



## Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

## Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

## Über Google Buchsuche

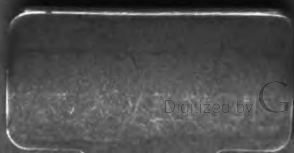
Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

DE

6

Q L 366  
AG

5



Digitized by Google













17 12  
2

# Archiv für Protistenkunde

Begründet von

**Fritz Schaudinn**

Herausgegeben von

**Max Hartmann** und **Adolf Pascher**

Berlin

Prag

**53. Band**

Mit 176 Abbildungen im Text und 19 Tafeln



Jena

Verlag von Gustav Fischer

1926



181134

QL366  
.A6

Alle Rechte vorbehalten.

VERLAG VON  
VILVA

1-27.27

# Inhaltsübersicht.

## Erstes Heft.

(Ausgegeben am 15. Dezember 1925.)

Abhandlungen:	Seite
SCHERFFEL, A.: Zur Sexualität der Chytridineen. (Der „Beiträge zur Kenntnis der Chytridineen“ Teil I.) (Mit Tafel 1 u. 2) . . . . .	1
SCHILLER, JOS.: Die planktonischen Vegetationen des adriatischen Meeres. B. Chrysomonadinae, Heterokontae, Cryptomonadinae, Eugleninae, Volvocales. 1. Systematischer Teil. Nach den Ergebnissen der österreichischen Adriaforchung in den Jahren 1911—1914.) (Mit 30 Textfiguren und Tafel 3—6) . . . . .	59
BRETSCHNEIDER, LUDWIG H.: <i>Pyramimonas utrajectina</i> spec. nov., eine neue Polyblepharididae. (Mit 10 Textfiguren) . . . . .	124
—: Über den feineren Bau von <i>Phacus costata</i> CONRAD. (Mit 6 Textfiguren)	131
WETZEL, A.: Zur Morphologie und Biologie von <i>Raphidocystis infestans</i> n. sp., einem temporär auf Ciliaten parasitierenden Heliozoon. (Mit 23 Textfiguren) . . . . .	135

## Kleinere Mitteilungen:

BUSCH, WERNER: Beitrag zur Kenntnis der Gehäusebildung bei den Tintinnidae und zur Kenntnis mariner Ciliaten. (Mit 9 Textfiguren) .	183
---	-----

## Zweites Heft.

(Ausgegeben am 25. Januar 1926.)

## Abhandlungen:

KUDO, R.: Observations on <i>Lophomonas blattarum</i> , a flagellate inhabiting the colon of the cockroach, <i>Blatta orientalis</i> . (With 4 Textfigures and Plates 7—8) . . . . .	191
CZURDA, VIKTOR: Die Reinkultur von Conjugaten. (Mit 6 Textfiguren und Tafel 9 u. 10) . . . . .	215
ILOWAISKY †, S. A.: Über die Kernprozesse der getrennten Conjuganten der <i>Stylonychia mytilus</i> und <i>Paramaecium caudatum</i> . (Mit 12 Textfiguren) . . . . .	243
BLÄTTNER, H.: Beiträge zur Reizphysiologie von <i>Spirostomum ambiguum</i> EHRENBERG. (Mit 25 Textfiguren) . . . . .	253

IV

**Kleinere Mitteilungen:**

	Seite
BĚLAŘ, KARL: Zur Cytologie von <i>Aggregata eberthi</i> . (Bemerkungen zu der Arbeit „the life-history and chromosome cycle of <i>Aggregata eberthi</i> “ von C. C. DOBELL.) (Mit 5 Textfiguren) . . . . .	312
SCHILLER, J.: Über Fortpflanzung, geißellose Gattungen und die Nomenklatur der Coccolithophoraceen nebst Mitteilung über Copulation bei <i>Dinobryon</i> . (Mit 8 Textfiguren) . . . . .	326
GEITLER, LOTHAR: Über Chromatophoren und Pyrenoide bei Peridineen. (Mit 1 Textfigur) . . . . .	348
WORONICHIN, N. N.: Über die Bedeutung der Variabilität in der Gattung <i>Closterium</i> NITZSCH . . . . .	347
MAGDEBURG, PAUL: Über vegetative Conjugation bei <i>Mougeotia</i> . (Vorläufige Mitteilung.) (Mit 2 Textfiguren) . . . . .	357

**Drittes Heft.**

(Ausgegeben am 15. Februar 1926.)

**Abhandlungen:**

BHATIA, B. L. and SETNA, SAM B.: On some more Gregarine parasites of Indian Earthworms. (With Plates 11—15) . . . . .	361
LEPŠI, J.: Zur Kenntnis einiger Holotrichen. (Mit 14 Textfiguren) . . . . .	378
POLJANSKY, GEORG: Die Conjugation von <i>Dogielella sphaerii</i> (Infusoria, Holotricha. Astomata). (Mit 1 Textfigur und Tafel 16) . . . . .	407
Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Protophyten. (Herausgegeben von Dr. BRUNO SCHUSSNIG):	
I. REICH, KARL: Zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte und Cytologie von <i>Stigeoclonium</i> . (Mit 7 Textfiguren und Tafel 17—19) . . . . .	435

**Kleinere Mitteilungen:**

Neue oder wenig bekannte Protisten. XIX.

Neue oder wenig bekannte Flagellaten. XVII. Zusammengestellt von

A. PASCHER. (Mit 13 Textfiguren) . . . . . 459

13454  
2

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

## **Zur Sexualität der Chytridineen.** **(Der „Beiträge zur Kenntnis der Chytridineen“ Teil I.)**

Von  
**A. Scherffel.**

(Hierzu Tafel 1 u. 2.)

---

Im Anschlusse an meine Arbeit „Endophytische Phycomycetenparasiten der Bacillariaceen und einige neue Monadinen“ (1925) möchte ich nun im Laufe der Zeit an Chytridineen gemachte Beobachtungen mitteilen.

---

In der biciliaten Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe, sowie bei den Monoblepharidaceen ist die Sexualität zufolge der großen gestaltlichen Ähnlichkeit der Geschlechtsorgane mit denjenigen gewisser Algen eine in die Augen fallende und seit langem wohl bekannt. Anders liegt die Sache bei den uniloculierten Chytridineen, wo — wenn wir in der Literatur Umschau halten — sie nur für einige — man könnte beinahe sagen — Ausnahmefälle nachgewiesen erscheint. Jedoch diese wenigen bereits bekannt gewordenen Fälle ergeben schon das überaus wertvolle Resultat, daß hier sowohl die ursprünglichste, primitivste Form des Sexualaktes, die Copulation von schwärmenden Isogameten, als auch die Vereinigung nach Größe und Form differenter Geschlechtszellen resp. Individuen realisiert ist, und nur die morphologisch höchste Form der Befruchtung, d. h. diejenige von Eizellen durch bewegliche Spermatozoiden — wie in der ganzen Pilzklasse (mit Ausnahme der Monoblepharidaceen) — fehlt. In dieser Tatsache erblickt KUSANO (1912)



bezüglich der phylogenetischen Abstammung der Pilze mit Recht ein gewichtiges Argument gegen die Reduktionshypothese, aber eine Stütze dafür, daß die Chytridineen am Anfange einer aufsteigenden Entwicklungsreihe stehen. Er ist also mithin auch ein Anhänger jener Anschauung, der endgültige und allgemeine Anerkennung zu verschaffen ich in meiner kürzlich erschienenen, vordem erwähnten Arbeit (1925) bestrebt war. Im Laufe der Jahre fand ich weitere Fälle von Dauersporenbildung auf geschlechtlichem Wege, die ich nun hier behandeln möchte.

### **Polyphagus parasiticus** Now. (Taf. 1 Fig. 1—10.)

NOWAKOWSKI (1877) war derjenige, der an *Polyphagus Euglenae* die geschlechtliche Entstehung der Dauersporen durch Copulation zweier, geschlechtlich differenzierter Individuen klar legte und so nachwies, daß hier die Dauerspore eine Zygospore ist. Bald darauf (1878) veröffentlichte er einige weitere *Polyphagus*-Arten, die sich *Polyphagus Euglenae* ganz ähnlich verhalten, die aber infolgedessen, daß diese Arbeit in polnischer Sprache erschien, wenig bekannt geworden sind. Ich hatte Gelegenheit seinen *Polyphagus parasiticus* wiederzufinden und möchte über ihn einiges mitteilen.

Morphologisch stimmt *Polyphagus parasiticus* mit *Polyphagus Euglenae* in allen wesentlichen Punkten überein. Auch hier kommt der Schwärmer meist frei im Wasser zur Ruhe und entwickelt allseits, feine, pseudopodienartige Rhizoiden, die zunächst einfach (Taf. 1 Fig. 1) sind, später sich etwas sparrig verästeln und mit ihren Enden in die Zellen der Nährpflanze eindringen (Taf. 1 Fig. 2). Der Körper des erstarkenden Schwärmers wird entweder zu dem das Zoosporangium entwickelnden Prosporangium oder er nimmt den Charakter eines geschlechtlich differenzierten Individuums an und füllt sich mit fortschreitender Ernährung nach und nach mit verschiedenen großen und geformten Fetttropfen dicht an (Taf. 1 Fig. 3). In Kürze ließe sich *Polyphagus parasiticus* folgendermaßen charakterisieren: Prosporangium birnförmig oder ungleichseitig dick-spindelförmig, mit dem Wirtssubstrat zugewendeter flacher Bauch- und starkgewölbter Rückenfläche und meist einem oder zwei dicken, diametral gegenüber entspringenden, stammartigen Haupthaustorien, welchen die feineren als Zweige entspringen (Taf. 1 Fig. 3). Zoosporangium durch Sprossung an dem Prosporangium entstehend, rundlich-oval, oder schwach eiförmig, nur etwas länger als breit (16  $\mu$  lang, 14  $\mu$  breit), mit farbloser, glatter, dünner Membran

(Taf. 1 Fig. 4<sub>1</sub>). Durch Vergallertung der oberen Hälfte der Wandung (nicht wie bei *Polyphagus Euglenae* durch ein am Scheitel entstehendes, nicht sehr weites Loch) die Schwärmer freigebend, während der untere Teil der Sporangiummembran in Form einer Schale mit dem leeren Prosporangium zurückbleibt (Taf. 1 Fig. 4<sub>2</sub>). Schwärmer nicht zahlreich, kugelig, 6—8  $\mu$  im Durchmesser, mit einer einzigen, langen, nachschleppenden Geißel und an deren Insertionsstelle mit einem auffallend großen, farblosen Fetttropfen von 4  $\mu$  Durchmesser (Taf. 1 Fig. 9); amöboid. Bewegung hüpfend. Dauersporen kugelig, 9—18, meist 12—14  $\mu$  im Durchmesser; meist in Einzahl an dem weiblichen Prosporangium sexuell entstehend. Membran dick, licht schwärzlich-braun, dicht mit kurzen, konischen, spitzen Stacheln bedeckt. Im Innern ein großer, kugelig, farblos Fetttropfen von 7—14  $\mu$  Durchmesser (Taf. 1 Fig. 5). Bei deren Keimung entsteht durch Aussprossung ein Zoosporangium (Taf. 1 Fig. 8<sub>1-7</sub>).

Zwischen *Tribonema (Conferva) bombycinum*, auf dieser schmarotzend. Bei Warschau von NOWAKOWSKI resp. KAMIŃSKI entdeckt, von mir bei Igló wiederholtermal (zum ersten Male 1886) gefunden.

Ich hatte das Glück Ende März 1886 die Keimung einer Dauerspore zu beobachten (Taf. 1 Fig. 8<sub>1-7</sub>). Bei der Keimung entwickelt dieselbe ganz so wie bei *Polyphagus Euglenae* ein Zoosporangium, das in seiner Entstehungsweise, Größe und Form, sowie in seinem Verhalten mit den auf vegetativem Wege aus den Prosporangien hervorgegangenen Zoosporangien übereinstimmt. In das an einem Punkte der Dauerspore durch Sprossung bruchsackartig hervorwachsende Zoosporangium tritt der Inhalt der Dauerspore nach und nach über. Die große Fettkugel der Dauerspore wird jedenfalls schon etwas früher — wenn der Ausdruck gestattet ist — zertrümmert und das Fett wandert in Form verschieden großer und gestalteter Brocken in das Zoosporangium ein. Diese Fettbrocken geben übrigens die Marken ab, an denen man das Einströmen des Dauersporinhaltes in das Zoosporangium erkennt (Taf. 1 Fig. 8<sub>1</sub>). Die Zerkleinerung der größeren Fettpartikel, die Homogenisierung des Zoosporangiuminhaltes schreitet alsdann immer weiter fort, bis der Inhalt des ausgewachsenen, seine definitive Größe erreichten Zoosporangiums annähernd gleichmäßig grobkörnig erscheint (Taf. 1 Fig. 8<sub>2, 3</sub>). Nun aber beginnen die dunklen, stark lichtbrechenden Fettkörperchen zu so vielen, größeren Fetttropfen zusammenzufießen als Schwärmer in dem Sporangium gebildet werden sollen (Taf. 1 Fig. 8<sub>4</sub>). Diese Fetttropfen, bereits von rundlicher, jedoch anfangs noch etwas un-

regelmäßiger Gestalt, werden später exakt kugelig und liegen in dem homogenen, dichten, weißglänzenden, körnchenfreien Plasma eingebettet. Das Sporangium zeigt nun das charakteristische Aussehen eines reifen Chytridiaceen-Zoosporangiums (Taf. 1 Fig. 8<sub>6</sub>). Auch hier vergallert nun der obere Teil der zarten Sporangiummembran, wodurch die Schwärmer in Freiheit gesetzt werden, während der untere Teil als der Dauerspore noch eine Zeitlang aufsitzende Schale zurückbleibt (Taf. 1 Fig. 8<sub>6</sub>), um alsbald ebenfalls, wahrscheinlich durch Verquellung, gänzlich zu verschwinden (Taf. 1 Fig. 8<sub>7</sub>). Die ziemlich großen, nicht lebhaft hüpfenden Schwärmer besitzen eine einzige, lange, nachschleppende Geißel und einen auffallend großen, farblosen, stark glänzenden Fetttropfen, der stark exzentrisch, an der Insertionsstelle der Geißel liegt (Taf. 1 Fig. 9). Der aus hyalinem, dichtem Plasma bestehende Körper zeigt deutliche, amöboide Gestaltveränderungen.

Die Dauerspore ist auch hier in der Regel das Produkt eines Geschlechtsaktes, eine Zygo- resp. Oospore, wenn auch der Copulationsfortsatz des männlichen Individuums (Taf. 1; x in Fig. 5, 6) nicht ausnahmslos zu sehen war. Doch möchte ich meinen, daß eine parthenogenetische Entstehung von Dauersporen nicht ausgeschlossen ist, um so mehr, als bei *Polyphagus Euglenae* bereits NOWAKOWSKI (1877, p. 213) Vorkommnisse beobachtete, welche DANGEARD (1900, p. 231) für Parthenogenese ansieht. Auch hebt es ZOPF (1890, p. 291), der in der Copulation zweier Individuen hier keinen Geschlechtsakt anerkennen wollte, hervor, daß die Dauerspore auch ohne Copulation an einem Individuum entstehen kann, indem er auf entsprechende Beobachtungen von FISCH (1884, p. 56) hinweist. Als Stütze dieser Anschauung, d. h. betreffs des Vorkommens von Parthenogenese ließen sich jene beiden Fälle verwerten, welche ich am 25. Juli 1903 beobachtete. In beiden Fällen saßen an einem Prosporangium dicht nebeneinander, doch völlig getrennt, zwei Zellen, eine von geringerer Größe als die normalen Dauersporen, aber vom typischen Aussehen solcher, mit brauner, stacheliger Membran (Taf. 1 Fig. 6, 7). In dem einen Fall (Taf. 1 Fig. 6) war das Prosporangium leer und an der größeren Dauerspore von 12  $\mu$  Durchmesser, die in ihrem Innern zwei Fettkugeln zeigte, war der männliche Copulationsfortsatz zu beobachten; diese entstand also auf sexuellem Wege; während ihre nur halb so große Nachbarin (6  $\mu$  Diam.), die ebenfalls eine braune, stachelige Membran, aber keinen geformten Inhalt zeigte (obwohl ein plasmatischer Wandbelag von direkt nicht wahrnehmbarer Zartheit wahrscheinlich vorhanden

gewesen sein dürfte), allem Anschein nach ohne Befruchtung entstanden war. In dem anderen Falle (Taf. 1 Fig. 7) sitzen ebenfalls dicht nebeneinander zwei Dauersporen, in bezug auf Größe (die größere 12  $\mu$ , die kleinere 6  $\mu$  im Durchmesser) und Inhalt der Fig. 6 gleichend, einem Prosporangium an, das aber hier nicht leer, sondern inhaltsreich, von stark lichtbrechenden Fetttropfen dicht erfüllt war; außerdem war an keiner der beiden Dauersporen auf sichere Weise ein männlicher Copulationsfortsatz zu erkennen; eine Befruchtung hatte hier kaum stattgefunden (denn dafür spricht auch das nicht leere Prosporangium) und diese beiden Dauersporen müssen wohl als für parthenogenetisch entstandene angesehen werden. NOWAKOWSKI (1878) bildet auf Taf. X je ein Prosporangium eines weiblichen Individuums von *Polyphagus Euglenae* ab, von denen eines 2 (l. c. Fig. 90), das andere 3 (l. c. Fig. 91) vollkommen ausgebildete Dauersporen von annähernd gleicher Größe, mit einem einzigen großen Öltropfen im Innern und gelber, stacheliger Membran, entwickelt hatte. An einer jeden dieser Dauersporen ist das zwar abgerissene Copulationsrhizoid des männlichen Individuums deutlich sichtbar. Diese Dauersporen waren also alle auf sexuellem Wege entstanden, und so stimmen diese Fälle mit den von mir bei *Polyphagus parasiticus* beobachteten nicht überein; auf sie bezieht sich offenbar DE BARY'S Angabe (1884, p. 176).<sup>1)</sup> Ob diese Dauersporenbildung bei *Polyphagus parasiticus* nicht eine abnormale, teratologische Erscheinung ist; ob insbesondere die kleinere Dauerspore, welche anscheinend keinen Inhalt führte und nur die Größe eines zur Ruhe gekommenen Schwärmers von 6  $\mu$  hatte, lebensfähig, d. h. weiterer Entwicklung fähig war, muß dahingestellt bleiben. Es wäre wert, diese Sache eingehender zu untersuchen.

Die — man könnte sagen — extramatrikale Entstehung von Dauersporen am Prosporangium, insbesondere diejenige der parthenogenetisch gebildeten, erscheint mir noch in einer anderen Beziehung von Interesse. In dem Heraussprossen der Dauersporenanlage aus dem Prosporangium, in der Bildung der Dauerspore außerhalb der Mutterzelle aus deren gesamtem Zellinhalt, erblicke ich gewissermaßen eine Parallele mit jenen *Monoblepharis*-Arten, welche

---

<sup>1)</sup> Da nach DANGEARD (1900) und WAGER (1913) in übereinstimmender Weise — sowohl die männlichen, als auch die weiblichen Individuen von *Polyphagus Euglenae* nur einen Zellkern besitzen, so erscheinen die Kernverhältnisse solcher, nach Mehrfachbefruchtung mehrere (2—3) Dauersporen bildenden, weiblichen Individuen (Macrogameten) noch der Aufklärung bedürftig. Sie würden vielleicht cytologisch ein interessantes Untersuchungsobjekt abgeben.



LAGERHEIM (1900) in seiner Untergattung *Exoospora* vereinigte. Dieser Parallelismus (im Vereine mit anderen Momenten) ist auch geeignet meine vordem geäußerte Ansicht zu stützen, nach welcher die eingeißeligen Monoblepharideen der Chytridineen-Reihe verwandtschaftlich näher stehen, als den siphonalen und oogamen Saprolegniaceen und Peronosporineen inkl. der Ancylistineen (s. SCHERFFEL 1925, p. 38). NOWAKOWSKI (1877 a, p. 216) setzte die Entwicklung des Zoosporangiums aus dem Prosporangium bei *Polyphagus Euglenae* mit dem Austritt des Plasmas bei *Pythium* gleich, und erblickte hierin ein Moment, welches auf die Verwandtschaft der Chytridiaceen mit den Saprolegniaceen hinweist. Diese Homologisierung ist aber nicht zulässig, da die ausgetretene Plasmamasse bei *Pythium* (sowie bei den Conidien der plasmatoparen Peronosporeen) die erste Schwärmphase diplanetischer Schwärmer, die Generation der primären Schwärmer repräsentiert, während die Schwärmer von *Polyphagus*, sowie diejenigen der Monoblepharideen nicht di-, sondern monoplanetisch sind. Damit ist aber auch die Frage der Verwandtschaft mit den Saprolegniaceen im verneinenden Sinne entschieden.

Ein einziges Mal, den 11. Juli 1906, fand ich bei Igló in einem Prosporangium von *Polyphagus parasiticus* eine stark- und glattwandige Zelle von rundlicher, dem Prosporangium ähnlicher Form ( $13 = 11 \mu$ ), in deren Lumen ein großer, kugeliger,  $9 \mu$  im Durchmesser haltender, exzentrischer, farbloser Fetttropfen und körniger Inhalt zu sehen war. Diese Zelle, welche den Habitus einer Chytridiaceen-Dauerspore zeigte, war von einer schwach gelb-bräunlich gefärbten, ziemlich dickwandigen nicht weit abstehenden Hülle umgeben, die ein faltiges, zerknittertes Aussehen bot, verursacht durch an ihrem Rande wellig-ausgezackte, kammartige Erhebungen von unregelmäßigem Verlauf und regelloser Anordnung (Taf. 1 Fig. 10). Im linken, abgerissenen Haupthaustorium des *Polyphagus* war noch der Rest einer feinen, rhizoidartigen Hyphe deutlich erkennbar (Taf. 1 Fig. 10 bei r), in deren engem Lumen ein glänzendes Körnchen steckte und die sich alsdann in jene gelb-bräunlich gefärbte Hülle fortzusetzen, d. h. zu erweitern schien. Diese Dauerspore lag also innerhalb eines eigenen Sporangiums! Sie gehört sicherlich nicht in den Entwicklungsgang von *Polyphagus parasiticus*, sondern es handelt sich hier augenscheinlich um einen Parasiten, welcher im Innern des *Polyphagus* vegetiert und in dessen Prosporangium seine Dauerspore gebildet hatte. Die Natur dieses Interesse beanspruchenden, jedenfalls pilzlichen Parasiten zu ermitteln, muß fernerer Untersuchungen anheimgestellt werden.

*Ectochytridium (Zygorhizidium) WILLEI* (LOEWENTHAL) mihi  
auf *Mougeotia* (Taf. 1 Fig. 11—24).

Meine erste Beobachtung dieser Chytridiacee fällt in das Jahr 1900, wo ich Ende März und in den ersten Apriltagen diesen Organismus auf den Fäden einer dickeren, sterilen und nicht näher bestimmten *Mougeotia*-Art (in späteren Jahren auch auf der dünneren *Mougeotia parvula*) bei Igló auffand. Ich erkannte damals sofort, daß hier ein besonders deutlicher Fall von Entstehung einer Chytridiaceen-Dauerspore durch Befruchtung seitens eines anderen, männlichen Individuums vorliegt (Taf. 1 Fig. 17), doch das spärliche Material gestattete nicht eine tiefer gehende Untersuchung. 5 Jahre später veröffentlichte LOEWENTHAL (1905, p. 228—237, Taf. 8) die Studie über sein *Zygorhizidium Willei*, das er 1904 bei Christiania auf der Desmidiacee *Cylindrocystis Brébissonii* entdeckt hatte, und lieferte durch Klarlegung der cytologischen Verhältnisse den Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung. *Ectochytridium (Zygorhizidium) Willei* ist jedoch nicht nur wegen seiner Sexualität interessant, sondern auch deshalb, weil die ungeschlechtlichen, Zoosporangien liefernden Individuen, solange die Zelle des Wirtes noch lebt, an *Mougeotia* abnormale Wachstumsvorgänge hervorruft und knieförmige Biegungen der befallenen, langgestreckten Zelle verursacht, wobei der Körper der Chytridiacee genau in die Kehle des Knies zu liegen kommt (Taf. 1 Fig. 11, 14).<sup>1)</sup> Durch Chytridiaceen verursachte Deformationen der Wirtszelle sind aber ein ziemlich seltenes Vorkommnis.

Der auf der Oberfläche der Wirtszelle zur Ruhe gekommene Schwärmer, ein kleines, kugeliges Zellchen mit einem stark glänzenden, exzentrischen, kugeligen Fetttröpfchen, durchbohrt mit einem feinen Fortsatz die Membran der Wirtszelle (Taf. 1 Fig. 11 bei a). Zur Abwehr dieses Angriffes bildet die Wirtszelle eine kurze Scheide

<sup>1)</sup> Ich kann es jedoch nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, daß die auf parasitärer Basis hervorgerufene knieförmige Krümmung der *Mougeotia*-Zelle durchaus nicht eine für *Zygorhizidium Willei* spezifische Erscheinung ist. Im Jahre 1885 fand ich nämlich in dem damals noch vorhandenen kleinen Abfluß am westlichen Ufer des Csorbaër Sees in der Hohen Tatra (einem wertvollen Algengestandort), welcher leider alsbald der „fortschreitenden Kultur“ (durch Überwölbung) zum Opfer fiel, auf einer *Mougeotia* einen Chytridiaceen-artigen Parasiten, welcher an diesem Wirt ganz gleiche, knieförmige Krümmungen hervorbrachte. Dieser Parasit ist von *Zygorhizidium Willei* ganz verschieden. Seither fand ich ihn nie wieder, und da das von ihm erhaltene Bild in so mancher Hinsicht viel zu unklar geblieben war, muß ich von einer Veröffentlichung desselben Abstand nehmen.

oder einen Hügel schützender Membransubstanz um den eindringenden Rhizoidfortsatz (Taf. 1 Fig. 11 bei b; 15 a, b), in welchem (im optischen Querschnitt) von oben gesehen der Kanal, in welchem der Rhizoidfortsatz verläuft, als helles Loch deutlich zu erkennen ist (Taf. 1 Fig. 12 bei x). Am inneren Ende des durchbohrten Membranzapfchens ist bloß ein Pinsel einiger ganz kurzer, stäbchenförmiger Rhizoiden zu sehen, mittels welcher die Nahrungsaufnahme der nicht geschlechtlich differenzierten Individuen erfolgt (Taf. 1 Fig. 11 bei b; 15 a, b). Ein stärker entwickeltes, intramatrikales Rhizoidsystem scheint also nicht vorhanden zu sein. Das aus der heranwachsenden, extramatrikalen Zoospore entstehende Zoosporangium ist rundlich-breit-birnförmig, von verschiedener Größe (zumeist 11—18  $\mu$ ) und besitzt eine gleichmäßig starke, glatte, farblose Membran (Taf. 1 Fig. 11, 12); seine Öffnung erfolgt durch Abspaltung eines Deckels, der recht oft nicht am Scheitel, sondern an der Seite des Sporangiums gebildet wird, so daß im letzteren Fall die entleerten Zoosporangien liegenden Krügen gleichen (Taf. 1 Fig. 13 a, b). Der Rand der Öffnung ist stets scharf und meist geradlinig begrenzt. Die kleinen Schwärmer von ca. 3  $\mu$  Durchmesser werden typischerweise in großer Zahl gebildet. Es finden sich jedoch auch sehr kleine, zwerghafte Sporangien (auch von nur 5,4 Diam.), die allerdings nur eine geringe Anzahl von Schwärmern entwickeln (vegetativ gewordene Geschlechtsindividuen?) (Taf. 1 Fig. 21 bei m). Die Schwärmer sind typische Chytridiaceen-Schwärmer, mattglänzend, und zeigen einen größeren Fetttropfen, der exzentrisch in der vorderen Körperhälfte liegt; am hinteren Ende befindet sich eine längere Geißel (Taf. 1 Fig. 16). Die Bewegung ist eine springend-hüpfende. Die Dauersporen, durch direkte Umwandlung des extramatrikalen Körpers eines weiblich differenzierten Individuums hervorgehend, sind von der Seite gesehen niedergedrückt-kugelig, oval (Taf. 1 Fig. 18), von oben gesehen kreisrund (Taf. 1 Fig. 19), 8—11  $\mu$  lang, 7—10  $\mu$  hoch, sie besitzen eine dicke, glatte, anfangs farblose, später bräunliche Membran; ihr Lumen erscheint von einem maulbeerförmigen Klumpen größerer, runder, dicht zusammengedrängter stark lichtbrechender Körperchen (Fett?) erfüllt. Stets findet man sie durch einen ca. 2  $\mu$  dicken, bei reifen, vollkommen ausgebildeten Dauersporen von stark lichtbrechender Substanz erfüllten, homogen, d. h. solide erscheinenden, in seinem Verlaufe etwas hin- und hergebogenen, verschieden (bis 45  $\mu$ ) langen Faden mit einer kleinen, ebenfalls der Oberfläche der *Mougeotia* aufsitzenden, von oben gesehen rundlichen, in der Seitenansicht birnförmigen (verkehrt eiförmigen)

Zelle von ca.  $4 \mu$  Durchmesser verbunden (Taf. 1 Fig. 17—21). — Diese am anderen Ende dieses Schlauches (Fadens) befindliche kleine, zumeist inhaltsleere Zelle ist das als Antheridium fungierende männliche Individuum, das seinen befruchtenden Inhalt, durch den es mit dem Weibchen in Verbindung setzenden Schlauch, in das als Oogonium fungierende weibliche Individuum übertreten ließ. Dieser die beiden Geschlechtsindividuen miteinander in Verbindung setzende fadenförmige Fortsatz ist in der Tat eine, eine stark glänzende, dicke Wandung und ein enges, jedoch deutliches Lumen besitzende Röhre, in deren Innern man bisweilen jene stark lichtbrechenden, fettglänzenden Tröpfchen (durch die Enge des Lumens zylindrisch gestreckt) beobachten kann, die man als Inhalt im Lumen des männlichen Individuums findet, wenn dieses noch nicht entleert ist (Taf. 1 Fig. 24). Erst später dürfte dieser Copulationsschlauch durch Ausfüllung, d. h. zunehmende Wandverdickung zu einem soliden Faden werden. Der von männlichen Gameten (Individuum) entwickelte Copulationsschlauch entspringt zumeist am basalen Teil seines extramatrikalen Körpers (Taf. 1 Fig. 19, 23, 24), seltener etwas höher, an seiner Seitenfläche (Taf. 1 Fig. 21, rechts) und tritt mit dem extramatrikalen Teil des weiblichen Körpers ebenfalls vorzugsweise an dessen basalem Teil in Verbindung (Taf. 1 Fig. 18, 19), wiewohl auch Fälle vorkommen, wo die Verschmelzung an der Seite, ja an der Scheitelregion des Weibchens erfolgt (Taf. 1 Fig. 20). Die Länge des Copulationsschlauches hängt ganz und gar von der Entfernung ab, in welcher sich die beiden miteinander copulierenden Geschlechtsindividuen befinden. Vor dem Vollzuge der Befruchtung fallen als Inhaltsbestandteile sowohl im weiblichen als auch im männlichen Individuum größere, stark lichtbrechende, fettglänzende Körperchen von annähernd gleicher Größe (Fetttröpfchen?) auf, die aber im weiblichen Individuum lockerer verteilt, noch nicht jenen, das ganze Zellumen ausfüllenden, maulbeerförmigen, dicht zusammengepackten Klumpen bilden wie nach erfolgter Befruchtung in der reifen Dauerspore (Taf. 1 Fig. 20). Die Geschlechtsindividuen (Gameten), sowohl die Männchen (Microgameten) als auch die Weibchen (Macrogameten) senden ein ca.  $2 \mu$  im Durchmesser haltendes, kugeliges (bläschenförmiges) Haustorium in die Wirtszelle, das mit dem Zellraum des extramatrikalen Teiles in offener Verbindung steht und auch als subsporangiale Blase bezeichnet werden könnte (Taf. 1 Fig. 18, 19, 21, 23). Von diesem intramatrikalen Bläschen, dessen Größe konstant ist und in keiner Weise von der Größe des extramatrikalen Teiles abhängt (wie dies LOEWENTHAL 1905, p. 229

ganz richtig bemerkt), gehen keine Rhizoiden ab; es fehlt hier der kleine Rhizoidpinsel, den die ungeschlechtlichen (vegetativen) Individuen aufweisen (Taf. 1 Fig. 11, 15 a, b). Das kleine, knopfförmige, rhizoidlose Haustorium kann also als ein Kennzeichen der Gameten, der geschlechtlich differenzierten Individuen angesehen werden, und jene Zoosporangien von zwerghafter Größe (von 5–8  $\mu$ ), wie z. B. dasjenige auf Taf. 1 Fig. 21 bei m, sind als vegetativ gewordene Gameten anzusehen. Daß männliche Individuen, die bereits einen Copulationsschlauch entwickelt haben, wieder vegetativ und zu Zoosporangien werden können, dies hat bereits LOEWENTHAL konstatiert (1905, p. 233, Taf. 8 Fig. 26), und dies kommt auch hier vor (Taf. 1 Fig. 22).

Eine auffallende und bemerkenswerte Erscheinung ist es ferner, daß es die ungeschlechtlichen Individuen dieses Organismus sind, welche die auffallenden, knieförmigen Krümmungen an den *Mougeotia*-Zellen verursachen (Taf. 1 Fig. 11, 14), während die Geschlechtsindividuen so eine Wirkung auf die Wirtszellen gar nicht oder nur in sehr geringem Grade ausüben (Taf. 1 Fig. 18, 19, 21–24). Daß LOEWENTHAL von dieser Erscheinung nichts beobachtete, mag seinen Grund in der Verschiedenheit der Wirtspflanzen (die ja verschieden reagieren können) und auch noch vielleicht darin haben, daß es sich bei *Cylindrocystis* um kurze und dicke, plumpe Zellen handelt, während diejenigen von *Mougeotia* langgestreckt, schlank sind und die Wirkung ungleichseitigen Wachstums hier besser zur Geltung kommen und augenfälliger werden muß.

Ich muß nun hier zweier seltener Vorkommnisse gedenken, welche ich auf Taf. 1 in Fig. 23 u. 24 im Bilde festgehalten habe. In dem einen Fall (Fig. 23) hatten nämlich drei männliche Individuen (Microgameten) ihren Copulationsschlauch ein und demselben Weibchen (Macrogameten) zugesandt; alle drei Copulationsschläuche hatten sich demselben angeheftet, aber nur ein einziger schien die Befruchtung vollzogen zu haben, und zwar der, der von dem nunmehr vollständig entleerten Männchen (a) entwickelt worden war, während die beiden anderen Microgameten in ihrem Lumen Inhalt führten; sie hatten also bei diesem vielumworbenen Weibchen nicht reussiert. Wiewohl dieser Fall stark an Polyandrie erinnert, liegt anscheinend eine solche hier doch nicht vor, es handelt sich hier vielmehr um den Wettbewerb mehrerer Männchen um das Weibchen. Der andere Fall (Fig. 24) repräsentiert eine Art Geschlechtsverirrung. Das Männchen a war mit seinem Copulationsschlauch mit einem zweiten Männchen (b) in Copulation getreten, welches letzteres seinerseits mit

einem weiblichen Individuum in Copulation steht. Beide Microgameten führen noch Inhalt. Also auch auf dieser niederen Stufe organischen Lebens kommt bereits Perversität vor!

Ich fand ferner Dauersporen (der anhaftende Microgamet mit seinem wohl erhalten gebliebenen Copulationsschlauch gab eine gute Marke ab), die entleert waren und ein scharf umschriebenes Loch in ihrer Membran zeigten, das sich nicht genau am Scheitel, sondern etwas seitlich befand. Demnach dürfte die Dauerspore bei ihrer Keimung zu einem Zoosporangium werden, das sich — ebenso wie die ungeschlechtlichen Zoosporangien — seitlich, mit einem Deckel öffnet. Also auch hierin bestände Übereinstimmung. Die Bildung der Schwärmer bei der Keimung der Dauersporen habe ich nicht gesehen. Die von LOEWENTHAL ein einziges Mal in einer „allseitig geschlossenen“ Dauerspore vorgefundenen wenigen Schwärmer (1905, p. 234, Taf. 8 Fig. 43), die zudem einen anderen Typus zeigten als die aus vegetativen Zoosporangien stammenden, möchte ich mit WILLE (LOEWENTHAL 1905, p. 234, Anm. 1) als nicht zu *Zygorhizidium* gehörig ansehen.

Die ausführliche Schilderung, welche ich voranstehend von dem von mir beobachteten Organismus gab und die sozusagen als eine Wiederholung der bereits von LOEWENTHAL gegebenen Darstellung erscheinen könnte, hat den Zweck, einen genauen Vergleich mit dem von LOEWENTHAL auf *Cylindrocystis Brébissonii* beobachteten zu ermöglichen. Bei einem solchen Vergleich wird man zu dem Resultat gelangen, daß die Übereinstimmung nahezu eine vollkommene ist und daß der Parasit auf *Mougeotia* nichts anderes sein kann als *Zygorhizidium Willei* LOEWENTHAL. Aber selbst bei dieser morphologischen Übereinstimmung müßte die wirkliche Identität beider noch durch Kulturversuche bewiesen und es entschieden werden, ob mein *Zygorhizidium* von *Mougeotia* auf *Cylindrocystis* übergeht und umgekehrt. *Mougeotia* ist eine Mesocarpacee, *Cylindrocystis* eine Desmidiacee; sie stehen zwar einander nicht nahe, aber beide sind Conjugaten und demnach doch nicht ganz und gar unverwandt.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Mein *Zygorhizidium Willei* wurde auch in Nordamerika von ATKINSON (1909), ebenfalls auf *Mougeotia* gefunden, doch von ihm nicht als solches erkannt und fälschlicherweise als *Rhizophidium sphaerocarpum* ZOPF angesehen. Die Figuren ATKINSON'S, l. c. p. 327, Fig. 3A—F zeigen deutlich, daß hier mein Parasit und nicht *Rhizophidium sphaerocarpum* ZOPF vorlag. Auch hatte ATKINSON den Copulationsschlauch resp. dessen Bildung von Seite des männlichen Individuums gesehen und beschrieben (l. c. Fig. 3B u. p. 326), die Copulation selbst aber nicht. Den herauswachsenden Copulationsschlauch des männlichen Individuums hielt er für den Keimschlauch („Germ-tube“) eines Keimlings, eines zur Ruhe gelangten

Noch möge eine Bemerkung über die Berechtigung der Gattung *Zygorhizidium* hier ihren Platz finden.

Diesen Typus des Geschlechtsaktes, welchen *Zygorhizidium Willei* LOEWENTHAL zeigt, wo zwei voneinander entfernt zur Entwicklung gelangte Schwärmer einzellig bleibende Geschlechtsindividuen liefern, welche miteinander derart copulieren, daß das seiner Größe nach auf dem Stadium des zur Ruhe gekommenen Schwärmers verharrende männliche Individuum (der Microgamet) durch einen von ihm gebildeten Copulationsschlauch mit dem zur Größe der entstehenden Zygo(Oo-)spore herangewachsenen weiblichen Individuum (den Macrogameten) in Verbindung tritt, will ich als den *Zygorhizidium*-Typus bezeichnen und diese Bezeichnung auch dann beibehalten, wenn — wie ich meine — die Gattung *Zygorhizidium* nicht aufrecht zu erhalten ist. Wie es auch die nachher zu schildernden Fälle dartun dürften, gibt es Fälle von Sexualität in Gattungen, die als der Geschlechtlichkeit entbehrend angesehen werden, die dartun, daß die Sexualität nicht gar zu selten übersehen sein dürfte. Dem Vorhandensein oder Fehlen von Geschlechtlichkeit, für sich allein, kann man keine gattungsbegründende Wichtigkeit zuerkennen, wie man denn auch sonst, z. B. eine sich durchaus ungeschlechtlich fortpflanzende Pflanze nicht in eine neue Gattung stellt, wenn ihre allernächsten Verwandten sexuell sind.

Betrachtet man das Abwerfen eines Deckels bei der Öffnung der Zoosporangien, bei einer in die Abteilung der Rhizidiaceen gehörenden Form — wie es mir scheint mit Recht — als den Hauptcharakter der Gattung *Chytridium*, so muß *Zygorhizidium Willei* als eine Art dieser Gattung betrachtet werden, wenn auch die

---

Schwärmer (siehe l. c. p. 326, Figurenerklärung der Fig. 3B und p. 328). Mit dem richtigen *Rhizophidium sphaerocarpum* (ZOPF) FISCHER, dessen Abbildung ATKINSON in Fig. 3H—M nach ZOPF gibt, hat dieser Organismus natürlich nichts zu tun. Wiewohl ATKINSON die Differenz zwischen seinem und ZOPF's *Rhizophidium sphaerocarpum*, insbesondere betreffs der Wirkung, die sein Parasit auf die *Mougeotia*-Zelle ausübt, aufgefallen war, so hat er es doch nicht erkannt, daß hier zwei verschiedene Organismen vorliegen (vgl. l. c. p. 328) und seine Identifikation nicht richtig ist. Darüber aber, daß diese Chytridiacee ATKINSON's mit meinem Chytridium (*Zygorhizidium*) *Willei* auf *Mougeotia* identisch ist, kann nach der Beschreibung und bildlichen Darstellung ATKINSON's l. c.) nicht der geringste Zweifel bestehen. Sollte jedoch ATKINSON auch sich entleerende Zoosporangien des richtigen *Rhizophidium sphaerocarpum* vor Augen gehabt haben — was nach der Schilderung der Schwärmerentleerung auf p. 326 (l. c.) und den gleichsam zur Illustration dieses Vorganges reproduzierten Figuren ZOPF's in seiner Fig. 3H—K nicht ganz ausgeschlossen erscheint —, so hat er einfach die zwei verschiedenen Chytridiaceen zusammengeworfen.

Dauersporen hier nicht endophytisch sind. Ich möchte jedoch diejenigen Formen, deren extramatrikale Zoosporangien mit einem scharfen Kreisriß, durch Abwerfen eines Deckels sich öffnen und deren Dauersporen ebenfalls extramatrikal gebildet werden, in ein Subgenus der Gattung *Chytridium* zusammenfassen, welches als *Ectochytridium* bezeichnet werden mag; wohin außer *Zygorhizidium Willei* LOEWENTHAL, derzeit noch *Chytridium (Rhizidium?) Conservae* WILLE, dann *Chytridium chaetophilum* n. sp. und die beiden (ihrer Zugehörigkeit allerdings noch durchaus fraglichen) folgenden Arten, *Chytridium (?) Characii* nov. spec. und *Chytridium (?) Spirotaeniae* nov. spec. zu stellen wären.

### *Chytridium (?) Characii* nov. spec.

(Taf. 1 Fig. 25 a—c).

Diese, ob der geschlechtlich erzeugten Dauersporen und der eigenartigen Struktur ihrer Membran bemerkenswerte, Chytridiacee fand ich in nicht sehr zahlreichen Exemplaren an abgestorbenen, meist inhaltsleeren Zellen einer nicht näher bestimmten *Characium*-Art, welche an Fäden von *Tribonema (Conferva) bombycinum* saß, bei Igló im Mai 1904.

