuen des Zürichsees gemachten Feststellungen in einigen Punkten etwelche Abweichungen von den Beobachtungen WENRICH's zeigen, und da der Organismus überhaupt sehr selten zu sein scheint, möchte ich im Folgenden das Tatsachenmaterial zusammenstellen, das von FR. NIPKOW (Zürich) und mir teils in gesonderter, teils in gemeinsamer Betrachtung gewonnen wurde.

Das Vorkommen von *Paradileptus conicus* im Plankton des Zürichsees (unteres Becken) wurde zum erstenmal festgestellt in der Zeit vom 5. VII. bis 18. VII. 1926 bei einer Temperatur der Oberflächenwasserschicht von 20° C. Das Auftreten dieses neuen und unbekanntes Gliedes der Plank-

tongemeinschaft war kein einmaliges und vorübergehendes; denn im folgenden Jahre war diese Protozoenspezies vom 22. VI. bis 17. VII. wiederum nachzuweisen. Es konnte sogar am 9. VII. 1927 ein Maximum der Entwicklung festgestellt werden. Der Organismus fand sich am häufigsten in der Wasserschicht von 7—15 Meter. Zur Feststellung der vertikalen Verteilung wurden vier Stufenfänge aus 0 m, 3—4, 7—8 und 15 m Tiefe ausgeführt. In der Schicht von 0—7 m kam *Paradileptus* nur vereinzelt vor. Ich habe den Organismus auch noch 1927 zur Sommerszeit (VI., VII.) in der angegebenen Tiefe immer wieder gefunden; nur schien mir, dass die Frequenz in den einzelnen Jahrgängen ziemlich schwankte. Es muss aber betont werden, dass es sich hierbei nur um Schätzungen handelte; genauere Angaben lassen sich erst an Hand von Zählungen machen. (Diese schwankende Frequenz ist übrigens auch von WENRICH beobachtet worden.)

Auf jeden Fall kann festgestellt werden, dass das erste Auftreten von *Paradileptus conicus* im Zürichsee — in ansehnlicher Menge — in den Beginn des Monats Juli 1926 fällt, und dass es sich um einen Planktonorganismus handelt, der seine Hauptentfaltung im frühen Sommer findet.

Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Beschreibung dieses Planktontierchens mögen einige orientierende systematische Notizen dienen.

Die Gattung *Paradileptus* WENRICH, die ganz wenige Arten umfasst, gehört zum Stamm der Protozoen (Urtiere), Klasse: Euciliata, Unterklasse: Infuso-

¹⁾ Transact. Americ. Microscop. Soc. 48, 1929. (Observations on some Freshwater Ciliates [Protozoa]. II. *Paradileptus*, n. gen.) Pag. 352—365.

rien²⁾, Ordnung: Holotricha, Unterordnung: Hymenostomata, Tribus: Pleurostomata, Familie: Tracheliidae.

Bei der Familie der Tracheliidae handelt es sich um beutel- oder dütenförmige Arten, die fast alle einen vom vorderen Körperende ausgehenden, beweglichen Rüssel besitzen, der als Angriffsorgan dient. Am Vorderende des Körpers, und zwar an der Basis des Rüssels, ist ein Mundfeld vorhanden, in dem sich ein runder Mund befindet. Dieser liegt am Hinterende eines vom Vorderpol nach hinten ziehenden Toxizystenstreifens.³⁾

Die Vertreter der Gattung *Paradileptus* WENRICH sind, soweit bis jetzt bekannt, planktische Rüsselträger, die ein oft deutlich schüsselförmig vertieftes Mundfeld haben, auf dessen Grund der Mund liegt. Der vom Rüssel herabziehende Toxizystenstreifen umsäumt bei dieser Gattung in weiter Spiralwindung das Mundfeld, um am Munde zu endigen.