Dauersporen (Fig. 25 a—c) langgestreckt eiförmig, oblong oder etwas keulenförmig, mit ihrer Längsachse senkrecht zum Substrat stehend, demnach mit einem Ende demselben aufsitzend, 5—6  $\mu$  dick und 10—14  $\mu$  lang (an kleineren Exemplaren der Nährpflanze kleiner, 4—7  $\mu$  dick und 7—9  $\mu$  lang), farblos. Membran auffallend dick, aus zwei Schichten bestehend, von denen die innere dicht, glänzend, homogen und glatt ist, die äußere — manchmal bisweilen an der Basis, bisweilen am Scheitel der Spore von größerer Dicke — im optischen Längsschnitt deutlich gestreift, schöne Stäbchen (Prismen-)struktur zeigt, was der Spore ein sehr charakteristisches, auffallendes Ansehen verleiht. Die Dauersporenoberfläche erscheint von in Längsreihen angeordneten, punktförmigen, jedoch längsgestreckten Wärzchen grob punktiert. Der Inhalt besteht aus zahlreichen, dicht gehäuften, annähernd gleichgroßen, runden, farblosen, mattglänzenden Körperchen (wahrscheinlich Fetttropfchen), die auf Alkoholeinwirkung zu einigen größeren Tropfen zusammenfließen. Eine Färbung derselben mit Sudan III oder Alkannatinktur gelang — wahrscheinlich der Undurchlässigkeit der Membran wegen — nicht. Diese Körperchen erscheinen öfters in zwei Gruppen gehäuft, welche durch eine mittlere körnchenfreie Zone voneinander geschieden



werden (Taf. 1 Fig. 25 c). In einem Fall war von der Basis der Dauerspore, d. h. des weiblichen Individuums ein feiner, wurzelartig verzweigter, in das Lumen der Nährzelle eingedrungener Rhizoidfortsatz deutlich zu sehen (Taf. 1 Fig. 25 c). Mit diesen Dauersporen im Zusammenhange findet sich stets eine kleine, rundliche, zartwandige Zelle von ca. 2—2,5  $\mu$  Durchmesser, die in größerer oder geringerer Entfernung von der Dauerspore ebenfalls derselben Nährpflanze aufsitzt, in deren Lumen aber nicht einzudringen scheint. Diese kleine Zelle ist das als Antheridium fungierende männliche Individuum, der Microgamet, der von seinem basalen Teil aus einen etwas dickwandigen, doch ein sehr deutlich erkennbares Lumen aufweisenden Copulationsschlauch bis zum weiblichen Individuum (dem Macrogameten) entsendet und mit diesem — ebenfalls an dessen Basis — in Verbindung tritt (Taf. 1 Fig. 25 a—c). Die Länge dieses, außen an der Oberfläche der Wirtszelle verlaufenden Copulationsschlauches hängt ganz und gar von der Entfernung ab, in welcher sich die beiden copulierenden Geschlechtsindividuen (die Gameten) befinden. Nach vollzogener Befruchtung erscheint das männliche Individuum und dessen Copulationsschlauch vollkommen leer. Die Keimung der Dauerspore ist unbekannt, und leider sind es auch die Zoosporangien.

Wie man sieht ist hier der Typus der Befruchtung genau derselbe wie bei *Zygorhizidium Willei* LOEWENTHAL und ich könnte diesen Organismus ganz gut für eine *Zygorhizidium*-Art erklären, wenn ich die Gattung *Zygorhizidium* für berechtigt halten würde. Erachtet man es vielleicht — auf Grund dieser Übereinstimmung — als wahrscheinlich, daß die noch unbekanntenen Zoosporangien sich auch hier, wie dort, durch Abwerfen eines Deckels öffnen werden, so muß man diese Chytridiacee als Chytridium (*Ectochytridium*) *Characii* bezeichnen; sollte dies aber nicht der Fall sein und die Entleerung der Schwärmer durch eine durch Vergallertung einer Stelle in der Zoosporangiummembran entstandene Öffnung erfolgen, so haben wir nichts anderes, als eine geschlechtliche *Rhizophidium*-Art vor uns, wie wir einige solche alsbald (weiter unten) beschreiben werden.

### *Chytridium* (?) *Spirotaeniae* nov. spec.

(Taf. 1 Fig. 26—29.)

Der junge Keimling hat eine rundlich-kegelförmige (im optischen Längsschnitt abgerundet-dreieckige) Gestalt und sitzt mit breiter Basis der Oberfläche der Wirtszelle auf; er enthält im dichten,

körnchenfreien, homogenen Plasma einen großen Fetttropfen (Taf. 1 Fig. 26 bei k). Die Zoosporangien sind extramatrikal, glatt- und zartwandig, farblos, von der Seite gesehen sphäroidal (niedergedrückt-kugelig), quer-eiförmig, so daß ihr Breitendurchmesser stets ihre Höhe übertrifft, 12—14  $\mu$  breit, 8—9  $\mu$  hoch. Manchmal erscheint ihre obere, flachgewölbte Fläche exzentrisch flach-kegelförmig zugespitzt (Taf. 1 Fig. 26 bei x). Von oben gesehen ist das Sporangium oval, etwas eiförmig (Taf. 1 Fig. 26 a). Der Inhalt besteht aus dichtem, homogenem, weißglänzendem Plasma, welches größere, mattglänzende Fetttropfchen führt, wie dies auch sonst bei den Chytridiaceen vorkommt. Die Zoosporangien scheinen sich mit einem Loch zu öffnen, welches vielleicht, sowohl seitliche als auch apikale Lage haben kann. Die Schwärmer und ihre Bildung habe ich nicht gesehen; ebensowenig den intramatrikalen, haustorialen Teil dieses Organismus.

Die Dauersporen sind ebenfalls extramatrikal, farblos, kugelig; ihre Oberfläche ist vollkommen bedeckt mit an ihrer Basis 3  $\mu$  dicken, aneinanderstoßenden, 2—3  $\mu$  hohen, stumpfen oder spitzen, geraden oder etwas schnabelförmig gekrümmten, soliden, aus dichter, weißglänzender Wandsubstanz bestehenden Stacheln, wodurch sie ein morgensternförmiges Aussehen erhalten (Taf. 1 Fig. 27, 29 a, b). Samt den Stacheln haben sie einen Durchmesser von 11—20, zumeist 16  $\mu$ , während ihr Lumendurchmesser 9—12  $\mu$  beträgt. Die innere Schicht der dicken, so sehr auffällig skulpturierten, zweischichtigen Membran ist glatt, 2  $\mu$  dick. Im Lumen führen die Dauersporen einen farblosen, aus groben, runden Körnern (Fetttropfen?) bestehenden Inhalt. Ein großer Fetttropfen, wie ihn die Chytridiaceen-Dauersporen zu zeigen pflegen, war nicht vorhanden; ob er nicht erst in einem späteren Reifestadium erscheint, muß dahingestellt bleiben. Jede Dauerspore besitzt einen der Oberfläche der Wirtszelle anliegenden (bei reifen Dauersporen leeren) *Anhang*. Dieser Anhang ist in den typischen Fällen ein mehr oder weniger langer, zylindrischer Schlauch von 2  $\mu$  Dicke, welcher an jenem Ende, welches an die stachelige Dauerspore stößt, sich keulen- oder birnförmig, bis zu 9  $\mu$  Dicke erweitert; sein anderes von der Dauerspore abgewendetes Ende erscheint ebenfalls, jedoch nur im geringen Maße kugelig (knopfförmig) angeschwollen (Taf. 1 Fig. 28). Manchmal fehlt das zylindrische Mittelstück und die birnkeulenförmige Anschwellung grenzt sozusagen unmittelbar an die knopfförmige Erweiterung, beide gehen unvermittelt ineinander über und bilden dann ein etwas unregelmäßig gestaltetes, blasenartiges

Gebilde (Taf. 1 Fig. 27 rechts und unten; 29 a). Dieser extramatrikale, glattwandige Anhang der stacheligen Dauerspore ist das als Antheridium fungierende männliche Individuum mit seinem Copulations-schlauch! Der Inhalt dieses männlichen Individuums tritt vollkommen in das zur Dauerspore werdende weibliche über; die Dauerspore entsteht also hier auf dem Wege der Copulation zweier Geschlechtsindividuen, mithin sexuell. Bei noch nicht völlig ausgebildeten Dauersporen und noch Inhalt führendem Copulationsschlauch läßt sich die offene Kommunikation zwischen den beiden Geschlechtszellen resp. Pflänzchen ganz deutlich beobachten (Taf. 1 Fig. 27, 28). Zur dickwandigen, morgensternförmigen Dauerspore wird nur der kugelige Körper des weiblichen Individuums, das nach erfolgter Befruchtung diese Öffnung durch Wandbildung wieder verschließt (Taf. 1 Fig. 29 b). Das Männchen ist auch hier ein junger, klein und kugelig bleibender Keimling (die knopfförmige Anschwellung am distalen Ende des Copulationsschlauches). Dieses klein bleibende, befruchtende Individuum (der Microgamet) treibt nun einen zunächst zylindrischen Copulationsschlauch von  $2\ \mu$  Dicke gegen das größere, als Macrogamet fungierende Individuum, wodurch die Verbindung zwischen den beiden Gameten hergestellt wird. Der anfangs in seiner ganzen Länge gleich dicke Copulationsschlauch schwillt alsbald in der Nachbarschaft des „Oogoniums“, gleichsam ein „Appressorium“ bildend, keulen- resp. birnförmig an. Infolgedessen bleibt ein zylindrischer Teil desselben (in seiner ursprünglichen Gestalt) nur in jenen Fällen erhalten, wo die beiden Geschlechtsindividuen sich in größerer Entfernung voneinander befinden (Taf. 1 Fig. 28, 29 b); liegen sie hingegen nahe beieinander, dann wird durch das keulenförmige Anschwellen des Copulationsschlauches am weiblichen Individuum der ursprüngliche, fadenförmige Teil gänzlich zum Verschwinden gebracht und erscheint als nicht vorhanden (Taf. 1 Fig. 27 rechts und unten; 29 a). Die Keimung der Dauersporen ist unbekannt.

Ich fand diesen durch die Skulptur der Dauersporenmembran so ausgezeichneten, interessanten Organismus in geringer Menge in einer Wasserrinne am Südrande des Moores nordöstlich vom Hotel Móry (Csorbaër-See-Gegend) in der Hohen.Tátra, auf den vegetativen Zellen von *Spirotaenia condensata* BRÉB., im Sommer (gegen Mitte August) 1914.

Also auch hier erfolgt die Bildung der Dauerspore nach dem *Zygorhizidium*-Typus, denn das keulenförmige Anschwellen des männlichen Copulationsfortsatzes ist von ganz nebensächlicher Bedeutung.

Leider besitze ich keine genaue Beobachtung über die Öffnungsweise der Zoosporangien, und so bleibt es ungewiß, ob hier auch eine *Ectochytridium*- oder vielmehr eine geschlechtliche *Rhizophidium*-Art vorliegt.

***Rhizophidium asterosporum* nov. spec.**

(Taf. 1 Fig. 30—39.)

Die Dauersporen sitzen extramatrikal an den Fäden von *Tribonema* (*Conferva*) *bombycinum*. An der dem Substrat aufliegenden, breiten Fläche sind sie abgeplattet, sonst (die Rückenfläche) gewölbt und von oben gesehen etwas in die Länge gestreckt (Taf. 1 Fig. 30 a, b). Von der gesamten freien Oberfläche entspringen allseits, stumpfkegelförmige (bisweilen 3  $\mu$  hohe und an ihrer Basis 3  $\mu$  breite) Höcker, die der Spore eine unregelmäßig-sternförmige Gestalt verleihen, welche sehr an das lückenhaft bekannte *Rhizophidium cornutum* A. BR. auf *Sphaerozyga circinalis* (BRAUN 1855, Taf. IV Fig. 14—19), insbesondere an seine Fig. 14 erinnert (Taf. 1 Fig. 33, 36). Die aus weißglänzender Wandsubstanz bestehenden, soliden Höcker sind anfangs Aussackungen der Zelle, deren Wand damals noch dünn, durchaus gleich dick ist (Taf. 1 Fig. 32). Später werden diese Aussackungen mit Membransubstanz, die oft sehr schöne Schichtung zeigt, augenscheinlich durch Apposition, ausgefüllt, so daß sie zu höckerförmigen, aber nur scheinbar zentrifugalen Verdickungen der farblosen Dauersporenmembran werden (Taf. 1 Fig. 33 u. 35). Das Lumen der Dauerspore aber verliert hierdurch seine sternförmige Gestalt und wird rundlich. Der Inhalt der zumeist 12  $\mu$  langen und 6—9  $\mu$  hohen Dauersporen (samt den Höckern) besteht entweder aus aneinander gedrängten mehr oder weniger großen, rundlichen Fetttropfen, welche das ganze Lumen dicht erfüllen (Taf. 1 Fig. 36) oder es sind nur einige solcher größerer Fettkörper vorhanden und der übrige Teil des Zellumens wird von gleichmäßig granuliertem Plasma ausgefüllt, wodurch die Dauerzelle mehr Saprolegniaceen-Charakter erhält (Taf. 1 Fig. 37). Anscheinend ausnahmslos findet man ein zartwandiges, kugeliges, glattes Bläschen (eine Anhangszelle) von 2  $\mu$  Durchmesser der Oberfläche dieser sternförmigen Dauersporen ansitzen. Diese, bisweilen auch zu zweien vorhandenen (Taf. 1 Fig. 34), leeren Anhangszellen weisen darauf hin, daß ihr Inhalt in die größere, sternförmige Zelle entleert wurde. Ich fand eine junge, dünnwandige, sternförmige Dauerzelle, die in ihrem Innern Fett(?)körper verschiedener Form und Größe

enthielt und der eine kugelige Anhangszelle mit ebenfalls noch stark lichtbrechendem, fettreichem Inhalt ansaß. Diese Anhangszelle fungiert augenscheinlich als befruchtende, männliche Zelle (als Antheridium, Microgamet) und die sternförmige Dauerspore ist auch hier das Produkt einer Copulation, sie entsteht also auf geschlechtlichem Wege. Die Anhangszelle, der Microgamet, ist zweifellos nichts anderes als ein männlich differenzierter Schwärmer, der sich auf das zur Dauerspore werdende, größere, sternförmige, weibliche Individuum, dem Macrogameten, direkt festsetzte um an diesem (ohne an Größe zuzunehmen) die Befruchtung zu vollziehen. Der Ort der Anheftung des männlichen Individuums ist durchaus nicht bestimmt. Nicht selten findet man die leere Anhangszelle an der Spitze eines soliden, aus Membransubstanz bestehenden Höckers der ohnedies dicken Dauersporenmembran (Taf. 1 Fig. 35 ♂) und bei oberflächlicher Betrachtung läßt diese Tatsache die befruchtende Funktion der Anhangszelle als unmöglich erscheinen. Doch dieser Widerspruch löst sich sofort, wenn man es nicht vergißt, daß im Jugendzustand des weiblichen Individuums, zur Zeit der Befruchtung die Zellmembran auch an dieser Stelle — wie überall sonst — dünn war, und der Höcker erst nachher mit Membransubstanz ausgefüllt wurde. An entleerten männlichen Zellen sieht man oft ihren basalen Teil von stark lichtbrechender, dichter Substanz erfüllt (Taf. 1 Fig. 33, 34), es ist dies eine Erscheinung, welche man auch an den entleerten, der Oospore ansitzenden männlichen Zellen bei *Olpidiopsis schenkiana* begegnet, wo ja der Typus des Geschlechtsaktes ganz derselbe ist (siehe ZOPF 1884, Tab. XV Fig. 29, 30 a).

Als Zoosporangiumform dieses Organismus möchte ich jene, leider nahezu sämtlich entleert aufgefundenen Sporangien betrachten, welche ich in großer Zahl mit den Dauersporen zugleich, in Gemeinschaft mit diesen, an den Tribonemafäden beobachtete. Diese Zoosporangien haben die Gestalt eines kurzen, länglich-gestreckten, schwach bogig-gekrümmten, keulenförmigen, glatt- und dünnwandigen, farblosen Schlauches, der mit seiner Längsseite der Oberfläche des Tribonemafadens aufliegt (Taf. 1 Fig. 38 a, 39). Sie erscheinen durch ein weites, augenscheinlich durch Vergallertung der Membran entstandenes Loch, an ihrem verschmälerten Ende geöffnet, während das andere, keulenförmig verdickte, abgerundete, geschlossen blieb. Einigemal beobachtete ich im Innern solcher geöffneter Sporangien offenbar daselbst zur Ruhe gekommene, d. h. nicht ausgeschwärmte Schwärmer; sie boten das Bild typischer Chytridiaceen-Schwärmer. Sie waren kugelig und in ihrem dichten, homogenen, weißlich

glänzenden Plasmakörper war ein größeres, stark lichtbrechendes, dunkles Fetttröpfchen sichtbar (Taf. 1 Fig. 39). Die beweglichen Schwärmer selbst, ihre Bildung, ihren Austritt habe ich nicht gesehen. Daß diese gestreckt-beutelförmigen, liegenden Zoosporangien und die sternförmigen Dauersporen ein und demselben Organismus angehören dürften, dafür spricht auch der auf Taf. 1 in Fig. 31 dargestellte Fall, wo sich im Innern einer extramatrikalen, gestaltlich mit diesen gestreckt-beutelförmigen Zoosporangien nahezu übereinstimmenden Zelle, verschieden große und geformte Fettmassen — wie sie für die jugendlichen Dauersporen, d. h. weiblichen Individuen charakteristisch sind — finden.

Über den intramatrikalen Teil dieses, sich nur auf eine Zelle des Wirtes beschränkenden Parasiten, kann ich leider nichts Näheres aussagen. In einem Fall (Taf. 1 Fig. 37) waren neben dem desorganisierten Zellinhaltsrest der *Tribonemazelle*, welcher extramatrikal eine sternförmige Dauerspore aufsaß, mehrere überaus feine, längsverlaufende Fäden sichtbar. Ein Zusammenhang derselben mit der extramatrikalen Dauerspore war indessen nicht zu erkennen und so bleibt es ganz und gar ungewiß, ob sie das Rhizoidssystem dieses Parasiten oder fremde, eingewanderte Organismen darstellen. Dagegen war an der Anheftungsstelle der sternförmigen Dauerspore die Membran der *Tribonema-Zelle*, die hier nach innen schwach hügelig verdickt erschien, ganz deutlich von einem feinem Bohrkanal durchsetzt. Diese hügelförmige Verdickung an der Eindringestelle des Parasiten, der Schutzwall, welchen die *Tribonema-Zelle* zur Abwehr des Parasitenangriffes errichtete, diese pathologische Wandsubstanz gibt auch hier bei Behandlung mit Chlorzinkjod dunkle Violettfärbung, also Cellulosereaktion, während die übrige, normale Wandsubstanz der *Tribonema*, sowie auch die Membran des Parasiten hierbei farblos bleibt.

Ich fand diesen Parasiten in der zweiten Hälfte des Monats Mai in den Jahren 1903 und 1904 bei Igló, wo sich *Tribonema (Conferva) bombycinum* an einer Lokalität massenhaft von ihm befallen zeigte. Trotzdem mußten zahlreiche Lücken in seiner Erkenntnis offen bleiben.

Aus der voranstehenden Schilderung dürfte es genügend klar hervorgehen, daß unser Organismus — abgesehen von der sexuellen Entstehung seiner Dauersporen — unzweifelhaft in die Chytridiaceen Gattung *Rhizophidium* gehört. Von dieser Gattung heißt es aber bislang (FISCHER 1892, p. 87; SCHRÖTER 1897, p. 75), daß Sexualität nicht vorhanden ist. Das Auffinden von hierher gehörenden, jedoch

sexuellen Formen nötigt aber durchaus nicht zur Aufstellung einer neuen Gattung, sondern führt einfach dazu, die Charakteristik der Gattung *Rhizophidium* resp. diejenige der Sub-Familie der Rhizidiaceae (SCHRÖTER 1897, p. 75; Metasporeae FISCHER 1892, p. 85) dahin richtigzustellen; „daß die Bildung der Dauersporen teils sexuell, teils ungeschlechtlich erfolgt“.

***Rhizophidium gontosporum* nov. spec.**

(Taf. 1 Fig. 40—42; Taf. 2 Fig. 43—50.)

Die Zoosporangien dieses auf *Tribonema* (*Conferva*) *bombycinum* parasitierenden Organismus sehen gestaltlich dem Chytridium (*Rhizophidium*) *transversum* A. BR. (vgl. A. BRAUN 1855, Taf. IV Fig. 2 u. 3), das Volvocineen, hauptsächlich *Chlamydomonas*-Arten befällt, sehr ähnlich. Sie zeigen von der Seite gesehen die Gestalt einer liegenden Zitrone oder besser gesagt diejenige eines Weckens, welcher mit seiner Längsachse dem *Tribonema*-Faden parallel aufliegt (Taf. 1 Fig. 40 a, b, c). Meist ist die basale (Bauch-) Fläche weniger gewölbt als die äußere Rückenfläche; von oben gesehen erscheinen sie dickspindelförmig (Taf. 2 Fig. 44). Es kommt jedoch auch vor, daß die Bauchfläche stark, halbkugelig gewölbt und die Rückenfläche abgeplattet ist, wodurch die Seitenansicht einigermaßen dreieckig wird (Taf. 2 Fig. 43, rechts). Die beiden gegenüberliegenden Spitzen des dick-spindelförmigen Sporangiums sind schwach zitzenförmig vorgezogen (Taf. 1 Fig. 40 a, c). Abweichungen von der typischen Weckengestalt ins liegend Eiförmige oder etwas Unregelmäßige finden sich öfters. Charakteristisch ist jedoch die stets liegende, längere als höhere Gestalt. Sie sind 9—16, zumeist 12—14  $\mu$  lang und 6—11, zumeist 8  $\mu$  hoch, also gewöhnlich  $1\frac{1}{2}$  mal, höchstens 2 mal so lang als hoch. Die Membran ist glatt und farblos. Anfangs erscheint ihr Inhalt von größeren und kleineren stark lichtbrechenden Körnchen (Fett?) grobkörnig; vor der Schwärmerbildung wird er gleichmäßig feinkörnig (Taf. 1 Fig. 40 b). Nun fließen die gleichgroßen, stark lichtbrechenden und glänzenden Körperchen portionenweise zusammen und kugeln sich zu den gleichgroßen, exakt kugeligen Öltropfen der zukünftigen Schwärmer ab, die nun im homogenen, hyalinen, körnchenfreien Plasma, welches das ganze Lumen des Sporangiums erfüllt, liegen. Das Sporangium zeigt dann das so charakteristische Aussehen eines reifen Chytridiaceen-Zoosporangiums (Taf. 1 Fig. 40 c). Die Zerklüftung der Plasmamasse in die Schwärmer erfolgt innerhalb des Sporangiums und die Schwärmer treten einzeln,

fertig gebildet aus. Indem die Sporangiummembran an den beiden zitzenförmigen Spitzen vergallert, öffnet sich also das Sporangium mit zwei gegenüberliegenden Löchern (Taf. 2 Fig. 43, 44). Doch kommen Fälle vor, insbesondere bei liegend-eiförmigen Sporangien (Taf. 1 Fig. 41), wo nur eine Öffnung gebildet wird und durch diese der Austritt der Schwärmer erfolgt. Beim Austritt der Schwärmer wird die Geißel nachgezogen. Nach dem Austritt zeigt der Körper des Schwärmers amöboide Bewegung und erst nachher nimmt er die schwärmende Bewegung auf. Die Schwärmer (Taf. 1 Fig. 42) sind oblong, dick-stäbchenförmig, zweimal so lang als dick ( $6 = 3 \mu$ ). Die vordere Hälfte ihres Körpers besteht aus hyalinem, farblosem, homogenem Plasma und im hinteren Ende liegt der stark lichtbrechende Fetttropfen, welcher die ganze Dicke des Körpers einnimmt. Die einzige, kurze, nur doppelkörperlange Geißel entspringt am Hinterende und wird bei der Bewegung immer nachgezogen. Die Bewegung der Schwärmer ist sehr eigentümlich; durchaus nicht chytridiaceenartig, weder hüpfend, noch sehr lebhaft, sondern bakterienartig, behäbig. Der Schwärmer schwimmt wackelnd ruhig vorwärts (genau wie ein Bakterium), führt dann kreisende Schwimmbewegungen aus, heftet sich an einem Pole fest und rotiert mit dem anderen im Kreise und bleibt endlich vollkommen ruhig, die Geißel nach hinten gerade ausgestreckt, einige Augenblicke liegen. Ein Schlag mit der Geißel und mit einem hüpfenden Schnellen nimmt der Schwärmer wieder die Bewegung auf. Diese sich recht häufig wiederholenden Ruhepausen sind für die Schwärmer sehr charakteristisch und auch ihr sonstiges Betragen erinnert vielfach an die Bakterien Schwärmer. Das Festsetzen, ihre Keimung habe ich nicht beobachtet. Ebenso ist der intramatrikale Teil dieses Parasiten mir unsichtbar geblieben.

In dem sonst zumeist ganz leeren Lumen dieser ei-weckenförmigen, ungeöffneten Sporangien findet man nicht selten eine einzige, kugelige, glatt- und dickwandige Zelle von 6—9, zumeist  $8 \mu$  Durchmesser, in deren ziemlich homogenem, etwas feinkörnigem Inhalt bisweilen ein großer, mattglänzender, rundlicher oder unregelmäßiger Fett(?)körper erkennbar ist (Taf. 2 Fig. 45 a u. b). Diese endogene Zelle bietet ganz das Aussehen einer Dauerspore und außer ihr finden sich im Lumen des Sporangiums öfters noch einige Fetttropfen, stark lichtbrechende und glänzende Schollen (Taf. 2 Fig. 45 a). Ich war anfangs geneigt, diese merkwürdigen, endogenen Dauerzellen als die Dauersporen unseres Organismus zu betrachten, bis mir nicht extramatrikale, sexuell gebildete Dauersporen unter



solchen Umständen unter die Augen kamen, die mich zwingen, diese für die Dauer- resp. Oosporen unseres Organismus zu halten (Taf. 2 Fig. 47, 48). Welche Bewandnis hat es aber nun mit diesen kugeligen Dauerzellen im Innern von Zoosporangien? Nun — entweder liegt hier eine ungeschlechtliche, endogene Cystenbildung vor, welche aber in dieser Form bisher bei den Chytridiaceen unbekannt war<sup>1)</sup>, oder es sind die Dauersporen eines parasitischen Organismus, der in die Zoosporangien unseres *Rhizophidium* eindrang. Diese Sache ist mithin noch weiterer Aufklärung bedürftig.

Was unter anderem unser *Rhizophidium* merkwürdig und auffallend macht, sind die Desorganisationserscheinungen, die es in den Zellen von *Tribonema bombycinum* hervorruft und welche eine gute, zuverlässige Marke resp. ein beweiskräftiges Argument für die Zugehörigkeit der gleich zu schildernden, sexuell erzeugten Dauersporen zu den weckenförmigen Zoosporangien abgeben. Ein *Rhizophidium*-Individuum tötet augenscheinlich nur eine *Tribonema*-Zelle ab. Die grünen Chromatophoren derselben werden hierbei ockergelb, selbst orangerot verfärbt und schrumpfen zusammen, der Zellsaft und gewisse Zersetzungsprodukte erscheinen aber schön, mehr oder weniger intensiv rosenrot gefärbt (Taf. 1 Fig. 40 a, b; Taf. 2 Fig. 47 a, 48). Außerdem ist Fett in farblosen oder gelbgefärbten runden Tropfen oder unregelmäßig geformten Maßen reichlich vorhanden. Diese bunte (gelbbraune resp. orangegelbe und rosenrote) Färbung der getöteten *Tribonema*-Zellen macht die Infektion durch diese Chytridiacee recht auffällig. Der Parasit verzehrt aber nicht den gesamten Zellinhalt der angegriffenen Wirtszelle, sondern nur offenbar einen geringen Teil desselben; denn Fettmassen und verfärbte Chromatophorenreste bleiben in den *Tribonema*-Zellen reichlich zurück (Taf. 2 Fig. 43).

An solchen durch die rosenroten Desorganisationsprodukte so scharf charakterisierten *Tribonema*-Zellen findet man extramatrikal, in ganz ausschließlicher Weise und stets (oft an demselben Faden dieser Alge gleichzeitig) entweder ein weckenförmiges Zoosporangium oder die vorgreifend erwähnten, eckigen, sexuell erzeugten Dauer(Oo-)sporen (Taf. 1 Fig. 40 a; Taf. 2 Fig. 47 a u. 48). Die gleiche Wirkung, welche diese Bildungen auf die Zelle des Wirtes ausüben, gestattet mir den Schluß zu ziehen, daß in diesen beiden ein und derselbe Organismus vorliegt, denn die gleiche Wirkung beruht hier offenbar auf der gleichen

<sup>1)</sup> Einige andere, ganz ähnliche Fälle (unter anderem auch bei Chytridium Olla A. Br.) gedenke ich bei einer späteren Gelegenheit zu behandeln.

Ursache! Andere parasitische Chytridiaceen hingegen, welche sich schon ihrer Gestalt nach als verschieden erweisen und mit *Rhizopodium goniosporum* vergesellschaftet, gleichzeitig auf einen solchen derart affizierten *Tribonema*-Faden finden, üben auf ihre Nährzelle keine derartige Wirkung aus; es handelt sich eben um andere Organismen.

Die extramatrikalen Dauersporen von zumeist 6—7  $\mu$  im Durchmesser besitzen eine hoch-, überhalbkugelig gewölbte Rückenfläche und liegen mit flachkonvexer Bauchfläche dem Substrat, der *Tribonema*-Zelle auf (Taf. 2 Fig. 47 a, 48); sie besitzen also im Grunde genommen die nämliche Gestalt wie die weckenförmigen Zoosporangien. Schon in der Seitenansicht (Taf. 2 Fig. 47 a), noch mehr aber in der Aufsicht (von oben) (Taf. 2 Fig. 47 b) erscheint ihr Umriß in charakteristischer Weise vieleckig (6, 7, 8-eckig) mit deutlich ausgeprägten Winkeln, an welchen zuweilen die starke, doppelt konturierte, farblose Membran der Oospore in der Seitenansicht warzenförmig vorspringende, zentrifugale Verdickungen aufweist (Taf. 2 Fig. 48). Das Lumen dieser Oosporen ist ganz erfüllt von dicht aneinander gedrängten, rundlichen, annähernd gleichgroßen, größeren, stark lichtbrechenden, wohl aus Fett bestehenden Körperchen (Tropfen). Diesen Dauersporen mit breiter, ebener Fläche ansitzend findet man stets eine (selten auch zwei, Taf. 2 Fig. 49) kleine, rundliche, glattwandige Zelle von 3  $\mu$  Diam., zumeist ohne Inhalt. Führt diese Anhangszelle, die nichts anderes als das männliche Individuum ist, noch Inhalt, so zeigt er ebenso nämlich wie derjenige der zukünftigen Dauerspore (des weiblichen Individuums) sich reich an rundlichen, größeren Fett(?)tröpfchen; an der ganzen Berührungsfäche erscheint die beide Zellen trennende Membran verschwunden, beide Zellen stehen in offener Kommunikation, ihre Inhalte befinden sich im einheitlichen Zusammenhang (Taf. 2 Fig. 46). Es kommen bisweilen Fälle vor, wo das weibliche Individuum (die zukünftige Dauerspore) und das mit ihr bereits fusionierte männliche Individuum, noch vor der Ausbildung der Dauerspore, des Inhaltes völlig beraubt erscheinen. In solchen Fällen kann man es in unübertrefflicher Deutlichkeit sehen, wie beide an ihrer ganzen Berührungsfäche miteinander in offener Verbindung stehen, wie beide ihr Lumen zu einem vereinigt haben. Stets wird der gesamte Inhalt des männlichen Individuums in die weibliche Zelle aufgenommen, welche nach erfolgter Befruchtung sich wieder von der männlichen Zelle durch Wandbildung abschließt und diese dann als „Anhangszelle“, als leeres Bläschen an ihrer Seite trägt (Taf. 2 Fig. 47 a, b, 48).

Die Dauersporen entstehen hier mithin sexuell nach dem Typus von *Olpidiopsis* (CORNU 1872, Pl. 3 Fig. 11, Pl. 4 Fig. 4).

Nun möchte ich noch einen ziemlich dunklen, nicht aufgeklärten Fall erwähnen. Im Lumen eines eckigen weiblichen Individuums, welches an seiner Seite das rundliche, entleerte männliche Individuum trug, wo demnach die Copulation bereits abgelaufen und die Kommunikationsstelle der beiden Geschlechtsindividuen durch eine dichte, stark lichtbrechende Substanz verschlossen war, lag frei eine kugelige, dickwandige, farblose Zelle von  $6 \mu$  Diam., die nicht nur ihrer Gestalt, sondern auch in ihrem Bau, d. h. der Beschaffenheit ihres Inhaltes nach übereinstimmte mit jenen endogenen Zellen, welche sich in den weckenförmigen Zoosporangien finden und welche ich als Cysten anzusprechen geneigt wäre (Taf. 2 Fig. 50). Ich muß gestehen, daß das Vorkommen dieser Bildung an dieser Stelle mit dieser Auffassung nicht recht vereinbar ist, sondern eher dafür zu sprechen scheint, daß hier doch ein Endoparasit vorliegt.

Eingangs erwähnte ich, daß die Zoosporangien unseres Organismus dem *Chytridium* (*Rhizophidium*) *transversum* A. BR. gestaltlich sehr ähnlich sind. Wegen dieser Tatsache muß es erwogen werden, ob hier nicht *Rhizophidium transversum*, jedoch auf einer anderen, bislang unbekannt gewesenen Nährpflanze vorliegt. Es müßte vor allem durch dahingehende Versuche entschieden werden, ob *Rhizophidium transversum* auf *Tribonema* oder umgekehrt unser Organismus auf Volvocineen übergeht. Da aber solche Versuche noch ausstehen, so muß man folgendes vor Augen halten. Gegen eine derartige Identifizierung spricht die Verschiedenheit der Nährpflanzen, die verwandtschaftlich einander recht fernstehen, obwohl dies nicht gar zu viel zu bedeuten hat; ferner die Feststellung DANGEARD's (1900 a, p. 284 u. p. 283 Fig. 1 H—L), der bei *Chytridium* (*Rhizophidium*) *transversum* extramatrikale, rundliche, dickwandige, gelbgefärbte Cysten auffand, welche ich bei meinem Organismus nicht beobachtete. Über die Bewegungsart der elliptischen und länger begeißelten Schwärmer äußert sich DANGEARD leider nicht, und ebenso ist dort keine Rede von sexuell erzeugten, eckigen Dauersporen. Daher glaube ich, daß mein Organismus mit *Rhizophidium transversum* A. BR. nicht identisch ist. Die weckenförmige Gestalt der Zoosporangien ist überdies weder ein Spezifikum von *Chytridium transversum*, noch von *Rhizophidium goniosporum*, denn sie findet sich auch bei einer Chytridiacee, welche ich für *Rhizophidium* (*Chytridium*) *irregulare* DE WILDEMAN halte (Taf. 2 Fig. 51); hier sind auch extramatrikale, glatt- und dickwandige, niedergedrückt-kugelige,

14—15  $\simeq$  12  $\mu$  große Dauerzellen vorhanden, so daß diese Form dem *Rhizophidium transversum* tatsächlich nahesteht (FISCHER 1892, p. 105), wenn sie nicht mit demselben sogar identisch ist (vgl. Taf. 2 Fig. 51 mit DANGEARD 1900 a, p. 283, Fig. 1 J—K), obwohl sie auf Diatomeen parasitiert.

Die polyaedrischen Oosporen von *Rhizophidium goniosporum* sind denjenigen von *Rhizophidium asterosporum* in nicht geringem Maße ähnlich, besonders in jenen Fällen, wo an den Ecken starke, warzenförmige Verdickungen der Membran vorhanden sind (Taf. 2 Fig. 48), und da bei beiden Arten die Oosporen zufolge ihrer geschlechtlichen Entstehung das entleerte männliche Individuum in charakteristischer Weise als „Anhangszelle“ tragen, zudem beide dieselbe Nährpflanze bewohnen, so kann ein etwaiger dahingehender Verdacht, daß diese polyaedrischen Oosporen ebenfalls, d. h. eigentlich zu *Rhizophidium asterosporum* gehören, nicht als unbegründet bezeichnet werden. Da jedoch die Oosporen von *Rhizophidium goniosporum* in ihrem Jugendzustand nicht jene höckerförmigen, später von Wandsubstanz ausgefüllten Aussackungen besitzen, wie diejenigen von *Rhizophidium asterosporum*, so erhalten sie auch nicht jene bedeutend mehr sternförmige Gestalt, welche für *Rhizophidium asterosporum* charakteristisch ist. Ferner findet man sowohl die beutelförmigen, liegenden Zoosporangien, als auch die morgensternförmigen Oosporen von *Rh. asterosporum* nie auf solchen Zellen von *Tribonema*, die in ihrem Innern die rosenroten Desorganisationsprodukte zeigen; ein Zeichen dafür, daß es sich hier um einen anderen Organismus handelt, der auch auf die Wirtszelle eine andere Wirkung ausübt. Eine merkwürdige und beachtenswerte Erscheinung ist es indessen, daß zu den beiden, durch polyaedrisch-sternförmige, sexuell nach dem *Olpidiopsis*-Typus entstehende Oosporen ausgezeichneten *Rhizophidium*-Arten sozusagen „liegende“ Zoosporangien gehören. *Rhizophidium asterosporum* und *Rhizophidium goniosporum* stehen einander entschieden nahe; daher die weitgehende Übereinstimmung.

Es erscheint mir nun am Platze, hier eines sehr interessanten Fundes zu gedenken, dessen Substrat die weckenförmigen Zoosporangien einer Chytridiacee, unseres *Rhizophidium goniosporum* sind, welche sich als Wirt einer anderen, ebenfalls in die Gattung *Rhizophidium* zu stellenden, extramatrikal fruktifizierenden, parasitischen Chytridiacee präsentieren.

*Rhizophidium parasitans* nov. spec.

(Taf. 2 Fig. 52—56.)

An inhaltsleeren, jedoch geschlossen erscheinenden, weckenförmigen Zoosporangien von *Rhizophidium goniosporum*, in deren Innern die kugelige, aber ebenfalls vollkommen leere Zelle lag, von der es ungewiß ist, ob sie eine endogene Cyste oder die Dauerspore eines Endoparasiten ist (siehe oben), fand ich öfters an jener Stelle, wo diese Zelle die Membran des Zoosporangiums nahezu berührt, außen eine farblose, glatt- und zartwandige, kugelige Zelle von 8—10  $\mu$  Durchmesser mit vakuolenfreiem, gleichmäßig körnigem Inhalt (Taf. 2 Fig. 52). In Anbetracht dessen, daß die endogene Zelle des Zoosporangiums in solchen Fällen leer ist, könnte man daran denken, daß man es hier mit dem Auskeimen derselben zu tun hat. Doch ist dem kaum so! Verfolgt man nun die weitere Entwicklung dieser kugeligen, extramatrikalen Zelle, so sieht man, wie die stark lichtbrechenden Körnchen ihres Inhaltes portionsweise zu gleichgroßen, stark lichtbrechenden und glänzenden, exakt kugeligen Fetttropfen zusammenfließen, die annähernd gleichmäßig im Zellinhalt verteilt erscheinen, und vor uns liegt das typische Bild eines Chytridiaceen-Zoosporangiums. Diese Fetttropfen, die Fetttropfen der zukünftigen Schwärmer, ändern geraume Zeit hindurch langsam ihren Platz und ihre gegenseitige Lage, was auf Bewegung in dem sonst homogenen, körnchenfreien Inhalt des Sporangiums hindeutet. Die Zerklüftung in die Schwärmer findet noch innerhalb des Sporangiums statt (Taf. 2 Fig. 53) und die zerklüftete Masse zeigt fort jene langsame Bewegung. Die Öffnung des Sporangiums erfolgt am Scheitel durch Vergallertung einer kreisförmigen Membranpartie, ohne Abwerfen eines Deckels. Die Entleerung der Zoosporangien sah ich auf zweifache Art vor sich gehen. In einigen Fällen blieben die Schwärmer zu einem Ballen dicht aneinander gedrängt vor dem Sporangium liegen, als würden sie dort in eine Blase entleert worden sein. Dann erst entfernten sie sich langsam voneinander, ohne jedoch die Schwärmbewegung aufzunehmen, gleichsam als würde die sie umhüllende Blase langsam aufquellend zerfließen. In anderen Fällen treten die Schwärmer einzeln aus, bleiben zunächst vor dem Sporangium bewegungslos liegen, wobei jedoch ihr Körper lebhaft amöboide Bewegungen ausführt. In beiden Fällen nahmen dann die Schwärmer plötzlich ihre sehr lebhaft hüpfende Bewegung auf. Der Körper der Schwärmer ist kugelig und mißt 4  $\mu$  im Durchmesser; die einzige, beim

Austreten aus dem Sporangium nachgezogene Geißel ist lang, circa 6 mal so lang als der Körperdurchmesser. In ihrem Innern führen sie den charakteristischen, exzentrischen Fetttropfen. Es sind dies in jeder Hinsicht typische Chytridiaceenschwärmer (Taf. 2 Fig. 54). Diese Schwärmer sind also nicht nur in ihrer formalen Ausgestaltung, sondern auch in ihrem Benehmen während des Schwimmens ganz verschieden von denjenigen, welche in den weckenförmigen Sporangien des *Rhizophidium goniosporum* entstehen, und dies liefert den ganz klaren Beweis, daß sie nicht dem Entwicklungskreis dieser Chytridiacee, sondern einem anderen Organismus angehören. Denn aller bisherigen Erfahrung nach sind bei den Chytridiaceen die Schwärmer ein und derselben Art gleichgestaltet, mögen sie aus vegetativen Zoosporangien, aus ungeschlechtlich entstandenen Cysten oder aus Dauersporen hervorgegangen sein. Nach der Entleerung der Schwärmer bleibt das Sporangium als äußerst zartwandige, leere Blase zurück (Taf. 2 Fig. 55). Das weitere Schicksal der Schwärmer, ihre Keimung blieb unbekannt.

Der Umstand, daß sich diese extramatrikalen, kugeligen Zoosporangien nur an solchen Zoosporangien von *Rhizophidium goniosporum* finden, welche im Innern jene kugelige Zelle von Dauersporentypus enthalten und noch dazu derart, daß das extramatrikale Zoosporangium sozusagen dieser letzteren aufsitzt, erscheint geeignet dafür zu sprechen, daß das extramatrikale Sporangium einem Parasiten angehört, der eigentlich diese endogene Cyste und nicht das weckenförmige Zoosporangium von *Rhizophidium goniosporum* befällt und deren Inhalt er aufgezehrt hatte, oder aber, daß hier dennoch eine Auskeimung dieser endogenen Cyste vorliegt, die sich dadurch in ganz klarer Weise als eine fremde, parasitäre Bildung erweisen würde, da die entstehenden Schwärmer von einem ganz anderen Typus (in Form und Bewegungsart) den Beweis hierfür liefern. Gegen diese beiden Auslegungen sprechen jedoch die — wie ich glaube — der Art und Weise ihres Auftretens nach unzweifelhaften Dauersporen des *Rhizophidium parasitans* (Taf. 2 Fig. 56), die ebenso wie die kugeligen Zoosporangien extramatrikal den weckenförmigen, inhaltsleer erscheinenden Zoosporangien von *Rhizophidium goniosporum* aufsitzen. Es sind dies asexuell entstandene, kugelige Zellen von  $6 \mu$  Durchmesser mit dicker, dunkel und scharf begrenzter, glatter, farbloser Membran, welche in ihrem Innern eine runde Fettkugel von  $3 \mu$  Durchmesser und einige gröbere Körnchen, mithin Chytridiaceencharakter zeigen. Nun diese Dauersporen finden sich wieder nur an solchen weckenförmigen Zoosporangien, welche

keine (eigene oder fremde?) Cyste enthalten! (Taf. 2 Fig. 43, mittleres Sporangium bei P und Fig. 56.) Auf Grund dieser Tatsache ist man gezwungen, sich nur dahin zu äußern, daß *Rhizophidium parasitans* eine Chytridiacee repräsentiert, welche auf den Zoosporangien von *Rhizophidium goniosporum* schmarotzt. Die merkwürdige Erscheinung, daß eine Chytridiacee eine andere als Parasit befällt, steht jedoch nicht ganz vereinzelt da, denn einen Fall dieser Kategorie machte bereits DANGEARD (1889, p. 51) bekannt; ich meine das Vorkommen von *Olpidium sphaeritae* in den Dauersporen von *Sphaerita endogena* (s. l. c. Pl. III Fig. 3—7).

*Rhizophidium goniosporum* nebst *Rhizophidium parasitans* fand ich bei Igló auf *Tribonema bombycinum*.