Paradileptus conicus hat einen kegelförmigen Körper mit einem, von seinem Vorderende ausgehenden, bis halbkörperlangen Rüssel. Das verjüngte Hinterende läuft allmählich in eine meist kurze Spitze aus. Der Körper ist annähernd drehrund. Sein vorderes Ende ist verbreitert und steigt schräg nach oben an, um in den schon erwähnten

Rüssel überzugehen. Die Abgangsstelle des letzteren scheint nicht immer die gleiche zu sein. Meist sah ich den Rüssel als Verlängerung der linken Körperseite (Individuum in Rückenlage), oft ist er mehr gegen die Mitte des Rückens hin verlagert. Die Länge des Rüssels unterliegt grossen Schwankungen. Er kann sehr kurz stummelförmig sein und nur $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ der Körperlänge betragen. Ist das Organell kurz stummelförmig, dann liegt es meist in der Verlängerung des Seitenkonturs des Körpers; ist jedoch der Rüssel länger, dann zeigt er gewöhnlich eine regelmässig bogenförmige Krümmung nach der gegenüberliegenden Seite. Zuweilen steht der Rüssel stark seitlich ab (Fig. 7). Der Rüssel ist meist platt, dick, bandförmig, zuweilen, in jugendlichen Zuständen, fast drehrund. Seine Farbe ist hyalin. Er führt mitunter peitschende Bewegungen aus, kann aber auch in einer bestimmten Haltung verharren. Bei stärkeren mechanischen Insulten (z. B. Erschütterungen, Druck auf das Deckglas), sowie bei grösseren Temperaturschwankungen wird der Rüssel von manchen Individuen leicht abgeworfen, was offenbar durch krampfhaftige Kontraktion geschieht.

Am Vorderende des Zellkörpers findet sich, wie erwähnt, das rundliche Mundfeld, das schüsselförmig vertieft ist. Der Mund liegt am Grunde desselben; er sitzt als rundliches Gebilde einer deutlichen Papille, etwas erhöht, auf.

Der ganze Körper ist mit einem dichten Wimperkleide bedeckt. Die feinen Zilien sind in Längsreihen angeordnet. (Nach WENRICH sollen die Zilien nicht in Längsreihen vorkommen, sondern zerstreut stehen.) Längere und festere Wimpern finden sich nur am Rüssel und an dem von ihm ausgehenden, am seitlichen Mundfeldrande bis zum Munde hinziehenden Toxizystenstreifen. Sie strudeln den Nahrungsstrom gegen die Mundöffnung hin.

Das Zytoplasma ist feinkörnig und enthält eine Menge grösserer und kleinerer Einschlüsse. Auffallend sind vor allem die grossen, hellen, rundlichen und unregelmässig verteilten Vakuolen, meist sechs bis zehn, zuweilen auch nur vier bis fünf. Einige sind pulsierend; andere scheinen beständig zu sein (Verdauungsvakuolen). Am Rüssel sind die Vakuolen als kleine helle Bläschen

²⁾ Die ursprüngliche Klasse (hier Unterklasse) der Infusoria (im weitesten Sinne) zerfällt in zwei Untergruppen: 1. die eigentlichen Infusorien (Wimpertierchen), bei denen die Nahrung durch einen Mund aufgenommen wird, und 2. die Suctorina (oder Sauginfusorien), welche sich die Nahrung durch Saugtentakel zuführen. — Bei der ersten Gruppe ist der Körper auch im erwachsenen Zustande mit Wimpern (Zilien) besetzt; bei der zweiten Gruppe ist der Körper nur im Jugendzustand bewimpert, im erwachsenen Zustande dagegen nicht mehr. Im Gegensatz dazu wird denn die erste Gruppe auch als Euciliata bezeichnet.

³⁾ Toxizysten sind kleine, behälterartige Organellen, die besonders bei räuberischen Arten in der Mundwandung, zuweilen aber auch an anderen exponierten Körperstellen vorkommen und giftige Nadeln auszustossen vermögen, womit die Beute (meist Infusorien, seltener Rädertiere) gelähmt und getötet werden.

zahlreich in oft fast gleichen Abständen hintereinander angeordnet. Der Kern (Makronukleus) ist ein aus 9—13 rundlichen, perlschnurartig aneinandergereihten Stücken zusammengesetztes Gebilde; häufig sind je zwei, seltener drei bis vier solcher Ballen durch eine Art Kernhaut miteinander verbunden. Ein Mikronukleus konnte nicht beobachtet werden (auch von WENRICH nicht). — Im Zytoplasma finden sich ferner zahlreiche stark lichtbrechende Ölkügelchen, sowie kleine schollenförmige Nahrungsreste. Diese braungelben, rötlichen, gelben oder grünlichen Partikel sind zuweilen in grosser Menge vorhanden. Die von uns im Juni und Juli 1927 beobachteten Individuen zeigten sämtlich eine ausgesprochen braunrötliche Färbung, bei der man zuerst nicht sicher war, ob dieselbe für das Zytoplasma charakteristisch sei. Es stellte sich dann aber heraus, dass die Färbung von der Nahrung herrühren musste, möglicherweise von *Oscillatoria rubescens*.