Im Anschluß an diese beiden, soeben behandelten *Tribonema* (*Conferva*) befallenden, sexuell Dauersporen bildende *Rhizophidium*-Arten will ich hier eines weiteren Falles von geschlechtlicher Entstehung der Dauerspore gedenken, der eine ebenfalls auf *Tribonema* parasitierende Chytridiacee betrifft. Die vollkommenen, ausgebildeten Dauersporen dieses Organismus habe ich nicht gesehen; nur einige jüngere Stadien derselben beobachtet (Taf. 2 Fig. 57 a, b). Es war hier eine eiförmige, zart- und glattwandige Zelle mit farblosem, homogenem, weißlich mattglänzendem Inhalt, in dem ein oder zwei große, kugelige, farblose Öltropfen eingebettet lagen, zu sehen, welche mit abgeplatteter Basis der Oberfläche des *Tribonema*-Fadens senkrecht aufsaß (♀). Intramatrikal zeigte die Wand der *Tribonema*-Zelle an der Anheftungsstelle des extramatrikalen Körpers eine hügelartige Verdickung; den Schutzwall, den die Wirtszelle zur Abwehr des parasitären Angriffes gebildet hatte (s). An der Basis dieser größeren eiförmigen Zelle sitzen extramatrikal 1—3 kleine, rundliche bis eiförmig gestreckte, dünnwandige Zellchen (♂) dieser an, die teils ähnlichen Inhalt führen wie die große eiförmige Zelle, teils denselben bereits entleert haben und als leere Bläschen erscheinen. Die größere eiförmige Zelle ist das weibliche Individuum, die kleinen ihr ansitzenden Zellen die sie befruchtenden männlichen Individuen (♂). Auf einem älteren Stadium (Fig. 2 Fig. 58) erscheint die weibliche Zelle bedeutend gewachsen; sie hat kugelige Gestalt angenommen und im Innern, in dem dichten, körnchenfreien, weißlichen Plasma liegt eine Anzahl von Fetttropfen verschiedener Größe, deren einige besonders groß sind. Die leere männliche Zelle (♂) haftet ihr mit einem feinen, stielförmigen, ganz kurzen, aber deutlichen Copulationsschlauch an.

Welche Zoosporangien zu diesen Dauersporen gehören, darüber kann ich nur eine unsichere Vermutung äußern. Ich fand ebenfalls an *Tribonema*, in Gesellschaft von *Rhizophidium goniosporum*, extramatrikale, birnförmige, 8  $\mu$  lange und 5  $\mu$  breite Zoosporangien, welche mit ihrer Längsachse der Wirtszelle senkrecht aufsaßen<sup>1)</sup> (Taf. 2 Fig. 59). Der eiförmige Körper hat einen zitzenförmigen Scheitel und so erhielten die Sporangien eine Form, welche derjenigen von *Rhizophidium mammilatum* A. BR. ähnelt, welche Chytridiacee verschiedene Algen, insbesondere Confervoideen, unter anderem auch *Conferva bombycina* (FISCHER 1892, p. 93) befällt. Ich wäre geneigt, diese Zoosporangien mit den oben erwähnten Dauersporenbildungsstadien in genetischen Zusammenhang zu bringen. Mit *Rhizophidium mammilatum* A. BR. läßt sich jedoch diese Form kaum identifizieren, da die Gestalt des Zoosporangiums keineswegs zitronenförmig ist, die größte Breite demnach nicht in der Mitte zeigt, sondern birnförmig ist und am dicksten im basalen Drittel des Körpers erscheint. Auch sind die Dimensionen andere; diejenigen von *Rhizophidium mammilatum* A. BR. sind nämlich ganz beträchtlich größer (25—30  $\mu$  lang, 16—20  $\mu$  breit). Bei Igló.

Was mich veranlaßt diese so lückenhaft bekannte, unsichere Form hier zu behandeln, ist die bemerkenswerte Tatsache, daß hier die Mehrzahl von befruchtenden männlichen Individuen an einem Weibchen häufig zu sein scheint. Die Erscheinung physiologischer Polyandrie bei den Oomyceten ist eine ganz merkwürdige Erscheinung. Wohl den ersten Fall dieser Art entdeckte DE BARY (1881, p. 18, 20 und nochmals p. 75) an *Pythium proliferum* und *P. megalacanthum*, wo mehrere (bis zu 4) Antheridien an das Oogonium sich anheften und ihren Inhalt in dieses entleeren, obwohl nur ein Ei vorhanden ist und nur eine einzige Oospore gebildet wird. Dann fand FISCH (1884, Fig. 34—39) bei seinem *Pleocystidium parasiticum* (das jedoch nichts anderes als *Olpidiopsis Schenkiana* ZOPF ist), daß 1—4 „Anhangszellen“ (männliche Individuen) ihren Inhalt in das weibliche Individuum entleeren, das nun zur glattwandigen Dauerspore wird. Diese Fälle gehören aber der zweigeißeligen Saprolegniineen-Peronosporineenreihe an, während solche in der eingeißeligen Chytridineenreihe bisher unbekannt geblieben waren. Daß sie aber auch hier — wie man sieht — vorkommen, mithin in diesen beiden Hauptreihen der Oomyceten auftreten, ist einer jener gemeinsamen Züge, welche auf einen gemein-

<sup>1)</sup> Auch hier waren die für *Rhizophidium goniosporum* so charakteristischen, rosenroten Desorganisationsprodukte in der Wirtszelle nicht vorhanden.



samen Ursprung, auf die genetische Verwandtschaft dieser Reihen hindeuten (vgl. SCHERFFEL 1925, p. 25).<sup>1)</sup> Die Anzahl der Fälle, wo ein weibliches Individuum durch mehrere männliche befruchtet wird, ist jedoch bei den verschiedenen Arten, wo solches vorkommt, verschieden. So z. B. ist Polyandrie bei *Rhizophidium asterosporum* häufiger als bei *Rhizophidium goniosporum*, wo Monandrie vorzuherrschen scheint.

***Rhizophidium fallax* nov. spec.**

(Taf. 2 Fig. 60–62.)

Der äußeren Erscheinung, der Gestalt nach gleicht das Zoosporangium dem *Chytridium* (*Rhizophidium*) *globosum* A. BR. (Taf. 2 Fig. 60). Die extramatrikalen, glattwandigen, kugeligen Sporangien sind von verschiedener Größe. Auffallend, ja charakteristisch ist die stets stark ausgebildete, man könnte sagen mächtige, meist zylindrische, zapfenförmige, oft blaß rötlich-braun gefärbte, zentripetale Wandverdickung an der Innenfläche der Wirtszelle, an der Eindringestelle des Parasiten, durch deren Bildung diese den Angriff desselben abzuwehren bestrebt war. Der Inhalt des extramatrikalen Vegetationskörpers zeigt bei der Bildung der Zoosporen alle jene Veränderungen, wie sie für die Chytridiaceen charakteristisch sind. Die anfangs großen Fetttropfen verschiedener Größe werden in solche von mehr gleicher Größe zerteilt bis ein grobkörniger Zustand erreicht ist. Diese Zerteilung (Emulgierung) schreitet jedoch noch weiter fort, bis der Zellinhalt gleichförmig, ziemlich feinkörnig erscheint (Taf. 1 Fig. 60). Die Körnchen häufen sich nun zu Gruppen, so daß der Inhalt ein maulbeerförmiges Aussehen erhält. Nun fließen die Fettkörnchen einer jeden Gruppe zu einem anfangs etwas eckigen, alsbald völlig abgekugelten Fetttropfen zusammen, so daß gleichgroße, runde Fetttropfen in dem homogenen Inhalt des Sporangiums ziemlich gleichmäßig verteilt erscheinen. Das Sporangium bietet mithin bereits das so charakteristische Bild eines typischen Chytridiaceen-Zoosporangiums. Nun zerfällt der Inhalt in die Schwärmer, deren jeder einen Fetttropfen erhält. Bei der Ent-

<sup>1)</sup> Die bei *Polyphagus* beobachtete Erscheinung hingegen, wo insbesondere nach Befruchtung durch mehrere Männchen, an einem Prosporangium mehrere Dauersporen gebildet werden (NOWAKOWSKI 1878, Tab. X Fig. 90, 91) gehört nicht in diese Kategorie; ich sehe vielmehr hierin rudimentäre Mehreiigkeit, die durch besondere Umstände hervorgerufen werden dürfte. Die Bildung mehrerer Dauersporen von Seiten einer (weiblichen) Zelle bei einer Chytridiacee ist jedenfalls eine sehr beachtenswerte Erscheinung.

leerung des Sporangiums treten die Schwärmer einzelweise, fertig gebildet durch eine (oder mehrere?) feine, nadelstichartige, deutlich nicht wahrnehmbare Öffnung an der Seite des Sporangiums aus, wobei sie die Geißel nach sich ziehen. Der Körper des Schwärmer ist abweichend von der Mehrzahl der Chytridiaceenschwärmer nicht kugelig, sondern oval, längsgestreckt und gegen die Insertionsstelle der Geißel, also gegen das Hinterende zugespitzt, während das Vorderende stumpf, gerundet erscheint (Taf. 2 Fig. 61). Der Schwärmer besteht aus homogenem, körnchenfreien, weißlich-glänzendem Plasma und führt der Seitenfläche einseitig anliegend in der Mitte der Körperlänge einen ziemlich großen, farblosen Fetttropfen. Die einzige Geißel ist sehr fein und nur ca. 2 mal körperläng. Die Bewegung der Schwärmer ist eine träge und besteht in einem ruhigen, gleitenden Schwimmen, wobei die Geißel anscheinend völlig passiv, bewegungslos nachgezogen wird. Besonders nach dem Austritt aus dem Sporangium, sowie in Ruhepausen, zeigt der Schwärmerkörper starke amöboide Gestaltsveränderungen. Das rasche Hüpfen in Zickzacklinien der Chytridiaceenschwärmer fehlt hier!

Die Dauersporen sind ebenfalls extramatrikale, kugelige und glattwandige Zellen von 8—10  $\mu$  Durchmesser. Ihre farblose Membran ist deutlich doppelt kontouriert, 1  $\mu$  dick. Im Innern liegt der charakteristische, große (8  $\mu$  Diam.), kugelige, farblose Fetttropfen exzentrisch oder es sind ihrer mehrere (2—3) anzutreffen, die dann natürlich geringere Größe besitzen. Der zwischen dem Fetttropfen und der Wand befindliche Raum wird vom grobkörnigen Plasma ausgefüllt, dessen Körner (ob auch nicht Fetttropfen?) nahezu gleich groß, dunkel und stark lichtbrechend sind. Der Dauersporenoberfläche ansitzend findet man ein kleines, kugeliges, inhaltsleeres Bläschen von 3  $\mu$  Durchmesser, dessen Wand anfangs zart, bei älteren Dauersporen stärker, etwas verdickt erscheint. Dieses der Dauerspore ansitzende Bläschen ist als das befruchtende männliche Individuum anzusehen, welches in der Regel in Einzahl, ausnahmsweise auch zu zweien anzutreffen ist (Taf. 2 Fig. 62). Nach Größe, Form und Aussehen stimmt dieses als Antheridium fungierende männliche Individuum ( $\sigma$ ) mit einem zur Ruhe gekommenen Schwärmer, einem Keimling überein. Die Dauerspore entsteht also auch hier auf geschlechtlichem Wege. Ihre Keimung ist unbekannt.

Auf den vegetativen Zellen einer nicht näher bestimmten, dicken *Mougeotia*-Art; bei Igló.

Durch das Fehlen sichtbarer Austrittsöffnungen für die Schwärmer an den Zoosporangien, durch die ihrer Form und ihrem Verhalten nach ganz verschiedenen Schwärmer (nicht kugelig und nicht hüpfend) ist dieser Organismus von dem auf verschiedenen Nährpflanzen vorkommenden, gestaltlich übereinstimmenden *Rhizophidium globosum* A. BR. unbedingt verschieden. Auch wird von einer sexuellen Entstehung der Dauersporen bei dieser letzteren Art nirgends etwas erwähnt, die — nach v. MINDEN (1905, p. 320) — eine braune, von kleinen Stacheln besetzte Membran und eine Größe von 25—30  $\mu$  im Durchmesser besitzen.

Dieser Fall macht es ferner sehr wahrscheinlich, daß — worauf schon FISCHER (1892, p. 91) hinweist — in *Rhizophidium (Chytridium) globosum* A. BR. eine Kollektivspezies oder besser gesagt ein Konglomerat von Arten vorliegen dürfte.

*Chytridium (Rhizidium?) Confervae* (WILLE) v. MINDEN.

(Taf. 2 Fig. 63—80.)

Der erste, der diese sehr interessante und in mehrfacher Hinsicht bemerkenswerte Chytridiacee auffand, war WILLE, der sie bereits 1883 bei Stockholm an *Tribonema (Conferva) bombycinum* entdeckte, aber erst 1899 (WILLE 1899, n. 3, p. 4, Fig. 1—3) veröffentlichte. Unabhängig von WILLE fand ich diesen Organismus zum erstenmal im Jahre 1886 bei Igló (SCHERFFEL 1914, p. 8) und nachher öfters in verschiedenen Jahren zu verschiedenen Zeiten (insbesondere im Frühjahr), wo er sich als nicht selten erwies. In meinen Notizen aus dem Jahre 1886 bezeichnete ich ihn, als neu ansehend, als „*Chytridium bimucronatum*“, demnach nicht nur mit einem richtigen Gattungs-, sondern auch mit einem Speziesnamen, der jedenfalls — wie wir es sehen werden — passender ist als derjenige, welchen ihn WILLE beilegte; dies um so mehr, als auf *Tribonema (Conferva) bombycinum* unter anderem auch eine andere, richtige *Chytridium*-Art vorkommt, ich meine das *Chytridium Lagenula mihi* (non A. BR.<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Unter dem Namen *Chytridium Lagenula* beschrieb AL. BRAUN (1855, p. 31, Taf. II Fig. 2—5) eine Chytridiacee, welche sich nach ihm auf *Melosira*, aber auch auf *Conferva bombycina* findet. Der auf *Conferva* wachsende Organismus (l. c. Taf. II Fig. 4, 5), welcher demjenigen auf *Melosira varians* vorkommenden gestaltlich einigermaßen ähnlich ist, ist aber von diesem wesentlich verschieden und stellt eine Art der Gattung *Chytridium* im heutigen Sinne dar, während der *Melosira*-Parasit ein *Rhizophidium* ist, wie ich dies alles bei späterer Gelegenheit des näheren auszuführen gedenke. Um eine Verwechslung mit schwach gefärbten Keimpflänzchen der *Conferva* — wie es FISCHER (1892, p. 99) vermutet — handelt es sich hier nicht.

Daß *Rhizidium* (?) *Conferva* WILLE eigentlich in die Gattung *Chytridium* zu stellen ist, wie es bereits v. MINDEN (1905, p. 368) durchführte, ist auch meine Ansicht.

Die Zoosporangien sind extramatrikal und sitzen mit ihrer Längsachse senkrecht dem *Tribonema*-Faden auf. Sie haben von der Seite gesehen eine breit-ovale Gestalt, so daß der Längsdurchmesser vom Querdurchmesser nur um ein Geringes abweicht (z. B.  $31,5 \approx 29,7$ ;  $30,6 \approx 27$ ;  $21,6 \approx 18,9 \mu$ ). Sehr oft sind sie gegen die Spitze etwas verbreitert und erhalten dann etwas eiförmige Gestalt (Taf. 2 Fig. 64). Ihre Größe ist verschieden und hängt offenbar von den Ernährungsverhältnissen ab, denn man findet neben den oben erwähnten ganz großen und solchen von normaler Größe ( $18-22 \approx 15-18 \mu$ ) auch kleine, jedoch durch Schwärmerbildung entleerte,  $14,4 \mu$  lange und  $10,8-12,6 \mu$  breite, welche also nur die Hälfte der Größe der ersterwähnten erreichten. Insbesondere die großen Sporangien zeigen die breit-ovale Form. Meist stehen sie einzeln am Wirtsfaden; doch kommt es vor, daß ihrer 2—3 dicht nebeneinander, gewissermaßen aus einem Punkte entspringen. Bei zwei nebeneinander stehenden Sporangien können beide den großen Typus angehören, doch ist zumeist das eine größer als das andere. Die Membran der Sporangien ist glatt und farblos. Der Scheitel ist typischerweise flach abgeplattet und an der Kante, wo der flache Scheitel in die gewölbte Seitenfläche übergeht, finden sich an nicht allzu jungen Sporangien, ausnahmslos, in höchst charakteristischer Weise, an zwei diametral gegenüberliegenden Punkten, zwei spitze, an ihrer Basis  $2 \mu$  dicke und  $4-5 \mu$  lange, etwas nach innen gekrümmte und geneigte, solide Stacheln (oder wenn man will „Zähne“), welche lokale, zentrifugale Verdickungen der Sporangiummembran darstellen (Taf. 2 Fig. 63—67). Da die Größe dieser beiden Membranstacheln immer ziemlich gleich ist und bleibt, sich von der Größe des Sporangiums als unabhängig erweist, so erscheinen sie an kleinen Sporangien deutlicher und größer, an großen hingegen derart klein, daß sie hier oft nur bei aufmerksamer Beobachtung und bei günstiger Lage des Sporangiums zum Beobachter zu finden sind. Ja es kann geschehen, daß man sie hier ohne weiteres gar nicht zu sehen bekommt, wiewohl sie stets vorhanden sind. Wie es möglich war, daß WILLE dazu gelangte, diese beiden Membranstacheln für den optischen Durchschnitt eines ringförmigen, leistenartigen Aufsatzes zu erklären, ist mir völlig unverständlich. Denn blickt man von oben auf den Scheitel eines Sporangiums herab, so erscheinen bei entsprechender Einstellung (auf die Spitzen der

beiden Stacheln) diese als zwei völlig isoliert stehende, hell glänzende Punkte und stellen den Sachverhalt mit nichts zu wünschender Klarheit dar; von einer sie verbindenden Linie, wie sich die Kante einer ringförmigen Leiste repräsentieren müßte, ist niemals etwas zu sehen, mag man auch die Einstellung wechseln wie man will. Übrigens läßt auch eine geeignete Seitenansicht des Sporangiums die beiden Stacheln als solche ganz deutlich erkennen (Taf. 2 Fig. 63). Der Zellinhalt des zum Zoosporangium werdenden, extramatrikalen Teiles des Vegetationskörpers besteht anfangs aus dichtem, homogenen weißlich schimmernden Plasma, in welchem starklichtbrechende, farblose, glänzende Fetttropfen verschiedener Größe eingebettet liegen (Taf. 2 Fig. 63, 64). Mit fortschreitender Entwicklung des Sporangiums findet eine fortschreitende Anhäufung von Fett statt. Die verschiedenen großen Fetttropfen (auch von ansehnlicher Größe) werden nun fortschreitend zerteilt, es findet offenbar eine Emulgierung des Fettes statt, bis das ganze Sporangium von einem ziemlich feinkörnigem Inhalt gleichmäßig erfüllt erscheint. Nun gruppieren sich die kleinen, gleichgroßen Fetttröpfchen in rundliche, maulbeerförmige Gruppen (Taf. 2 Fig. 65) und in einer jeden solchen Gruppe fließen sie zu einem einzigen Tropfen zusammen, der anfangs noch eine etwas eckige Form, später alsbald exakte Kugelgestalt zeigt. Jetzt sind bereits so viele, gleichgroße Fetttropfen vorhanden, als Schwärmer im Sporangium gebildet werden sollen (Taf. 2 Fig. 66). Diese Tropfen, anfangs etwas unregelmäßig im Plasma verstreut, verändern langsam ihre gegenseitige Lage und ihre Gruppierung, was Bewegung im Sporangiuminhalt verrät, bis sie endlich annähernd gleichmäßig, in ziemlich gleichmäßigen Abständen voneinander angeordnet erscheinen. Das Sporangium bietet bereits das typische Bild eines Chytridiaceen-Zoosporangiums! In diesem Stadium der gleichmäßigen Verteilung der Fetttropfen werden mehr oder weniger scharfe Trennungslinien in dem matt-weißlichen, überaus fein und gleichmäßig granuliertem Plasma sichtbar und in einer jeden Plasmaportion sind außer dem kugeligen Fetttropfen auch noch winzige Vakuolen vorhanden, die anscheinend nicht kontraktile sind, und wenn sie es doch sein sollten, so ist ihre Kontraktilität eine äußerst träge, kaum konstaterbare. Diese kleinen Vakuolen, die sowohl ihre Anzahl als ihre Lage ändern, liegen peripher (an der Wand des Zoosporangiums) und erscheinen insbesondere bei Einstellung auf die Oberfläche deutlich. Sie sind auch dann noch vorhanden, wenn die Grenzlinien der einzelnen Schwärmer schon ganz scharf erkennbar sind (Taf. 2

Fig. 67). Vakuolenfrei ist also das Chytridiaceenplasma nicht, aber zur Ausbildung eines großen, zentralen Safttraumes, den ein plasmatischer Wandbelag umschließt — wie in den Sporangien der Saprolegniineen-Peronosporineenreihe — kommt es nicht (s. SCHERFFEL 1925, p. 35). Beim Öffnen des Zoosporangiums wird der zwischen den beiden Stacheln liegende Teil der Sporangiummembran als flacher, runder Deckel abgehoben, d. h. meistens zur Seite geklappt und der Inhalt des reifen Sporangiums tritt, wahrscheinlich von einer gallertigen Hülle umgeben, bruchsackartig hervor (Taf. 2 Fig. 68<sub>1,2</sub>). Die einzelnen Schwärmer sind aber scharf voneinander getrennt, ihre Kontaktlinien sind überall deutlich sichtbar. Mit dem Verquellen, dem Zerfließen der sie zusammenhaltenden Masse treten die Schwärmer sich abkugelnd immer mehr und mehr auseinander, bleiben aber vor der Sporangiumöffnung noch eine geraume Weile bewegungslos liegen, zeigen aber, wie schon während des Austretens, starke amöboide Gestaltveränderung, sowohl ihres Körpers, als auch des in ihm befindlichen Fetttropfens. Zwischen ihnen sieht man als feine Fäden ihre Geißeln (Taf. 2 Fig. 68<sub>3</sub>). Endlich, ganz plötzlich, mit einigen Zuckungen gerät ein Schwärmer nach dem anderen in Bewegung und der Schwärmerhaufen stieß auseinander, wobei die Geißel nachgezogen wird. Im Sporangium zurückgebliebene Schwärmer treten aktiv, man möchte sagen „kriechen“ aus demselben heraus. Sie zwingen sich unter stark amöboider Gestaltveränderung durch die Mündung des Sporangiums. Die Schwärmer sind kugelig, 5  $\mu$  im Durchmesser, sie bestehen aus dichtem, homogen erscheinendem, weißlich glänzendem Plasma, in welchem ein ansehnlicher, 2  $\mu$  im Durchmesser besitzender, exzentrischer, farbloser, stark lichtbrechender Fetttropfen sehr auffällig hervortritt (Taf. 2 Fig. 70). Die einzige Geißel, die bei der typischen, hüpfenden Bewegung nachgezogen wird, ist von beträchtlicher Länge (27  $\mu$ ). Erscheinung und Bewegung der Schwärmer ist also diejenige typischer Chytridiaceenschwärmer. Das Zuruhekommen an der Nährpflanze und den Vorgang des Eindringens selbst habe ich nicht gesehen, wohl aber Keimlinge beobachtet. Frei im Wasser zur Ruhe gelangte und die ersten Anfänge der Keimung zeigende Schwärmer treiben einen ziemlich dicken, alsbald auch Verzweigung zeigenden Keimschlauch (Taf. 2 Fig. 71). Hat sich aber der Schwärmer an einem *Tribonema*-Faden angeheftet, so dringt er durch ein nicht ganz kleines Bohrloch in das Innere der Zelle ein, wo er zunächst blasenförmig anschwillt. Von dieser intramatrikalen Blase wächst nun, entweder nur nach einer oder nach

zwei entgegengesetzten Richtungen, ein für eine Chytridiacee ungewöhnlich dickes Rhizoid ( $2\ \mu$ ), man kann sagen eine „Hyphe“ hervor, welche in der Längsrichtung innerhalb des *Tribonema*-Fadens weiter wachsend, dessen Querwände eine nach der anderen durchbohrend, auf überraschend weite Strecken diesen durchwuchert und so zahlreiche Zellen der Wirtspflanze abtötet und aussaugt (Taf. 2 Fig. 72). Diese sehr zartwandige und blasses, von in einer Reihe liegender Vakuolen oft unterbrochenes, mattglänzendes, dichtes, homogenes Plasma führende, intramatrikale Rhizoidhyphe ist nur dann leicht erkennbar, wenn stark lichtbrechendes Fett ihr Lumen stellenweise ausfüllt, wodurch sie dann als glänzender Strang erscheint (Taf. 2 Fig. 73 bei x), wo aber solches nicht vorhanden ist gehören zu ihrer Wahrnehmung unbedingt leistungsfähige Linsen und so ist es nicht gar zu unerklärlich, wenn WILLE der intramatrikale Teil des Parasiten unbekannt blieb. Im Alter, d. h. an abgestorbenen Exemplaren dieses Organismus kollabiert diese Rhizoidhyphe und erscheint dann als ein dünner, glänzender, scheinbar solider Faden, welcher die leeren *Tribonema*-Zellen in unregelmäßigem, welligem Verlaufe der Länge nach durchzieht; auf diese Weise ist diese Hyphe hier mehr in die Augen fallend, doch ist dies nicht der normale Zustand (Taf. 2 Fig. 75). Gelangt die fortwachsende Rhizoidhyphe mit ihrer Spitze an die Querwand einer intakten, lebenden *Tribonema*-Zelle, so sieht man als erste sichtbare Reaktion dieser Zelle auf den feindlichen Angriff eine hügelartige Ansammlung körnigen Plasmas an der gefährdeten Stelle und der Zellkern der *Tribonema*-Zelle (n), welcher sich normalerweise in der Mitte der Zelle befindet, hat sich bereits ebenfalls in die Nähe dieser Stelle begeben (Taf. 2 Fig. 72, oben). Da aus dieser Ansammlung körniger Zellsubstanz ein Cellulosehügel, mithin eine zentripetale Wandverdickung entsteht, welcher die Aufgabe zufällt dem Feinde den Eintritt in die Zelle zu verwehren, so spricht dieser Fall für die Ansicht HABERLANDT's, wonach der Zellkern eine Rolle bei der Bildung und dem Wachstum der Membran spielt (HABERLANDT 1887). Gelingt es der Rhizoidhyphe diesen Cellulosehügel zu durchdringen, so ist es auch schon um das Leben der *Tribonema*-Zelle geschehen, diese ist dann dem Parasiten zum Opfer gefallen. So finden wir die Querwände der abgetöteten *Tribonema*-Zellen nicht nur einfach durchbohrt, sondern an denselben befinden sich in der Regel mehr oder weniger starke, hügel- bis zapfenförmige Membranverdickungen, welche von einem oder mehreren Bohrkanälen durchsetzt erscheinen (Taf. 2 Fig. 74 a—c; 75) und die Rhizoidhyphe an ihrer Eindring-

stelle scheidenartig umgeben. Es hat den Anschein, daß die Rhizoidhyphe als überall annähernd gleichdicker, querwandloser Schlauch, unverzweigt den Wirtsfaden durchwuchert und so findet man zumeist nur eine solche Hyphe in von diesem Parasiten befallenen *Tribonema*-Fäden (Taf. 2 Fig. 73). Daß ihr aber auch die Fähigkeit der Verzweigung nicht abgehen dürfte, dafür spricht in klarer Weise der in Fig. 74 c (Taf. 2) abgebildete Celluloseschutzhügel, in welchem ein verzweigter Bohrkanal klar zu beobachten ist, und eine Verzweigung des Keimschlauches sahen wir auch an der im Wasser frei ausgekeimten Schwärmospore auf Taf. 2 Fig. 71. Häufiger zeigt die Rhizoidhyphe hier und da buckelförmige Hervorwölbungen ihrer Seitenwand, die als Rudimente von Ästen betrachtet werden müssen (Taf. 2 Fig. 63, auch 73). Ob aber die in manchen Fällen (besonders in dickeren *Tribonema*-Fäden) in Mehrzahl zu beobachtenden Rhizoidhyphen auf Verzweigung einer, einem Individuum angehörenden beruht, oder dies vielmehr die Hyphen mehrerer, in demselben Faden vegetierender Individuen sind, muß ich unentschieden lassen. Sehr oft findet man die Erscheinung, daß sich die Rhizoidhyphe an der Querwand der *Tribonema*-Zelle fußförmig verbreitert und so mit stark verbreiteter Berührungsfläche der *Tribonema*-Querwand anlegt. In solchen Fällen sieht man sehr oft — jedoch nicht immer —, daß diese eine Rhizoidhyphe die Querwand nicht bloß mit einem, sondern mehreren (bis 4) Bohrlöchern durchsetzt und dann kommt ein Bild zustande, welches der Siebplatte in den Siebröhren der Phanerogamen nicht unähnlich ist (Taf. 2 Fig. 73 bei s), wo die der normalen *Tribonema*-Querwand aufgelagerte pathologische Cellulosemaße sogar den Callus vortäuscht (Taf. 2 Fig. 74 b). In anderen Fällen wiederum finden sich, mehreren Bohrlöchern entsprechend auch mehrere Rhizoidhyphen. Unter einem jeden extramatrikalen Zoosporangium findet man in der *Tribonema*-Zelle, in engster Berührung mit diesem, eine dick-spindelförmige Anschwellung der intramatrikalen Rhizoidhyphe, also eine dick-spindelförmige, liegende subsporangiale Blase, deren Breite nahezu die Breite des *Tribonema*-Zellumens erreicht. Diese sehr zartwandige und deshalb in ihrem Umriß schwer zu erkennende Anschwellung ist in jenen Fällen, wo das extramatrikale Zoosporangium noch in Entwicklung begriffen ist, erfüllt von beträchtlichen Mengen von Fett, welches in Form von größeren Tropfen in derselben angehäuft erscheint und deren Lageveränderung Bewegung im Plasma verrät (Taf. 2 Fig. 63, 64). Diese subsporangiale Spindel ist also ein Reservoir, in welchem das Bildungsmaterial für die Fortpflanzungs-



organe angesammelt wird. Man kann es schön beobachten, wie im Lumen der Rhizoidhyphe befindliche Fetttropfchen durch die Enge desselben zu cylindrischen Pfropfen deformiert, ja durch die Strömung zu fädigen Bildungen ausgezogen, in langsamen Flusse der subsporangialen Blase zugeführt werden (Taf. 2 Fig. 63).<sup>1)</sup> Ob nun diese subsporangiale Spindel stets nichts anderes ist als die primäre, intramatrikale Blase des Keimlings und das extramatrikale Zoosporangium aus dem extramatrikalen Teil des Keimlings durch spätere Weiterentwicklung desselben hervorgeht; oder ob solche sporangienbildende Spindeln auch an anderer Stelle im Verlaufe der Rhizoidhyphe, ja an mehreren Stellen derselben, also in Mehrzahl (was ich jedoch nicht beobachten konnte) entstehen können; ob ferner das extramatrikale Zoosporangium nicht ganz und gar eine Neubildung ist, welche als Aussproßung, unter Durchbohrung der Seitenwand der Wirtszelle aus der intramatrikalen Spindel hervorgeht (was zu wissen von phylogenetisch-systematischem Standpunkt aus recht wichtig ist); ob aus einer sporangiogenen Spindel nicht auch mehrere Zoosporangien hervorgehen können, dies sind leider alles offen gebliebene Fragen, welche zu lösen ich hier nicht mehr in der Lage bin. Bisweilen findet man in einer *Tribonema*-Zelle, dicht nebeneinander liegend, mehrere intramatrikale Spindeln; dann erscheint aber auch der *Tribonema*-Faden von mehreren Rhizoidhyphen durchzogen. Es scheinen dies Fälle von Mehrfachinfektion ein und derselben *Tribonema*-Zelle zu sein, und mit solchen Fällen dürfte auch das bereits früher erwähnte, dichte Nebeneinandervorkommen mehrerer Zoosporangien (sozusagen an einem Punkte) in ursächlichem Zusammenhange stehen. Nach stattgefundener Entleerung der Zoosporangien kollabiert die Membran des Sporangiums alsbald mehr oder weniger; die intramatrikale, sehr zartwandige subsporangiale Spindel hingegen verschwindet gänzlich, so daß sie unter entleerten Sporangien nicht mehr zu sehen ist. Bei Behandlung mit PFITZER's Pikro-Nigrosin färbt sich die Membran der Zoosporangien ganz intensiv, die intramatrikalen Rhizoidhyphen blaß bläulich-grau-violett, während aus Cellulose bestehende Membranen

<sup>1)</sup> Es hat den Anschein als würde dieser parasitische Organismus sämtliches assimilierbare Nährmaterial hauptsächlich in Fett umsetzen. In dieser Beziehung ganz ähnlich scheint sich *Polyphagus parasiticus* zu verhalten, der dasselbe Nährsubstrat bewohnt und mit welchem ich *Chytridium Confervae* WILLE öfters vergesellschaftet antraf. *Chytridium Confervae* WILLE durchwuchert anstandslos auch solche *Tribonema*-Fäden, die von anderen Chytridiaceen, von *Chytridium Lagenula mihi* und *Rhizophidium goniosporum* befallen erscheinen.

(z. B. die Zellwände der in demselben Präparat vorhanden gewesenen *Microspora*-Fäden) ganz ungefärbt blieben. Die Färbung der Häute entleerter Zoosporangien durch Pikro-Nigrosin ist gut geeignet, ohne besondere Mühe die Anwesenheit und Häufigkeit dieser Chytridiacee in einem Präparat vor die Augen zu führen. Die beiden soliden Stacheln (Zähne) des Zoosporangiums sind ihrem höheren Substanzgehalt entsprechend dunkler gefärbt. Chlorzinkjod hingegen färbt die pathologischen, aus Cellulose bestehenden Wandverdickungen der *Tribonema*-Zellen ganz ausschließlich, dunkel violett, während die übrigen normalen Wände dieser Alge farblos bleiben, was sehr charakteristische und lehrreiche Bilder liefert (Taf. 2 Fig. 75) und worauf ich bereits in meiner früheren Arbeit (SCHERFFEL 1925, p. 46 Anm.) aufmerksam machte. Hier bei *Tribonema* erweist sich Chlorzinkjod als vortreffliches Reagens auf jede pathologische Bildung der Zellmembran, möge diese auch durch andere Chytridiaceen hervorgerufen worden sein.

Dies wäre im großen und ganzen die vegetative Phase der Entwicklung dieses Organismus und nun muß die Frage nach seinen Dauersporen beantwortet werden. Da ich nicht das Glück hatte die Entstehung derselben aus Schwärmern, welche den charakteristischen zweistacheligen Zoosporangien entstammten, direkt zu verfolgen, so mußte ich mich auch hier auf dem Weg der Kombination begeben. Viele Jahre hindurch strebte ich die Lösung dieser Frage an und kam zu dem Resultat, daß als die Dauersporen dieses Organismus eigenartige, auffallende Zellen (Taf. 2 Fig. 76, 77) zu betrachten sind, welche sozusagen stets in jenem Material zu finden sind, wo die zweistacheligen Zoosporangien vorkommen. Solchen *Tribonema*-Fäden, deren Querwände die für diesen Parasiten charakteristischen Durchbohrungen mit den Cellulosescheiden zeigen, findet man nämlich ansitzend, kugelige oder nahezu kugelige Zellen von 9—16, zumeist 14  $\mu$  Durchmesser (ohne Episporium) mit starkem, glattem, doppelt-konturierterem, 1,5—2  $\mu$  dicken, dichten, glänzenden Endosporium, welche in ihrem Lumen einen großen (meist 8—11  $\mu$  im Durchmesser besitzenden), kugeligen, stark lichtbrechenden, farblosen Fetttropfen enthalten. Im Raume zwischen der Wand und dem Fetttropfen sieht man zahlreiche, der Wand in einfacher Schicht anliegende, runde, farblose Kügelchen (Taf. 2 Fig. 78) von annähernd gleicher Größe (1  $\mu$  Diam.), von fettartigem Aussehen und bisweilen auch einen seitlichen, hellen, körnchenfreien Fleck, wie in den Oosporen der Saprolegniaceen. Was diese Dauersporen aber ganz besonders auffällig und merkwürdig macht, ist, daß sie von einer

homogenen, ellockergelb gefärbten, 2—3  $\mu$  dicken Masse mit mehr oder weniger buckelig-höckeriger Oberfläche umgeben sind, wodurch sie, da die Höcker oft halbkugelig vorspringen, eine mehr oder weniger buckelig-sternförmige Gestalt erhalten (Taf. 2 Fig. 78, 76, 77).<sup>1)</sup> Die licht ockergelbe Hülle um das glattwandige Endosporium ist jedoch keineswegs die so gefärbte Membran einer Mutterzelle, welche die kugelige Dauerspore einschließt, denn sie ist in ihrer ganzen Masse solide, sie gehört also der Dauersporenwand an und muß als Episporium betrachtet werden. Ihre ockergelbe Färbung beruht nicht auf Eiseninkrustation; denn bei Behandlung mit Salzsäure und Ferrocyankalium tritt keine Blaufärbung ein. In Kalilauge, Chlorzinkjod quillt sie etwas, ohne jedoch zu verquellen, sie bleibt also erhalten, entfärbt und färbt sich nicht. Die innere, glatte, ca. 2  $\mu$  dicke Schichte der Dauersporenwand hingegen, das Endosporium färbt sich mit Chlorzinkjod, besonders nach langer Einwirkung (ca. 24 Stunden) rötlich-violett, es gibt demnach die Cellulosereaktion. Hierbei werden in ihm zwei Schichten unterscheidbar, eine äußere mit nach außen dunkler, scharfer Kontur und eine innere, stark glänzende, dichte Schicht.

Diesen Dauersporen, in ihrem basalen Teil, seitlich ansitzend, in unmittelbarer Berührung mit dem glatten Endosporium und teilweise eingebettet in das ockergelbe Episporium, findet man eine leere, kugelige Zelle von 5—6  $\mu$  Durchmesser, mit zarter, glatter, farbloser Wand, welche sich mit Chlorzinkjod ebenfalls violett färbt. Diese „Anhangszelle“ ist auch hier sicherlich das als Antheridium

<sup>1)</sup> Diese Dauerzellen mit ihrem hellockergelben Episporium zeigen eine auffallende Ähnlichkeit mit jenen Abbildungen, die WILLE (1899) von den Oosporen seines *Aphanomyces norvegicus* gibt, ganz besonders mit seiner Fig. 24. Doch bei *Aphanomyces norvegicus* sind auch extramatrikale Hyphen vorhanden, welche auch in der Fig. 24 (l. c.) zu sehen sind, die aber bei unserem Organismus (auch bei den soeben geschilderten Dauersporen) stets und vollständig fehlen! Dann handelt es sich bei *Aphanomyces norvegicus* in der ockergelb gefärbten, sternförmigen Hülle um die Wand des Oogoniums, in dessen Lumen die glattwandige Oospore frei liegt; hier aber um eine — wie soeben erwähnt — solide Hüllmasse. Ferner zeigen die glattwandigen Oosporen in den Abbildungen WILLE'S in ihrem Innern keinen großen, auffallenden Fetttropfen, sondern einen gleichmäßig feinkörnigen Inhalt. Die Antheridien sind — wie auch sonst bei den Saprolegniaceen — keulenförmig angeschwollene, extramatrikale Hyphen, aber keine kleine kugelige Zellen. Endlich ist *Aphanomyces norvegicus* ein Parasit auf *Tribonema (Conserva) bombycinum*. Aus alledem ist es ersichtlich, daß *Aphanomyces norvegicus* trotz der Ähnlichkeit der zitierten Abbildung WILLE'S mit unseren Dauersporen von *Rhizidium* (?) *Conservae* WILLE nichts zu tun hat.

fungierende, befruchtende, männliche Individuum (Taf. 2 Fig. 77, 78). Mithin entstehen die Dauersporen auch hier auf sexuellem Wege! Es soll aber nicht mit Schweigen übergangen werden, daß sich nicht selten Fälle finden, wo die mit ockergelbem Episporium versehenen Dauersporen einer kleinen, dünnwandigen, etwas radischenförmigen, direkt der Oberfläche der *Tribonema*-Zelle ansitzenden Zelle aufsitzen, gleichsam von einer Stielzelle getragen erscheinen. In solchen Fällen wird auch diese Stielzelle von der Substanz des gelben Episporiums umgeben, gewissermaßen in diese eingebettet (Taf. 2 Fig. 79). In solchen Fällen ist mir die Gegenwart einer seitlichen Anhangszelle, eines zweifellosen männlichen Individuums nicht aufgefallen, ob aber ein solches dann stets fehlt, darüber kann ich leider keine Auskunft geben. Ich bin nicht geneigt diese „Stielzelle“ für — ihrem Wesen nach — identisch mit den seitlichen, zartwandigen, kugeligen Anhangszellen zu halten, die jedenfalls eine sexuelle Rolle spielen, sondern würde sie unbedingt jenen subsporangialen Blasen gleichsetzen, die sich auch bei anderen Chytridiaceen unter den Zoosporangien, bisweilen auch extramatrikal, finden, z. B. bei *Phlyctochytrium Zygnetatis* ROSEN, wenn sich eine solche extramatrikale Blase auch nur ein einziges Mal unter einem zweistacheligen Zoosporangium finden würde; eine solche Bildung ist aber hier nie anzutreffen. Demzufolge kann man es nicht für absolut ausgeschlossen erklären, daß auch in jenen letzt-erwähnten Fällen doch Sexualität vorliegt. Ganz dieselbe Sache kehrt nämlich bei einer anderen Chytridiacee, bei *Rhizophidium granulosporum* nov. spec. (Taf. 2 Fig. 86 a, b) wieder. Es könnte möglicherweise hier ein verwickelterer Fall von Sexualität vorliegen, wo dann das Männchen die Ausbildung der Dauerspore übernimmt — obwohl dies unseren Erfahrungen beinahe ganz<sup>1)</sup> zuwiderläuft —; doch ist bei *Polyphagus* die unzweifelhaft geschlechtlich erzeugte Dauerspore morphologisch nicht ganz und gar eine Bildung des weiblichen Individuums, sondern eher eine solche des Männchens. Nur weitere, eingehendere Untersuchungen vermögen in dieser Sache Klarheit zu schaffen.

Das erstemal, den 10. Juni 1904 (Taf. 2 Fig. 80), fand ich im Innern eines einzigen Zoosporangiums von nahezu kugeliger Gestalt und 16  $\mu$  Durchmesser (mit den beiden charakteristischen Stacheln am Scheitel) eine kugelige Zelle von 14  $\mu$  Durchmesser mit starker,

<sup>1)</sup> Siehe ZOFF (1890, p. 63, Fig. 44, XII), wo bei *Peronospora calotheca*, als seltene Ausnahme, eine Oospore in einem *Antheridium* gebildet wurde.

doppelt-konturierter, bräunlicher Membran, welche an ihrer Außenfläche ein System von  $1\ \mu$  hohen Verdickungsleisten trug, welche ein Netzwerk mit engen Maschen (die größeren von ca.  $2\ \mu$  Weite) bildeten. Im Innern dieser Zelle vom Habitus einer Dauerspore war ein matter, homogener Körper von ca.  $8\ \mu$  undeutlich zu erkennen, der nicht gerade den Eindruck einer Fettkugel machte. Ende Mai 1911 fand ich diese Bildungen mehrfach wieder; diesmal wiesen sie jedoch nur einen Durchmesser von  $10\ \mu$  auf, und die dickwandigen, extramatrikalen Dauersporen mit dem höckerigen, hellockerfarbigen Episporium, die ich vordem als die Dauersporen unseres Organismus schilderte, waren in dem Material nicht zu beobachten. Daß die Zoosporangien, in deren Innern sich die netzig skulpturierten Dauerzellen fanden diejenigen von *Chytridium* (*Rhizidium*?) *Confervae* WILLE sind, darüber besteht nicht der geringste Zweifel, und so muß man nun fragen, welches sind nun eigentlich die Dauersporen dieses Organismus? Da sich die extramatrikal dem *Tribonema*-Faden ansitzenden Dauersporen mit dem dicken, höckerigen, hellockerfarbigen Episporium nur an solchen *Tribonema*-Fäden finden, die von *Chytridium* (*Rhizidium*?) *Confervae* befallen erscheinen, d. h. in ihrem Innern die Rhizoidhyphe dieses Organismus, an den durchbohrten Querwänden die so eigenartigen, pathologischen Cellulosescheiden und Verdickungen zeigen; da diese Dauersporen einer solchen *Tribonema*-Zelle aufsitzen, in deren Lumen die dickbauchige, spindelförmige Anschwellung der Rhizoidhyphe liegt, welche sich als „subsporangiale Blase“ unter einem jeden Zoosporangium dieses Organismus findet, und auch die Seitenwand der Wirtszelle an ihrer Ansatzstelle durchbohrt und oft in charakteristischer Weise zapfenförmig verdickt erscheint (Taf. 2 Fig. 77); da endlich diese Dauersporen sich in großer Häufigkeit und nahezu stets in einem Material finden, wo unser Organismus anzutreffen ist, so muß ich diese für die Dauersporen von *Chytridium* (*Rhizidium*?) *Confervae* (WILLE) erklären. Daß es — meiner Ansicht nach — die braunen, netzig skulpturierten, endogen in den Zoosporangien in Einzahl entstehenden Dauerzellen nicht sind, dafür spricht mir das unvergleichlich seltenere und inkonstantere Vorkommen derselben, sowie der Umstand, daß solche in Zoosporangien endogen entstandene Zellen als Dauersporen, bei den Chytridiaceen einwandfrei nicht bekannt sind. Auch für Cysten unseres Organismus kann ich sie bestimmterweise nicht erklären, sondern möchte sie eher für die Dauersporen eines Parasiten halten, der in die Zoosporangien von *Chytridium* (*Rhizidium*?) *Confervae* WILLE eindringt, der aber im übrigen ganz

und gar unbekannt ist. Für die Deutung als Cysten und gegen die Parasitennatur spricht jedoch der Umstand, daß sich außer dieser Zelle im Lumen des Zoosporangiums keine weiteren, geformte Inhaltsbestandteile vorfinden und ebensowenig innerhalb der Dauerzelle Körper zu beobachten sind, die als unverdaute Nahrungsreste anzusehen wären.