Vor einigen Jahren (6. VII. 1941) fand ich im Innern des Zellplasmas zahlreiche kleine, kugelige, grüne Zellen, welches Vorkommen ich aber nur ein einziges Mal sah, weshalb ich nicht sicher bin, ob man dieselben eventuell als Zoochlorellen (?) auffassen darf. Das Individuum war, im Gegensatz zu den vor Jahren zum erstenmal beobachteten Exemplaren derselben Art, auffallend grün. Grosse Nahrungspartikel oder sogar ganze Beutetiere, wie Rotatorier usw., konnte ich bei *Paradileptus* (trotz seines räuberischen Charakters) nicht feststellen; seine Nahrung scheint nur aus kleineren Partikeln (Monaden, Algen) zu bestehen.

Unmittelbar unter oder in der Pellicula (Aussenschicht der Zellhaut) finden sich zahlreiche feine, nadelförmige Trichozyten von 5—6 μ Länge. Sie sind etwas stärker lichtbrechend als das umgebende Plasma.

Am Hinterende des Körpers, wenig über der terminalen Spitze, findet sich der Zellafter.

In einer am Morgen des 29. VI. 1927 entnommenen Planktonprobe konnten abends 8 Uhr Individuen in Teilung beobachtet werden. Diese ist eine typische Querteilung, wie aus Fig. 4 zu ersehen ist. In dem wiedergegebenen Stadium war die Teilung bereits so weit vorgeschritten, dass das untere

Tochterindividuum schon einen neuen Rüssel gebildet hatte. Dieser entsteht auf derjenigen Seite, auf welcher sich auch der Rüssel des Mutterindividuums befindet. Die Teilungslinie hat sich von der Rüsselseite her schon ziemlich erweitert; hier bereitet sich die Lostrennung vor. Auf der entgegengesetzten Seite sind die beiden Tochtertiere noch in engerem Kontakt. Das vordere Individuum hat die hintere Körperpartie neu zu bilden; das hintere Individuum muss ausser dem Rüssel auch das Mundfeld nebst Zilienkranz und Toxizystenstreifen regenerieren. Das Mundfeld ist bei dem sich teilenden Individuum noch nicht schüsselförmig eingesenkt, sondern noch deutlich platt. Interessant ist, dass der Kern während des Teilungsvorganges keine perlschnurartige Anordnung mehr zeigt, sondern dass — wie auch WENRICH beobachtet hat — die ganze Kernmasse ein gerades, zylindrisch-wurmförmiges Gebilde darstellt, das in der Richtung der Zell-Längsachse gelagert ist. Seine Länge beträgt etwa 120 μ . Die Teilungsebene trennt natürlich das Mutterindividuum so, dass der Kern zu gleichen Teilen den Tochterzellen zukommt.

Nachdem der Teilungsvorgang abgeschlossen ist, d. h. nachdem die beiden Tochterindividuen sich voneinander getrennt haben, rundet sich der Kern in jeder Zelle ab. In diesem Übergangsstadium verliert er seine gerade, zylindrische Form wieder, verbiegt sich und zeigt dann oft einige unregelmässige Windungen. Er liegt dabei innerhalb einer Blase, die von einer «Haut» (Kernhaut?) umgeben ist (Fig. 5).

Als Dauerzustände konnten in der Zeit vom 14. bis 17. Juli Zysten beobachtet werden. Diese sind kugelig, mit fester Membran und von einer dicken Gallerthülle umschlossen. Ihr Inhalt ist feinkörnig, bräunlich bis grün. Die Gallerthülle war meist anscheinend homogen; einmal sah ich aber eine Zyste, deren Hülle eine sehr feine radiäre Streifung zeigte, ähnlich wie WENRICH eine solche abbildet (Fig. 8). Durchmesser ca. 100 μ .

WENRICH hat an seinem Material Konjugation beobachten können, was wir nie gesehen haben.

Paradileptus conicus ist ein sehr guter Schwimmer, wobei der Rüssel zuweilen rasche schlagende Bewegungen ausführt und damit offenbar die durch die Körper-

zilen bewirkte Lokomotion noch erheblich unterstützt. Bei gewissen Bewegungen wird der Rüssel ganz steif gehalten, hauptsächlich dann, wenn der Organismus rasche rotierende Drehungen an Ort und Stelle ausführt. Wegen der beständigen, energischen Bewegung ist der Organismus recht schwierig zu studieren. Gegenüber Zugaben gewisser bewegungshemmender Mittel erweist er sich als sehr empfindlich.

Im Gegensatz zu vielen anderen Ciliaten ist die individuelle Körperform von *Paradileptus conicus* recht stabil. Seine Länge beträgt 180—200 μ .

Verbreitung. Ausser den sehr wenigen Fundstellen in Nordamerika ist *Paradileptus conicus* bis jetzt nur noch aus Europa — und zwar aus Mitteleuropa — bekannt geworden. A. KAHL (Hamburg) beobachtete (laut briefl. Mitteilung) den Organismus in Deutschland. Der Zürichsee schliesst sich hier als weiterer europäischer Fundort an. Das Verbreitungsgebiet ist also sehr gross; doch sind nach unseren bisherigen Kenntnissen die Fundstellen sehr weit auseinanderliegend.

Paradileptus conicus ist nach WENRICH ein Teichbewohner, wie übrigens die allermeisten Ciliaten. Der Organismus wurde von diesem Autor zuerst (1924) in einem Teichbecken des Bot. Gartens der Universität von Pennsylvania (Philadelphia), später (1928) in einem teichartigen See bei San Francisco gefunden.

Am Fundort in Philadelphia erschien *Paradileptus conicus* im Mai oder anfangs Juni, in San Francisco anfangs Herbst (in sehr grosser Menge) und trat in geringer Individuenzahl im folgenden Frühling wie-

der auf. Relativ niedrige Wassertemperaturen scheinen also auch in Amerika bevorzugt zu werden, ähnlich wie an unserem europäischen Fundort.

Auf der Höhe der Entwicklung zeigten sich an den Individuen der amerikanischen Populationen grosse morphologische Variation, Zystenbildung und Konjugation. Die beiden ersten Erscheinungen wurden auch von uns beobachtet.

Nachdem *Paradileptus* zuerst als Teichorganismus beschrieben worden ist, verdient das Auffinden dieses Organismus in einem See, wie dem Zürichsee, volle Beachtung. Von Bedeutung ist auch, dass diese Plankontierchen sich im See innerhalb einer gewissen optimalen Zone aufhalten, nämlich in der Schicht von 4—15 m, welche offenbar die besten Ernährungsbedingungen bietet und wohl auch in thermischer (und photischer?) Hinsicht den Organismen am meisten zusagt.

Das Auftreten von *Paradileptus conicus*, als Repräsentant einer teichbewohnenden Infusoriengattung, im Plankton des Zürichsees und das Verharren desselbst als völlig neues Glied dieser Biozönose hängt ohne Zweifel mit der Veränderung der Wasserqualität des Zürichsees zusammen. *Paradileptus* gehört mit einigen anderen Organismen zu denjenigen Repräsentanten, die als Neu- und Dauersiedler das eutrophierte Milieu bezogen haben.

Praktisch gesprochen könnte man auch sagen: *Paradileptus conicus* ist ein weiterer Zeuge für die «Verschlechterung» des Zürichseewassers.

Paradileptus ovalis nova species

Während in den Proben des Jahres 1926 *Paradileptus* eine — soweit wir beobachten konnten — einheitliche Gestalt zeigte, die mit der Spezies *P. conicus* WENRICH gut übereinstimmte, fanden sich in den ersten Fängen des Frühling 1927 Individuen von *Paradileptus*, deren Zellgestalt von der Kegelform wesentlich abwich. Sie wiesen einen eiförmigen Umriss auf, waren voller, plumper und besaßen nur einen kurzen, oft stummelförmigen Rüssel. Das Hinterende lief fast unvermit-

telt in eine winzige Spitze aus. Auf alle Fälle unterschieden sich diese Formen recht deutlich von derjenigen von *Paradileptus conicus*, welcher etwas später auftrat, aber immerhin so, dass die beiden Typen noch eine Zeitlang nebeneinander vorkamen.