Die genaue, durchaus befriedigende, einwandfreie Präzisierung der systematischen Stellung dieser Chytridiacee stößt auf Schwierigkeiten, da dieser Organismus zu mehreren Formengruppen der Chytridiaceen verwandtschaftliche Beziehungen verrät; ja eine solche ist bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse kaum möglich. Er vereint nämlich die Ornamentation der extramatrikal gebildeten Zoosporangien der dentigeren *Phlyctochytrium*-Arten, sowie deren subsporangiale Blase (wenn diese hier auch die Form einer dickbauchigen, liegenden Spindel hat) mit der Deckelbildung der echten *Chytridium*-Arten, und endlich teilt er mit *Polyphagus* die kräftige, gesteigerte Ausbildung des Rhizoidsystems, die polyphage Natur und die sexuell erzeugten Dauersporen. Betrachtet man die Öffnungsweise der extramatrikalen Zoosporangien durch Abhebung eines Deckels als den Hauptcharakter der Gattung *Chytridium*, dann scheint es mir vorderhand am besten und zweckmäßigsten, diesen überaus interessanten Organismus in dieser Gattung unterzubringen, wie es bereits v. MINDEN (1905, p. 368) tat und ihn als *Chytridium Confervae* (WILLE) v. MINDEN zu bezeichnen. Man kann dies um so mehr tun, als in der Gattung *Chytridium* sich Formen finden, deren Zoosporangien eine subsporangiale Blase aufweisen (*Chytridium Lagenaria* SCHENK; *Chytridium gibbosum* SCHERFF.) und — wie wir es sehen — auch Sexualität nicht fehlt [*Ectochytridium* (*Zygorhizidium*) *Willei* (LOEWENTHAL) mihi]. Allerdings sind alle derzeit bekannten *Chytridium*-, aber auch alle *Phlyctochytrium*-Arten (*Rhizidium* im Sinne FISCHER's) mono- und nicht polyphag.<sup>1)</sup> Sollte es sich herausstellen — was mir allerdings nicht wahrscheinlich erscheint —, daß an einer intramatrikalen Spindel durch Aussprossung ein extramatrikales Zoosporangium oder eine Dauerspore entstehen kann, dann würde die Übereinstimmung mit *Polyphagus* eine derartige sein, daß man unseren Organismus für einen endophytischen *Polyphagus* und umgekehrt, *Polyphagus* als einen unserer Form sehr nahestehenden, extramatrikal lebenden Organismus bezeichnen kann.

<sup>1)</sup> Unter Umständen dringen die Rhizoiden von *Phlyctochytrium Zygne-matis* ROSEN auch in die Nachbarzellen der Nährpflanze ein und zeigen bereits Anlage zur Polyphagie (ROSEN 1887, p. 257, Taf. XIII Fig. 11).

Bei *Polyphagus* ist das weibliche Individuum befruchtende Männchen — seiner äußeren Erscheinung nach — ein in seiner Entwicklung nicht weit fortgeschrittener Keimling; hier kommt es nicht einmal über das Stadium des zur Ruhe gekommenen Schwärmers hinaus, indem es sich direkt dem Weibchen anheftet. Die auffallend dicke Dauersporenmembran mit dem licht ockergelb gefärbten, unregelmäßig höckerigen Episorium und dem dicken, zweischichtigen, farblosen Endosporium erinnert außerordentlich an die Zygosporen von *Zygochytrium* (SOROKIN. 1874, p. 308, Taf. VI Fig. 21) und dadurch an diejenige von *Mucor* und steht unter den Chytridiaceen sozusagen einzig da.

### *Rhizophidium granulosporum* nov. spec.

(Taf. 2 Fig. 81—86.)

Ebenfalls auf *Tribonema bombycinum* — jener Alge, welche von so zahlreichen Chytridiaceen als Nährpflanze benutzt wird — fand ich anfangs Juni 1885 bei Igló eine kleine Chytridiacee, welche erst jetzt für mich erhöhtes Interesse gewinnt.

Die extramatrikalen Zoosporangien besitzen eine glatte, zarte, farblose Membran und sind birnförmig, 12—14  $\mu$  lang und 9  $\mu$  dick; ihr Scheitel ist breit und flach gewölbt. Eine subsporangiale Blase ist nicht vorhanden (Taf. 2 Fig. 81 a, b). Das intramatrikale Rhizoidsystem konnte ich nicht erkennen, aber Rhizoiden müssen vorhanden sein, denn oft erscheint nicht jene Zelle des Wirtes zerstört, welcher das Sporangium aufsitzt, sondern die benachbarte. Die Öffnung des Sporangiums erfolgt durch Vergallertung des Scheitels, und entleerte Zoosporangien besitzen eine krugförmige Gestalt (Taf. 2 Fig. 82). Die kleinen Schwärmer sind oval und zeigen in ihrem homogenen, hyalinen Plasma ein größeres, farbloses, stark exzentrisches, der Wandung anliegendes Öltröpfchen und eine einzige, dünne, den Körper an Länge mehrfach übertreffende Geißel (Taf. 2 Fig. 83). Ihre Bewegung ist eine schwimmende.

Die Dauersporen sind ebenfalls extramatrikal, kugelig mit einem Durchmesser von 5—7  $\mu$ . Die farblose, stärkere Membran trägt an der Außenfläche nicht sehr dicht stehende, kurze, warzenförmige Stachelchen. Im Lumen der Zelle fällt ein großer, farbloser, kugelig, exzentrischer Öltropfen auf. In den meisten Fällen sieht man (bei jugendlichen Dauersporen), daß zwei Individuen dicht nebeneinander, sich berührend, am *Tribonema*-Faden sitzen, von denen das eine kleinere, von der Größe eines zur Ruhe gekommenen Schwärmers

glattwandig ist und den glänzenden, wandständigen Öltropfen zeigt, während das andere, bedeutend größere, sich durch einen großen exzentrischen Fetttropfen und eine bereits warzige Membran als die zukünftige Dauerspore zu erkennen gibt (Taf. 2 Fig. 85). Dieses sozusagen konstante Nebeneinandervorkommen zweier Individuen zeigt, daß auch hier die Dauerspore das Produkt eines Geschlechtsaktes sein dürfte. In anderen Fällen sitzt die warzig-stachelige Dauerspore einer kleinen, kugeligen oder radieschenförmigen, glattwandigen Zelle auf, die entweder unmittelbar der Oberfläche des *Tribonema*-Fadens aufsitzt (Taf. 2 Fig. 86 a) oder ein kurzes, fadenförmiges Stielchen (das in die Wirtszelle eindringende Rhizoid) erkennen läßt (Taf. 2 Fig. 86 b). Hier wird also die warzig-stachelige Dauerspore von einer kleinen, glattwandigen Zelle, gleichsam von einer extramatrikalen Stielzelle, getragen. Es kehren mithin hier genau dieselben Verhältnisse wieder, wie wir sie oben (S. 41) bei *Chytridium Confervae* (WILLE) v. MINDEN antrafen.

Da die Sporangien hier sich nicht mit einem Deckel öffnen, die extramatrikalen Dauersporien direkt aus dem Vegetationskörper eines Geschlechtsindividuums hervorgehen, so haben wir es mit einer sexuellen *Rhizophidium*-Art zu tun.

### *Chytridium chaetophilum* nov. spec.

(Taf. 2 Fig. 87—94).

Diese merkwürdige und hochinteressante Chytridiacee ist in bezug auf den Ort ihres Vorkommens ganz einzig, indem sie sich ausschließlich auf den noch mit der Mutterpflanze in Verbindung befindlichen Borsten einer nicht näher bestimmten *Bulbochaete*-Art findet.

Zoosporangien extramatrikal, kurz-wurstförmig, von oben gehen breit-oval, quer dem bei weitem schmäleren Substrat aufsitzend,  $9-11 \approx 6 \mu$  (Taf. 2 Fig. 87). Das farblose, dichte, homogene Plasma führt stark lichtbrechende dunkle Körnchen, welche bei der Schwärmerbildung mehr und mehr zusammenfließen und aus welchen allmählich auf diese Weise die ziemlich ansehnlichen und nicht besonders zahlreichen Fetttropfen der Schwärmer hervorgehen. Unterhalb der Anheftungsstelle des Zoosporangiums zeigt die Membran der *Bulbochaete*-Borste an ihrer Innenfläche stets eine buckelförmige Verdickung, welche von einem nadelstichförmigen Kanal durchbohrt erscheint; es ist die Eintrittspforte des Parasiten (Taf. 2 Fig. 90—93). Diese hügelartige Wandmasse ist das Produkt der Reaktion der



Wirtszelle gegen den eindringenden Feind und das Vorhandensein dieser Bildung an den, den Eindruck inhaltsleerer Zellen machenden *Bulbochaete*-Borsten, liefert den klaren Beweis, daß diese Borsten keine bereits abgestorbenen, toten Gebilde, sondern lebende Zellen sind. Selbst wenn man mit WIESNER der Zellmembran Leben zuschreiben wollte, so bliebe es doch unverständlich, warum der Organismus einen Schutzwall bauen würde, um eine plasmaleere Zelle zu schützen. In der Tat läßt sich bei entsprechender Behandlung in den Borsten der Plasmaleib zur Anschauung bringen. In dem engen Lumen der Borste konnte ich keinerlei Rhizoiden des Parasiten wahrnehmen, was aber deren Vorhandensein nicht ausschließt. Die Wand des Zoosporangiums ist dünn und farblos und trägt an ihrer oberen Hälfte einen Schopf einfacher, fadenförmiger Borsten von sehr ansehnlicher Länge (Taf. 2 Fig. 93). Diese Borsten erscheinen als solide, in ihrer Masse homogene, feine, unverzweigte Fäden, so daß man versucht wäre, sie für Rhizoiden zu halten, welche frei in das Wasser hinausragen und der Zelle eventuell auch Nahrungsstoffe zuleiten. Aber es ist fraglich, ob sie aus Plasma bestehen. Nach der Entleerung des Zoosporangiums bleiben sie erhalten und machen so durchaus den Eindruck von Auswüchsen der Zoosporangienwand (Taf. 2 Fig. 88).

Die Schwärmer scheinen durch Vergallertung eines basalen Teiles der Sporangiumwand frei gemacht zu werden; in einem anderen Fall jedoch erfolgte die Öffnung des Zoosporangiums durch einem scharfen Längsriß, so daß das Sporangium gewissermaßen in zwei Teile barst (Taf. 2 Fig. 88). Die freigewordenen Schwärmer bleiben eine Weile in der Nähe des Sporangiums bewegungslos liegen. Sie sind kugelig, haben einen Durchmesser von 2—3  $\mu$ , einen relativ ansehnlichen, exzentrisch gelegenen Fetttropfen und eine lange und feine Geißel (Taf. 2 Fig. 89). Es sind demnach echte Chytridiaceenschwärmer mit tanzend-hüpfender Bewegung. Schon nach kurzer Schwärmzeit scheinen sie sich an die Borsten von *Bulbochaete* festzusetzen. Man findet zahlreiche, kleine, 3  $\mu$  große, kugelige Keimlinge vom Bau der Schwärmer, die bereits die Membran der *Bulbochaete*-Borste durchbohrt haben und um deren Infektionsfortsatz die angegriffene Wirtszelle bereits die schützende Wandsubstanzscheide gebildet hat. Solche Keimlinge zeigen sehr oft noch keine Spur von einer Borste an ihrer Oberfläche, woraus hervorgeht, daß die erste Borste nicht etwa die erhalten gebliebene und umgewandelte Geißel des Schwärmers ist (Taf. 2 Fig. 90). Andererseits beobachtet man öfters Keimlinge dieser Größe, mit

einem einzigen Fetttropfen im Innern, die bereits eine lange (ca. 16 mal körperlange) und daneben eine zweite, bisweilen ganz kurze Borste tragen (Taf. 2 Fig. 91). Diese Fälle zeigen es deutlich, daß die Borsten sukzessive gebildet werden, und aus kleinen Anfängen zu ihrer bedeutenden Länge heranwachsen. Jedoch es gibt auch solche  $3\ \mu$  große Keimlinge, die bereits eine beträchtliche Anzahl langer, nach allen Richtungen des Raumes ausstrahlender, gerader oder bogig gekrümmter, unverzweigter, haarfeiner Borsten tragen. Die Borstenentwicklung geht demnach schon sehr frühzeitig und auch rasch vor sich (Taf. 2 Fig. 92). Ihre chemische Beschaffenheit bleibt festzustellen.

Viel zahlreicher als die Zoosporangien fand ich an den *Bulbochaete*-Borsten, runde, nahezu kugelige Zellen von 5—8, meist  $8\ \mu$  Durchmesser mit starker, doppelkonturierter Membran, deren Außenfläche weit auseinander stehende, ca.  $2\ \mu$  lange, stäbchenförmige, in ihrer ganzen Länge gleichdicke, gerade, an ihrer Spitze stumpfe, bakterienartige Stacheln trägt, welche nach allen Richtungen strahlenartig, senkrecht abstehen. Diese Stacheln stehen derart schütter, daß im optischen Längsschnitt der kugeligen Zelle auf deren Peripherie ca. 8 derselben fallen, und ein solcher Längsschnitt einem Schiffssteuerrade mit seinen radialen Handgriffen recht ähnlich sieht (Taf. 2 Fig. 94). Im Innern führen diese Zellen, nebst granuliertem Plasma, einen großen, matt- und fettglänzenden, runden Tropfen von  $5\ \mu$  Durchmesser. So bieten diese charakteristischen Zellen das typische Aussehen von Chytridiaceendauersporen und ob ihres Vorkommens an dem gleichen, so markanten Orte, an den Borsten von *Bulbochaete*, ist es sozusagen ganz sicher, daß sie die Dauersporen unseres Organismus sind. Der Dauerspore — seitlich, zwischen deren Stacheln — ansitzend, findet sich ein zartwandiges, glattes, inhaltsloses, rundliches Bläschen von  $2-3\ \mu$  Diam. (♂). Diese kleine, leere „Anhangszelle“ ist auch hier sicherlich ein befruchtendes, männliches Individuum; die Dauerspore demnach das Produkt sexueller Zeugung. Doch in zahlreichen Fällen war ein solches „Antheridium“ nicht zu beobachten.

In einem moorigen Tümpel beim „Hotel Móry“, in der Nähe des Csorbaër-Sees in der Hohen Tatra; im September 1910.

Das, was diese Chytridiacee ganz besonders bemerkenswert macht, sind die überraschend langen anscheinend soliden, haarfeinen Borsten auf der Membran der Zoosporangien. Bildungen ähnlicher oder vielleicht gleicher Art (welche ich leider aus eigener Anschauung nicht kenne) sind meines Wissens nach nur bei *Rhizo-*

*phidium mycophilum* A. BR. durch NOWAKOWSKI (1877, Taf. V Fig. 7, 8, 10—12) bekannt geworden. Aber dort bilden die feinen Haare von nicht bedeutender, den Dauersporendurchmesser gleichkommender Länge einen dichten Pelz und scheinen hauptsächlich an der unteren Hälfte der Dauerspore zu entspringen. Die überaus langen Borsten von *Chytridium chaetophilum* hingegen stehen aber auch nicht ganz vereinzelt da, sondern sie haben ein Seitenstück bei einer *Rhizophidium*-artigen Chytridiacee, welche ich leider nur ein paarmal an *Oedogonium* sah, die aber schon durch ihre, im übrigen glattwandigen Dauersporen, von *Chytridium chaetophilum* deutlich verschieden ist (*Rhizophidium? setigerum* nov. spec. Taf. 2 Fig. 95). Auch hier entspringen die Borsten der oberen Zellhälfte und strahlen radienförmig aus. Diese drei Chytridiaceen, welche fähig sind derlei haarförmige Membranauswüchse, sei es an den Zoosporangien, sei es nur an den Dauersporen oder an beiden, zu produzieren, könnte man vielleicht in eine rein morphologische Gruppe zusammenstellen und diese — analog den „dentigeren Chytridien“ — als „setigere Chytridien“ bezeichnen, die gewissermaßen „Typen“, aber keineswegs Verwandtschaftskreise repräsentieren.

### *Rhizophidium catenatum* DANG.

Obwohl ich diese Chytridiacee aus eigener Anschauung nicht kenne, möchte ich doch meinen, daß hier eine *Rhizophidium*-Art mit Sexualität vorliegt. DANGEARD (1889, p. 65) gibt es als eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit dieser Chytridiacee an, daß sich extramatrikal, zumeist an der Basis der Zoosporangien 3—4 kleine, rundliche Ausbauchungen („renflements“) finden, über deren Natur er nichts aussagt. FISCHER (1892, p. 109) sieht in diesen Blasen zweifelhaften Ursprungs abnorme Keimungen und dieser Ansicht schloß sich auch v. MINDEN (1905, p. 341) an. Daß es sich in diesen Bildungen um Keimlinge handeln dürfte, darin haben die beiden letzteren Forscher sehr wahrscheinlich recht; aber sie erkannten es nicht, daß diese Keimlinge allem Anschein nach geschlechtlich (männlich) differenzierte Individuen sind, die auch hier auf diesem Entwicklungsstadium stehen bleiben und sich auch hier an dem so bevorzugten Orte der Copulation, an der Basis des weiblichen Individuums vorfinden. Insbesondere Pl. III Fig. 24 a (DANGEARD 1889) läßt klar die kleine „Anhangszelle“, das als „Antheridium“ fungierende Männchen (in Übereinstimmung mit den letzteren hier behandelten Fällen von Sexualität) erkennen. Unter

der größeren (weiblichen) Zelle befindet sich intramatrikal eine subsporangiale Blase, die natürlich mit dem Geschlechtsakt nichts zu tun hat.

Ob *Rhizophidium catenatum* DANG. nichts anderes ist als *Entophlyctis (Rhizidium) intestina* SCHENK, wie es FISCHER (l. c.) anzunehmen scheint (in deren Gesellschaft DANGEARD sein *Rhizophidium catenatum* fand) ist eine Frage für sich, die dahingestellt bleiben möge. Ich glaube aber, daß hier DANGEARD im Recht ist.

Hiermit möchte ich — von zwei weiteren, mir gar zu mangelhaft bekannt gebliebenen Fällen absehend — die Reihe sexueller Chytridiaceen schließen. Aus dem Voranstehenden dürfte es aber schon deutlich geworden sein, daß Sexualität hier weiter verbreitet ist, als es bisher den Anschein hatte, und daß sich die Zahl solcher Fälle, bei auf diesem Punkt gerichteter Aufmerksamkeit, noch bedeutend erhöhen kann. Insbesondere scheint Sexualität bei *Rhizophidium*-artigen Formen nicht nur nicht zu fehlen, sondern ganz im Gegenteil recht häufig zu sein.

Bereits NOWAKOWSKI (1877, p. 211) hatte bei *Polyphagus* die Tatsache bemerkt, daß die männlichen Individuen in der Regel von geringerer Größe sind als die weiblichen, also schon auf einem weniger fortgeschrittenen Entwicklungsstadium die Befruchtung vollziehen, ja daß sogar solche männliche Individuen diese ausüben, die einem nicht lange vorher zur Ruhe gekommenen Schwärmer entsprechen, sich erst im Stadium eines Keimlings befinden (NOWAKOWSKI 1877 a, Taf. IX Fig. 10, 11, 12). Dagegen werden nur solche weibliche Individuen befruchtet, welche schon so eine Größe erlangt haben, daß sie auch sonst fähig wären Schwärmer zu bilden. Dieselbe — auch von allgemeinem Standpunkt aus bedeutungsvolle Erscheinung — findet sich alsdann in viel ausgeprägter Weise bei *Zygorhizidium Willei*, *Chytridium(?) Characii* und *Chytridium(?) Spirotaeniae*, bis sie endlich den höchsten Grad der Ausbildung z. B. bei *Rhizophidium asterosporum*, *Rhizophidium goniosporum*, *Chytridium Confervae* (WILLE) v. MINDEN — welche schon den *Olpidiopsis*-Typus repräsentieren — erreicht. Dieser höchst auffallende Größenunterschied der beiden Geschlechter findet seine Erklärung in der, die gesamte Lebewelt beherrschenden Tatsache, daß dem Männchen vor allem die Aufgabe zukommt die Befruchtung zu vollziehen, wozu bereits ein geringes Quantum lebendiger Substanz, ja vielleicht der Geschlechtskern — als Träger erblicher Eigenschaften — allein genügt, während das Weibchen außerdem nicht nur die

Nachkommenschaft zur Welt zu bringen, sondern auch für deren Sicherung, ja selbst Vermehrung derselben zu sorgen hat. Für diese letzteren Aufgaben reicht jedoch der weibliche resp. der befruchtete Kern (der Keimkern) allein keineswegs aus, dazu wird noch anderes Material erfordert und bevor dieses nicht beschafft ist (wenn es nicht später beschafft werden kann) schreitet das Weibchen nicht zur Befruchtung, deshalb erscheinen erst voll entwickelte Weibchen, die dem zufolge auch eine bedeutendere Größe besitzen, befruchtungsfähig.<sup>1)</sup> Allem Anschein nach sind hier bei den Chytridiaceen schon die Geschlechtspflänzchen liefernden Schwärmer sexuell d. h. in männliche und weibliche differenziert, wenn sie auch keinerlei in die Augen fallenden Verschiedenheiten aufweisen. Ob nun aus einer solchen Schwärmspore ein Männchen oder ein Weibchen entsteht, dies dürfte kaum von äußeren Verhältnissen abhängen, da Pflänzchen beiderlei Geschlechts augenscheinlich unter den nämlichen Verhältnissen untereinander gemischt zur Entwicklung gelangen.

Ist die geschlechtliche Attraktion zwischen den Geschlechtsindividuen sofort keine besonders große, so werden die männlichen und weiblichen Schwärmer voneinander mehr oder weniger entfernt, an verschiedenen Orten zur Ruhe und Weiterentwicklung gelangen; dann aber muß das Männchen, um mit dem Weibchen in Berührung zu kommen einen mehr oder weniger langen Copulations Schlauch entwickeln, da es sich bei den hier in Rede stehenden Chytridiaceen um die Copulation von Aplanogameten handelt. So kommt auf diese Weise der *Polyphagus*- und dessen prägnantere Form, der *Zygorhizidium*-Typus zustande. Vollkommener, d. h. zweckmäßiger wird der Zweck, die beiden Geschlechtsindividuen zu vereinigen (jedoch eine stärkere geschlechtliche Anziehung zur Voraussetzung habend) bei dem *Olpidiopsis*-Typus<sup>2)</sup> erreicht, wo der männliche Schwärmer sich

<sup>1)</sup> In der geringen, rückständigen Ausbildung des männlichen Individuums Schwäche und in der Copulation eine auf Kräftigung abzielende, vegetative Fusion zweier Individuen zu erblicken, wie es FISCH (1884, p. 55) bezüglich *Polyphagus* anzunehmen geneigt war, ist heutzutage nicht mehr angängig. Die cytologischen Untersuchungen der Neuzeit (LOEWENTHAL 1905 bei seinem *Zygorhizidium Willei*; KUSANO 1912; WÄGER 1913) haben es klargestellt, daß in diesen Copulationserscheinungen ein unzweifelhafter Befruchtungsprozeß vorliegt.

<sup>2)</sup> Ich kann es nicht unterlassen auch hier nochmals darauf hinzuweisen, daß *Olpidiopsis* (CORNO)- *Diplophlyctis* (SCHRÖTER) keine Chytridiacee ist, sondern der zweigeißeligen Saprolegniineen-Peronosporineenreihe angehört (siehe meinen Stammbaum, 1925, p. 39) und die gleiche Form des Geschlechtsaktes nur einen jener gemeinsamen Züge darstellt, die diese zwei, aus dem gemeinsamen Mutterboden der Monadinen aufsteigenden Reihen der Oomyceten naturgemäß aufweisen.

direkt auf die Oberfläche des zur Dauerspore werdenden weiblichen Individuums festsetzt. Die Vereinigung der beiden Geschlechter ist dadurch in unfehlbarer Weise gesichert; zudem wird die Entwicklung eines mehr oder weniger langen Copulationsschlauches überflüssig, was für den Organismus ein Ersparnis an Material und Kraft bedeutet.

Daß bei Geschlechtlichkeit zeigenden Arten auch — und oft sehr zahlreiche — Fälle vorkommen, wo das befruchtende, männliche Individuum nicht nachweisbar ist, d. h. fehlt, spricht durchaus nicht gegen das Vorhandensein von Sexualität, denn es handelt sich in diesen Fällen sicherlich um eine parthenogenetische Entstehung der Dauerspore. Dies ist um so mehr verständlich, wenn wir berücksichtigen, das Parthenogenesis im Bereiche der Phycomyceten eine weit verbreitete, recht häufige Erscheinung ist. Man braucht nur auf die Saprolegniaceae in der Saprolegniineen-Peronosporineenreihe, auf die Azygosporen der Mucorineen und Entomophthorineen, vielleicht auch auf die Blastocladineen bei den Monoblepharideen hinzuweisen, und man wird es nicht wunderlich finden, daß auch in der eingeißeligen Chytridineenreihe, bei sexuellen Arten Dauersporen auch auf diese Weise entstehen.

Auf das andere Extrem, ich meine die Polyandrie, wurde bereits oben, von Fall zu Fall (S. 17, 23, 28, 31) aufmerksam gemacht.

Gödöllö, Ende Mai 1925.

### Literaturverzeichnis.

- ATKINSON, GRO. (1909): Observations on some fungus parasites of Algae in the vicinity of Ithaca. N. Y. Botanical Gazette Vol. 48.
- BRAUN, ALEX. (1855): Über Chytridium, eine Gattung einzelliger Schmarotzer-  
gewächse auf Algen und Infusorien. Abhandl. d. kgl. Akad. d. Wiss.  
zu Berlin, Sep.-Abdr.
- CORNU, M. (1872): Monographie des Saprolegniées. Ann. d. scienc. nat. Bot.  
Sér. 5 T. 15.
- DANGEARD, P. A. (1889): Mémoire sur les Chytridinées. Le Botaniste 1. sér. p. 39  
—74, Pl. II, III.
- (1900): Recherches sur la structure du Polyphagus Euglenae NOWAK. et sa  
reproduction sexuelle. Le Botaniste 7. sér. p. 213—258, Pl. VI, VII.
- (1900a): Le Chytridium transversum A. Br. Ibid. p. 282—284, Fig. 1.
- DE BARY, A. (1884): Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Flechten  
und Mycetozoën. Leipzig.
- u. WORONIN, M. (1881): Untersuchungen über die Permosporeen und Sapro-  
legnieen usw. Beitr. z. Morph. u. Physiol. d. Pilze, 4. Reihe. Frank-  
furt a. M., Sep.-Abdr.

- FISCH, C. (1884): Beiträge zur Kenntnis der Chytridiaceen. Sitz-Ber. d. physik.-med. Societät zu Erlangen, 16. Heft. Auch Habilitationsschrift, Erlangen.
- FISCHER, A. (1892): Phycomycetes. in: RABENHORST, Kryptogamenflora von Deutschland usw., 2. Aufl., Bd. 1. Pilze, Abt. IV. Leipzig.
- HABERLANDT, G. (1887): Über die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen. Jena.
- KUSANO, S. (1912): On the Life-History and Cytology of a new Olpidium with special Reference to the Copulation of motile Isogametes. Journ. of the College of Agriculture, Imperial University of Tokyo Vol. 4 No. 3, Tokyo, p. 141—199, Pl. XV—XVII.
- LAGERHEIM, G. (1900): Untersuchungen über die Monoblepharideen. Mykologische Studien. II. Bihang till Svenska Vet. Akad. Handlingar Bd. 25 Afd. 3 No. 8. Sep.-Abdr. Medd. från Stockholms Högskola No. 199.
- LOEWENTHAL, W. (1905): Weitere Untersuchungen an Chytridiaceen. Arch. f. Protistenk. Bd. 5 p. 221—239, Taf. 7, 8.
- MINDEN, M. v. (1905): Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Bd. 5: Chytridinae, Ancylistineae, Saprolegnineae. Berlin.
- NOWAKOWSKI, L. (1877): Beitrag zur Kenntnis der Chytridiaceen. COHN's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen Bd. 2 Heft 1 p. 73—100, Taf. IV—VI.
- (1877a): Beitrag zur Kenntnis der Chytridiaceen. II. Polyphagus Euglenae, eine Chytridiacee mit geschlechtlicher Fortpflanzung. Ibid. Bd. 2 Heft 2 p. 201—219, Tat. VIII, IX.
- (1878): Przyczynek do morfologii i systematyki Skoczaków (Chytridiaceae). Pamietnik Akademii umiejtności w Krakowie. Wydział Matematyczno-Przyrodniczy. Tom. 4 p. 174—198, Tab. VII—X.
- ROSEN, F. (1887): Ein Beitrag zur Kenntnis der Chytridiaceen. COHN's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen Bd. 4 p. 253—267, Taf. XIII, XIV.
- SCHERFFEL, A. (1914): Kisebb Közlemények a Kryptogamok Köréből. Kryptogamische Miscellen. Botanikai Közlemények.
- (1925): Endophytische Phycomyceten-Parasiten der Bacillariaceen und einige neue Monaden. Arch. f. Protistenk. Bd. 52 p. 1—141. Taf. 1—5.
- SCHRÖTER, J. (1897): Chytridinae. in: ENGLER-PRANTL, Natürliche Pflanzenfamilien, 1. Aufl., I. Teil, I. Abt. Leipzig.
- SOROKIN, N. (1874): Einige neue Wasserpilze. Bot. Ztg. p. 305, Taf. VI.
- WAGEB, H. (1913): The Life-History and Cytology of Polyphagus Euglenae. Ann. of Botany Vol. 27 p. 173—202, Pl. XVI—XIX.
- WILLE, N. (1899): Om nogle Vandsoppe. Skrifter udgivne af Videnskabselskabet i Christiania. Math.-naturvid. Klasse n. 3.
- ZOPF, W. (1884): Zur Kenntnis der Phycomyceten. I. Zur Morphologie und Biologie der Ancylisteen und Chytridiaceen. Nova acta der kaiserl. Leop. Carol. deutsch. Akad. d. Naturf. Bd. 47 No. 4. Halle.
- (1890): Die Pilze. Breslau. Auch SCHENK's Handbuch der Botanik Bd. 4.

## Tafelerklärung.

## Tafel 1.

Fig. 1—10. *Polyphagus parasiticus* Now.

Fig. 1. Zwei frei im Wasser keimende Zoosporen mit pseudopodienartigen Rhizoiden. Vergr. 372.

Fig. 2. Zwei Keimlinge an *Tribonema*. Links älteres Stadium; ein Rhizoid zum Haupthaustorium erstarkt. Vergr. 500.

Fig. 3. Erwachsenes Individuum an *Tribonema*. Prosporangium von Fettropfen dicht erfüllt. Vergr. 500.

Fig. 4. 1. Reifes Zoosporangium am leeren Prosporangium. 2. Dasselbe nach der Entleerung der Schwärmer, den schalenförmigen, basalen Rest der Sporangiumwand zeigend. Vergr. 500.

Fig. 5. Dauerspore am leeren Prosporangium; bei x der Rest des abgerissenen männlichen Copulationsfortsatzes. Vergr. 500.

Fig. 6. Leeres Prosporangium mit zwei ansitzenden Dauersporen; an der größeren der abgerissene männliche Copulationsfortsatz (x) sichtbar, die kleinere, anscheinend leere ohne einen solchen. Vergr. 372.

Fig. 7. Mit Fettropfen erfülltes Prosporangium mit zwei Dauersporen; ähnlich wie Fig. 6. Vergr. 372.

Fig. 8<sub>1</sub>—7. Aufeinanderfolgende Stadien einer auskeimenden Dauerspore (kontinuierliche Beobachtung). 1. Einwanderung des Fettes in das hervorwachsende Zoosporangium. 2 u. 3. Emulgierung des Fettes. 4. Zusammenfließen der gleichmäßigen kleinen Fettpartikel zu den Fettropfen der zukünftigen Schwärmer. 5. Zoosporangium reif, mit den gleichgroßen, kugeligen Fettropfen der Schwärmer. 6. Schalenförmiger Rest der Zoosporangienwand nach der Entleerung der Schwärmer. 7. Leere Dauerspore nach dem Verschwinden des Sporangiumwandrestes. 1. um  $\frac{1}{4}$  12 Uhr. 2. um  $\frac{1}{2}$  12 Uhr vormittags, 3. um  $\frac{1}{2}$  4 Uhr nachmittags den 30. März; 5. um  $\frac{3}{4}$  9 Uhr, 6. um  $\frac{1}{4}$  10 Uhr, 7. um  $\frac{1}{2}$  10 Uhr vormittags den 31. März 1886. Vergr. 540.

Fig. 9. Aus der ausgekeimten Dauerspore hervorgegangene Schwärmer.

Fig. 10. Dauerspore eines Parasiten (?) im Prosporangium von *Polyphagus parasiticus*. Vergr. 750. Siehe S. 6.

Fig. 11—24. *Ectochytridium (Zygorhizidium) Willei* (LORWENTHAL) mihi.

Fig. 11. Bei a ein in die Wirtszelle eindringender Keimling; bei b ein entleertes Zoosporangium auf *Mougeotia* spec. Beinahe rechtwinkelige Biegung der Wirtszelle. Vergr. 750.

Fig. 12. Entleertes Zoosporangium; bei x der Bohrkanal in der Wirtszellmembran von oben gesehen; knieförmige Biegung und Deformation der Wirtszelle. Vergr. 620.

Fig. 13 a, b. Entleerte Zoosporangien mit seitlicher Öffnung; b den abgehobenen Deckel zeigend. Vergr. von a 500, von b 372.

Fig. 14. Zwei junge Zoosporangien des Parasiten, welcher scharfe, knieförmige Biegungen des *Mougeotia*-Fadens verursachte. Vergr. 500.

Fig. 15 a, b. Ausgebildete Zoosporangien; a vor der Schwärmerbildung; b entleertes Sporangium mit apikaler Öffnung. Intramatrikal in beiden Fällen der kleine Rhizoidpinsel sichtbar. Vergr. 500.



Fig. 16. Schwärmer.

Fig. 17. Dauerspore und Männchen ( $\sigma^7$ ), durch den Copulationsfortsatz miteinander verbunden. Zeichnung aus dem Jahre 1900. Vergr. 750.

Fig. 18. Reife Dauerspore von der Seite gesehen; mit knopf(bläschen-)förmigem Rhizoid. Im Zusammenhang mit dem männlichen Individuum. Vergr. 620.

Fig. 19. Wie Fig. 18. Dauerspore von oben gesehen. Kugeliges Haustorium des männlichen Individuums, welches noch Inhalt führt, deutlich.

Fig. 20. Männchen und Weibchen in Copulation; Copulationsfortsatz am oberen Teil des weiblichen Individuums ansetzend. Zeichnung aus dem Jahre 1900. Vergr. 750.

Fig. 21. Zwei Dauersporen durch den Copulationsfortsatz mit dem zugehörigen Männchen verbunden. Vom rechten männlichen Individuum geht der Copulationsfortsatz von dessen Seite und nicht von der Basis ab und das kugelförmige Haustorium ist schön sichtbar. Bei m ein zum Zoosporangium gewordenes und entleertes männliches Individuum (Zwergsporangium) mit kugelförmigem Haustorium. Vergr. 620.

Fig. 22. Vegetativ werdendes (heranwachsendes) männliches Individuum, das bereits einen Copulationsfortsatz entwickelt hatte. Vergr. 620.

Fig. 23. Drei männliche Individuen haben ihre Copulationsschläuche mit einem Weibchen in Verbindung gesetzt, aber nur das vollständig entleerte (a) scheint die Befruchtung vollzogen zu haben; Schlauchnatur des Copulationsfortsatzes deutlich, ebenso das knopfförmige Haustorium; der von der Wirtszelle gebildete Schutzhöcker unter diesem Männchen ist intensiv braun gefärbt. (Siehe den Text auf S. 10.) Vergr. 1200.

Fig. 24. Siehe die Erklärung auf S. 10 des Textes. Vergr. 620.

Fig. 25. *Chytridium* (?) *Characii* nov. spec.

Fig. 25a—c. Drei Dauersporen durch den Copulationsschlauch mit dem entleerten männlichen Individuum ( $\sigma^7$ ) verbunden.

In Fig. 25c sieht der Microgamet ( $\sigma^7$ ) mit seinem Copulationsschlauch einem Klavierhämmerchen nicht unähnlich. Ch = *Characium*; in Fig. 25b sitzt dieses einem *Tribonema*-Faden auf. Vergr. 1000.

Fig. 26—29. *Chytridium* (?) *Spirotaeniae* nov. spec.

Fig. 26. Zoosporangien; bei a zwei Sporangien in der Aufsicht (von oben gesehen); bei k ein Keimling. Vergr. 750.

Fig. 27. Drei Dauersporen (weibliche Individuen) im Stadium der Befruchtung; ihr Lumen in offener Kommunikation mit demjenigen des Männchens. Beide Geschlechtsindividuen führen miteinander zusammenhängenden Inhalt. Bei x Copulationsschlauch eines Männchens; bei  $\sigma^7$  ist der Körper des männlichen Individuums bereits frei von geformtem Inhalt. Vergr. 750.

Fig. 28. Oospore (oo) mit dem männlichen Individuum ( $\sigma^7$ ) durch den Copulationsschlauch verbunden, das Lumen der beiden Individuen steht in offener Kommunikation. Vergr. 750.

Fig. 29 a, b. a Dauerspore (oo) in Oberflächenansicht; Copulationsschlauch des Männchens ( $\sigma^7$ ) ohne cylindrisches Mittelstück. b Reife Dauerspore (oo) im optischen Querschnitt; vom Lumen des Männchens vollständig abgeschlossen; Männchen ( $\sigma^7$ ) inhaltsleer; der Copulationsschlauch zeigt hier deutlich das proximale, cylindrische Mittelstück und das keulenförmig erweiterte distale Ende (Appressorium). Bei z zwei Zoosporangien. Vergr. 750.

Fig. 30—39. *Rhizophidium asterosporum* nov. spec.

Fig. 30 a, b. Dauersporen; a in der Seitenansicht, b in Aufsicht. Vergr. 750.

Fig. 31. Jugendzustand; ob es sich hier um ein Zoosporangium oder eine junge Dauerspore handelt, ist ungewiß. Vergr. 1000.

Fig. 32. Junge Dauerspore noch dünnwandig, mit den buckelförmigen Ausstülpungen; große Fettkörper führend. Vergr. 1000.

Fig. 33. Zwei Dauersporen; Höcker mit Membransubstanz ausgefüllt. Einer jeden sitzt seitlich das leere, kugelige, zartwandige Männchen an. Vergr. 1000.

Fig. 34. Dauerspore mit zwei entleerten Männchen ( $\sigma^7$ ). Vergr. 1000.

Fig. 35. Dauerspore mit hohen, fingerförmigen Membranhöckern; an der Spitze eines derselben das leere, kugelige Männchen ( $\sigma^7$ ). Vergr. 1000.

Fig. 36. Dauerspore mit zitzenförmigen Membranhöckern, oben das zartwandige, entleerte männliche Individuum ( $\sigma^7$ ) tragend. Vergr. 1000.

Fig. 37. Dauerspore auf einem *Tribonema*-Faden. Bohrkanal des Parasiten in der Membran der Wirtszelle deutlich; im Lumen außer dem desorganisierten Zellinhalt feine Fäden (Rhizoiden?). Vergr. 1000.

Fig. 38. *Tribonema*-Faden; bei a mit einem entleerten Zoosporangium, bei b mit einer Dauerspore des Parasiten. Vergr. 750.

Fig. 39. Geöffnetes Zoosporangium mit einigen in demselben verbliebenen und zur Ruhe gekommenen Schwärmern. Vergr. 750.

Fig. 40—42. *Rhizophidium goniosporum* nov. spec.

(Siehe auch Taf. 2 Fig. 43—50.)

Fig. 40 a—c. a) Ein junges und ein entleertes Zoosporangium von der Seite gesehen. b) Älteres Stadium eines Zoosporangiums; gleichmäßig granulierter Inhalt. In der Wirtszelle (auch in a) die rosenroten Desorganisationsprodukte. c) Nahezu reifes Zoosporangium mit den Fetttropfen der zukünftigen Schwärmer. Vergr. von a und c 1000, von b 500.

Fig. 41. Birnförmiges, liegendes Zoosporangium mit einer Entleerungspapille. Vergr. 500.

Fig. 42. Schwärmer. Vergr. 372.

## Tafel 2.

Fig. 43—50. *Rhizophidium goniosporum* nov. spec.

(S. auch Taf. 1 Fig. 40—42.)

Fig. 43. Drei von dem Parasiten befallene Zellen eines *Tribonema*-Fadens. Auf dem mittleren Sporangium sitzt die Dauerspore (P) von *Rhizophidium parasitans* nov. spec.; rechts ein leeres Zoosporangium mit stark gewölbter Bauchfläche und flachem Rücken. Vergr. 500.

Fig. 44. Drei entleerte Zoosporangien von oben gesehen. Vergr. 500.

Fig. 45 a, b. a) Zoosporangium mit einer Dauercyste? im Innern, neben derselben noch ein Inhaltsrest. Vergr. 500. b) Ebensolche endogene Cyste?, im Lumen des Zoosporangiums kein weiterer, sichtbarer Inhalt. Vergr. 1000.

Fig. 46. Junge, polyaedrische Dauerspore (weibliches Individuum) mit dem ansitzenden männlichen Individuum in offener Kommunikation (Copulationszustand). Vergr. 1500.

Fig. 47 a, b. a) Dauerspore mit dem ansitzenden Männchen von der Seite; b) desgleichen von oben gesehen, besonders schön die polyaedrische Gestalt zeigend.

In Fig. 47 a die rosenroten Desorganisationsprodukte in der *Tribonema*-Zelle. Vergr. 1500.

Fig. 48. Dauerspore mit Männchen; an den Ecken die Membran papillenförmig verdickt. Inhalt der *Tribonema*-Zelle in charakteristischer Weise desorganisiert. Vergr. 1500.

Fig. 49. Dauerspore mit zwei ansitzenden, entleerten Männchen ( $\sigma$ ). Vergr. 1500.

Fig. 50. Im Lumen einer noch dünnwandigen Dauerspore, der außen ein entleertes Männchen ansitzt, eine kugelige Dauerzelle (Parasit?). Siehe den Text S. 24. Vergr. 1500.

Fig. 51. *Rhizophidium irregulare* DE WILD.? (s. S. 24).

Fig. 51. Hantzschia amphioxys von diesem Parasiten befallen. Vier entleerte Zoosporangien von der Gestalt derjenigen von *Rhizophidium goniosporum* und zwei Dauersporen (unter der einen die feinen, fadenförmigen Rhizoiden sichtbar). Vergr. 500.

Fig. 52—56. *Rhizophidium parasitans* nov. spec.

Fig. 52. Leeres Zoosporangium von *Rhizophidium goniosporum* mit inhaltsloser endogener Cyste?, das außen das kugelige Zoosporangium dieses Parasiten mit gleichmäßig körnigem Inhalt trägt. Vergr. 500.

Fig. 53. Desgleichen, Inhalt in die Schwärmer zerfallen. Vergr. 500.

Fig. 54. Zwei Schwärmer; einer derselben die amöboide Gestaltveränderung seines Körpers zeigend.

Fig. 55. Desgleichen wie Fig. 52 und 53. Entleertes Zoosporangium (z). Vergr. 500.

Fig. 56. Zwei Dauersporen einem leeren Zoosporangium von *Rhizophidium goniosporum* ansitzend. Vergr. 1000.