Nachdem ich alle vier bisher (mehr oder weniger gut) bekannten Arten dieses Genus mit dieser abweichenden Form verglichen habe, komme ich zu dem Schlusse, dass es sich hier um eine noch nicht beschriebene, also neue Art handeln

muss, die ich der Form gemäss als *Paradileptus ovalis* nov. spec. bezeichnen möchte.

Diagnose: Organismus formbeständig, von eiförmigem Umriss, im Querschnitt annähernd drehrund, vorn in einen kurzen, stummelförmigen Rüssel übergehend, hinten in einer kurzen Spitze ziemlich unvermittelt endigend. Mundfeld mächtig entwickelt, ziemlich steil ansteigend, nicht so schüsselförmig vertieft wie bei *P. conicus*, sondern mehr oder weniger flach. Der Rand des Mundfeldes ragt zuweilen etwas über die obere seitliche Körperkontur hinaus. Der vom Rüssel herablaufende Toxizystenstreifen ist sehr deutlich spiralig und endigt mit dem eng trichterförmigen Mund. Die längs des Trichozytenbandes angebrachten Zilien sind auch hier deutlich länger und etwas derber als die feinen Zilien, die an den Seitenwänden des

Körpers stehen, wo sie in Längsreihen angeordnet sind. Der Makronukleus ist lang, perlschnurartig segmentiert und besteht aus 11–14 kugligen Stücken. Er ist in der Längsrichtung des Körpers gelagert. Ein Mikronukleus konnte nicht beobachtet werden. Trichozyten sehr zahlreich, nadelförmig, im Ektoplasma. Kontraktile Vakuolen ziemlich gross, rundlich, stark lichtbrechend, über den Körper zerstreut, etwa 14–20; einige befinden sich auch im Rüssel. Als Nahrungsreste fanden sich zahlreiche braune Körnchen. Sie bestimmen auch zum Teil die Färbung des Organismus, die braungelb ist. Länge gut entwickelter Individuen 160 μ , Breite 80 μ , kleinere Individuen 100–120 μ ; Teilung, Zystenbildung und Konjugation nicht beobachtet. Der Organismus trat anfänglich selbständig im Plankton auf, fand sich dann aber bald zusammen mit *Paradileptus conicus*, wenn auch weniger häufig als dieser, im Plankton des Zürichsees.

Die Art wurde später nicht weiter verfolgt. Ich weiss nicht, ob sie auch jetzt noch im Zürichsee vorkommt. *Paradileptus conicus* jedoch fand ich noch in den Jahren 1942 und 1943.

Dass es sich gemäss der ganzen Organisation um einen *Paradileptus* handelt, steht m. E. ausser Zweifel, und die Aufstellung einer neuen Art — als *P. ovalis* — ist hinsichtlich der deutlichen Unterschiede gegenüber den bekannten Arten dieser Gattung gerechtfertigt.

Paradileptus ovalis zeigt einige Ähnlichkeit mit *P. robustus* WENRICH, besonders im Hinblick auf die Körpergestalt; auch *P. robustus* ist ausgesprochen eiförmig, besitzt aber keinen Endstachel. Weiterhin herrscht im Verhalten des Mundfeldes und in der Form des Mundes eine gewisse Ähnlichkeit: bei beiden Arten (wie übrigens auch bei *P. conicus*) ist das Mundfeld zum grössten Teil durch eine spiralige und deutlich erhöhte Leiste eingefasst; der Mund ist rundlich und sitzt nicht auf einer Papille. Dagegen ist der Rüssel von *P. robustus* beträchtlich länger als bei *P. ovalis*. (Ob immer?) Ein grosser Unterschied besteht aber in den Körperdimensionen: *P. robustus* misst 180–450, meist 250–350 μ , während *P. ovalis* nur eine Länge von etwa 160 μ erreicht. Eine auffallende Übereinstimmung besteht in der kurzen, zeitlich sehr eng be-