Fig. 57—59. *Rhizophidium* spec. auf *Tribonema* (s. S. 28).

Fig. 57 a, b. a) Jungdliches weibliches Individuum ( $\varnothing$ ); an dessen Basis seitlich das kleinere, männliche Individuum ( $\sigma$ ). b) Desgleichen; an der Basis mit zwei entleerten und einem noch Inhalt führenden männlichen Individuen ( $\sigma$ ); Polyandrie. Die Zellwand der Wirtszelle innen hügel förmig verdickt (Schutzhöcker s). Vergr. 1500.

Fig. 58. Älteres weibliches schon kugelförmiges Individuum, mit einem leeren männlichen Individuum ( $\sigma$ ), das einen ganz kurzen, stiel förmigen Copulationsfortsatz zeigt, verbunden. Vergr. 1500.

Fig. 59. Vor der Schwärmerbildung stehendes Zoosporangium dieses? Parasiten. Vergr. 1500.

Fig. 60—62. *Rhizophidium fallax* nov. spec.

Fig. 60. Zoosporangium mit gleichmäßig körnigem Inhalt (vor der Bildung der Öltropfen der Schwärmer). An der Innenseite der *Mougeotia*-Zellwand der mächtige, rotbräunlich gefärbte Schutzhöcker. Vergr. 750.

Fig. 61. Schwärmer.

Fig. 62. Unten eine junge, noch zartwandige Dauerspore mit 3 großen Fettkugeln im Innern und zwei ansitzenden männlichen Individuen ( $\sigma$ ), von denen das eine leer, das andere noch ein kleines Fetttröpfchen in seinem Innern zeigt. An der Innenseite der Wirtszellwand der zapfen förmige Schutzhöcker. Bei b (oben) eine vollkommen ausgebildete, reife Dauerspore mit ansitzendem leeren Männchen. Vergr. 1000.

Fig. 63—80. *Chytridium (Rhizidium?) Confervae* (WILLE) v. MINDEN.

Fig. 63. Junges Zoosporangium mit den beiden Stacheln am Scheitel; intramatrikal unter dem Sporangium die dick-spindelförmige Anschwellung der Rhizoidhyphe, diese zeigt in ihrem Lumen langgestreckte Fetttröpfchen, welche dieser Anschwellung zuströmen. An 2 Stellen der Rhizoidhyphe rudimentäre Astbildung. Vergr. 1000.

Fig. 64. Erwachsenes Zoosporangium vor der Emulgierung des Fettes; unter demselben das intramatrikale, dick-spindelförmige, fetterfüllte Reservoir. Vergr. 1000.

Fig. 65. Gruppierung der gleichgroßen Fettpartikel vor dem Zusammenfließen zu den Fetttropfen der Schwärmer.

Fig. 66. Zoosporangium nach dem Zusammenfließen der Fettpartikel; Fetttropfen der zukünftigen Schwärmer noch etwas unregelmäßig.

Fig. 67. Reifes Zoosporangium; die Schwärmergrenzen und die kleinen Vakuolen (v) nebst den Öltropfen (ö) zeigend. (Schematisch.)

Fig. 68<sub>1-3</sub>. Entleerung eines Zoosporangiums. Skizzen aus dem Jahre 1886. 1 u. 2. Herausquellen der Schwärmermasse. 3. Auseinandertreten der Schwärmer.

Fig. 69. Schwärmer vor dem Wegschwimmen, die amöboide Gestaltveränderung des Fetttropfens zeigend. Geißel nicht gezeichnet.

Fig. 70. Schwärmer; der mittlere mit amöboid gestreckten Körper.

Fig. 71. Im freien Wasser zur Ruhe gekommener und auskeimender Schwärmer; das dicke Rhizoid zeigt Astbildung. Vergr. 1200.

Fig. 72. Ein in einen *Tribonema*-Faden eingedrungener Keimling. Extramatrikale Bläschen und die subsporangiale Blase stark entleert, zwei glänzende Fetttröpfchen führend. Die unverzweigte Rhizoidhyphe hat bereits die Nachbarzelle durchwuchert und ist im Begriffe in die dritte Zelle der Nährpflanze einzudringen. In dieser noch intakten Wirtszelle an der gefährdeten Stelle die Ansammlung körnigen Plasmas und in deren Nähe der Zellkern (n) der *Tribonema*-Zelle (Schutzhöckerbildung). Vergr. 1000.

Fig. 73. Die den *Tribonema*-Faden der Länge nach durchwuchernde Rhizoidhyphe, die Querwände der Alge teils mit einem, teils mit mehreren Bohrlöchern durchsetzend; hier und da schwach buckelförmige Ausweitungen; an der mit 4 Kanälen durchbohrten Querwand (s) stempelförmige Verbreiterung zeigend; bei x ein langgedehnter Fetttropfen im Lumen derselben. Vergr. 750.

Fig. 74 a—c. Durchbohrte *Tribonema*-Querwände mit den aus Cellulose bestehenden Schutzhöckern und Scheiden. a) Ein Bohrkanal; Schutzhöcker einseitig, zapfenförmig. b) Zwei Bohrkanäle; Schutzhöcker beiderseitig und hügelartig. c) Ein Bohrloch: um die eingedrungene und sich in zwei Äste geteilte Hyphe hatte die *Tribonema*-Zelle eine dicke, entsprechend geformte Cellulosescheide gebildet; ein sehr instruktiver Fall von Verteidigung. Verg. von a und b 750; von c 1000.

Fig. 75. Die Rhizoidhyphe ist bereits zu einem fadenförmigen, glänzenden Strang zusammengeschrumpft. Nach Behandlung mit Chlorzinkjod färbte sich die pathologische Wandsubstanz der *Tribonema*, d. h. die Schutzhöcker und Scheiden an den durchbohrten Querwänden allein, intensiv und tief violett. Vergr. 750.

Fig. 76. Dauerspore an einem *Tribonema*-Faden sitzend. Habitusbild. Unter ihr zeigt die Wirtszelle an den Querwänden die charakteristischen Membranscheiden nach entgegengesetzten Richtungen gebildet, ein Zeichen dafür, daß die nicht mehr vorhandene intramatrikale dicke Spindel nach beiden Seiten in die Rhizoidhyphe ausgewachsen war. Zeichnung aus dem Jahre 1886. Vergr. 1200.

Fig. 77. Extramatrikale Dauerspore; an ihrer Basis das kugelige, zartwandige, entleerte, seitlich ansitzende männliche Individuum zeigend. An der Anheftungsstelle intramatrikal der zapfenförmige von der Wirtszelle gebildete Schutzhöcker; im Innern dieser Wirtszelle ist die dick-spindelförmige Anschwellung der nach beiden Seiten abgehenden Rhizoidhyphe noch wohl erhalten und führt einen großen, farblosen Fetttropfen. Rechts, an der durchbohrten *Tribonema*-Querwand eine schön entwickelte Cellulose-Schutzscheide. Vergr. 750.

Fig. 78. Dauerspore mit dem kugeligen, seitlich ansitzenden, entleerten Männchen; das mächtige, buckelige, ockergelbe Episporium, das dicke zweischichtige Endosporium, den großen kugeligen Fetttropfen und die gleichgroßen, mattglänzenden Kügelchen zeigend. Vergr. 1000.

Fig. 79. Dauerspore im optischen Längsschnitt; mit extramatrikaler, zwiebel-förmiger, subsporangialer Stielzelle, welche in das ockergelbe Episporium eingebettet erscheint. Inhalt der Dauerspore desorganisiert. Vergr. 1000.

Fig. 80. Zweistacheliges Zoosporangium, in dessen inhaltsleeren Lumen eine braunwandige, netzig skulpturierte, kugelige Zelle vom Aussehen einer Dauerzelle liegt; Parasit? Im Innern der *Tribonema* die Rhizoidhyphe von *Chytridium Confervae* zu einem stärker lichtbrechenden Faden zusammengeschrumpft. Vergr. 750.

Fig. 81—86. *Rhizophidium granulosporum* nov. spec.

Fig. 81 a, b. a) Zwei junge und ein reifes, Zoosporen enthaltendes Zoosporangium. b) Reifes, fertig gebildete Zoosporen enthaltendes Zoosporangium auf *Tribonema*. Vergr. 540.

Fig. 82. Entleertes Zoosporangium. Vergr. 540.

Fig. 83. Schwärmer. Vergr. 540.

Fig. 84. An *Tribonema* zur Ruhe gekommene, festgeheftete Schwärmer (Keimlinge). Vergr. 540.

Fig. 85. Eine junge Dauerspore, neben ihr ansitzend ein kleineres, glattwandiges Individuum, das Männchen? Vergr. 540.

Fig. 86 a, b. Reife Dauersporen, einer kleinen glattwandigen Stielzelle auf-sitzend; bei a der Schutzhöcker der *Tribonema*-Zellwand und ein Rhizoid sichtbar. Vergr. von a 1500, von b 1200.

Fig. 87—94. *Chytridium chaetophilum* nov. spec.

Fig. 87. Reifes Zoosporangium auf der Borste von *Bulbochaete*. Vergr. 1000.

Fig. 88. Geöffnetes entleertes Zoosporangium.

Fig. 89. Schwärmer.

Fig. 90. Keimling noch ohne Borsten; durchbohrter Schutzhöcker der *Bulbochaete*-Borste-Membran.

Fig. 91. Wie Fig. 90, aber mit einer langen und einer kurzen Borste. Vergr. 1000.

Fig. 92. 3  $\mu$  großer Keimling mit einer großen Anzahl von nach allen Richtungen ausstrahlender Borsten.

Fig. 93. Junges Zoosporangium. Durchbohrter Schutzhöcker der *Bulbochaete*-Zellmembran sehr deutlich. Vergr. 1000.

Fig. 94. Reife Dauerspore mit seitlich ansitzendem, entleertem männlichen Individuum ( $\sigma^7$ ), „Anhangszelle“. Vergr. 1000.

Fig. 95. *Rhizophidium* (?) *setigerum* nov. spec. (siehe S. 48).

Fig. 95. Dauerspore auf der Oberfläche einer *Oedogonium*-Oospore. Vergr. 500.

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

## **Die planktonischen Vegetationen des adriatischen Meeres.**

**B. Chrysomonadina, Heterokontae, Cryptomonadina,  
Eugleninae, Volvocales. 1. Systematischer Teil.<sup>1)</sup>**

(Nach den Ergebnissen der österreichischen Adriaforchung  
in den Jahren 1911—1914.)

Von

**Jos. Schiller (Wien),**

Leiter der botanischen Arbeiten an Bord des Forschungsschiffes „Najade“.

(Hierzu 30 Textfiguren u. Tafel 3—6.)

---

In dem vor kurzem an dieser Stelle erschienenen ersten Teile (A. Die Coccolithopluriden-Vegetation in den Jahren 1911—1914, 51, 1—130, 1925) habe ich in der Einleitung über die Gewinnung des Materials während der „Najade“-Expedition berichtet, so daß ich hier darauf verweisen kann. Hier möchte ich nur auf die große Empfindlichkeit vieler der in der vorliegenden Arbeit besprochenen Gruppen hinweisen und betonen, daß das geschöpfte Wasser raschestens zentrifugiert und das Sediment untersucht werden muß, weil sonst die zarten nackten Chrysomonaden und manche Cryptomonaden besonders in der warmen Jahreszeit sich alsbald auflösen. Zur Aufbewahrung des Materiales eignet sich neben 2 proz. neutraler

---

<sup>1)</sup> Der 2. allgemeine Teil wird später erscheinen, sobald die systematischen Ergebnisse publiziert sind.

Formalinlösung oft ebensogut Sublimat in Meerwasser gelöst, von dem man einige Tropfen dem das Zentrifugat enthaltenden Wasser zusetzt.

## I. Chrysomonadina.

1. Euchrysomonadales.
2. Coccolithophorales.
3. Silicoflagellata.
4. Silicococcales (ordo nov.).

### 1. Euchrysomonadales.

Im Adriatischen Meere ist die Klasse der Chrysomonadina mit vier marinen Ordnungen vertreten. Die Euchrysomonadales dieses Gebietes sind wohl vertreten, indessen nicht in jener Mannigfaltigkeit und Menge wie im Süßwasser. Hier sind sie hauptsächlich Bewohner kleiner und kleinster oft nur vorübergehender Wasseransammlung, darin sie oft plötzlich in großer Menge erscheinen, z. B. die Chromulinales, oder in kleinen Teichen wie in den Seen selten fehlende auffällige Komponenten des pflanzlichen Planktons wie die Lepochromonadineen z. B. *Dinobryon*.

Die Zentrifuge lieferte nie und nirgends ein Plankton, in welchem euchrysomonadale Formen einen nennenswerten Anteil errangen. Wenn ich hier nur die Gattung *Dinobryon* bringe, so darf daraus nicht der Schluß gezogen werden, daß andere Gattungen nicht beobachtet wurden. Es kamen vielmehr im Laufe der 4 Jahre eine Menge zugehöriger Gattungen und Arten, darunter natürlich viele neue, zur Beobachtung. Sie lassen sich jedoch während einer Kreuzungsfahrt nur schwer festhalten. Denn die marinen Formen haben mit denen des Süßwassers den geringen Widerstand gegen plötzlich geänderte Lebensbedingungen gemeinsam und so kam es, daß in dem auf den Objektträger gebrachten Zentrifugenfange diese zarten Organismen schon mehr weniger zerflossen oder doch verändert waren und somit deren Studium unmöglich wurde. Die Zeitdauer vom Augenblick des Emporkommens der Wassers schöpfer aus Tiefen bis 300 m bis zur Beobachtung des Fanges unter dem Mikroskop war folgende. Proben aus 0, 10, 25, 50 m: Eingießen des Wassers aus den RICHARD'schen Schöpfern in die Zentrifugengläschen 2 Min. + Zentrifugieren 15 Min. + Absaugen des Wassers über dem Sedimente im Zentrifugengläschen 3 Min. + Aufbringen auf den Objektträger und

Bedecken mit Deckgläschen 2 Min. = 22 Min., d. h. durchschnittlich nach 22 Min. kam die Probe aus 0 m, sodann nach 5—10 Min. Abstand oder auch später, je nach den gemachten Funden, die 3 anderen Proben zur Untersuchung. Eine sofortige Fixierung der für die Zentrifugierung bestimmten Wasserproben mit 1 Proz. Osmiumsäure oder mit neutralem 40proz. Formalin in solcher Menge, daß eine 2proz. Lösung entstand, war deshalb meist vorzuziehen, weil die aus 75, 100, 150, 200 und 300 m Tiefe stammenden Proben oft erst nach 1—1½ Stunden vom Augenblick des Emporbringens gerechnet untersucht werden konnten. Ich entschloß mich bei der Fülle des Gebotenen zur genauen Untersuchung aller jener Organismen, die unverändert lebend blieben oder sich gut konservieren ließen. Daher beschränkte ich mich bei den Euchryomonaden auf das Zählen, da sie bei Feststellung des Organismengehaltes berücksichtigt werden mußten.

Ich bringe zwei *Dinobryon*-Arten besonders deswegen, weil sie bis 30 Seemeilen von der italienischen Küste entfernt völlig normal und ohne Zeichen irgendeiner Schädigung durch das Salzwasser oft beobachtet wurden. Beide kamen nur im Wasser an der italienischen Ostküste vor, bis zu 3—5 Kolonien im Liter. *Dinobryon coalescens* gehört hauptsächlich dem vom Po beeinflussten Gebiete der Adria an und verträgt Wasser bis zu 32 Prom. Salzgehalt schadlos, darüber jedoch nicht.

Weit stärker „marin“ ist *D. porrectum*, das dem ganzen italienischen Küstenwasser eigen und auch an das normalsalzige Adriawasser von 37 Proz. angepaßt erscheint. Auf Stat. A 17 bis A 18 fanden sich im Februar und Mai Kolonien mit entstehenden jungen Gehäusen, so daß also auch Vermehrung im Meere stattfindet. Denn keinem Zweifel kann es unterliegen, daß beide ins Meer eingewanderte Süßwasserformen sind und sich einbürgerten. Es ist mir unbekannt, ob die beiden Arten in Italien schon beobachtet wurden.

Besonderen Wert hat die Auffindung von *D. coalescens*, da es meines Wissens bisher die einzige Art ist, bei welcher die Tochterzellen nicht oben im Gehäuse, sondern an der Außenwand entstehen und sitzen (Textfig. B). Die beiden untersten Gehäuse einer Kolonie bilden einen langen Stiel, der durch eine streckenweise völlige Verwachsung des untersten Gehäuseteiles gebildet wird (siehe Textfig. B). Es kommt dadurch mechanisch gesehen zu einer weit festeren Verbindung der Einzelindividuen untereinander im cönobialen Verbands, biologisch betrachtet zu einer schon größeren Unabhängigkeit der Genossenschaftler, zu einem verzweigt fadenförmigen Cönobium. Und man sieht, wie durch



einen geringfügigen Umstand, indem die bei der Teilung gebildete Tochterzelle sich nicht wie sonst oben innen an der Gehäusemündung ansetzt, sondern über den Mündungsrand hinaus und etwas hinunter schlüpft, und sich dann am oberen Außenrande ansetzt und in inniger fester Verbindung mit der Mutterzelle das neue Gehäuse bildet, eine merklich höhere Organisation zustande kommt <sup>1)</sup>.



Textfig. A. *Dinobryon porrectum* nov. spec. Vergr. 2700  $\times$ .

Wiewohl ich die Bedeutung dieses Unterschiedes gegenüber den anderen *Dinobryon*-Arten voll zu erkennen glaube, sehe ich von der Aufstellung einer neuen Gattung ab und schlage die Teilung der Gattung *Dinobryon* in die zwei Gruppen vor:

I. *Dinobrya intracrescentia*: die Tochterzellgehäuse bilden sich oben innerhalb des Muttergehäuses.

<sup>1)</sup> Bei *Hyalobryon ramosum* setzen sich die Tochterindividuen auch außen an.

II. *Dinobrya extracrescentia*: die Tochterzellgehäuse bilden sich an der Außenwand des Muttergehäuses.

Da die Gattung *Dinobryon* außerhalb Mittel- und Nordeuropas wenig untersucht ist, werden sich in anderen Gebieten gewiß manche zur II. Gruppe zugehörige Arten noch finden.

### *Dinobryon* EHRENBERG.

#### I. *Dinobrya intracrescentia*.

##### Sectio *Eudinobryon*.

##### *Dinobryon porrectum* spec. nov. Textfig. A.

Aggregationes plerumque parvae, anguste fasciculatae, pars superior tuborum parietibus rectissimis, paulatim se amplificantibus, pars posterior in uno latere cum obliquitate, parietes vicinae a summo ad imum parallelae. Chromatophori flavo-virides tubi longi 26—40  $\mu$ , diameter superior 6—7  $\mu$ .

Kolonien meist klein, eng buschig. Gehäuse: oberer Teil mit völlig geraden Wänden, sich allmählich erweiternd, unterer Teil einseitig abgeseigt, die den kongenialen Individuen zugekehrten Seiten von oben bis zur Basalspitze normal parallel verlaufend. Cysten nicht beobachtet. Plasmaleib typisch, Chromatophorenfarbe gelbgrün. Gehäuselänge 26—40  $\mu$ , oberer Durchmesser 6—7  $\mu$ .

V.<sup>1)</sup>: Winter, Frühjahr.

W.<sup>1)</sup>: Adria, italienisches Küstenwasser, 0—10 m 35—37,6 Prom. Salzgehalt. Euryhalin.

Soz. Verh.<sup>1)</sup>: Zerstreut; untergeordnet; gruppenweise.

#### II. *Dinobrya extracrescentia*.

##### *D. coalescens* spec. nov. Textfig. B.

Aggregationes plerumque paucas cellulas habentes, parietes tuborum tenerae incolaratae, ostium amplificatum, tubi media parte contracti, quo loco alius tubus insidet, interdum gibberii. Fundus tuborum infimarum duarum cellularum coalescens, fundus ceterorum tuborum asymmetricus, loco tangenti ventricosus, acutissimus. Long. tuborum 50—60  $\mu$ .

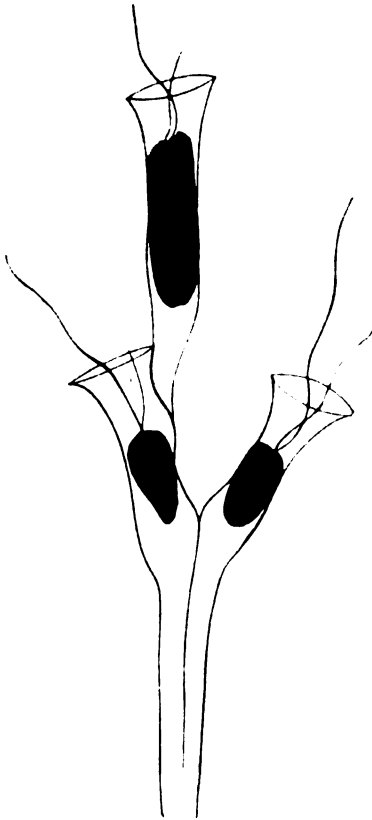
<sup>1)</sup> V. = Vegetationszeit.

W. = Wohngebiet.

Soz. Verh. = Soziologisches Verhalten.

Kolonien meist nur aus wenigen Individuen bestehend, Gehäusewand sehr zart, ungefärbt, Mündung stark erweitert, in der Mitte zusammengezogen, jedoch an den Stellen, wo ein anderes Gehäuse aufsitzt, bisweilen buckelig ausgebaucht, Basalteil der Gehäuse der untersten zwei Individuen der Kolonien mehr minder weit verwachsen, einen Stiel bildend, die anderen Gehäuse unsymmetrisch, an der Berührungsstelle kropfförmig ausgebaucht, spitz ausgezogen.

Zellinhalt normal, Chromatophoren gelbbraun. Cysten unbekannt. Gehäuselänge 50—60  $\mu$ .



Textfig. B.

V.: Winter.

W.: Italienisches Küstenwasser der Adria, 0—10 m Brackwasser und bis 36 Prom. Salzgehalt. Euryhalin.

Soz. Verh.: Vereinzelt; untergeordnet; gruppenweise.

### Silicoflagellata.

Mit besonderer Aufmerksamkeit studierte ich die in den Zentrifugenfängen auftretenden Kieselgeißler. Sie treten indessen im adriatischen Meere nie in größerer Menge,

Textfig. B.

*Dinobryon coalescens* nov. spec.

Vergr. 800  $\times$ .

sondern nur vereinzelt und zerstreut auf, und im Netz werden sie infolge ihrer Größe zahlreicher als durch die Zentrifuge erbeutet.

Beobachtet wurden folgende

Arten:

*Dictyocha navicula* EHRENBERG.

„ *staurodon* EHRENB.

„ *fibula* EHRENBERG.

„ „ var. *longispina* LEMM.

„ „ var. *messanensis* (HAECKEL) LEMM.

*Distephanus cruz* (EHRENB.) HAECKEL.

„ *speculum* (EHRENB.) HAECKEL inkl. var. *regularis* LEMM.  
und var. *brevispinus* LEMM.

„ „ (EHRENB.) var. *aculeatus* (EHRENB.) LEMM.

„ „ var. *septenaria* (EHRENB.) JOERG.

*Ehria tripartita* (SCHUM.) LEMM. und die neue Gattung

*Octactis pulchra* SCHILLER.

Meine Beobachtungen fasse ich kurz folgendermaßen zusammen:

1. Die im Bau der Gehäuse sehr variierenden Arten haben immer deutlich gelb gefärbte, 5—20 Chromatophoren, je nach den Arten; der Farbton schwankt zwischen hellgelb bis dunkel braungelb.

2. Der Zellkern bleibt fast stets schwer sichtbar, dagegen treten oft zahlreiche Tröpfchen, die mit Osmiumsäure sich schwärzten, auf, die wohl nichts anderes als Öl sind.

3. Die Teilung betrifft nur den Weichkörper, nicht auch das Gehäuse. Dabei wird die alte Geißel abgeworfen, die Tochterzellen bilden demnach je eine neue aus. Die eine Tochterzelle verbleibt meist im Muttergehäuse, die andere schwärmt aus und bildet allmählich ein neues Gehäuse. Doch sah ich auch beide Tochterzellen das Gehäuse verlassen.

Einige der von LEMMERMANN (1901) aufgestellten neuen Varietäten erwiesen sich als bloße Entwicklungsformen, z. B. von *Distephanus speculum* var. *regularis* LEMM. und var. *brevispinus* LEMM., ferner *D. speculum* var. *septenarius* forma *typica* forma *regularis* LEMM.

Die Mannigfaltigkeit im Bau der zierlichen Gehäuse dürfte nach meinen Beobachtungen mit deren sehr langsamen und allmählichem Entstehen zusammenhängen. Sie werden von den Schwärmosporen gebildet, wobei zunächst der Basalring, dann der Apikalring angelegt werden, die verhältnismäßig rasch gegenüber den Stacheln erscheinen.

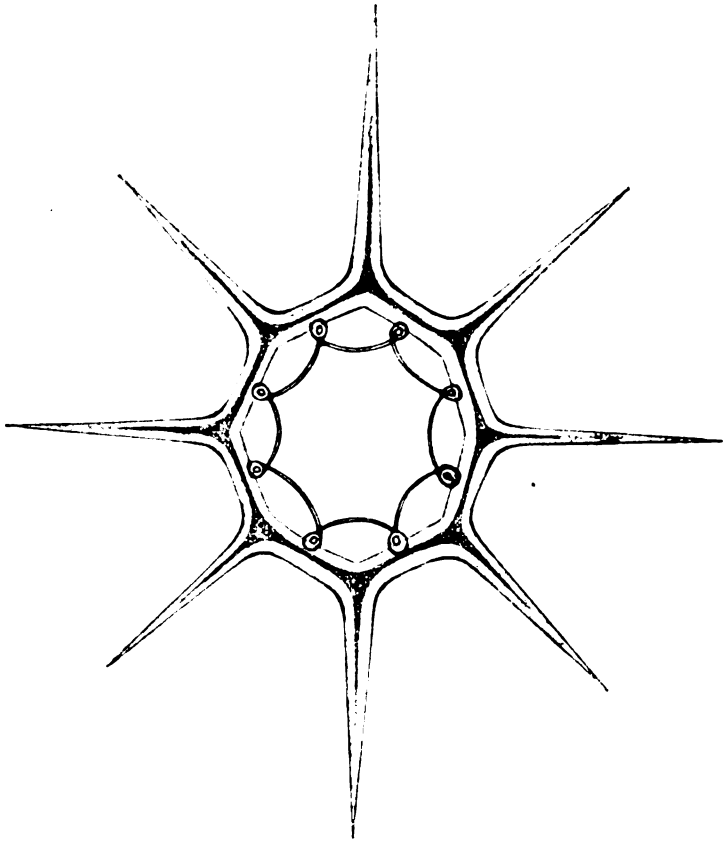
Die Schwärmzellen erhält man nur in ganz frischen Proben und sie sind so empfindlich, daß sie meist schon nach wenigen (2—3) Minuten der Beobachtung zerfließen.

4. Einige Male sah ich im Gehäuse den Inhalt verdichtet und mit einer deutlichen Membran umgeben, die sonst kaum wahrnehmbar ist. Solche Stadien wird man wohl als Dauer- oder Ruhestadien ansehen können, da sie geißellos waren und in tieferen Schichten unter 75 m lebten, in welchen die bezeichneten Zellen sonst nicht vorzukommen pflegen.

5. Die Bedeutung der Silicoflagellaten im Haushalte der Adria ist sehr gering.

**Silicoflagellata.***Octactis* nov. gen. Textfig. C.

Anulus basalis lateribus et aculeis octonis, radiatis, latera basalia anuli cum processu brevi obconico, quo arcus octo teneri sedent, anulum apicis formantes.



Textfig. C. *Octactis pulchra* nov. gen., nov. spec. Vergr. 1200 X.

Basalring achtseitig, breit, mit 8 radialen Stacheln. An den Seiten des Basalringes je ein kurzer konischer Fortsatz, auf dem 8 schief nach oben gerichtete sehr dünne und schwach geschwungene Bögen aufruhcn, die den Apikalring bilden, der sehr weit geöffnet ist. Plasmakörper nur wenige Male gesehen, schaumig locker mit wenigen 3—5 schwachgelben Chromatophoren.

*Octactis pulchra* nov. gen., nov. spec. Textfig. C.

Diagn. generis.

Ich ergänze die Diagnose noch durch folgende Angaben:

Basalring breit, im Querschnitt oval oder fast rund, desgleichen die 8 Stacheln, im Innern geschichtet und aus optisch anders sich verhaltenden Substanzen gebildet. Von den 8 Stacheln sind je zwei gerade gegenüberliegende und sich kreuzende Stacheln deutlich größer als die übrigen. Apikalring sehr zart, aus 8 schön geschwungenen Bögen gebildet, die 8 Bogenfenster freilassend. Apikalöffnung sehr groß. Plasmaleib sehr zart, mit wenigen schwach gelblich gefärbten Chromatophoren. Geißel nie gesehen. Durchmesser (inkl. Stacheln) 50—60  $\mu$ .

V.: Sommer, Herbst.

W.: Mittlere und südl. Adria, 0—25 m, vermutlich tropische Form.

Soz. Verh.: Vereinzelt völlig untergeordnet; einzeln.

Vorbesprochene Form ist als für die Adria allogetisch anzusehen. Sie tritt zur Zeit der stärksten Erwärmung des Adriawassers spärlich und zerstreut in der Hochsee auf. Vermutlich ist es eine dem Mittelmeerbecken und den tropischen Gebieten des Atlantik und des Indik zugehörige Form, die nur wie viele andere Planktonen mit der Strömung in die Adria treibt und sich vollständig aklimatisiert.

### Silicococcales.

#### *Aurophaeraceae*.<sup>1)</sup>

Sehr vereinzelt und zerstreut sah ich rundliche oder ovale Zellen mit folgenden übereinstimmenden Merkmalen:

1. Membran stark verkieselt und mit differenzierten Kieselborsten versehen.
2. Chromatophoren zu 2—4, rein gelb, meist goldgelb, nie grünlich.
3. Vermehrung durch eingeißelige Schwärmsporen und durch glatte oder kurzstachelige Autosporen.

<sup>1)</sup> Es ist möglich, daß die hier neu aufgestellte Familie *Aurophaeraceae* mit den *Chrysophaerales* PASCHER's (s. 1914 p. 143, 158, 159) sich deckt. Der Autor hat es bisher unterlassen über die in genannter Arbeit systematisch stark ausgewertete Gattung *Chrysosphaera* ausführlich zu berichten. Die hier nur anhangsweise gebrachte kurze Beschreibung der zweifellos interessanten Gattung enthält nichts über die chemische Beschaffenheit der Membran. Die starke Verkieselung bei *Aurophaera* und der komplizierte Bau der Kieselschale ist aber das wichtigste und charakterisierende Merkmal dieser Formen.

Meiner ersten Publikation (1916) über diese Organismen lagen nur die Bordbeobachtungen zugrunde. Bei der weiteren Untersuchung des Materials fand ich die Vermehrung, die ich am lebenden Objekt in Neapel vervollständigen konnte (bei *Aurospira echinata*). Dadurch ist die systematische Einreihung in die Chrysonomadenreihe möglich. Meiner Meinung nach gehören sie zu den höchststehenden Vertretern der Chrysonomaden, bei denen die protococcale Organisation dominiert.

*Aurospira* SCHILLER 1916 b, p. 303 ff.

Für diese von mir 1916 in einer kurzen Mitteilung eingeführte Gattung gebe ich zunächst die durch weitere Untersuchungen ergänzte Gattungsdiagnose:

Cellulae singulares, globosae vel ovaes, membrana dura, silicea setas siliceas proliferens, chloroplasti complures, lutei. Propagatio autosporis binis vel quattrinis et zoosporis quattrinis vel octonis.

Zellen planktonisch, einzeln, oval bis rund, Membran verkieselt, hart, brüchig, lange Kieselborsten tragend, mehrere (2—4) Chromatophoren von ausgesprochen goldgelber Farbe; Vermehrung durch Zoosporen und durch Autosporien, die zu zweien bis viereckig gebildet werden und glatte oder kurzstachelige dicke Membran haben.

*Aurospira ovalis* SCHILLER 1916 b, p. 303 ff. Textfig. Da, b.

Cellulae planctonicae, singulares, ovaes, membrana (= testa) vitrea, silicea, tenerrima, setis siliceis, multissimis dense obiecta. Setae orbiculae basali et columnae insidentes. Chromatophori bini flavi ± patelliformes. Propagatio ignota.

Longit. 15—16  $\mu$ , latit. 10—12  $\mu$ , longit. set. 10—14  $\mu$ .

Zellen planktonisch, einzeln, eiförmig, Membran (Schale) glasartig durchsichtig, verkieselt, zart, sehr dicht mit verkieselten Borsten besetzt, die unten einen stumpf kegelförmigen Sockel bilden, der einer runden Scheibe aufsitzt, die sich gegenseitig berühren. Chromatophoren zu zweien in jeder Zelle, ausgesprochen gelb gefärbt. Im Inhalte der Zelle Öltröpfchen. Vermehrung nicht beobachtet.

Länge zu Breite = 15/16  $\mu$  : 12  $\mu$ , Borstenlänge 10—14  $\mu$ .

V.: Oktober bis März.

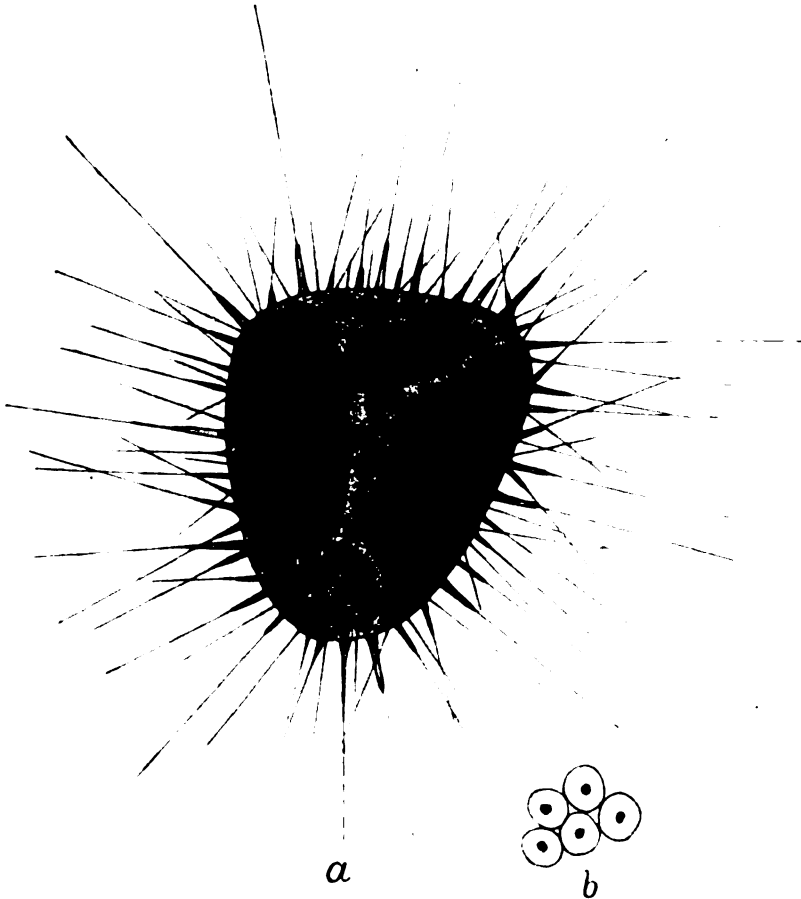
W.: Mittlere und südl. Adria, 0—30 m.

Soz. Verh.: Vereinzelt; untergeordnet; einzeln.

*Aurosphaera echinata* SCHILLER 1916 b, p. 305 ff.<sup>1)</sup>

Textfig. D, E, F.

Cellulae planctonicae, singulares, globosae, membrana vitrea, crassiuscula, silicea, foraminibus ellipticis perforata et setis acutis,



Textfig. D a, b. *Aurosphaera ovalis* SCHILLER.

a) Zelle im optischen Querschnitt. b) Scheibenförmige Basalplatten mit den Fußpunkten der Stacheln. Vergr. 2730 $\times$ .

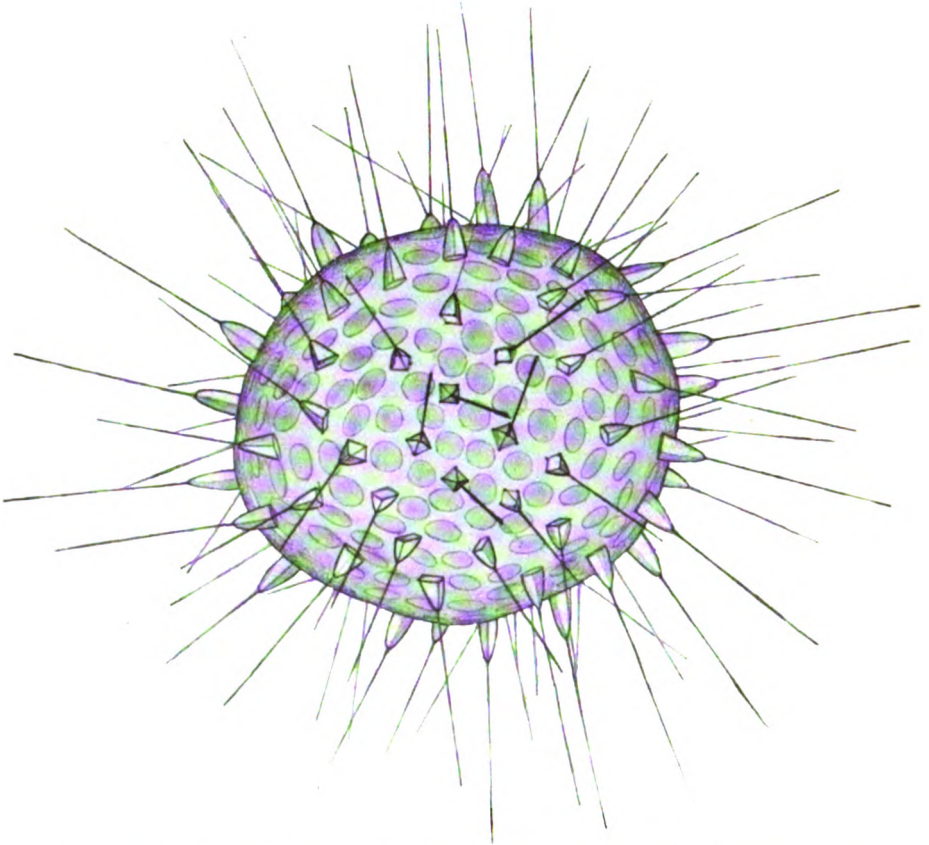
pyramidibus cum quattuor lateribus insidentibus obtecta. Chromatophori trini lutei. Propagatio fit zoosporis quattrinis vel octonis.  
Diam. 20—20  $\mu$ .

<sup>1)</sup> Eine entsprechende Diagnose fehlt der Arbeit.



Zellen einzeln, planktonisch, kugelig; Membran glasartig durchsichtig, verkieselt, ziemlich dick, mit elliptischen Poren versehen, mit dünnen, nadelförmigen Borsten dicht besetzt, die einer vierseitigen Pyramide aufsitzen. Chromatophoren 3, goldgelb, unregelmäßige Platten darstellend. Fortpflanzung durch 4—8 Zoosporen mit 1 Geißel.

Zelldurchmesser 20—22  $\mu$ .



Textfig. E. *Aurosphaera echinata* SCHILLER. Schalenansicht. Vergr. 2730  $\times$ .

V.: Sommer bis November, in Neapel im April 1925 mit Zoosporen gesehen.

W.: Mittlere und südl. Adria, 50—75 m.

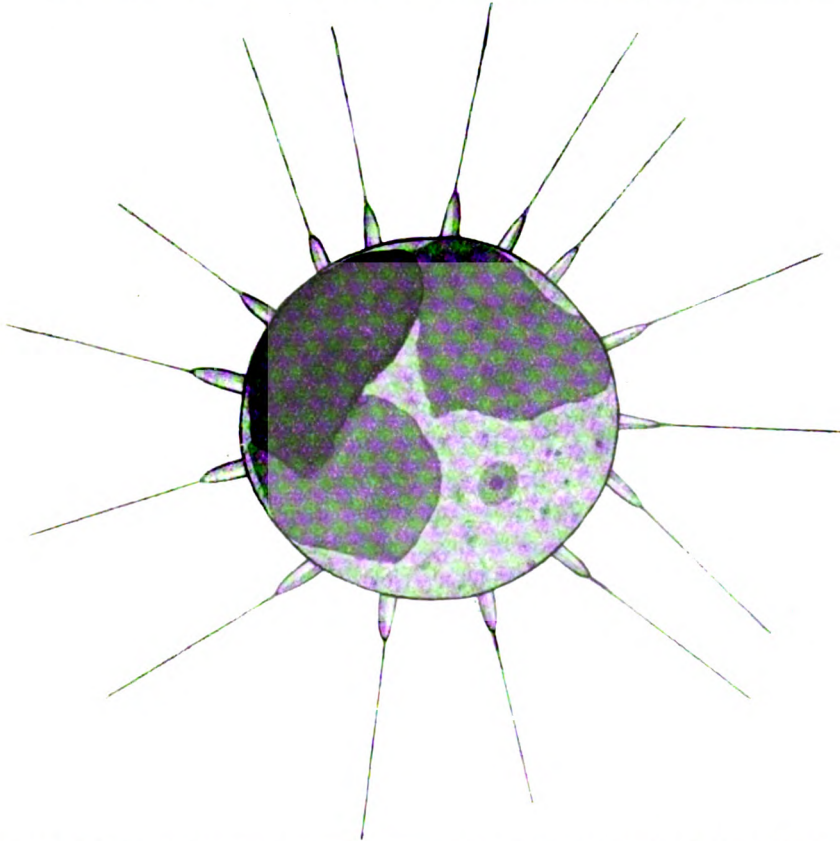
Soz. Verh.: Vereinzelt; völlig untergeordnet; einzeln.

*Aurosphaera brevispina* sp. nov. Taf. 3 Fig. 6.

Cellulae planctonicae, singulares, globosae, membrana vitrea, crassiuscula, silicea, spinis brevibus basi incrassatis densissime oblecta. Chromatophori trini flavi. Propagatio fit autosporis, qui bini vel quatrini oriuntur.

Diam. 10—12  $\mu$ .

Zellen planktonisch lebend, einzeln, Zellform kugelig, Membran



Textfig. F. *Aurosphaera echinata* SCHILLER. Optischer Querschnitt. Vergr. 2730 $\times$ .

ziemlich dick, verkieselt, glasartig durchsichtig, mit sehr kurzen am Grunde verdickten Stacheln dichtest bedeckt. Drei gelbe Chromatophoren, schwach gekrümmte und unregelmäßig umrissene Plättchen darstellend. Vermehrung durch 2—4 kurzstachelige oder fast glatte Autosporen.

Durchmesser 10—12  $\mu$ .

V.: Februar bis Juni.

W.: Mittlere und südl. Adria, 25—75 m.

Soz. Verh.: Spärlich; untergeordnet; einzeln.

### *Pterospermales.*

Die bisher als *Trochiscia*, *Pterosperma* und *Pterosphaera* angeführten Planktonorganismen werden sich kaum alle als pflanzliche Organismen bei näherer Untersuchung erweisen, und es ist zu erwarten, daß noch weitere Arten als Eier von Crustaceen und als Ruhestadien erkannt werden.

Die systematische Stellung der durch die häufig aber nicht immer vorhandenen Chromatophoren als Pflanzen anzusprechenden Arten ist völlig unsicher. Die im nachfolgenden beschriebenen Arten besaßen nie grüne Chromatophoren. Ich glaube, daß sie mit den Chlorophyceen nicht in Verbindung gebracht werden können. Im allgemeinen Teil soll näher darauf eingegangen werden. Die Vermehrung ist völlig unbekannt, desgleichen der Chemismus der Membran, der nach PASCHER'S mündlichen Angaben schwach kieselhaltig sein soll. Dazu kommt, daß MEUNIER 1910, p. 94, 95 bei *Pterosphaera flagellifera* (MEUNIER) LOHMANN eine lange Geißel abbildet.

Möglicherweise besitzen die *Pterospermales* nur teilweise oder vorübergehend Flagellaten-Organisation, der gegenüber die Proto-coccale-Organisation die Oberhand besitzt. Beide Organisationen habe ich bei den Calcimonaden (Coccolithophoraceen) bestimmt gesehen und werde hierüber in dieser Zeitschrift in kurzem berichten.