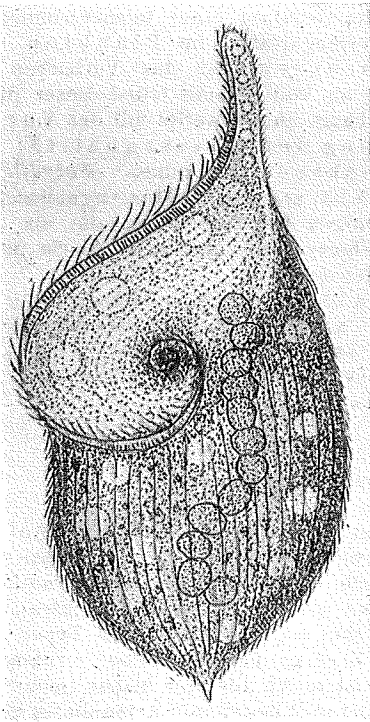
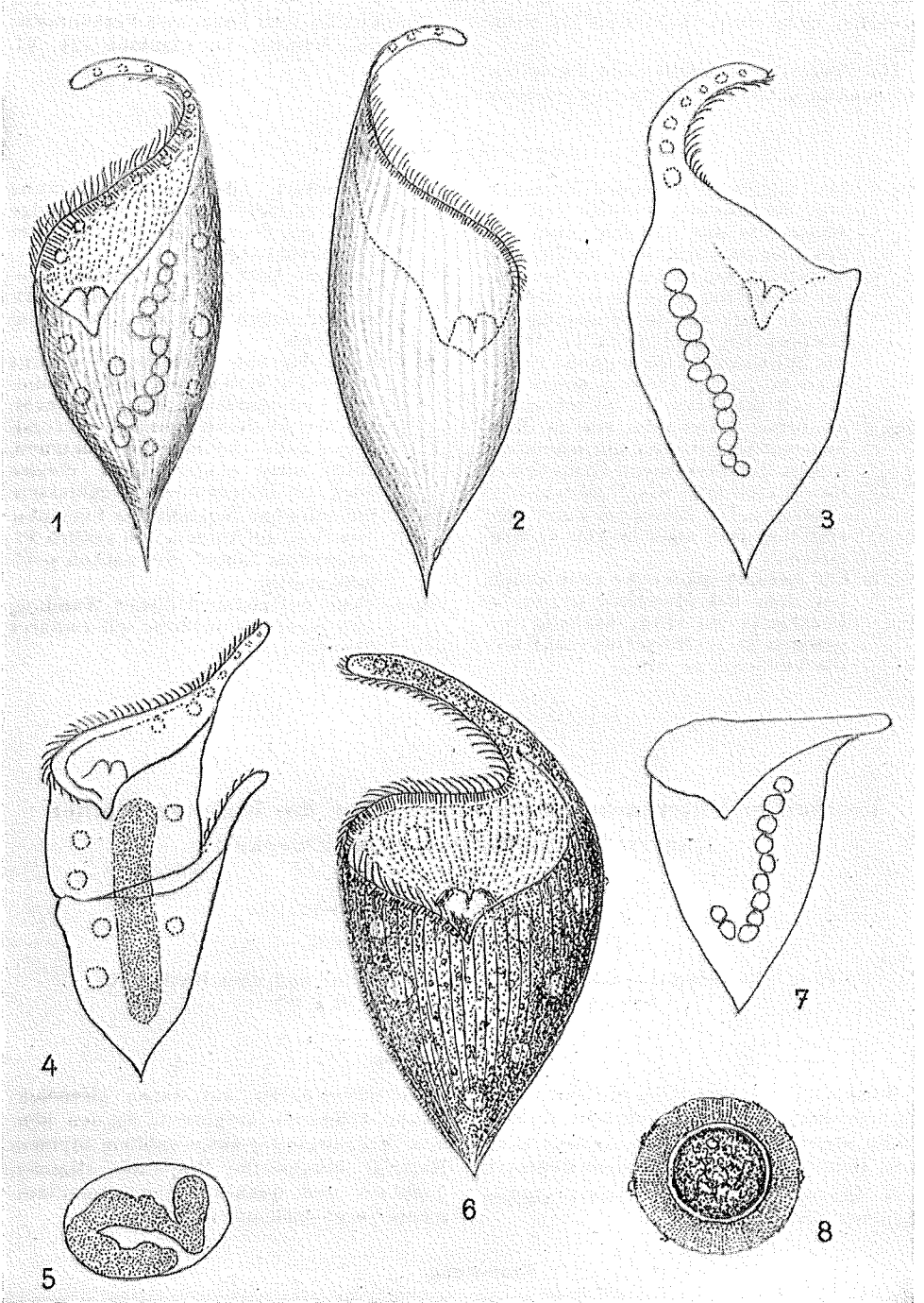