### *Pterospermaceae.*

#### *Trochiscia* Kürz.

*Tr. paucispinosa* spec. nov. Textfig. G a, b.

Cellulae singulares, globosae, radio 12—16  $\mu$ , membrana 1  $\mu$  crassa, spinis paucis, brevibus, 1—2  $\mu$  longis obtecta, poris subtilibus, seriebus recte ordinatis perforata. Plasma pallidum, sine chromatophoris.

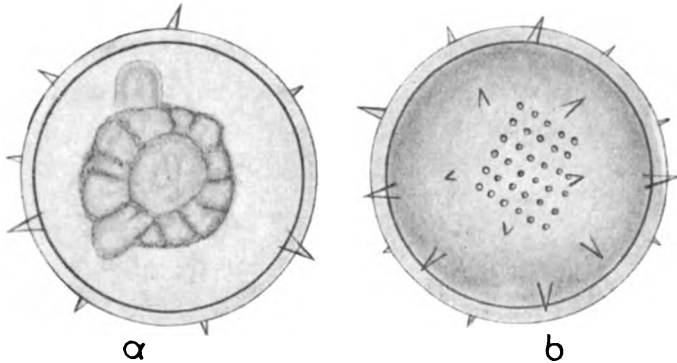
Zelle kugelig, einzeln, Durchmesser 12—16  $\mu$ , Membran ca. 1  $\mu$  dick, mit wenigen kurzen nur 1—2  $\mu$  langen kegelförmigen Stacheln besetzt und mit feinen in regelmäßigen Reihen geordneten Poren dicht durchsetzt.

V.: Herbst.

W.: Nördl. Adria 0—20 m.

Soz. Verh.: Ganz untergeordnet.

Den Zellinhalt fand ich meist geschrumpft und aus ihm ragten einzelne Lappen hervor. Chromatophoren nicht vorhanden.



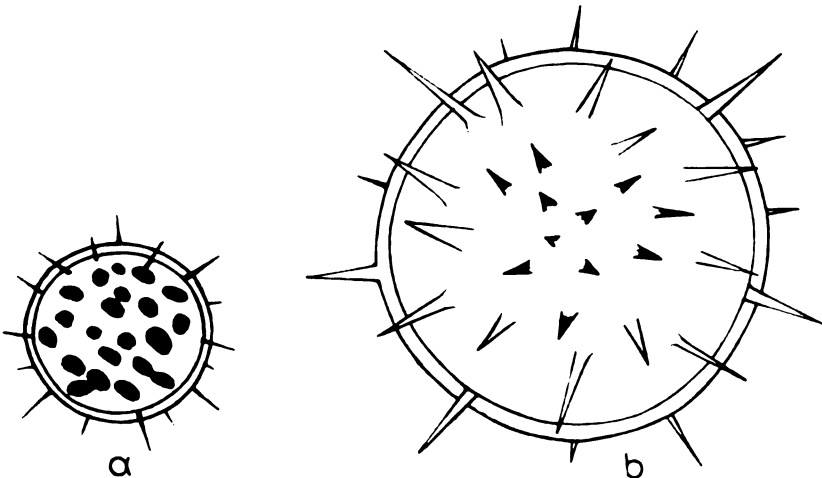
Textfig. G a, b. *Trochiscia paucispinosa* nov. spec. Vergr. 2700 $\times$ .

*Tr. centrota* spec. nov. Textfig. H a, b.

Cellulae singulares, globosae, membrana spinis 4—5  $\mu$  longis, crassis anguste obiecta. Plasma pallidum, chromatophoris carente, guttis olei.

Diameter 18—20  $\mu$ .

Zellform kugelig, 18—20  $\mu$  im Durchmesser. Membran ohne



Textfig. H a, b. *Trochiscia centrota* nov. spec. Vergr. 2700 $\times$ .

Poren, mit 4—5  $\mu$  langen, dicken Stacheln spärlich besetzt. Einzeln lebend. Inhalt der Zelle ungefärbt, mit Öltröpfen.

V.: Frühjahr—Herbst.

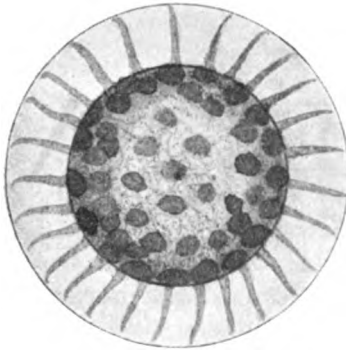
W.: Nördl. Adria.

Soz. Verh.: Völlig untergeordnet, einzeln.

### *Pterosperma* POUCHET.

#### *Pterosperma Joergenseni* spec. nov. Textfig. J.

Cellulae singulares, globosae, anulo plano aequatoriali, hyalino et 25—30 columnis circumdatae. Plasma cum chromatophoris multis, flavo-fuscis.



Textfig. J.

*Pterosperma Joergenseni* nov. spec.  
Vergr. 1500 $\times$ .

Diam. 10—12  $\mu$ , latit. anuli 5—7  $\mu$ .

Zelle kugelig mit breitem, äquatorialem, ebenem und hyalinem Saume, der durch 25—30 Leisten verstärkt wird. Zellinhalt mit gelblich braunen zahlreichen scheibenförmigen Chromatophoren. Durchmesser der Zelle 10—12  $\mu$ ; Breite des Ringes 5—7  $\mu$ .

V.: Perenn.

W.: Adria.

Soz. Verh.: Untergeordnet, einzeln.

Von *Pt. Saturnus* MEUNIER durch die zahlreicheren und gekrümmten Leisten des Flügels, von *Trochiscia Moebiusi* (JOERG.) LEMM. durch deren wellenförmig gebogenen Flügel verschieden.

#### *Pt. cristatum* spec. nov. Textfig. Ka—d.

Cellulae singulares, cristis compluribus, regulariter ordinatis et undulatis, trinis in uno loco convenientibus et pentagonum vel hexagonum formantibus ornatae, cristae 1,6—2  $\mu$  altae, infra crassiores. In plasmate guttae olei et chloroplasti subflavi.

Diam. 10—12  $\mu$ .

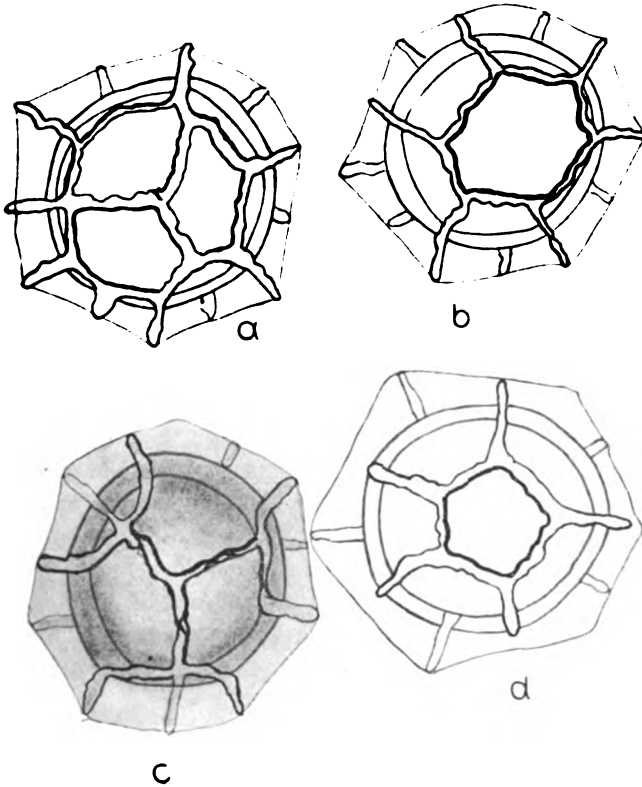
Zellform kugelig, mit zahlreichen und regelmäßig angeordneten wellig geschwungenen Flügelleisten versehen, welche zu dreien zusammenstoßen und in ihrer Anordnung unregelmäßige d. h. ungleichseitige Fünf- und Sechsecke bilden. Die Leisten sind 1,6, höchstens 2  $\mu$  hoch, an ihrer Unterseite dicker als am oberen Rande. Durchmesser der Zelle 10—12  $\mu$ . Zellinhalt dicht mit Öltröpfen und

schwach gelblich-grün gefärbten Chloroplasten erfüllt. Kern nie sichtbar gewesen.

V: Sommer und Herbst.

W: Im Warmwasser der südl. Adria, stets pelagisch.

Soz. Verh.: Zurücktretend, einzeln, zerstreut.



Textfig. Ka—d. *Pterosperma cristatum* nov. spec. Vergr. 2700 X.

Die Art ist von *Trochiscia dictyon* (JOERG.) LEMM. durch die wellig verlaufenden Flügelleisten sowie durch den Mangel der Poren sehr leicht unterscheidbar, wiewohl der allgemeine Habitus recht ähnlich ist.

*Pterosperma ornatum* spec. nov. Textfig. L.

Cellulae singulares, globosae, cristis rectis, elegantibus, undulatis, formam quinquelobatam efficientibus.

Diam. 14—18  $\mu$ .

Zelle kugelig mit regelmäßig und zierlich wellig geschlungenen niedrigen Leisten bedeckt, die fünflappige Figuren ergeben. Zellinhalt farblos, undeutlich zu sehen, da die Leistenverzierung der Membran das Bild trübt. (Nur tot gesehen!) Durchmesser 14—18  $\mu$ .



Fig. L.

V.: Sommer bis Ende November.

W.: Warmwasserform der mittleren und südl. Adria.

Soz. Verh.: Einzeln, zerstreut, untergeordnet.

Textfig. L.

*Pterosperma ornatum* nov. spec.

Vergr. 2700  $\times$ .

### Heterokontae.

Beobachtete Gattungen:

1. *Chloramoeba* BOHLIN.
2. *Meringosphaera* HENSEN.
3. *Halosphaera* SCHMITZ.

Im Kleinplankton kommt *Meringosphaera* meist eine größere Bedeutung zu als *Halosphaera*; diese ist eine nie ganz fehlende Form des Netzplanktons im mittleren und südlichen Adriabecken. Nur mit ihren reproduktiven Stadien, den Zoosporen und Autosporen und den daraus sich entwickelnden Jugendformen gehört sie dem Zentrifugenplankton an, dessen Charakter beispielsweise zu Frühjahrsbeginn von Ende Februar an unter 75 m bis 150 m und 200 m Tiefe oft durch sie völlig bestimmt wird.

An neuen Arten der Heterokonten sind nur solche angeführt, die hinreichend beobachtet werden konnten und auch einer entsprechenden Konservierung keine Schwierigkeiten boten. Es kamen in den frischen Zentrifugaten aus 0—20 m Tiefe noch mehrere Formen zur Beobachtung, die grünliche Chromatophoren und ungleiche Geißeln zeigten, nackt waren und rasch zerflossen. Nur ein spezielles Interesse kann solche Formen erfassen.

### Heterochloridales.

*Chloramoeba* BOHLIN (LAGERH.).

*Chloramoeba marina* spec. nov. Taf. 3 Fig. 1.

Cellula lata elliptica, parte anteriore latior et paululum impressa, parte posteriore angustior, parum amoeboidea, chloroplastis com-

pluribus, rotundos orbiculos formantibus, cum pyrenoideo vel granulo amyli. Flagella bina, inaequalia, vinculiformia, brevius duplo, longius quadruplex, corpore longiora. Propagatio ignota.

Longit. 15—18  $\mu$ , latit. 10—12  $\mu$ .

Zelleib breit elliptisch, vorn etwas breiter als rückwärts und etwas eingedrückt, schwach amöboid, mit zahlreichen Chloroplasten, rundliche Scheiben darstellend, mit vermutlich je einem kleinen Pyrenoid oder Stärkekorn. Im Plasma lagern oft große dunkel gefärbte Brocken von verschiedener Gestalt. Zwei ungleich lange, bandförmige Geißeln, die kürzere 2 mal, die längere 4 mal körperlang. 1—2 Vakuolen vorhanden. Vermehrung unbekannt. Länge 15—18  $\mu$ , Breite 10—12  $\mu$ .

V.: Februar bis Juni.

W.: Adria, Küstenwasser.

Soz. Verh.: Zerstreut; zurücktretend; einzeln bis truppweise.

Wiewohl ich amöboide Bewegungen an den meist nicht mehr lebensfrischen Individuen nicht direkt sah, sondern sie nur auf Grund der verschiedenen Körperformen der einzelnen Individuen annehmen muß, glaube ich doch an die Zugehörigkeit des vorstehend beschriebenen Organismus zu der Gattung *Chloramoeba*. Denn die Amöboidie wird häufig von äußeren oder inneren Zuständen momentan nur ausgelöst. Die morphologischen Erscheinungen stimmen mit der Süßwasserform überein, so daß mir die Aufstellung einer neuen Gattung für diese Art unnötig erscheint. Freilich ist die Nebengeißel für eine Heterokonte reichlich lang, während ich die Bandform der Geißel für unwesentlich halte, da sie bei allen Flagellatengruppen auftritt. Die Chromatophoren sind echte Farbstoffkörper und nicht endosymbiontisch lebende Algen. Soviel ich sehe, gibt BOHLIN für die Chloroplasten von *Chl. heteromorpha* keine Pyrenoide an; bekanntlich studierte der Autor die bis jetzt noch nicht im Freien gefundene Art in alten Algenkulturen und gibt 2—6 scheinchenförmige Chloroplasten an.

Jedenfalls ist die Unterbringung meiner Form in der Gattung *Chloramoeba* relativ am besten, eine neue Gattung zunächst jedenfalls nicht notwendig.

### Heterococcales.

#### 1. *Meringosphaera* HENSEN.

*M. tenerrima* spec. nov. Taf. 3 Fig. 2.

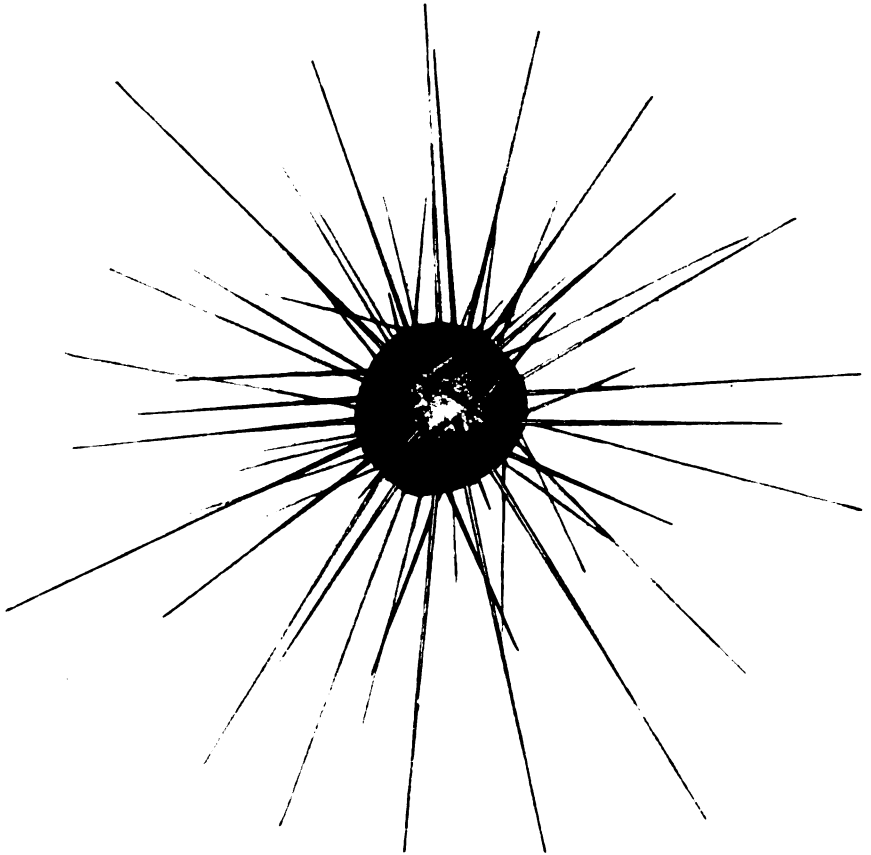
Cellulae singulares, globosae, setis tenerrimis, multis, siliceis cellula duplo longioribus obtectae, membrana tenera silicea, levis,



muco tecta. Chloroplasti quattuor, virides vel flavo-virides propagatio autosporis binis vel quaternis.

Diam. 4—6  $\mu$ .

Zellen einzeln, kugelig, Membran dünn, verkieselt, glatt, mit sehr zarten, verkieselten, 10—15  $\mu$  langen Borsten bedeckt. Vier



Textfig. M. *Meringosphaera setifera* nov. spec. Vergr. 2700  $\times$ .

gelbgrüne Chromatophoren, ohne Pyrenoide. Vermehrung durch Auto-sporen, die zu 2 oder 4 gebildet werden. Absonderung von Schleim (Gallerte), der in Haufen sich ansammelt.

Durchmesser 4—6  $\mu$ .

V.: Frühjahr.

W.: 25—75 m. Adria, besonders nördliche.

Soz. Verh.: Zerstreut; zurücktretend bis mitbestimmend; scharenweise.

*M. setifera* spec. nov. Textfig. M.

Cellulae singulares, globosae, membrana silicea, crassa, setis cellula triplo longioribus, siliceis dense oblecta. Chloroplasti trini vel quaterni, flavo-virides. Propagatio ignota.

Diam. 8—10  $\mu$ .

Zellen einzeln, kugelig, Membran glatt, dicklich, verkieselt, mit 25—40  $\mu$  langen, nadelförmigen Borsten dicht bedeckt. 3—4 gelbgrüne Chromatophoren. Fortpflanzung unbekannt.

Zelldurchmesser 8—10  $\mu$ .

V.: Sommer und Herbst.

W.: Adria, 0—10 m.

Soz. Verh.: Spärlich; untergeordnet; gruppenweise.

*M. Merzi* spec. nov.<sup>1)</sup> Textfig. N.

Cellulae singulares, irregulariter globosae, membrana crassa, silicea, baculis 10—15  $\mu$  longis, leviter curvatis, siliculosis oblecta. Chloroplasti flavo-virides, 2—4. Propagatio ignota.

Diam. 5—7  $\mu$ .

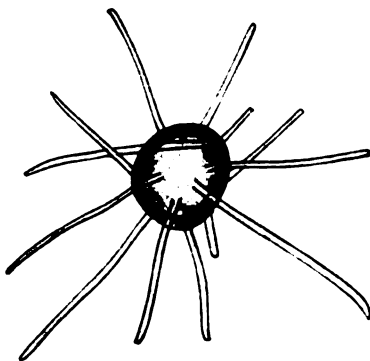
Zellen einzeln, unregelmäßig kugelig oder eiförmig, Membran dick, verkieselt, mit zahlreichen 10—15  $\mu$  langen etwas unregelmäßig gebogenen Fortsätzen besetzt. 2—4 gelbgrüne Chromatophoren. Fortpflanzung unbekannt.

Zelldurchmesser 5—7  $\mu$ .

V.: Frühjahr bis Herbst.

W.: Adria, 0—20 m.

Soz. Verh.: Zerstreut; untergeordnet; einzeln bis gruppenweise.



Textfig. N.

*Meringosphaera Merzi* nov. spec.  
Vergr. 2700.

*M. Henseni* SCHILLER 1916, p. 204<sup>2)</sup>. Textfig. O a, b.

Cellulae singulares, globosae, membrana tenera vel crassiuscula silicea, baculis irregulariter curvatis, siliculosis, cellula duplo vel triplo longioribus oblecta. Chloroplasti parvi, virides, multi. Autospori 2—4<sup>3)</sup>.

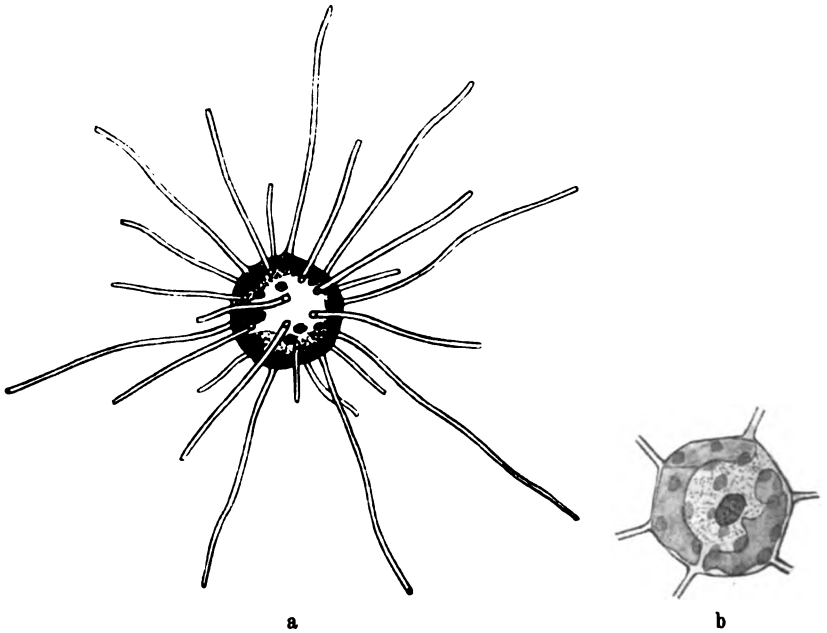
Diam. 12—18  $\mu$ .

<sup>1)</sup> Herrn Prof. MERZ in Berlin zubenannt, mit dem ich 1905 u. 1906 im Golfe von Triest arbeitete, wobei ich diese Form zum ersten Male sah.

<sup>2)</sup> In der zitierten Arbeit gab ich keine Diagnose.

<sup>3)</sup> Die Autosporien fand ich in 1924 gesammelten Zentrifugenfängen aus dem Triester Golfe.

Zellen einzeln, kugelig, Membran dick, selten zart, verkieselt mit unregelmäßig geschwungenen, verkieselten 30—40  $\mu$  langen stäbchenartigen Fortsätzen bedeckt. Zahlreiche grüne, kleine, unregelmäßig plättchenförmige Chromatophoren. Autosporen zu 2—4 in den Zellen.



Textfig. 3 a, b. a) *Meringosphaera Henseni*. Vergr. 1000  $\times$ .  
b) Optischer Querschnitt durch *M. Henseni*. Vergr. 1600  $\times$ .

Zelldurchmesser 12—14  $\mu$ .

V.: Herbst.

W.: Adria, 0—20 m.

Soz. Verh.: Vereinzelt; untergeordnet; einzeln.

*M. mediterranea* (HENS.) LOHM. Textfig. P, Taf. 3 Fig. 3. 2700  $\times$ .

V.: Perenn.

W.: Adria, Mittelmeer, Nordsee, Atl. Ozean, 0—25 m.

Soz. Verh. in der Adria: Zerstreut; zurücktretend; truppweise oder einzeln.

*M. trisetata* SCHILLER 1916, p. 205 f., Fig. 9a, b<sup>1)</sup>.

Taf. 3 Fig. 4 u. 5.

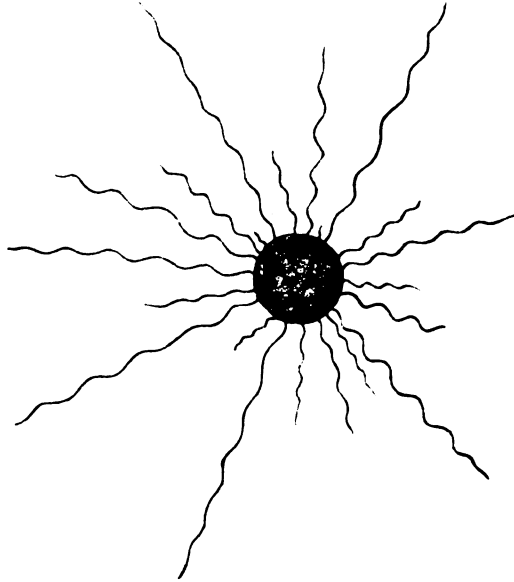
Cellulae singulares, cylindricae, sectio transversalis elliptica, pars posterior rotundata, pars anterior plana et ornata cum setis trinis,

<sup>1)</sup> Da ich damals die Diagnose unterließ, bringe ich dieselbe jetzt.

tenerrimis, duobus lateralibus brevioribus. Membrana tenera silicea. Chloroplasti bini vel complures, virides.

Long. cellulae 7—8  $\mu$ , latit. 3—4  $\mu$ , longit. set. 70—80  $\mu$ .

Zellen einzeln, cylindrisch, im Querdurchschnitt elliptisch, der untere Boden abgerundet, der obere flach, Membran verkieselt, dünn, am oberen Ende mit dreisehr langen (70—80  $\mu$ ) in allerfeinste und schwer zu verfolgende Spitzen ausgehend, die beiden seitlichen Borsten kürzer und etwas nach außen gewendet, die mittlere gleichfalls am Rande stehende weit länger und dicker. Wenigstens 2 Chromatophoren (wahrscheinlich bisweilen 3 oder 4, da infolge der Kleinheit der Zellen die Grenzen schwer zu unterscheiden sind) von im Leben schön grüner Farbe.



Länge 7—8  $\mu$ , größte Breite 3—4  $\mu$ , Länge der Borsten 70—80  $\mu$ .

Für diese Art gibt PASCHER 1917, p. 172 die Bildung endogener zweischaliger Cysten an, die

ich nie sah, auch keine Autosporienbildung. Im normalsalzigen Wasser des Adriatischen Meeres trat in den Jahren 1911—1914 *M. trisetata* sehr selten und zerstreut auf, und nur im mehr oder minder ausgesüßten Wasser der Bocche di Cattaro war sie jederzeit so häufig, daß ich zahlreiche Exemplare sah und studieren konnte. Im Hafenwasser von Sebenio, das durch die Kerka gleichfalls brackisch wird, lebt die Art nicht so reichlich wie an vorhin genanntem Orte. An beiden Orten, die auf unserer Expedition bei schlechtem Wetter und zur Ergänzung der Kohle, ferner zu Ruhestationen oft aufgesucht wurden, suchte ich auch bei Tag und Nacht nach Teilung und Fortpflanzung, leider vergeblich. Ich fand zwar den Inhalt bisweilen eigentümlich verändert, aber bei einer Breite der Zellen von 3—4  $\mu$  und nicht immer guter

Textfig. P. *Meringosphaera mediterranea* LOHM.  
Vergr. 2000  $\times$ . Adria, Brackwasser.

Durchsichtigkeit der Membran, die bisweilen schwach gelblich gefärbt ist, konnte ich Näheres nicht ersehen. PASCHER muß wohl größere Individuen gesehen haben, denn sonst würde seine Abb. 1 p. 172 bei einer Vergrößerung von 7200 gezeichnet sein<sup>1)</sup>.

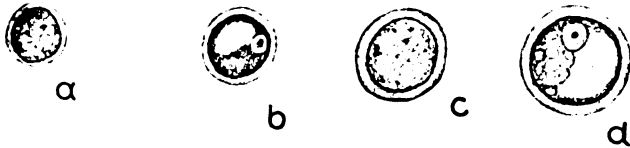
V.: Perenn.

W.: Adria, besonders Bocche di Cattaro, Sebenico, euryhalin.

Soz. Verh.: Vereinzelt bis reichlich, deckend; völlig untergeordnet bis mitbestimmend und vorherrschend; einzeln bis scharenweise.

## 2. *Halosphaera* SCHMITZ. Textfig. Q, R, S, T.

Die Grünkugel hat seit ihrer Entdeckung durch SCHMITZ im Golf von Neapel bei allen das Meeresplankton studierenden Forschern großes Interesse gefunden, und trotzdem ist ihr Lebensablauf nur sehr langsam und noch immer nicht ganz erkannt worden. Meine nachfolgenden Ausführungen bringen wieder einige Fortschritte.



Textfig. Qa—d. *Halosphaera viridis*.

Kleinste beobachtete Zellen mit Gallerzhülle. Vergr. 2700 X.

GRAN hat als erster (1910) junge Entwicklungsstadien angegeben (l. c. p. 12 ff.). Seine in den Gewässern des Norwegischen Nordmeeres angestellten Untersuchungen ergaben, daß die Zellen im Februar noch einkernig sind, von März bis April mehrkernig werden, dann im Mai Schwärmosporen bilden, worauf im Juni und Juli die erwachsenen Zellen aus dem Plankton allmählich schwinden. GRAN fand am 23. Juli 1900 bei Aalesund die kleinsten Zellen, 45—86  $\mu$  groß, und es ist natürlich, daß diese Stadien zum großen Teile, die vorangegangenen noch kleineren vollständig durch die Netzmaschen schlüpften.

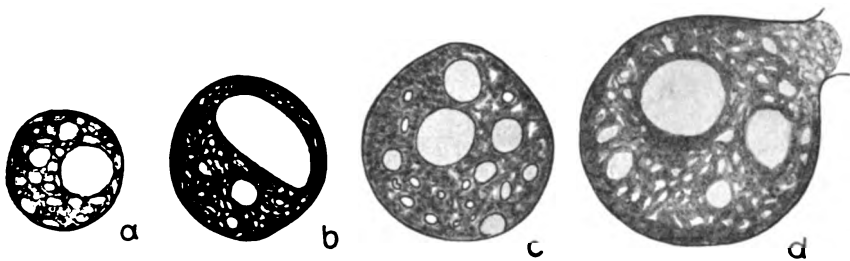
Wie verhält sich demgegenüber *Halosphaera* im Adriatischen Meere?

1. Die Halosphären beginnen sich noch im Winter etwa von Anfang Februar von tiefen Horizonten aus, nämlich in 150—250 m Tiefe, zu entwickeln. Jedes Jahr während der Februar-März-Fahrt erbrachten mir die mittels der beiden Wasserschöpfer von Richard-

<sup>1)</sup> PASCHER unterläßt leider die Ortsangabe seines Fundes mit den Cysten. Er teilt mir brieflich mit, daß er eine andere Art vor sich hatte.

und Petersen-Nansen aus 150, 200 und 300 m gewonnenen Wasserproben (zu  $\frac{3}{4}$  bzw. reichlich 1 l) in dem mittleren und südlichen Adriabecken meist reichlich und auf den tiefen Stationen des Profils III oft massenhaft (so 1914 auf Prof. II Stat. A 12, 150 m) sehr kleine *Halosphaera*-Zellchen (Textfig. Q a—d), von denen die kleinsten 3—4  $\mu$  im Durchmesser maßen, gelbgrün gefärbt waren und eine mit dicker Schleimschicht umgebene Membran besaßen. In ihnen füllt das Plasma ohne Vakuolenbildung den Inhalt der Kugel voll aus. Aber schon bei Dimensionen von 5  $\mu$  an (Textfig. Q b) entsteht exzentrisch die Vakuole, die bei den erwachsenen Zellen den allergrößten Raum für sich einnimmt (Textfig. S b).

Diese Stadien mit den dicken gallertigen Hüllmembranen zeigten ein geringes Wachstum, wobei die Membran mitwuchs; Häutung sah ich niemals. Die größten Zellchen mit dicker Membran maßen 5—5,6  $\mu$  (Textfig. Q c, d), alle größeren hatten bereits eine dünne Membran (Textfig. R a—d, die bei den nun sehr rasch wachsenden Stadien oft und rasch erneuert werden.



Textfig. R a—d. *Halosphaera viridis*. Zellchen ohne Gallerthülle, rasch wachsend. Bei d Inhalt aus der Membran schlüpfend (Häutung). Vergr. 2700  $\times$ .

Ich deute diese Zellchen als im Sommer und Herbst mit den Mutterzellen in Tiefen von 200—400 m abgesunkene Aplanosporen. Wir kennen sie durch die Untersuchungen CLEVE's (1898), die freilich nach seinen Zeichnungen oval, nach PASCHER's Angaben (1915, p. 489), denen Zeichnungen leider fehlen, jedoch rund wären. Auch die Größenverhältnisse meiner Zellchen bieten mir keine Handhabe zu ihrer sicheren Deutung, weil ich nie Aplanosporen in den *Halosphaera*-Zellen der Adria sah, dann CLEVE die Vergrößerung seiner Figuren nicht angab und PASCHER, wie schon bemerkt, keine Zeichnungen brachte. Es bleiben noch zwei Deutungsmöglichkeiten:

1. Die im Laufe des Herbstes als Ruhestadien in große Tiefen abgesunkenen Halosphären oder deren Aplanosporen bilden beim Aufsteigen Zoosporen, welche nach Aufgeben ihres flagellären Zu-

standes diese 3—4  $\mu$  großen Kugelzellehen ausbilden. (Für ein Copulationsprodukt wären sie zu klein.)

2. Die während der Vegetationsperiode gebildeten Zoosporen sanken in die Tiefe, runden sich ab, umgeben sich mit einer Gallerthülle und steigen zu Beginn der neuen Vegetationsperiode wieder empor.

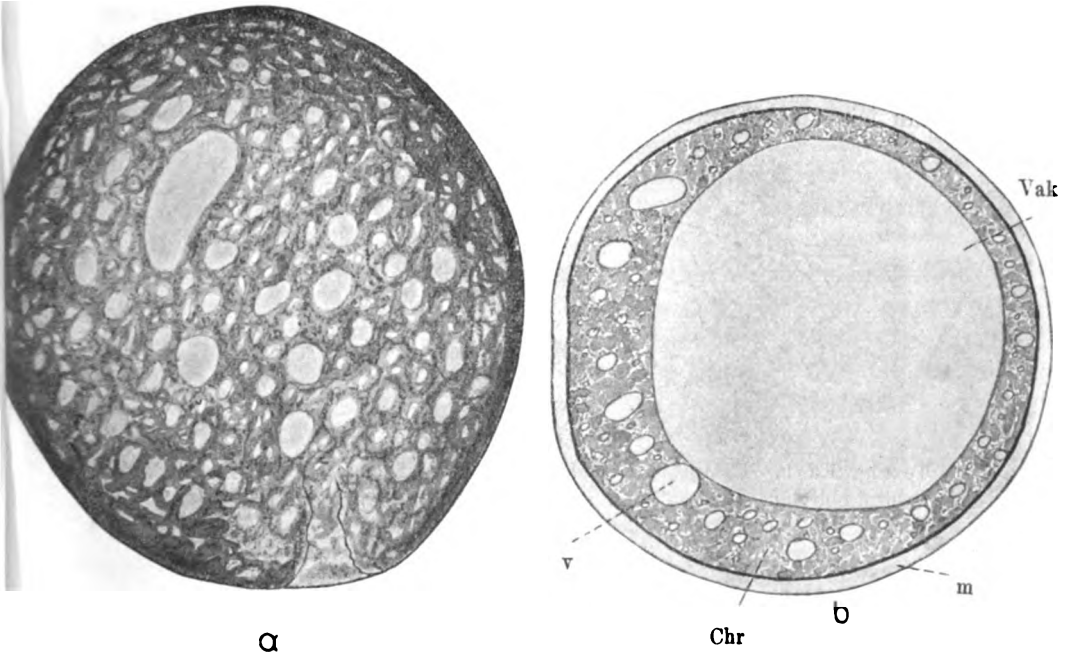
Beide Möglichkeiten lassen sich leicht ausschalten. Denn nie sah ich in den erwachsenen Zellen der Tiefen von 75—200 m im Winter (Februar bis 15. März) Zoosporenbildung in irgendeinem Stadium, wohl aber auch in der Adria, ebenso wie GRAN im Norwegischen Nordmeere die Entstehung der Zoosporen von Mai an bis September, also zeitlich weit ausgedehnter als im atlantischen Ozean. Die dicke Hülle spricht wohl gleichfalls dagegen.

Der zweite Punkt hat noch weniger Wahrscheinlichkeit, da GRAN wie ich die sofortige Weiterentwicklung der Zoosporen zu normalen Zellen während des Sommers und Herbstes sahen. Die Deutung dieser jungen aufsteigenden Stadien als Aplanosporen hat das meiste für sich. Bei ihrer Weiterentwicklung geht, wie schon oben erwähnt, die Hüllschicht, die aus Schleim oder Gallerte zu bestehen scheint, verloren, die Membran wächst mit der Zelle bis die Stadien von der Größe jener in Fig. R sich zu häuten beginnen. Dabei sah ich aber nie ein Auseinanderklappen der Membran in zwei Schalen oder ein kappenartiges Absprengen, wie es besonders PASCHER l. c. p. 488 betont und GRAN 1900 zeichnet, sondern durch einen Einriß in der Membran trat der Zellinhalt fast nackt, d. h. nur mit sehr dünner Membran bekleidet heraus, worauf sie sich rasch verdickte (s. Textfig. Rd). Selbst bei den zwischen 25 und 40  $\mu$  großen Zellen bemerkte ich das Einreißen der Membran noch (Textfig. Sa) und erst bei den schon mehr als 120  $\mu$  großen Zellen sah ich Bilder ähnlich jenen, die GRAN 1910 brachte (in: OLT-MANN'S, II. Aufl. p. 27, Fig. 19, 2 wiedergegeben). Die Rißlinien hatten weder ebene Ränder, noch waren die durch sie gebildeten Membranteile gleich groß.

Gehen wir zurück zu den als Aplanosporen gedeuteten 3—4  $\mu$  großen Stadien, um den Zellinhalt zu studieren, so möchte ich berichten, daß ihre Farbe schwach gelbgrün erschien und die Chromatophoren nur zu zweien, höchstens zu dreien, vorhanden waren. Sie lagerten so dicht aneinander, daß ihre Grenzlinien nicht ins Auge fielen und füllten die winzigen Zellchen (3—4  $\mu$ !) völlig aus. Erst bei den Stadien der Fig. Sa, b gelingt die Beobachtung der einzelnen Chromatophoren, die infolge der sich ausbildenden zentralen großen Saftvakuole in die periphere Plasmaschicht rücken und dann, wie

bekannt, hier dauernd verbleiben (Textfig. S b). Auch hier sind einzelne kleinere und größere Vakuolen vorhanden.

Im Adriatischen Meere lassen sich ebenso wie im Atlantischen Ozeanwasser zwei Halosphären unterscheiden, eine größere Art, die mit *H. viridis* SCHMITZ, und eine kleinere, die mit *H. minor* OSTENF. übereinstimmt. Ich habe die beiden oft beobachtet und stets zur selben Zeit in denselben Fängen gefunden und dabei in den Chromatophoren einen eigentümlichen Unterschied festgestellt.

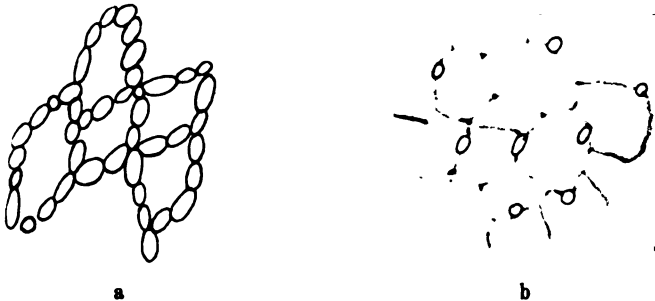


Textfig. S a, b. *Halosphaera viridis*. a) Von der Oberfläche gesehen, mit dichtem Inhalt. Die hellen Stellen sind chromatophorenfrei. b) Zelle im Querschnitt mit großer Vakuole (Vak) und kleinen Vakuolen (v), Chr = Chromatophoren, Membran (m). Vergr. 2700 X.

Die als *Halosphaera viridis* SCHMITZ bezeichnete Art besitzt schön lebhaft hellgrüne, ovale dicht aneinander gereihte und dabei selbst Maschen bildende Chromatophoren, indem sie fensterartige Stellen freilassen (Textfig. T a). Ganz anders bei *H. minor*! Hier sind die Chromatophoren bleichgrün, wie OSTENFELD schon angibt; sie sind besser als gelblich grün zu bezeichnen. Ein weiterer noch größerer Unterschied liegt darin, daß die fast stets mehr minder runden Chloroplasten sich nicht berühren und in der Mitte seltener den Ecken von Maschen bildenden Plasmafäden liegen (Fig. T b). Daß



genau dieselben Verhältnisse bei den analogen Zellen im Atlandischen Wasser vorkommen, ersehe ich aus der Zeichnung OSTENFELD's die von LEMMERMANN im Nordischen Plankton, 2. Lief. XXI p. 22 fig. 76 gebracht wurde. Ich legte mir die Frage vor, ob diese beiden Zellformen wirklich zwei Arten enthalten. Da sie weder räumlich noch zeitlich getrennt auftraten und auch bei den jungen Stadien beobachtet werden konnten, sobald die Zellen 25—30  $\mu$  Größe überschreiten, konnte ich mich nicht zu einer systematischen Unterscheidung dieser beiden Zellformen in *H. viridis* SCHMITZ und *H. minor* OSTENFELD entschließen, ohne aber einen inneren Grund für diese Verschiedenheiten zu finden. Erst beim Studium einer Süßwasser-Heterokonte sah ich das Auftreten rein grüner, großer, später weibliche Gameten,



Textfig. T a, b. *Halosphaera viridis*. a) Anordnung der Chromatophoren bei den großen Individuen: netzförmig, sich berührend, zahlreich. b) Dasselbe bei der kleinen Varietät: Chromatophoren an Plasmafäden, in deren Mitte, selten an deren Ecken gereiht und spärlich; Farbe mehr gelbgrün.

und gelblich-grüner, kleinerer, später männliche Gameten, bildender Zellen, und ich glaube, daß auch die beiden Zellformen — nach meinen adriatischen Beobachtungen — als weibliche und männliche sich erweisen könnten, wenn glückliche Umstände einem Beobachter zwei solcher differenzierter Halosphären mit reifen Fortpflanzungszellen auf den Tisch des Mikroskopes bringen werden. Ich hatte nie dieses Glück, wohl aber habe ich unreife Stadien in beiden Zellformen gesehen und der Unterschied in der Färbung trat deutlich auf, ebenso ein solcher in den Größenverhältnissen, ohne daß ich bezüglich der Zellverhältnisse, auf die es natürlich ankäme, bei den noch dicht aneinanderliegenden Sporen Feststellungen machen konnte.

### Cryptomonadina.

Den gesamten Chrysomaden gegenüber bleiben die Cryptomonaden stark im Rückstande. Auch für diese Gruppe gilt das mit

Rücksicht auf ihre Empfindlichkeit und Vergänglichkeit für die Chrysomonaden Gesagte, und nur eine lediglich auf diese Gruppe konzentrierte Tätigkeit kann die tatsächlichen Verhältnisse dartun. Daher beschränke ich mich bei der Anführung der gesehenen Formen auf die häufigeren und resistenteren.

Zu den *Cryptochrysideae* mögen die beiden neuen Gattungen *Hillea* und *Cryptochloris* gestellt werden, da sie apikal begeißelt sind und nur eine flache Furche besitzen, die apikal endigt.

Die Gattung *Cryptomonas*, deren Arten im Süßwasser des Winters und Frühjahrs die größte Rolle spielen, treten pelagisch nur völlig untergeordnet auf. Reichlicher findet man sie in ruhigen Buchten mit viel verwesenden Algenmassen und damit hängt es auch zusammen, daß in abgestorbenen Algenaquarien oft Massenentwicklungen von *Cryptomonas*-Arten auftreten, ebenso wie sie im Süßwasser weit mehr in kleinen verschmutzten Teichen denn in den großen reinen Seen gedeihen.

Die im Süßwasser bis jetzt wenig gefundenen *Nephroselmidaceae* konnte ich durch eine Art der Gattung *Nephroselmis* (*N. marina* spec. nov.) auch für das Meer nachweisen und einige andere gesehene Formen dürften hierher auch zu zählen sein.

### *Hillea* gen. nov.

Cellula dorsoventralis, parte anteriore truncata, obliqua, nunquam fissa, parte posteriore acuta, sulcus alveolaris, ex parte anteriore trans medium ventrum pertinens, flagella bina ab initio sulci ex-euntia, tenerrima paululum rigida aequilonga. Chromatophori virides vel caerulei.

Zelleib schwach dorsiventral. Vorderende abgestutzt, schief, nie ausgerandet, Furche ganz flach, oft kaum wahrnehmbar, vom Apikalende bis knapp über die Mitte sich hinziehend. Zwei Geißeln, am Apikalende am Furchenbeginn inseriert, sehr zart aber ziemlich steif, gleich lang. Chromatophoren 2, grün bis blaugrün, Pyrenoide und Körnchenauskleidung der Furche nicht beobachtet. Teilung im beweglichen Zustande.

In der Adria kam eine Art zur Beobachtung:

*Hillea fusiformis* spec. nov. Taf. 3 Fig. 7, 8, 9.  
(= *Chlamydomonas fusiformis* SCHILLER 1913, p. 625.)

Diagn. generis.

Zu der obigen Beschreibung noch folgendes:

Zelle schwach dorsiventral, asymmetrisch, etwas metabolisch, am Apikalende schief abgestutzt mit von hier bis knapp über die

Ventralhälfte verlaufender muldenförmiger Furche. Die Flanken verschieden stark gekrümmt. Zelle nach rückwärts sehr spitz auslaufend. Zwei oder auch drei grüne bis blaugrüne Chromatophoren mit winzigen Assimilatkörnchen. Kern knapp unterhalb der Mitte antapikalwärts. Die beiden gleichlangen Geißeln fein, borstenförmig, steif, gleichsinnige Bewegungen ausführend. Teilung im beweglichen Zustande. Länge: Breite = 8—10  $\mu$  : 4—5  $\mu$ . Geißeln mehr als doppelt körperlang.

V.: Mai bis August.

W.: Adria, 25—75 m.

Soz. Verh.: Vereinzelt; untergeordnet bis mitbestimmend; einzeln bis truppweise.

*Hillea* dürfte die einfachst gebaute unter den bekannten Cryptomonaden sein, bei der die Furche typisch noch nicht entwickelt ist, an ihrer Stelle tritt erst eine seichte Mulde auf der Bauchseite auf, die nicht über die Bauchseite hinausgeht. Auch verläuft die Mulde gerade. Dieser primitiven Cryptomonadenorganisation gegenüber ist die relativ einfache Süßwasserform *Cryptochrysis* bereits weit komplizierter, gebaut. Auch die sehr schwache Metabolie zeigt die niedrigere Stufe dieser marinen Cryptomonade.

### *Cryptochloris* nov. gen.

Cellula dorsiventralis, parte anteriore curvata, non fissa, paulum obliqua. Sulcus apud partem anteriorem late et tenuiter incipiens et trans mediam partem ventri pertinens, trichocystis praeditus. Flagella duo vinculiformia non aequilonga. Chloroplasti duo flavo-virides.

Long. 7—8  $\mu$ , latit. 4—6  $\mu$ .

Zelleib dorsiventral. Apikalende ohne Ausrandung, schön gleichmäßig, abgerundet, Kontur nur wenig schief verlaufend. Furche am Apikalpole breit und seicht ansetzend und ventralwärts bis über die Mitte reichend und hier auskeilend, mit Trichocysten versehen. Geißeln zwei, bandförmig, am Apikalende inserierend, ungleichlang. Zwei gelblich-grüne Chromatophoren. Teilung im beweglichen Zustande.

Einzig erbeutete Art:

*Cryptochloris vittata* spec. nov. Taf. 3 Fig. 10.

Diagn. gen.

In der sehr seichten aber breiten Furche lagen meist 8 Trichocysten zu je zweien schief zur Längsachse.

V.: Frühjahr und Sommer.

W.: Bocche di Cattaro, Küstengebiete mit Brackwasser der Adria, 10—20 m.

Soz. Verh.: Zerstreut bis reichlich; mitbestimmend; truppweise.

***Rhodomonas* KARSTEN.**

*Rhodomonas caerulea* spec. nov. Taf. 3 Fig. 11.

Siehe SCHILLER 1913, p. 625, 626.

Cellula dorsiventralis a latere visa late fusiformis, acuta, sine incisione in parte anteriore, sulcus parvus sine trichocystis, flagella bina, paululum inaequilonga, chromatophori bina caerulei.

Long. 9—10  $\mu$ , latit. 6—7  $\mu$ .

Zelle dorsiventral gebaut, von der Seite gesehen breit spindelförmig und beiderends verschmälert und zugespitzt, ohne apikale Ausrandung. Furche schwach entwickelt, ohne Körnchenauskleidung, zwei wenig ungleich lange, dünne etwas steife Geißeln. Pyrenoide nicht erwiesen, plättchenförmige Assimilate vorhanden. Zwei Chromatophoren von blaugrüner Farbe. 9—10  $\mu$  lang, 6—7  $\mu$  breit.

V.: Februar bis Juni.

W.: 50—100 m Küstenwasser der Adria.

Soz. Verh.: Zerstreut; untergeordnet; einzeln.

Zu meiner früheren Beschreibung dieser und der vorausgehenden Form lagen mir nur sehr schlecht erhaltene Exemplare dieser Tiefenformen vor und ich äußerte schon 1913 l. c. p. 626 Zweifel über die von mir vorgenommene Einreihung. Durch die später erfolgten Einrichtungen auf dem Schiffe zur raschen Aufholung und Zentrifugierung von Tiefenfängen kam das Material lebendfrischer zur Untersuchung und die Zugehörigkeit klärte sich auf.

*Rhodomonas gracilis* spec. nov. Textfig. U.

Cellula gracilis, ovale-fusiformis, parte anteriore acutissima sine incisione, sulcus non usque ad summum pertinens, angustus et profundus, trichocystis instructus, flagella duo inaequilonga, tenerima, sursum ex sulco effugientia. Chromatophori subrubri, duo.

Long. 8—9  $\mu$ , latit. 4—5  $\mu$ .

Textfig. U.

*Rhodomonas gracilis* nov. spec. Vergr. 3200  $\times$ .

Zellform schlank ei-spindelförmig, apikalwärts sehr spitz ausgehend, Furche nach vorn bis zum



Textfig. U.

Apikalpole, rückwärts nicht bis zur Mitte reichend, schmal und tief mit großen Körnchen ausgekleidet. Die beiden stärker ungleichlangen Geißeln <sup>1)</sup> sehr dünn und zart, weniger steif, knapp unterhalb des apikalen Endes im apikalen Furchenauslauf entspringend. Zwei Chromatophoren, schwach rötlich, an fixierten Individuen kaum noch unterscheidbar. Assimilatkörperchen vorhanden, Pyrenoide nicht gesehen. 8–9  $\mu$  lang, 4–5  $\mu$  breit.

V.: Februar bis Juni.

W.: Adria, 0–20 m.

Soz. Verh.: Zerstreut; zurücktretend; einzeln bis truppweise.

*Rhodomonas Ruttneri* spec. nov.

Textfig. V.

Cellula in parte anteriore late rotundata, infra acuta, sulco lato altoque, in summo sulci flagellis duobus inaequilongis, vinculiiformibus, cellula longioribus. Sulcus instructus cum una serie trichocystorum magnorum. Membrana tenera punctis vel lineis distincta.

Long. 15–18  $\mu$ , latit. 8–10  $\mu$ .

Textfig. V. *Rhodomonas Ruttneri* nov. spec.

Zelle apikalwärts breit abgerundet nach rückwärts scharf zugespitzt auslaufend. Furche breit und tief, am oberen Ende inserieren die beiden deutlich ungleichlangen, bandförmigen langen Geißeln. Die Furche längsseits gepflastert mit je einer Reihe Trichocysten, die beiderends kleiner werden und ein dunkles gefärbtes Innenkörperchen führen. Die Hautschicht zeigt manchmal mehr oder weniger deutlich Längsstreifung.

Chromatophoren wahrscheinlich rot (lebend nicht gesehen!). Länge 15–18  $\mu$ , Breite 8–10  $\mu$ .

V.: Herbst und Winter.

W.: Küstengebiete der Adria, 0–10 m.

Soz. Verh.: Zerstreut; untergeordnet; einzeln bis gruppenweise.

<sup>1)</sup> Gezeichnet nur eine, da die andere bei dem abgebildeten Individuum nicht sichtbar war.



Textfig. V.

Gen. *Cryptomonas* EHRBG.*Cryptomonas adriatica* spec. nov. Taf. 3 Fig. 12.

Cellula lata, oviformis tergo, et ventro valde curvato, tenui incisssione in parte anteriore, formata sulco trans apicem pertinente, brevi gutture. Sulcus tenuis brevisque. In margine gutturis flagella bina tenera, filiformia, cellula duplo longiora. Long. 10—12  $\mu$ , latit. 6—7  $\mu$ . Chloroplasti duo, virides, Membrana striata vel punctis distincta, mucosa.

Zelle breit oval mit stark gekrümmter Dorsal- und Ventralseite, mit seichter Ausrandung am Vorderende, hervorgerufen durch die fast apikal verlaufende Furche, und mit seichem Schlunde. Furche seicht und wenig ausgedehnt. Am Schlundrande zwei zarte fadenförmige fast zweimal körperlange Geißeln. Chromatophoren gelbgrün. Hautschicht oft streifig und punktiert, mit Schleim oder Gallerte bedeckt. 10—12  $\mu$  lang, 6—7  $\mu$  breit.

V.: Winter, Frühjahr.

W.: Küstengebiete des Adriatischen Meeres. 0—10 m.

Soz. Verh.: Zerstreut; zurücktretend; einzeln bis truppweise.

**Nephroselmidaceae.***Nephroselmis* STEIN.*Nephroselmis marina* spec. nov. Taf. 3 Fig. 13.

Cellula irregulariter reniformis, a latere paulum compressa, pars anterior minor, tergum valde curvatum, venter sinuosus, sulcus ad partem anteriorem productus, adversus partem mediam asymmetricus, super alterum latus paululum transgrediens, in parte centrali brevem obliquae deorsum erectam faucem formans. Membrana tenuis, levis. Corpus metabolicum. Chromatophori duo flavescens, patelliformes, lobati. Flagella bina, inaequilonga, divergentes, longius retro, brevius protinus spectans.

Longit. 6—8  $\mu$ , latit. 4—6  $\mu$ .

Zellform unregelmäßig nieren- oder bohnenförmig, seitlich wenig zusammengedrückt, Rückenseite stark gekrümmt, Vorderhälfte kleiner, Furche gegen das relative Vorderende verschoben, also nicht genau äquatorial, zur Mediane unsymmetrisch, auf die andere Seite ein wenig hinübergreifend, zentral-median zu einem kurzen schief abwärts gerichteten Schlunde vertieft. Hautschicht zart, ohne Diffe-

renzierung. Zelle metabolisch. Chromatophoren zwei von gelblicher Farbe, gekrümmt, muldenförmig, etwas gelappt. Länge 6—8  $\mu$ , Breite 4—6  $\mu$ . Zwei Geißeln, ungleich lang, divergierend, die längere nach rückwärts, die kürzere nach vorn gerichtet. Stigma, Pyrenoide, Vakuolen und Trichocysten nicht gesehen. Teilung nicht beobachtet.

V.: Frühjahr, Sommer.

W.: Südl. Adria, 0—10 m.

Soz. V.: Zerstreut; zurücktretend; gruppenweise.

*Nephroselmis marina* weicht von *N. olivacea* STEIN, die wir durch PASCHER genauer kennen, durch die ungleich großen Körperhälften, die seitlich wenig zusammengrückte Form und die sehr ungleich langen Geißeln ab. Diese Unterschiede sind bedeutend, doch möchte ich sie vorderhand zur Aufstellung einer neuen Gattung nicht für ausreichend halten.

Zu der von STEIN aus Böhmen bekannt gewordenen *N. olivana* kommt damit jetzt eine marine Art hinzu.

### Eugleninae.

Die relativ große Widerstandsfähigkeit der Eugleninen veranlaßte mich zu größerer Aufmerksamkeit auf diese Organismen bei der Durchmusterung der Zentrifugenproben, und es gelang die Auffindung einfacher Typen. Neben wenigen bisher bekannt gewordenen marinen Arten steht eine gewaltige Menge Süßwasserformen, so daß man bisher die Eugleninen im wesentlichen als Algen des Süßwassers ansehen konnte. Daran wird sich auch durch zukünftige Meeresforschung wenig ändern, es steht aber dabei meiner Meinung nach die Auffindung von einfacher organisierten Formen, als wir sie bisher im Süßwasser kennen gelernt haben, in sicherer Aussicht.

Ich führe hier vorderhand nur zwei solcher einfacher gebauten neuen Gattungen an: *Ottonia* und *Chlorachne*. Die erstere ist grob morphologisch einer *Astasia*, z. B. *A. variabilis* SKVORTZOW vergleichbar (siehe weiter unten), nur hat sie zwei grüne Chromatophoren und kein (?) Vakuolensystem: die andere neue Gattung hat zwei kleine Vakuolen, keine Hauptvakuole, und nur eine bandförmige Geißel. Arten mit so einfachem morphologisch-physiologischen Innenbau waren bisher unbekannt.

Eine weitere beachtenswerte Form ist *Gymnastica*<sup>1)</sup>. Mit ihrer

<sup>1)</sup> Eine übereinstimmende Süßwasserform sah ich vor kurzem, nur konnte ich noch nicht feststellen, ob die grünen runden Körper Chloroplasten oder aufgenommene Nahrungsalgen waren.

langen Haupt- und kurzen Nebengeißel und der lebhaften Metabolie erinnert sie an die farblose *Distigma*. Auch sie hat einfache Organisation, da das Vakuolensystem, wenn vorhanden, nur sehr einfach sein dürfte, da nie eine gröbere deutlich pulsierende Vakuolen gesehen wurde.

***Ottonia* gen. nov.**

Cellulae metabolicae, cum tenero periplasto, duobus chromatophoris viridibus, stigmatē, et flagello unico, tenero. Propagatio ignota.

Zelle schwach metabolisch mit zwei grünen Chromatophoren, gekrümmte Platten darstellend; eine Geißel. Zellulosehaut nicht vorhanden. Stigma meist vorhanden. Vermehrung unbekannt.

Eine Art gefunden:

*Ottonia caudata* spec. nov. Taf. 3 Fig. 14.

Diagn. generis. Cellula 6—7  $\mu$  longa, 3—4  $\mu$  lata.

Dieser kleine Flagellat entging leicht der Beobachtung. Wenn ich die Zentrifugate mit 700 $\times$  Vergrößerung durchmusterte, erwies sich die Form als häufig.

V.: Februar bis November, perenn.

W.: Adria, 0—20 m.

Soz. Verh.: Zerstreut bis reichlich; zurücktretend; gruppen- bis scharenweise.

Vor kurzem hat Skvortzow (1923) aus der Nord-Mandschurei eine große Anzahl von farblosen Euglenaceen beschrieben, darunter eine *Astasia variabile* spec. nov. (Textfig. A 4), die in ihren metabolischen Formen völlig mit meiner Art zusammenfällt. Es sieht demnach so aus, als würde im Meere eine zu den ungefärbten Astasien grüngefärbte Parallelreihe existieren.

***Chlorachne* gen. nov.**

Cellulae metabolicae cum tenero periplasto, natantes, singulares, cum chromatophoris et stigmatē et flagello unico vinculiformi, cum paramylo et grasso. Propagatio divisione, interdum cellulae sunt amoeboidae, pseudopodia formantes.

Zelleib stark metabolisch, ohne Zellulosemembran, mit glattem, zartem Periplast; Chromatophoren zahlreich, verschieden gestaltete Plättchen darstellend. Ein Kern, zwei kontraktile Vakuolen unterhalb der Geißelinsertionsstelle. Eine Geißel, bandförmig. Stigma meist sichtbar, Pyrenoide nicht gesehen. Zellen mitunter amöboid, rundliche, lappenförmige Pseudopodien bildend.



*Clorachne desmophora* spec. nov. Taf. 3 Fig. 15.

Diagnose der Gattung.

Zellgröße variabel 8—12  $\mu$  lang, 5—9  $\mu$  breit. Geißel doppelt körperlang, schmalbandförmig. Zellform eiförmig, aber stark metabolisch, Stigma, pulsierende Vakuolen, Kern vorhanden, Vermehrung durch Teilung. Bewegung fortschreitend ohne Rotation.

V.: Februar bis Juni.

W.: Adria, besonders mittlerer und nördlicher Teil, 50—75 m.

Soz. Verh.: Vereinzelt; untergeordnet, gruppenweise.

*Chl. viridis* spec. nov. Taf. 3 Fig. 16.

Cellula metabolica et amoeboides, parte anteriore  $\pm$  acuta, posteriore rotundata vel saepe lobata in 2—5 lobos (pseudopodia), chloroplasti virides, complures, stigma longum, flagellum unicum, vinculiforme.

Longit. 10—12  $\mu$ , latit. 7—10  $\mu$ .

Zelle metabolisch und amöboid, vorn mehr oder weniger zugespitzt, rückwärts abgerundet oder in mehrere Lappen, Pseudopodien ausgehend, die sich bilden und wieder eingezogen werden, vergrößern oder verkleinern können, Zelle daher schwach amöboid. Chromatophoren unregelmäßige kleine Plättchen von schön grüner Färbung. Stigma und Vakuolen vorhanden. Eine bandförmige Geißel, stets vorhanden. Länge: Breite 10/12  $\mu$ : 7/10  $\mu$ .

V.: Februar bis Juni.

W.: Adria, 25—75 m.

Soz. Verh.: Vereinzelt; untergeordnet; einzeln.

**Euglenaceae.*****Euglena* EHRBG.***E. acusformis* spec. nov. Taf. 3 Fig. 17.

Cellula paulum metabolica, longa, fusiformis, retro acuminata, 40—50  $\mu$  longa, 5—6  $\mu$  lata, membrana perspicua, paulum rigida, levis, flagellum paene corpori aequilongum, chloroplasti multi, irregulares, laminaeformes.

Zellen schwach metabolisch, lang spindelförmig, hinten zugespitzt, 40—50  $\mu$  lang, 5—6  $\mu$  breit. Membran deutlich, etwas schief, spirale Streifung nicht wahrnehmbar. Geißel  $\frac{2}{3}$  körperlang. Chromatophoren sehr zahlreich, unregelmäßig, scheibenförmig. Pyrenoide ebenso wie Paramylonkörner nicht wahrnehmbar.

Die Ähnlichkeit mit der Süßwasserform *E. acus* EHRBG. ist groß.

V.: Frühjahr.

W.: Adria, nördl. Gebiet, 50—100 m.

Soz. Verh.: Zerstreut; zurücktretend; einzeln bis truppweise

*Euglena interrupta* spec. nov. Taf. 4 Fig. 18.

Cellula valde metabolica, parte anteriore obtusa, media parte lata, informis, saepe curvata, retro subito in processum pallidum et obtusum contracta. Membrana levis. Flagellum corpore longius. Chloroplasti parvi, multi, laminaeformes, oviformes.

Longit. ca. 40  $\mu$ , lat. 10—12  $\mu$ .

Zellen stärker metabolisch, am Geißelpole stumpf zugespitzt, Körper breit, plump, häufig gebogen, rückwärts plötzlich zusammengezogen, in einen farblosen schmalen Stiel endigend, da die Chromatophoren nicht hineingehen. Membranstreifung nicht wahrnehmbar. Geißel mehr als körperlang, kräftig. Chromatophoren zahlreich, unregelmäßige rundliche oder längliche Plättchen. Augenfleck klein, bisweilen schlecht wahrnehmbar. Pyrenoide nicht gesehen. Paramylonkörner kugelig 1—2.

Länge ca. 40  $\mu$ , Breite 10—12  $\mu$ .

V.: Winter, Frühjahr.

W.: Adria, 50—75 m.

Soz. Verb.: Zerstreut; zurücktretend; einzeln.

Beide *Euglena*-Arten lieben die tieferen Wasserschichten.

*Eutreptia* PERTY.*Eutreptia Lanowii* STEUER. Taf. 4 Fig. 19.

Dieser von STEUER im Canale grande in Triest und von mir in einem ebenso verschmutzten Hafenteil Triests, der Sacchetta, gefundene Flagellat konnte als typisch mesosaprober Organismus angesehen werden. Beide Gebiete des Triester Hafens sind durch einmündende Kloaken mit stinkendem Wasser besonders in der warmen Jahreszeit erfüllt, darin sich *Eutreptia* in ungeheueren Mengen entwickelt (STEUER 1903), weil er darin seine besten Daseinsbedingungen findet. Es gelang mir im Laufe der Fahrten der Verbreitungsnachweis in der ganzen Adria. In den Häfen der Küstenorte kann die Form ebenso häufig wie im Triester Hafen auftreten, im reinen blauen Wasser der offenen See dagegen lebt sie außerordentlich spärlich. Physiologisch stimmt die marine Art mit der des Süßwassers, *Eutreptia viridis* in der katharoben bis mesosaproben Lebensweise überein.

V.: Sommer, Herbst.

W.: In verschmutzten Häfen (Triest, Sebenico, Ragusa) sehr häufig, in reinem Wasser vereinzelt.

Soz. Verb.: Deckend (verschmutztes Hafengewasser) bis vereinzelt (reines Wasser der pelagischen Region); vorherrschend (im Schmutz-

wasser) bis untergeordnet (klares Wasser), herdenweise (Hafenwasser) bis einzeln (reines Wasser).

***Gymnastica* gen. nov.**

Cellulae singulae, natantes, valde metabolicae, membrana levi et tenui, flagello longo et brevi, ex infundibulo membranae evadente, chloroplastis multis magnis aut parvis, laminaeformibus, stigmatate, sine pyrenoidis. Systema vacuolorum ignotum. Propagatio ignota.

Zellen einzeln, freischwimmend, mehr oder weniger metabolisch, drehrund mit zarter glatter Membran, mit Membrantrichter am Vorderende, mit einer langen Schwimm- und einer kurzen Neben-geißel, die Chromatophoren zahlreich, scheibenförmig. Stigma vorhanden, Pyrenoide fehlen. Vakuolensystem unbekannt. Vermehrung und Dauerzellen nicht beobachtet.

***Gymnastica elegans* spec. nov. Taf. 4 Fig. 20.**

Cellula gracilis, fusiformis, metabolica, chloroplastis 6—8, magnis viridibus, laminaeformibus, flagello cellulae aequilongo tenero, flagello brevi crasso (probabiliter paulum mobile et gubernaculum serviens).

Longit. 70—90  $\mu$ , latit. 10—14  $\mu$ .

Zellform schlank, nach vorn und rückwärts spitz endigend, je nach den metabolischen Bewegungen des Körpers mehr oder weniger an einer Körperstelle ausgebaucht. Chromatophoren große Platten mit lebhaft grüner Färbung. Kern deutlich, groß. Stigma nicht gesehen. Die Schwimmgeißel körperlang, zart, die kurze Geißel dick, wahrscheinlich wenig beweglich und als Steuerorgan dienend.

Länge 70—90  $\mu$ , Breite 10—14  $\mu$ .

V.: Frühjahr.

W.: Adria, 0—25 m.

Soz. Verh.: Vereinzelt; völlig untergeordnet; einzeln.

***G. Pascheri* spec. nov. Taf. 4 Fig. 21.**

Cellula variabilis, valde metabolica, chloroplasti multissimi, virides, laminaeformes, stigma parvum, flagellum longum remigans dimidia longitudine corporis, flagellum breve tenerrima saepe non visibile.

Longit. 30—40  $\mu$ , latit. 5—7  $\mu$ .

Zellform sehr variabel, stark metabolisch, Chromatophoren sehr zahlreich, plättchenförmig, im ganzen Körper verteilt, Stigma klein, Schwimmgeißel von halber Körperlänge, kurze Geißel, sehr zart und klein und daher oft nicht wahrnehmbar. Pyrenoide, Paramylonkörner, Teilung nicht gesehen.

Länge zu Breite = 30—40:5—7  $\mu$ .

V.: Winter, Frühjahr.

W.: Adria, besonders im Küstenwasser, 0—10 m.

Soz. Verh.: Zerstreut; untergeordnet; einzeln.

**G. Dofleini spec. nov.** Taf. 4 Fig. 22.

Cellula metabolica, pars anterior, plerumque crassior, chloroplastis viridibus dense accumulata, pars posterior saepe valde incurvata, teres, longe et tenuiter producta, membrana transverso striata. Flagellum remigans cellula duplo longius. Stigma unicum.

Longit. 17—22  $\mu$ , latit. 5—9  $\mu$ .

Zelle metabolisch, Vorderkörper meist dicker und dicht mit Chromatophoren erfüllt, Hinterleib oft stark gekrümmt, stielrund und lang und dünn ausgezogen, Membran dabei Querstreifen oder Falten (?) zeigend. Schwimmgeißel fast von doppelter Körperlänge, die andere sehr dünn, oft, besonders konserviert, kaum sichtbar, wahrscheinlich auch leicht abwerfbar. Stigma vorhanden; Pyrenoide und Paramylonkörner nicht gesehen.

Länge 17—22  $\mu$ , Breite 5—9  $\mu$ .

V.: Winter, Frühjahr.

W.: Adria, hauptsächlich im Küstenwasser.

Soz. Verh.: Vereinzelt; untergeordnet; einzeln.

Durch die neue Gattung *Gymnastica* erfahren die Euglenaceae eine morphologisch interessante Erweiterung, da nun alle drei unter den Flagellaten auftretenden Begeißelungstypen bei dieser Gruppe vorkommen: bei den meisten Gattungen ist bekanntlich eine Geißel vorhanden (I. Typus); gleichlange Geißeln, und zwar stets zwei (II. Typus), treten bei der einzigen Gattung *Eutreptia* auf; zwei ungleich lange Geißeln, habe ich bei *Gymnastica* gefunden (III. Typus).

Wie sich diese morphologische Verschiedenheit der Geißeln ökologisch und funktionell auswirkt, ist hier wie bei fast allen Flagellaten wenig bekannt. Der Bau des Geißelapparates, seine energetischen Quellen, die Arten der Geißelbewegungen und die durch sie bewirkten bei den einzelnen Arten und Gattungen charakteristischen Zellbewegungen stellen noch fast unbekannte Probleme dar.

Die Steifheit und relative Unbeweglichkeit der kurzen Geißel bei *Gymnastica elegans* und *Pascheri* könnten sie zur Steuerung geeignet machen (Steuergeißel). Das zentrifugierte lebende Material zeigte nur noch langsame Bewegungen, die für diese Beurteilung unzureichend und unsicher waren.

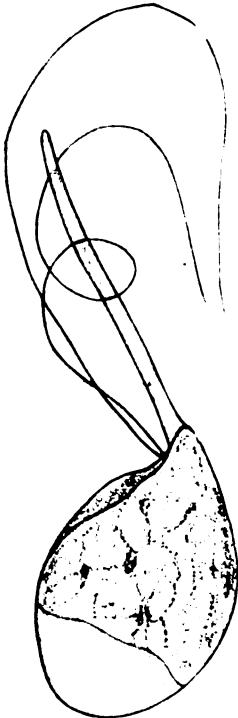
## Farblose Flagellaten.

### I. Protomastiginae.

### II. Craspedomonadaceae.

An farblosen Flagellaten lebt in der Adria keine so vielgestaltige Menge von Formen, wie ich sie in der Nordsee fand. Das Wasser ist offenbar zu rein und salzig, denn mit Abnahme des Salzgehaltes und Zunahme von Detritus infolge Verschmutzung bei Annäherung ans Land, besonders an Häfen, nehmen die farblosen Flagellaten rasch zu. Sie sind auf Detritus als Nahrung angewiesen.

Ich gebe nur wenige Formen wieder, nämlich Monokeramonas mit langem steifen Fortsatz am Geißelpol von unsicherer Stellung, sowie eine neue *Monosiga*-Art und die neue Gattung *Pleurasiga*.



Textfig. W.

### Protomastiginae.

#### *Monokeramonas* gen. nov.

Cellula  $\pm$  ovalis nuda, parte anteriore cum flagellis duobus, aequilongis, cum processu cellulæ aequilongo, et cum sulco in ventro versus partem posteriorem extendente, ex quo duo flagella summo loco exeunt. Tergum curvatum; cellula pallida, 20—22  $\mu$  longa, 12—14  $\mu$  lata, cornu 20—22  $\mu$  longam. Propagatio ignota.

Textfig. W.

*Monokeramonas aulakistum* nov. gen., nov. spec  
Vergr. 2700  $\times$ .

*Monokeramonas aulakistum* spec. nov.

Textfig. W.

Diagn. generis.

Zellkörper oval, gegen den Geißelpol stumpf zugespitzt, mit einem langen Fortsatz. Rücken gekrümmt, Bauchseite mit einer Furche, aus deren oberen Ende knapp vom Grunde des Fortsatzes zwei dünne lange Geißeln von zweifacher Körperlänge entspringen. Inhalt farblos, ohne Chromatophoren. Länge der Zelle ohne Fortsatz 22  $\mu$ , Fortsatz ebenso lang, Breite 12—14  $\mu$

Die beiden Geißeln scheinen funktionell gleichwertig zu sein, was ich aus der gleichen Lage an den toten Zellen ableiten möchte, da ich in den Zentrifugenfängen die Art nie mehr lebend antraf.

V.: Mai—November.

W.: Adria, 0—50 m.

Soz. Verh.: Vereinzelt; völlig untergeordnet; einzeln.

### *Craspedomonadaceae.*

*Monosiga natans* spec. nov. Taf. 4 Fig. 23.

Cellulae cute solida obtectae, corpus plasmaticum in partes duas divisum, posterior conica, superior amplificata et ornata cum collare formoso. In infundibulo copia mucosa. Flagellum unicum, longum, quadruplo corpore longius. Longit. 8—10  $\mu$  diameter infundibuli 5—6  $\mu$ .

Zellen mit derberer Hautschicht; Plasmakörper in zwei Partien äußerlich gegliedert, in einen unteren Konvex konischen und einen oberen erweiterten mit konvexen Konturen versehenen Teil, der konkav oben abschließt und mit einem elegant gebauten Plasmakragen gekrönt ist. Im Kragenraume eine gallertige Masse mit Fremdkörpern (Nahrung?). Eine lange Geißel, Kern unmittelbar unter deren Insertionsstelle, derb, etwa 4 mal körperlang. Vermehrung und Dauerzellen unbekannt.

Gefunden wurde eine Art.

V.: Sommer.

W.: Adria, 0—10 m.

Soz. Verh.: Vereinzelt; völlig untergeordnet; einzeln.

Die neue Art paßt gut in die bisherige Süßwassergattung *Monosiga*. Die Abscheidung von Gallerte vermutlich im Dienste der Nahrungsaufnahme in dem Kragenraum, sowie die freischwimmende Lebensweise können nur biologisch, nicht systematisch verwertet werden.

### *Pleurasiga* gen. nov.

Cellula duobus collaribus ornata, posterior cellulae pars cum extrema infima parte dense parietibus curvatis circumclusa et fastigata, superior et interior cum parietibus concavis, et supra plana. Bina collaria formata, extremum dolioforme, octonis costis firmatum in altitudine, trinis in obliquitate. Interius et minus incipit cum costa anuliformi, surgit cum parietibus concavis, plasma dense circumcludens, binis costis firmatum usque ad summum cellulae, quo interius cum parietibus sigmaeformibus surgit. Flagellum unicum, longissimum vinculiforme. Cellula sola 8—10  $\mu$  longa, 5—6  $\mu$  lata, altitudo tota 16—18  $\mu$ .

Zelleib mit zwei Kragen versehen. Der untere Teil des Zelleibes

vom äußeren untersten Kragenteil dicht umschlossen mit konvexer Wand und in eine Spitze ausgehend, der obere und innere Teil des Plasmaleibes mit konkaven Wänden und eben abgeplattet. Zwei Kragen ausgebildet, beide durch aus dunklerem und dichterem Plasma gebildete Rippen (Leisten) verstärkt. Äußerer Kragen in der Hauptsache tonnenförmig mit 8 längs- und 3 querverlaufenden Rippen. Der unterste von der ringförmigen Rippe nach oben abgegrenzte Kragenteil liegt dem Plasmaleibe dicht an und die 8 Längsrippen schließen zu einer Spitze zusammen. Im Verlaufe der mittleren Querrippe hat der Außenkragen seinen größten Umfang, so daß die obere Öffnung etwas enger wird. Der Kragen ist nicht genau kreisförmig, sondern an den Längsrippen etwas eingezogen, eingekerbt. Der innere und kleinere Kragen beginnt mit der unteren ringförmigen Querrippe des äußeren Kragens, erhebt sich mit den konkaven Seiten dem Plasmakörper dicht anliegend und durch zwei Längsrippen verstärkt bis zur Höhe des Plasmaleibes, umfaßt hier diesen mit ringförmiger Rippe, darauf sich der freie Teil des inneren Kragens mit schwach S-förmigen Seitenkonturen becherförmig erhebt. Die zwei Längsrippen des unteren Teiles setzen sich in die zwei Längsrippen des oberen Teiles fort, der Kragenraum wird wie beim äußeren Kragen gleichfalls von einer Rippe gebildet. Das mikroskopische Bild der Rippen läßt röhrenförmigen Bau vermuten. Gleißel sehr lang, bandförmig, ca. 7 mal länger als der Plasmaleib. Höhe des Plasmaleibes 8—10  $\mu$ , größte Breite 5—6  $\mu$ , Gesamthöhe 16—18  $\mu$ .

Die Adriadurchforschung erbrachte nur eine Art:

*Pleurasiga oraculaeformis* spec. nov. Taf. 4 Fig. 24.

Diagn. generis.

V.: Sommer.

W.: Adria, 0—25 m.

Soz. Verh.: Spärlich; untergeordnet; einzeln.

Es sind bisher hauptsächlich aus dem Süßwasser Europas drei Gattungen von Craspedomonadaceen mit zwei Plasmakragen bekannt, von denen zwei *Diplosiga* und *Codonosigopsis* gehäuselos, *Diplosigopsis* gehäusetragend sind.

Die hier eingeführte neue Gattung *Pleurasiga* stellt einen morphologisch interessanten Verbindungstypus dar, bei welchem zwar die Ausbildung eines besonderen Gehäuses für den Plasmaleib unterblieb, dafür jedoch die beiden Kragen verwendet werden. Denn der die untere Plasmahälfte umschließende unterste konische

Teil des äußeren Kragens kann infolge seines mit den übrigen Kragenpartien völlig identischen Baues nicht als Gehäuse-, sondern zweifelsohne als Kragenteil betrachtet werden. Dieselben Gründe fordern die analoge Auffassung des die obere Hälfte des Plasma-leibes umfassenden unteren Hälfte des inneren (oberen) Kragens, der von dem äußeren und weit größeren umfaßt und überragt wird.

Da auch bei *Diplosigopsis* nach LEMMERMANN'S Angaben (1914, PASCHER, Süßwasserflora Heft 1, Flagellaten 1, p. 85) das Gehäuse manchmal vom Protoplasten vollständig ausgefüllt wird, so daß es sich davon kaum abhebt, ist die Frage, ob bei *Diplosigopsis* Kragen und Gehäuse zwei chemisch und morphologisch verschiedene Dinge ausdrücken, berechtigt. Die chemische Reaktion scheint bisher unterblieben zu sein.

### Volvocales.

Folgende Gattungen wurden gefunden:

#### I. Polyblepharideae:

1. *Pyramidomonas* (Pyramimonas).

#### II. Chlorovittaceae nov. ord.:

1. *Chlorovitta* gen. nov.
2. *Oltmannsia* gen. nov

#### III. Chlamydomonadeae

1. *Carteria* DIESING.
2. *Chlamydomonas* EHRBG.
3. *Chloromonas* GOBI.
4. *Cymbomonas* SCHILLER.

#### IV. Phacotaceae:

1. *Chlamydolepharis*.

Die Nannoplanktonuntersuchungen in der Adria geben mir die Gewißheit, daß der Bestand der Meere an Volvocalen außerordentlich groß und noch lange auch nicht annähernd bekannt ist. Viele wichtige Gattungen liegen da noch verborgen. Die Methode der Netzfänge konnte sie nicht erfassen.

Was nun im besonderen die adriatischen Chlamydomonaden anbelangt, so ließ sich die Tatsache feststellen, daß im Meere wie im Süßwasser dieselben Zellformen vorkommen. Die eiförmigen Zellformen überwiegen in beiden Medien; die übereinstimmenden Formen stelle ich für die beiden Lebensbezirke gegenüber:



Morphologische Parallelförmigkeiten des Meeres und Süßwassers in der Gattung *Chlamydomonas*.

Zellform	Marin	Süßwasser
1. Im Längsdurchschnitt ein Dreieck	<i>Chlamydomonas triangularis</i> SCHILLER	<i>Chl. conica</i> DANG.
2. Keilförmig mit spitz ausgezogenem Hinterende	<i>Chl. cuneata</i> SCHILLER	<i>Chl. caudata</i> WILLE
3. Birnförmig	<i>Chl. piriformis</i> SCHILLER	<i>Chl. apiocystiformis</i> -Art. „ <i>Ehrenbergii</i> GORESCH.
4. Herzförmig	<i>Chl. cor.</i> SCHILLER	<i>Chl. spec. nov.</i> SCHILLER
5. Spindelförmig	<i>Chl. euglenaeformis</i> SCHILLER	<i>Chl. euchlorum</i> EHRLG. (= <i>Chlorogonium euchl.</i> )

Ganz ähnliche Gegenüberstellungen ließen sich auch für *Carteria* durchführen.

### I. Polyblepharidae.

#### *Pyramidomonas*.

Bis zu meiner 1913 erfolgten Publikation der ersten marinen *Pyramidomonas*-Art *P. adriaticus* (SCHILLER 1913) hatte die Gattung nur zwei Süßwasserarten, den seit langem bekannten *P. tetrarhynchus* und den erst 1909 von GRIFFITH beschriebenen *P. delicatulus* GRIFF. (GRIFFITH 1909). 1920 beschrieb HODGETTS *P. inconstans*. Nach 1913 erbrachte die Adriaforschung noch zwei weitere marine Arten, so daß heute die beschriebenen marinen Formen schon so zahlreich als die des Süßwassers sind<sup>1)</sup>.

1. *Pyram. adriaticus* SCHILLER. Textfig. X, Taf. 4 Fig. 25  
(1913, p. 622, Taf. 1 Fig. 1 a, b).

An dem plumpen, mehr breiten als langen Zellkörper springen die vier Lappen wulstig und fast halbkugelig vor und bilden einen tiefen Schlund. Das Hautplasma ist sehr dünn. Die Metabolie sah ich nur schwach entwickelt. Groß und lebhaft gefärbt tritt das Stigma am Chloroplasten auf. Die Teilung verläuft rasch in den ersten Stunden nach Mitternacht.

V.: März bis November.

W.: Adria, 0—120 m.

Soz. Verh.: Zerstreut-reichlich; zurücktretend - mitbestimmend; gruppenweise.

<sup>1)</sup> Während des Druckes erschien eine Arbeit von GRITLER: Zur Kenntnis der Gattung *Pyramidomonas* (Arch. f. Protistenk. 1925 Bd. 52 p. 356), darin die neue Art *P. montana* beschrieben wird.

2. *Pyram. Oltmannsi* spec. nov. Taf. 4 Fig. 26.

Cellula ovalis, cum fauce profunda, metabolica, lobi quattuor breves, chloroplastus viridis profunde lobatus, cum stigmatate. Flagella quattuor longitudine cellulae. Cellula 12—15  $\mu$  longa, 10—12  $\mu$  lata.

Die Zelle besitzt eine lang ovale Gestalt, ist am vorderen Ende kurz vierlappig, Lappen abgerundet eine tiefe und weite Mulde bildend, aus deren tiefsten Stelle die vier Geißeln entspringen. Hautschicht sehr dünn, Zelle leicht metabolisch. Hinterende stumpf konisch abgerundet. Der Chromatophor ist vierlappig, tief und eng fast bis zum Grunde gespalten, gelblich-grün. Stigma länglich, am Rande eines Lappens gelegen. Die vier Geißeln sind sehr dünn und nur wenig länger als der Körper.

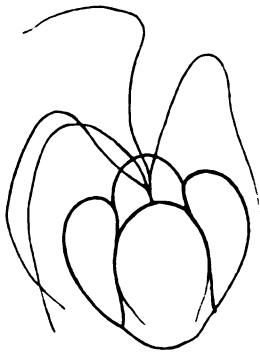
Länge : Breite = 13  $\mu$  : 9  $\mu$ .

V.: Februar—September.

W.: Adria.

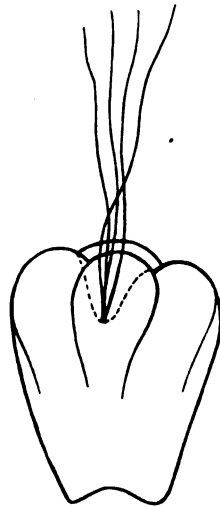
Soz. Verh.: Vereinzelt; völlig untergeordnet; einzeln.

Auffallend undeutlich erschien bei dieser wie bei den beiden anderen Arten das Pyrenoid.



Textfig. X.

Textfig. X. *Pyramidomonas adriaticus* SCHILLER. Vergr. 3200  $\times$ .



Textfig. Y.

Textfig. Y. *Pyramidomonas impressus* nov. spec. Vergr. 2700  $\times$ .

3. *Pyram. impressus* spec. nov. Textfig. Y.

Cellula parte anteriore latior, parte posteriore angustior et excavata. Quattuor lobi extus curvati usque ad partem mediam extendentes. Chloroplastus unus luteoviridis cum stigmatate.

Longit. 11—14  $\mu$ , latit. 8—10  $\mu$ .

Zelle oben breiter als unten. Die vier Lappen groß, breit, nach außen weit ausladend und leicht gekrümmt nach rückwärts verlaufend. Die Mulde weniger weit als bei voriger Art. Hinterende eingedellt. Die vier Geißeln zart und fast nur zellenlang. Chromatophor hellgrün, wenig tief ausgebuchtet, mit länglichem Stigma. Hautschicht derber, weniger metabolisch.

Länge 12  $\mu$ , Breite 10  $\mu$ .

Zeit: Sommer.

Geogr. Verbr.: Südl. Adria, Warmwasser, litoral und pelagisch.

Soz. Verh.: Spärlich; untergeordnet; einzeln.

### Chlorovittaceae.

Einzelne lebend, mit 2–4 Geißeln, mit plasmatischer Hautschicht und mehreren plättchen- oder bandförmigen Chromatophoren.

Bekannt zwei Gattungen:

1. *Chlorovitta*.

2. *Oltmannsia*.

#### *Chlorovitta* nov. gen. Taf. 5 Fig. 27.

Cellula valde metabolica, membrana carente, cutis plasmatica tenerrima, plasmate subtiliter granuloso et transparente, chromatophoris 4–6, vinculi irregularis forma, viridibus. Flagella quattuor tenerrima, cellula triplo longiora. Long. 16–20  $\mu$ , latit. 10–14  $\mu$ . Propagatio ignota.

Körper stark metabolisch. Membran fehlend, Plasmahaut sehr dünn. Plasma feinkörnig und durchscheinend, darin 4–6 bandförmige oder unregelmäßig geformte grüne Chromatophoren, die zur Längsachse der Zelle senkrecht oder schräg verlaufen. Vier Geißeln sehr dünn, wenigstens 3 mal länger als die Zelle. Kern und Pyrenoide nicht gesehen. Länge 16–20  $\mu$ , Breite 10–14  $\mu$ . Sehr variabel. Vermehrung unbekannt.

Eine einzige Art bekannt:

*Chlorovitta mutabilis* nov. gen. nov. spec. Taf. 5 Fig. 27 a, b.

Diagnose wie die der Gattung.

V.: Frühjahr.

W.: Nördl. Hälfte der Adria, Oberflächenschichten 0–10 m.

Soz. Verh.: Vereinzelt; untergeordnet; gruppenweise.

Die Aufstellung einer neuen Familie scheint mir berechtigt, da alle Polyblepharidaceae nur einen Chromatophor besitzen, der

aber bei fast allen Gattungen in einzelne Lappen zerteilt ist. Denkt man sich diese Lappen getrennt, so entstehen Chromatophorenformen wie sie bei *Chlorovitta* tatsächlich vorliegen. Die starke Metabolie und das Fehlen der Zellmembran zeigen den Zusammenhang der beiden Familien.

***Oltmannsia* nov. gen. Taf. 5 Fig. 28.**

Zelleib schwach metabolisch, ohne Zellmembran, Plasmahaut dünn. Gestalt oval, vorn und rückwärts flach abgerundet. Ein Zellkern, oft stärkeartige Körper, Pyrenoide nicht gesehen. Chromatophoren gelbgrün, unregelmäßige Platten darstellend. Geißeln zwei gleichlang, bandförmig und körperlang. Vermehrung unbekannt.

Nur eine Art wurde gefunden.

***Oltmannsia viridis* nov. gen. nov. spec. Taf. 5 Fig. 28.**

Cellula pauce metabolica, ovalis, Membrana carente, chromatophori complures luteo-virescentes, flagella bina, vinculiformia, cellulae aequilonga.

Longit. 26—32  $\mu$ , latit. 16—20  $\mu$ .