Abb. 1

Paradileptus ovalis nov. spec.

Erklärung im Text



Tafel I, Fig. 1—8

grenzten Frist ihres Auftretens im Frühling.

Die Species nova *ovalis* steht *Paradileptus conicus* näher als die Species *robustus*.

Einziges bis jetzt bekanntes Vorkommen: Zürichsee, Schweiz, im Plankton (24. VI. 27).

Legende zu Tafel I

- Fig. 1. Ein ziemlich schlankes Exemplar von *Paradileptus conicus* von der Bauchseite aus gesehen. Blick auf das hier ziemlich steil ansteigende Mundfeld; am Grund desselben findet sich der auf einer Papille sitzende Mund. Kurz vor der Endspitze des Körpers liegt der Zellafter. Durch die Zellwand durchscheinend ist der perlschnurartige Zellkern, sowie eine Anzahl von Vakuolen zu sehen.
- Fig. 2. Ähnliches Individuum, von der Rückenseite her gesehen, mit schlankem Rüssel. Durchscheinend ist die Grenzlinie (punktiert) des Mundfeldes zu erkennen. Die Zilien am Zellkörper sind hier (wie auch in Abb. 1) weggelassen.
- Fig. 3. Ein weniger schlankes Individuum, bei dem das Mundfeld gegen die Bauchseite hin etwas winkelig vorgezogen ist. Im Rüssel sind auch hier die Vakuolen zu sehen.

- Fig. 4. Zellteilung. Besondere Beachtung verdient der länglich wurstförmige Zellkern. Beginnende Trennung der Tochterindividuen.
- Fig. 5. Zellkern kurz nach der Teilung, beginnende Umformung zur perlschnurartigen Anordnung der Kernsegmente.
- Fig. 6. Exemplar von *Paradileptus conicus* mit wenig steil ansteigendem Mundfeld und ziemlich kräftig entwickeltem Rüssel. Durchscheinend als rundliche helle Gebilde die Vakuolen. Kern nicht eingezeichnet; ebenso sind die Körperzilien weggelassen.
- Fig. 7. Ein offenbar jugendliches Exemplar von *P. c.*, mit kurzem und seitlich abstehendem Rüssel. Kern schon perlschnurartig.
- Fig. 8. Zyste mit ziemlich dicker Wandung und einer Gallerthülle mit radiärer Streifung.

Vorläufige Untersuchungsergebnisse über die Eignung alpiner Quarze für piezoelektrische Zwecke¹⁾

Von

C. FRIEDLAENDER und F. LOCHER

(Mit 10 Abbildungen im Text)

(Aus dem Mineralogisch-Petrographischen Institut und dem Institut für Schwachstromtechnik an der E. T. H.)

Zusammenfassung

Entgegen der verbreiteten Annahme, dass alpiner Quarz für piezoelektrische Zwecke völlig ungeeignet sei, ist es vielfach möglich, Bereiche innerhalb alpiner Quarzkri-

stalle abzugrenzen, aus denen piezoelektrische Präparate hergestellt werden können. Aus sorgfältig ausgewähltem alpinem Material hergestellte Präparate stimmen qualitativ und quantitativ mit brasilianischem Vergleichsmaterial überein.

¹⁾ Mit Bewilligung der Geotechnischen Kommission der S. N. G.

Einleitung

Die Geotechnische Kommission der S. N. G. (Prof. P. NIGGLI) und das Institut für

Schwachstromtechnik an der E. T. H. (Prof. E. BAUMANN) haben in Zusammenarbeit be-