Die wenigen gesehenen lebenden Exemplare neben zahlreichen konservierten maßen ca. 30  $\mu$  in der Länge und 16—20  $\mu$  in der Breite. Sie waren reichlich mit körnigem stärkeähnlichen Inhalte versehen. Die an den Chromatophoren liegenden Körper, ich zählte etwa 4—5, könnten Pyrenoide sein. Die lebenden Individuen kamen nach etwa 28 Minuten vom Zeitpunkte der Wasserentnahme aus den RICHARD'schen Wasserschöpfern zur Beobachtung, waren also wohl nicht mehr ohne Schädigung. Ihre Bewegung war schwerfällig, rollend; die breiten bandförmigen Geißeln blieben immer gut sichtbar und ihre Bewegung war eine zweifache: 1. sie schlugen nach verschiedenen Richtungen im Raume und 2. gleichzeitig vollführten sie eine Wellenbewegung von geringer Amplitude, die vom Geißelgrunde ihren Ausgang nahm.

Ebenso wie *Chlorovitta*, mit der ich *Oltmannsia* in eine Familie reihe, stellt auch diese eine höher entwickelte Form vor als irgendeine Polyblepharidee. In diesem Sinne werte ich die Vielzahl der Chloroplasten und bei *Oltmannsia* auch den durch die bandförmigen Geißeln vollkommeneren Bewegungsapparat.

V.: Frühjahr bis Sommer.

W.: Mittlere u. südl. Adria, 50—100 m; Tiefenform.

Soz. Verh.: spärlich; untergeordnet, einzeln.

**Chlamydomonadeae.**Gen. *Carteria* DIESING.

1. *Carteria crassifilis* SCHILLER 1913, p. 622, Taf. I Fig. 2.  
(Siehe Taf. 6 Fig. 37.)

Eine dicke Membran umgibt den elliptischen Zellkörper, darin der muldenförmige und sehr zerteilte Chromatophor liegt. Teile desselben hängen oft nur durch dünne Partien noch zusammen und dadurch werden oft zahlreiche Chromatophoren vorgetäuscht. Charakteristisch sind die dicken Geißeln. Zwei Vakuolen und das ovale Stigma kamen zur Beobachtung.

V.: Frühjahr bis Sommer.

W.: Adria, 0—25 m.

Soz. Verh.: Zerstreut; zurücktretend; einzeln bis gruppenweise.

Die Geißeln stellen sehr schmale Bänder vor. Die Bandform der Geißeln tritt in allen aktiv beweglichen Organismengruppen auf.

*Carteria cylindracea* SCHILLER l. c. p. 623.

Taf. 3 Fig. 13a, b, c; siehe Taf. 6 Fig. 38.

Die Gestalt der Zelle schwankt zwischen langelliptischer bis eiförmiger Form. Der Geißelpol ist muldenförmig und mitten in der Mulde ist die runde Geißelöffnung, daraus die 4 zarten doppelt körperlangen Geißeln entspringen. Das Stigma habe ich oft nicht beobachtet, da es sehr klein und von blaßroter Farbe ist. Der Chromatophor lebhaft assimilierender Zellen mit reichlichen Assimilaten ist scheinbar in zahlreiche runde üppig grüne Scheibchen aufgelöst, Fig. 13a, b, und in solchen Individuen sucht man auch vergeblich nach den in den Assimilatmassen versteckten Pyrenoiden.

V.: Sommer bis Herbst.

W.: Adria, 20—50 m.

Soz. Verh.: Zerstreut bis reichlich; zurücktretend bis mitbestimmend; einzeln.

*Carteria Willei* SCHILLER

(= *C. subcordiformis*<sup>1)</sup> SCHILLER 1913, p. 623, Taf. I Fig. 4).

Siehe Taf. 6 Fig. 39.

V.: Perenn, Maximum im August.

W.: Adria, 20—75 m.

Soz. Verh.: Zerstreut; zurücktretend; einzeln.

<sup>1)</sup> *C. subcordiformis* ist eine von WILLE 1903 beschriebene Süßwasserform. Der Name war also 1913 bereits vergeben, was ich übersah.

*Carteria Willei* ist mit mehreren Süßwasserformen morphologisch fast identisch; gegenüber *C. cordiformis* (CARTER) DILL und *C. subcordiformis* WILLE und anderen Arten sind nur Größenunterschiede vorhanden. Die marinen Formen sind fast durchgängig kleiner als die des Süßwassers.

*Carteria Wettsteini* SCHILLER 1913, p. 623, Fig. 5. Siehe Taf. 5 Fig. 29.

Bei dieser schönen, außergewöhnlich großen Art, deren Quermaß größer als das Längsmaß ist ( $12 \mu : 7/9 \mu$ ), konnten häufig zwei Pyrenoide beobachtet werden; möglicherweise sind es vor der Teilung stehende Individuen gewesen. Das Stigma ist sehr klein und kam oft nicht zur Beobachtung. Es trat häufig in der Einbuchtung des Chromatophors ein gelblicher oder gelbbraunlicher Fleck, homogen und gatt abgerundet, auf, dessen Untersuchung nicht möglich wurde. Der Chromatophor erschien bisweilen sehr schwach gelbgrün gefärbt.

V.: Februar bis November.

W.: Adria, 20—100 m.

Soz. Verh.: spärlich bis reichlich; untergeordnet bis mitbestimmend; einzeln bis gruppenweise.

*Carteria longifilis* sp. nov. Taf. 5 Fig. 30.

Cellula globosa velle subglobosa, minima,  $3-4 \mu$  lata,  $4-5 \mu$  longa. Flagella  $20 \mu$  longa. Chloroplastus viridis, stigmatum et pyrenoidum praeditus.

Form der Zelle kugelig bis eiförmig, sehr klein,  $3-4 \mu$  breit und  $4-5 \mu$  lang. Chromatophor lebhaft grün, der ganzen Zellmembran anliegend. Stigma und Pyrenoid vorhanden. 4 sehr lange, ungefähr  $20 \mu$  messende, den Zellkörper etwa 5mal an Länge übertreffende Geißeln. Bewegung ungemein hastig. Kleinste bisher beobachtete

*Carteria*-Art.

V.: Februar bis Juni.

W.: Adria.

Soz. Verh.: Infolge der Kleinheit übersieht man die Art meist, so daß das soziologische Verhalten unsicher ist.

*Carteria globosa* nov. spec. Taf. 5 Fig. 31.

Cellula sphaeroidea, diameter  $8-9 \mu$ , stigma et pyrenoidus in chloroplasto semper visibilia. Flagella duo cellula duplo longiora.

Zellkörper kugelig, mit fast unmerklicher Vertiefung am Geißelpol. Kugeldurchmesser  $8-9 \mu$ . Membran sehr dünn, Stigma deutlich, ebenso das Pyrenoid. Chromatophor mit typischem Bau, meist nur blaß oder schmutzig gelbgrün. Geißeln 3mal körperläng.

V.: Frühjahr.

W.: Adria, 0—25 m.

Soz. Verh.: Spärlich; untergeordnet; einzeln.

In der Gattung *Carteria* ist dies die erste Art mit rein kugeliger Gestalt.

*Carteria acuta* spec. nov.. Taf. 5 Fig. 32, 36.

Cellula obliquo-cordiformis, parte anteriore impressa, posteriore acuta, latera curvata. Chromatophorus typicus, viridis cum stigmatate et pyrenoido giganteo. Flagella quattuor cellulae aequilonga, tenerrima.

Longit. 10—12  $\mu$ , latit. 6—8  $\mu$ .

Zellform spitz herzförmig, am Geißelpole eingesenkt, die Seiten mehr oder weniger stark gekrümmt, im Umriß oval, nach hinten spitz auslaufend. Chromatophor typisch gebaut, dunkelgrün, Stigma vorhanden. Pyrenoid meist riesengroß. Die vier Geißeln nur wenig über Körperlänge, sehr dünn.

Länge 10—22  $\mu$ , Breite 6—8  $\mu$ .

V.: Februar bis Juni.

W.: Golf von Triest.

Soz. Verh.: Zerstreut, zurücktretend, einzeln bis gruppenweise.

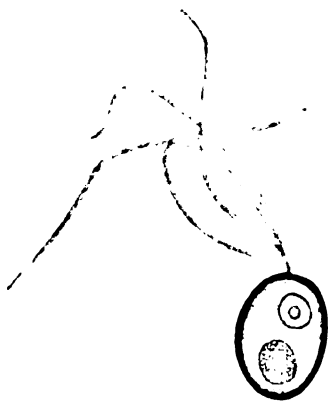
*C. pallida* spec. nov.

Textfig. Z.

Cellula ovalis, 6  $\mu$  longa, 4  $\mu$  lata, Chloroplastus pauce coloratus, paululum flavo-virescentia cum pyrenoido. Flagella quattuor vinculiformia.

Textfig. Z.

*Carteria pallida* nov. spec. Vergr. 2700  $\times$ .



Textfig. Z.

Zelle oval; Membran dick. Inhalt fast farblos, schwach gelbgrün, mit Kern und Pyrenoid, vier lange, bandförmige Geißeln.

Länge etwa 6  $\mu$ , Breite 4  $\mu$ .

V.: Nur im Februar 1914 aufgefunden.

W.: Station A 12 in 0 m Tiefe.

Soz. Verh.: In nur 3 Exemplaren gesehen, nähere Angaben daher unmöglich.

*Carteria obliqua* spec. nov. Taf. 5 Fig. 33.

Cellula obliquo-cordiformis, parte anteriore rotundata, posteriore acuminata. Pyrenoidus et stigma incerta. Flagella quattuor  $40\ \mu$  longa, tenerrima. Cellula  $8\ \mu$  longa et lata.

Zellform schief herzförmig, vorn flach abgerundet, nach rückwärts mit teils konvexer, teils konkaver Kontur verlaufend und dadurch in eine kurze stets deutliche Spitze auslaufend. Pyrenoid und Stigma nie einwandfrei beobachtet; Kern gesehen. Vier sehr lange ( $40\ \mu$ !) und sehr zarte Geißeln. Größte Länge: größte Breite  $8\ \mu : 8\ \mu$ .

Da ich das Pyrenoid nie sah und die Zellgestalt von den bekannten *Carteria*-Arten abweicht, ferner die Untersuchung der Gestalt des Chromatophors zu keinem sicheren Ergebnis führte, da ferner die Pflanze nur selten und nie lebend zur Untersuchung kam, führe ich die Form im Anhang zu den Carterien an.

V.: Frühjahr.

W.: Nördl. Adria.

Soz. Verh.: Vereinzelt, völlig untergeordnet, einzeln.

*Chlamydomonas* EHRBG.

*Chlamydomonas triangularis* SCHILLER 1913, p. 625, Taf. I Fig. 8.

Siehe Taf. 6 Fig. 40.

Der Umriß der Zelle ist dreieckig mit abgestumpften Ecken. Kontraktile Vakuolen sehr groß, Pyrenoid deutlich, Stigma klein, Geißeln etwa 3 mal körperlang.

Zellgröße:  $4-5\ \mu$  lang,  $3-4\ \mu$  breit.

V.: Frühjahr.

W.: Nördl. Adria.

Soz. Verh.: Zerstreut, zurücktretend, einzeln bis gruppenweise.

Die morphologische Parallelförmigkeit des Süßwassers ist *Chl. conica* LANG, nur etwas schlanker und weit größer.

*Chl. piriformis* SCHILLER 1913, p. 629, Fig. 6. Taf. 6 Fig. 41.

Gestalt der Zelle birnförmig. Stigma fast rund. Chromatophor dunkelgrün.

V.: Frühjahr und Sommer.

W.: Ganze Adria.

Soz. Verh.: Reichlich, mitbestimmend, truppweise.

Die birnförmige Gestalt tritt unter den Süßwasserformen dieser Gattung bei mehreren Arten auf (*Chl. muscicola*, *Chl. apiocystiformis* *Chl. Ehrenbergi*).



*Chl. nanum* nov. spec. Taf. 6 Fig. 42.

Cellula sphaeroidea vel rotundato-ovalis, 5—6  $\mu$  longa et lata, pars anterior plana vel leviter excavata. Flagella duo, tenera, cellulae aequilonga, e brevi tubo conico exeuntia. Chloroplastus viridis cum pyrenoido et stigmatate.

Zellgestalt rundlich, bis rundlich oval, am Geißelpol flach oder seicht vertieft. Geißeln zart, nur wenig über körperläng, aus einer kurzen, stumpf-konischen Röhre hervorkommend. Pyrenoid und Stigma deutlich.

Länge und Breite etwa 4—6  $\mu$ .

V.: Frühjahr bis Herbst.

W.: Adria.

Soz. Verh.: Zerstreut, zurücktretend, einzeln bis gruppenweise.

*Chlamydomonas cor* nov. spec. Taf. 6 Fig. 43.

Cellula cordiformis, symmetrica, 6—7  $\mu$  longa, 5—6  $\mu$  lata, pars anterior excavatus cum tubo brevi et acuto, ex quo flagella duo cellulae aequilonga tenerrima exeunt. Chloroplastus cum stigmatate et pyrenoido.

Zellform regelmäßig herzförmig, zur Längsachse völlig oder nahezu symmetrisch, nach rückwärts zugespitzt. In der Einkerbung des Geißelpoles eine kurze spitzkonische Röhre, an deren Spitze die zwei Geißeln entspringen. Geißeln körperläng, sehr dünn. Stigma und Pyrenoid deutlich.

Länge 6—7  $\mu$ , Breite 5—6  $\mu$ .

V.: Frühjahr und Herbst.

W.: Adria.

Soz. Verh.: Zerstreut, zurücktretend, einzeln bis gruppenweise.

Die kurze Röhre, aus welcher bei *Chl. nanum* u. *cor* die Geißeln heraustreten, halte ich nicht für ein besonderes Organ, das etwa die Aufstellung einer neuen Gattung erfordern würde. Sie stellt eben nur die tiefe eng kegelförmige Einbuchtung des Geißelpoles vor und findet sich in gleicher Form auch bei der Gattung *Carteria* (z. B. *C. excavata*, J. MASSART, *Éléments de Biol. gén. et de Bot.*, Vol. I, p. 322, fig. 331).

*Chlamydomonas adriaticum* spec. nov. Taf. 6 Fig. 44.

Cellula obliquo-cordiformis, paululum sphaeroidea, 8—10  $\mu$  longa 6—7  $\mu$  lata. Chloroplastus typicus, 1—2 pyrenoidi. Flagella paululum cellula longiora.

Long. 8—10  $\mu$ , latit. 6—7  $\mu$ .

Zellgestalt schief herzförmig, mehr rundlich, 8—10  $\mu$  lang, 6—7  $\mu$  breit. Chromatophor von typischem Bau; Stigma nicht gesehen, 1—2 Pyrenoide; Geißeln wenig über körperlang.

V.: Frühjahr.

W.: Adria.

Soz. Verh.: Zerstreut; untergeordnet; einzeln.

*Chl. euglenaeformis* spec. nov. Taf. 6 Fig. 45.

Cellula fusiformis, parte anteriore et posteriore acuta, chromatophori luteo-virides, uno latere fissi, cum stigmatate unico et unico vel duobus pyrenoidis. Flagella bina corpori aequilonga, tenera. Long.: lat. = 22:5  $\mu$ .

Zelleib spindelförmig, beiderends spitz, sehr schlank, Chromatophor gelbgrün, nur an einer Stelle eingespalten, mit Stigma und einem oder zwei Pyrenoiden. Geißeln körperlang, dünn. Länge: Breite = 22:5  $\mu$  durchschnittlich. Morphologisch ist es die marine Parallelform zu der Süßwasserform *Chl. euchlorum* ЕНВВГ. (*Chlorangium euchl.*)

V.: Winter bis Juni.

W.: Adria, 0—10 m.

Soz. Verh.: Spärlich; untergeordnet; einzeln.

*Chlamydomonas* (?) *minima* spec. nov. Taf. 6 Fig. 46.

Cellula sphaeroidea, vel oviformis. Chloroplastus cum stigmatate et pyrenoido praeditus. Flagella triplo corpore longiora, base capitis parvi kinoplasmatici exeuntia. Magnitueo 3—4  $\mu$ .

Zellgestalt rundlich eiförmig, bis fast kugelig. Chromatophoren mit Stigma und 1—2 Pyrenoiden, tief gespalten, schön gelblichgrün. Geißeln 3 mal körperlang am Grunde eines kleinen Kinoplasmaköpfchens entspringend. 3—4  $\mu$  groß. Vielleicht ein Algenwärmer. Da man die Form häufig findet, wenn man sie mit stärkeren Systemen sucht, bringe ich sie zur Abbildung und Beschreibung.

V.: Perenn.

W.: Adria, besonders Küstengebiete, 0—10 m.

Soz. Verh.: Zerstreut; untergeordnet; einzeln bis gruppenweise.

### Gen. Chloromonas Gobi.

Bau der Zelle wie bei *Chlamydomonas*, doch ohne Pyrenoide.

1. *Chloromonas adriatica* nov. spec. Taf. 6 Fig. 47.

Cellula sphaeroidea vel globuloso-ovalis, 4—6  $\mu$  in diametro. Chloroplastus patelliformis stigmatate praeditus. Flagella duo cellula duplo longiora, tennerrima.

Zellgestalt kugelförmig oder rundlich eiförmig, etwa 4—6  $\mu$  im Durchmesser. Chromatophor muldenförmig mit Stigma, Pyrenoid keines. Zwei zarte etwa doppelt körperlange Geißeln. Kontraktile Vakuolen nicht beobachtet.

V.: Februar bis Juni.

W.: Adria, 0—10 m.

Soz. Verh.: Vereinzelt; untergeordnet; einzeln.

*Chloromonas cuneata* spec. nov. Taf. 6 Fig. 48.

Cellula cuneiformis, 9—10  $\mu$  longa, 4—6  $\mu$  lata, parte anteriore curvata, versus partem posteriorem acuminata. Chloroplastus fissus, cum stigmatate.

Körper keilförmig, am Geißelpol Kontur schwach gebogen bis fast gerade, die Seitenkonturen mehr oder weniger konvex bis teilweise konkav gekrümmt. Chromatophor tief gespalten, graugrün, gelblich-grün bis lebhaft grün. Kontraktile Vakuolen fehlend. Stigma vorhanden. Länge: Breite = 9—10 : 4—6  $\mu$ .

V.: Sommer bis November.

W.: Adria, 0—20 m.

Soz. Verh.: Wie vorige.

*Chloromonas sphaera* spec. nov. Taf. 6 Fig. 49.

Cellula sphaeroidea, 11—12  $\mu$  in diametro. Chloroplastus patelliformis sine lobis. Stigma non visum. Flagella quadruplo cellula longiora.

Zellgestalt rein kugelig, Durchmesser 11—12  $\mu$ . Chromatophor eine halbe Kugelschale darstellend, ungelappt, meist schief zur senkrechten Geißelstellung gelagert. Stigma nicht gesehen. Im Plasma oft große und zahlreiche Körperchen von unregelmäßiger Gestalt; wahrscheinlich Assimilate. Geißeln fast 4mal länger als der Zelldurchmesser. Mit zwei pulsierenden Vakuolen.

V.: Februar bis Mai.

W.: 10—20 m.

Soz. Verh.: Zerstreut; untergeordnet; einzeln bis gruppenweise.

Diese Art stellt die morphologische Parallelförmigkeit von *Carteria globosa* vor. Der schalenförmige, ungelappte Chromatophor charakterisiert diese Art gegenüber allen anderen dieser Gattung.

*Chloromonas? tener* spec. nov. Textfig. A<sub>1</sub>.

Cellula obliquo-cordiformis, latus una plus curvata, parte anteriore sinuosa, qua flagella bina longissima exeunt, pars posterior rotundata vel acuminata. 5—6  $\mu$  longa et lata.

Zellkörper schief herzförmig, die eine Seitenpartie stärker gekrümmt. Geißelpol seicht ausgerandet, in dessen Mitte zwei sehr lange Geißeln entspringend, Hinterende fast abgerundet oder schwach zugespitzt. Länge und Breite 5—6  $\mu$ . Fast ungefärbt, Pyrenoide, Vakuolen, Stigma fehlen.

V.: Frühjahr bis Herbst.

W.: Adria.

Soz. Verh.: Zerstreut; ganz untergeordnet; einzeln.

Gen. *Cymbomonas* SCHILLER 1913, p. 626.

Zellen etwas metabolisch, im Schnitt mehr oder weniger rundlich bis oval, Geißelpol verschieden ausgebildet, mit Furche, oder schief abgesehrt, eine Stelle häufig höckerartig überhöht, stets nur monosymmetrisch (bilateralsymmetrisch). Chromatophor wie bei *Carteria*. Kontraktile Vakuolen, Stigma und Pyrenoide nicht gesehen. Vermehrung durch Teilung.

Vom rein zellmorphologischen Standpunkte hat die Gattung mit *Carteria* durch die beiden hier nur angeführten Arten *C. acuta* und *C. obliqua* deutliche Beziehungen im Hinblick auf deren monosymmetrischen Bau. Da ich bei letzterer Art Pyrenoid und Stigma nicht beobachtete, könnte man sie fast ebensogut schon zu *Cymbomonas* stellen.

Im folgenden bezeichne ich die überhöhte Zelhälfte als Rücken, die gegenüberliegende Seite als Bauchseite.

Textfig. A<sub>1</sub>.

*Chloromonas tener* nov. spec. Vergr. 2700  $\times$ .

*Cymbomonas tetramitiformis* SCHILLER 1913.

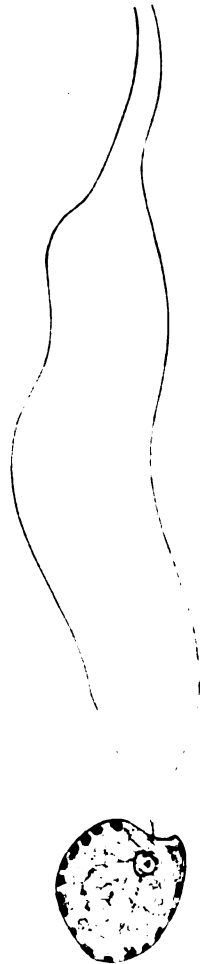
Taf. 5 Fig. 34.

Ich gebe hier eine vollständigere Diagnose als dies 1913 möglich war.

Cellula metabolica,  $\pm$  compressa, ore flagellifero rimosa, rima in umbonem parvum in uno latere exeuns. Chloroplastus laete virescens unus. Flagella 4, cellula duplo longiora, filiformia.

Long. 8—10  $\mu$ , latit. 9—10  $\mu$ .

Archiv für Protistenkunde. Bd. LIII.



Textfig. A<sub>1</sub>.

Zelle seitlich zusammengedrückt. Von den Seiten gesehen Zellumriß etwas mehr als halbkreisförmig. Rücken stark gekrümmt, in einen deutlichen abgerundeten Höcker ausgehend. Bauchseite weniger gekrümmt als die Rückenseite. Geißelpol mit mulden- bis keilförmiger Furche, die am Grunde des Höckers beginnt und auf der Bauchseite ausläuft. Chromatophor muldenförmig und wie bei den Carterien oft scheinbar in einzelne rundliche Platten zerfallend. Vier zarte 2mal körperlange Geißeln, in der Furche entspringend, und gegen die Bauchseite genähert. Länge 8—10  $\mu$ , Breite ebenso. Vermehrung durch Teilung. Teilungsebene ist die Symmetrieebene.

V.: Juni bis September.

W.: Litorale Zonen der Adria, 25—50 m.

Soz. Verh.: Vereinzelt; untergeordnet; einzeln.

*Cymbomonas adriatica* spec. nov. Taf. 5 Fig. 35.

Cellula compressa, ore flagellifero paululum rimosa, flagella quattuor, tenera, ex umbone laterali exeuntia, cellula triplo longiora, latus ventri et tergi paulum curvata, Chloroplastus unus, flavovirescens, fissus.

Alt. 9—10  $\mu$ , long. 6—7  $\mu$ , lat. 3—4  $\mu$ .

Zelle seitlich stark zusammengedrückt, mehr lang als breit, Seitenkonturen fast gerade oder wenig gekrümmt. Furche am Geißelpol wenig entwickelt. Die vier Geißeln am weitesten gegen den Rücken auf den Höcker hinauf verschoben. Chromatophor gelbgrün. Höhe 9—10  $\mu$ , Länge (vom Bauch zum Rücken) 6—7  $\mu$ , Breite (von Flanke zu Flanke) 3—4  $\mu$ . Geißeln dünner, mehr als 2mal körperlang.

V.: Februar bis Juni.

W.: Küstenwasser der Adria, 0—10 m.

Soz. Verh.: Spärlich; untergeordnet; einzeln.

*Cymbomonas Klebsi* spec. nov. Textfig. B<sub>1</sub> a, b.

Cellula  $\pm$  ovalis, paulum a latere compressa, ore flagellifero sine rima, obliqua, flagella 4, versus ventrum sita, chloroplastus quasi incoloratus. Alt.: long.: latit. = 7—8  $\mu$ : 5—6  $\mu$ : 2—3  $\mu$ .

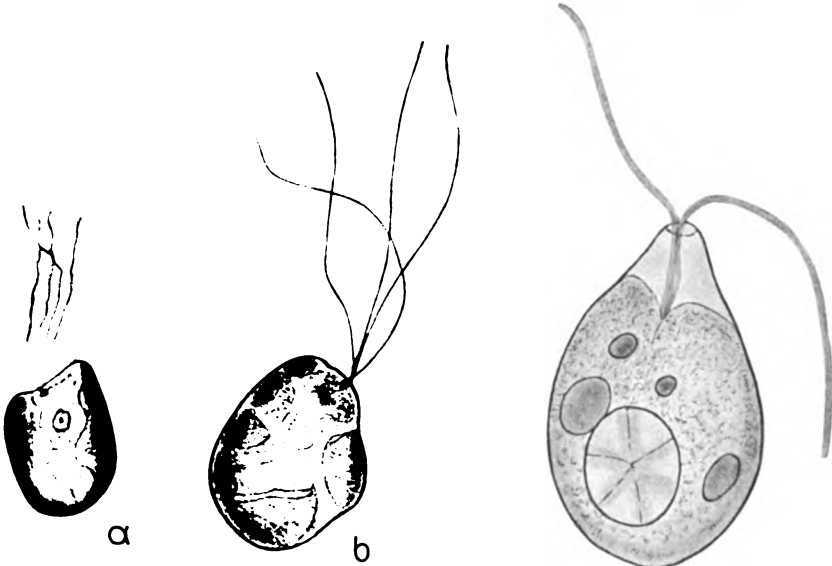
Zellform in Seitenansicht fast oval, am Geißelpol gegen die Bauchseite abgeschrägt und nicht eingefurcht. Rücken gegen den Bauch nur wenig überhöht. Chromatophor fast farblos, Zelle oft mit großen ungefärbten Assimilatkörpern angefüllt, die die Membran ausbuchten. Vier zarte Geißeln, mehr gegen die Bauchseite gerückt, doppelt körperlang. Höhe: Länge: Breite = 7—8  $\mu$ : 5—6  $\mu$ : 2—3  $\mu$ .

*Cymbomonas* besitzt einige morphologische Ähnlichkeiten mit der bis jetzt nur aus dem Süßwasser bekannten farblosen flagellaten Gattung *Tetramitus*, die am Geißelpol eine Mulde oder Furche zeigt, aus deren oberem Ende die vier funktionell verschiedenen Geißeln entspringen.

V.: Sommer.

W.: Adria, 50—75 m.

Soz. Verh.: Vereinzelt; völlig untergeordnet; einzeln.



Textfig. B<sub>1</sub> a, b.

Textfig. C<sub>1</sub>.

Textfig. B<sub>1</sub> a, b. *Cymbomonas Klebsi*. Vergr. von a 2700×, von b 3200×.

Textfig. C<sub>1</sub>. *Chlamydolepharis Knolli* nov. spec. Vergr. 3200×.

### *Chlamydolepharis* FRANCÉ.

*Chlamydolepharis* KNOLLI spec. nov. Textfig. C<sub>1</sub>.

Cellula piriformis, membrana tenerrima, plasmati adjacens, tota cellula velata membrana, firma, piriformi, quae parte anteriore aperta est et flagella bina vinculiformia exeunt. Chromatophori, pyrenoidi absunt.

Long.: latit. = 16—20 : 8—10 μ.

Zellkörper birnförmig, Membran sehr dünn, dem Plasma anliegend; den ganzen Zelleib umgibt eine birnförmige, derbe Membran, die am Geißelpol eine weite Öffnung hat, daraus zwei bandförmige etwa körperlange Geißeln kommen, die bis zum Plasma durch den farblosen mit Schleim erfüllten von der Hüllmembran gebildeten

Hohlraum hindurchgehen. Seitlich und rückwärts liegt die Hülle der Zellmembran zumeist eng an. Chromatophor und Pyrenoid fehlend, ein oder mehrere große Amylumkörper vorhanden.

Länge zu Breite 16—20  $\mu$ : 8—10  $\mu$ .

V.: Februar bis Mai.

W.: Küstenwasser Adria, 0—10 m.

Soz. Verh.: Vereinzelt: untergeordnet; einzeln.

Vorbeschriebene Form fand ich nur wenige Male. Ihre Zugehörigkeit zu der auch nur wenig bekannten Gattung *Chlamydocepharis* FRANCÉ ist nur wahrscheinlich, da FRANCÉ eine chitinartige Schale seiner Art zuschreibt. Ich konnte die Hülle meiner Pflanze mangels genügendem Material auf Chitin nicht untersuchen, glaube aber, daß dieser Nachweis auch von FRANCÉ nicht erbracht wurde und nur eine starke „chitinartige“ Hülle gemeint ist.

Wieder weise ich auf die Bandform der Geißeln hin, die eben bei den verschiedenartigsten Organismen auftreten und denen systematischer Wert nur ausnahmsweise und mit Vorsicht zugeschrieben werden kann.

Gattung von unbestimmter Zugehörigkeit.

Gen.: *Cornumonas* gen. nov. Taf. 5 Fig. 29.

Cellulae piriformes, cum membrana e cellulosa, imbibita(?) cum calce vel silico, parte anteriore rotundatae cum tribus curvatis cornibus corpori aequilongis, parte posteriore acutae cum lateribus concavis vel convexis. Flagellum unicum, tenerum, cellulae duplo longius. Chloroplasti duo virides. Stigma et pyrenoidum novisa.

Zellkörper schlank birnförmig, mit fester Cellulosemembran und eventuell Einlagerung von Mineralsubstanz (Kalk oder Kieselsäure). Am Geißelpol breit abgerundet, nach rückwärts mit konvexen bzw. konkaven Seiten spitz ausgehend. Am Geißelpol drei gekrümmte gegen die Geißel zusammenneigende Fortsätze von fast Körperlänge. Eine Geißel von mehr als doppelter Körperlänge. Zwei schalenförmige grüne Chromatophoren. Pyrenoid und Stigma fehlend (bzw. nicht beobachtet). Kontraktile Vakuolen vorhanden. Vermehrung und Fortpflanzung unbekannt.

Einzige beobachtete Art:

*Cornumonas tricornis* nov. spec. Taf. 5 Fig. 29.

Cellula 6—8  $\mu$  longa, 3—4  $\mu$  lata. Ceterum diagn. generis.

Diesen durch seine Hörner einzigartigen Flagellaten fand ich nur auf einigen wenigen Stationen. In den Fängen trat er ver-

einzelnt auf. Zellform und die drei Fortsätze erlitten bei Druck auf das Deckglas nur geringe Deformationen. Es schien mir, als würde in die Membran eine Mineralsubstanz eingelagert sein. Die Einwirkung von Säuren konnte nicht beobachtet werden, da die Individuen dabei aus dem Gesichtsfelde schwanden und nicht mehr im Fange gefunden wurden.

V.: Winter und Frühjahr.

W.: Adria, Küstengebiet, besonders im Küstenwasser der Ostküste Italiens.

Soz. Verh.: Vereinzelt; untergeordnet; einzeln.

Die Einreihung dieses Organismus ist schwierig. Würde die Geißel fehlen, so wäre seine Stellung bei den Protococcaceen sicher. Da die Auffassung der Protococcaceen als Abkömmlinge von Flagellaten wohl allgemein gilt, und immer mehr Beispiele bekannt werden, daß bei flagellären Gruppen dauernd geißellose vegetative Zellen auftreten z. B. bei den Coccolithophoraceen die Gattungen *Rhabdosphaera*, *Discosphaera* u. a., so würde ich *Cornumonas* mit den Protococcales in Beziehungen bringen, wenn er zwei Geißeln besäße. An die Heterokonten ist auch nicht zu denken, da drei Hörner vorhanden sind und damit der zweiteilige Aufbau der Hülle disharmoniert.

Da der Organismus nur mangelhaft bekannt wurde, setze ich ihn an den Schluß der Volvocales, ohne damit zunächst systematische Anschauungen auszudrücken.

#### A n h a n g.

##### *Biala crystallina* nov. gen., nov. spec. Textfig. D<sub>1</sub>.

In jeder Jahreszeit trat auf zahlreichen Stationen in Tiefen von 50–100 m ein mir seiner systematischen Zugehörigkeit nach völlig unklar gebliebener Organismus auf, den ich durch eine Zeichnung und die nachfolgende Beschreibung bekannt machen möchte.

Zelle einzeln, planktonisch; Plasma sehr feinkörnig ohne Chromatophoren, ohne irgendwelche größere Einschlüsse im Plasma z. B. Öl; Plasmakörper eiförmig oder kantig. Von ihm gehen zwei hyaline Flügel aus, die vom Plasmakörper nach außen gleichmäßig dünner werden und von deren im Plasma liegenden verdickten Rändern, die dadurch zu Leisten (Verstärkungsleisten) werden, entspringen in wechselnder Zahl gekrümmte borsten- oder stachelartige Fortsätze, die den Plasmakörper zu stützen scheinen. Äußerer Rand der Flügel mehr oder minder gebogen. Zelleib etwa in Länge zu Breite = 10  $\mu$ : 6  $\mu$ , Gesamtbreite mit den Flügeln 30–35  $\mu$ .

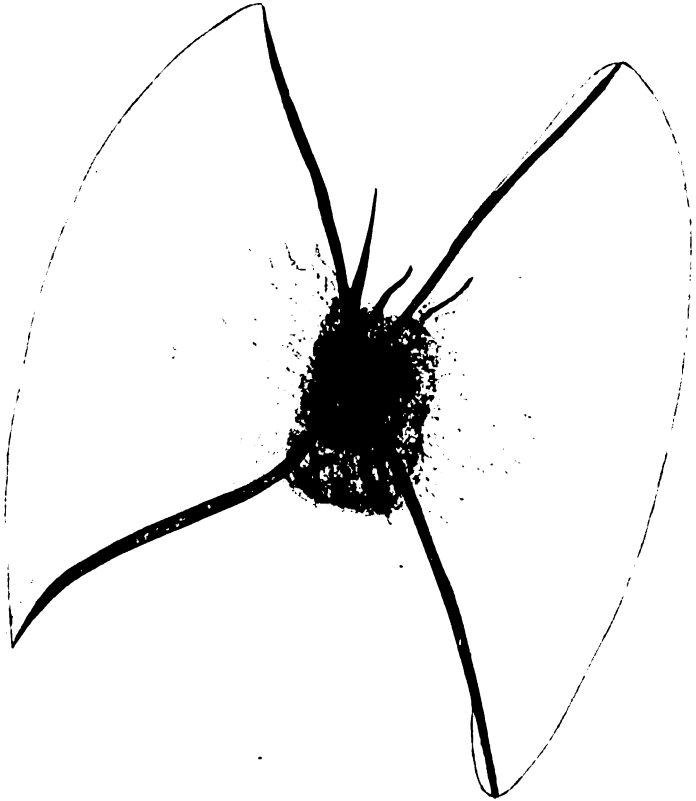


V.: Perenn.

W.: Mittlere und südliche Adria.

Soz. Verh.: Zerstreut; untergeordnet; einzeln bis gruppenweise.

Wenn man bei Tageslicht mikroskopiert, entgeht der Organismus infolge seines vom Wasser nicht sehr verschiedenen Lichtbrechungsvermögens und der großen Durchsichtigkeit der Flügel und des ganz ungefärbten Plasmakörpers leicht der Beobachtung. Bei starker



Textfig. D<sub>1</sub>. *Biala crystallina* nov. gen., nov. spec. Vergr. 2700 ×.

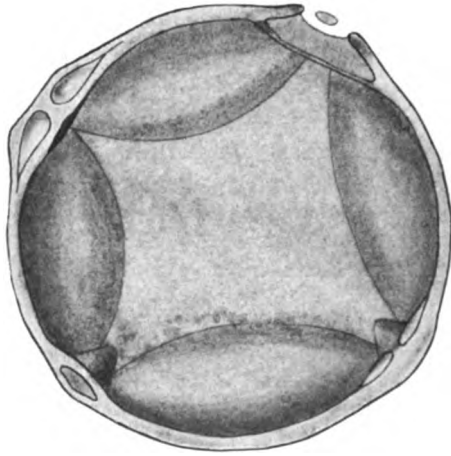
künstlicher Beleuchtung wird er gut sichtbar. Bisweilen zeigt dieser merkwürdige Organismus eine eigentümliche schwach rötliche sehr transparente Färbung und kann dann leicht beobachtet werden. Anwendung einer starken Beleuchtung macht ihn gleichfalls gut kenntlich.

Da auch die Vermehrung nicht beobachtet wurde, von gelegentlicher Teilung abgesehen, so kann nur eine vage Vermutung über die systematische Zugehörigkeit geäußert werden. Möglicherweise

handelt es sich bei *Biala* um eine Dinophysidacee, welche die flagelläre Organisation im vegetativen Leben verloren und in die protococcale übergegangen ist. Einen solchen dauernden Übergang habe ich bei den Coccolithophoraceen erkannt wie schon oben bemerkt wurde, und zwar bei den Rhabdosphaeraceen. Das Fehlen der Geißeln bei *Rhabdosphaera* und *Discosphaera* habe ich schon in der Bearbeitung der Coccolithophoridenvegetation (1925) hervorgehoben und in besonders daraufhin gerichteten Untersuchungen im Frühjahr 1925 in Neapel, die neue geißellose Formen erbrachten, wurde die protococcale Organisation klar erkannt. *Discosphaera tubifer* kann sogar völlig farblos und damit heterotroph werden.

*Poropila dubia* nov. gen., nov. spec. Textfig. E<sup>1</sup>.

Dieser in Textfig. E<sub>1</sub> abgebildete Organismus dürfte kaum pflanzlicher Natur, eher wohl tierischer sein. Eine dicke Hüllmembran umgibt den fast homogenen, grau gelblich-grünen Inhalt dieses kugeligen Gebildes, der an 6 Stellen, die ungefähr den Fußpunkten dreier aufeinander senkrechter Achsen entsprechen, Poren aufweist und aus dessen kugelförmigem Körper 6 Kalotten ausgeschnitten sind. Unterhalb jeder Pore schneidet eine wenig gewölbte uhrglasförmige dünne Wand ein kleines Stück heraus (siehe hiedie Abbildung links). Die drei anderen Porenstellen liegen nicht genau im optischen Schnitt und davon sind nur die sich dabei im mikroskopischen Bilde ergebenden Teile gezeichnet. Diese Poren schließen die Deutung dieses Organismus als Furchungsstadium eines Eies wohl aus. Leider sah ich nur drei Exemplare, davon zwei so ungünstig lagen, daß sie auch durch verschiedene Triks nicht von der Stelle gebracht wurden, während eines von allen Seiten betrachtet werden konnte. Größe des Durchmessers 30–36  $\mu$ .



Textfig. E<sub>1</sub>. *Poropila dubia* nov. gen., nov. spec.  
Vergr. 1800  $\times$ .

## Literaturverzeichnis.

- BORBERT, A.: Über die Dictyochiden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 51 p. 629.
- BOHLIN, K.: Zur Morphologie und Biologie einzelliger Algen. Ofversicht af kgl. Vetensk. Akad. Förhandlingar 1897, p. 507. Die Algen der ersten Regnell'schen Exped. I. Protococcoideen. Bihg. till. k. sv. Vet. Akad. Handlingar 1897 Bd. 27, 3, Nr. 7.
- BÜTSCHLI, O.: Protozoa. BRONN's Klassen u. Ordn. d. Tierreiches 1889 I.
- BRUNNTHALER, J.: Die koloniebildenden Dinobryon-Arten. Verh. d. k. k. zool.-bot. Ges. Wien 1902 Bd. 51 p. 293.
- CHODAT, R.: Mat. pour l'histoire des algues de la suisse. V. Quelques nouvelles esp. des Flagellées colorées et d'algues vertes. Bull. soz. bot. de Genève p. 89 1921.
- COHN, F.: Chlamydomonas marina COHN. Hedwigia 1865 Bd. 4 p. 97.
- DANGEARD, J. A.: Mémoire sur les Chlamydomonadinées ou histoire d'une cellule et théorie de la sexualité. Le Botaniste 1898 T. 6 p. 65.
- : Recherches sur les algues inférieures. Ann. des sc. nat. 7. sér. T. 7 p. 18.
- DILL, O. E.: Die Gattung Chlamydomonas und ihre nächsten Verwandten. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 28 p. 323.
- DOFLIN, F.: Lehrbuch d. Protozoenkunde. 1917.
- DUJARDIN, F.: Histoire naturel de Infusoires. 1841.
- FRANZE, R.: Studien zur Systematik der Chlamydomonadinen. Bot. Zentralbl. 1893 Bd. 55 p. 392. (Aus: Sitz.-Ber. d. bot. Ver. d. k. ung. Ges. f. Naturw. zu Budapest.)
- : Beiträge zur Kenntnis der Algengattung Carteria. Ungarisch mit deutschem Résumé. Ref. Jahresber. Bd. 24 H. 1 p. 29.
- : Über Verwandtschaft der Chlamydomonadeen. Magyarisch. Ref. Jahresber 1893 Bd. 21 H. 1 p. 29.
- FRITSCH, F. E.: Notes on British Flagellates I—IV. New-Phytologist 1914 Vol. 13 p. 341.
- GICKLHORN, J.: Über eine neue Euglenacee (Amphitropis aequiciliata n. g. et sp. Österr. bot. Zeitschr. 1920 Bd. 69 p. 193.
- GRAN, H. H.: Das Plankton des norwegischen Nordmeeres. Rep. on the Norweg. Fisherie 1900.
- GRIFFITH, M.: On two new members of the Volvocaceae. New Phytologist 1909 Bd. 8 p. 130.
- KARSTEN, G.: Rhodomonas baltica n. g., n. sp. Wiss. Meeresuntersuch. Abt. Kiel N. F., 1898 Bd. 3.
- LEMMERMANN, E.: Silicoflagellatae. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1901 Bd. 19 p. 256.
- LOHMANN, H.: Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton. Wiss. Meeresuntersuch., Abt. Kiel, 1902, N. F. Bd. 7.
- : Die Bevölkerung des Ozeans mit Plankton nach den Ergebnissen der Zentrifugenfänge während der Ausreise der Deutschland 1911. Teil I, II. Arch. f. Biontologie 1920, IV, Bd. 3 p. 1—470, 471—617.
- OSTENFELD, C. H.: Halosphaera and Flagellata. Conseil perm. intern. p. l'explor. de la mer. Bull. trim. Résumé planktonique. I. Copenhagen 1910, p. 20/38.
- : Om Alges laegten Halosphaeras systematiske Stilling. Bot. Tidskr. 1917 Bd. 34 p. 70—76.

- PASCHER, A.: Über Halosphaera. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1915 Bd. 33, p. 488.  
 —: Von der grünen Planktonalge d. Meeres Meringosphaera. Ibid. 1917 Bd. 35 p. 470.  
 —: Einige neue Chrysomonaden. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1909 Bd. 27 p. 555.  
 —: Über die Beziehungen der Cryptomonaden zu den Algen. Ibid. 1911 Bd. 29 p. 193.  
 —: Über Flagellaten und Algen. Ibid. 1914 Bd. 32 p. 136.  
 —: Über die morphologische Entwicklung der Flagellaten zu Algen. Ibid. 1924 Bd. 42 p. 148.  
 —: Der Großteich bei Hirschberg in Nordböhmen. I. Teil. Chrysomonaden. Monogr. und Abh. z. intern. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 1910 Bd. 1 p. 665.  
 —: Die Süßwasserflora. Heft 1, 2, 11.  
 PENARD, E.: Studies on some Flagellata. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia. Part. I 1912 p. 117.  
 PLAYFAIR, M.: Austral. freshwater Phytoplankton. Proc. Linnean Soc. New Süd-Wales Vol. 41 Part. 4 1917.  
 —: New and rare freshwater Algae. Ibid. Vol. 43 Part. 3 1917, 1918.  
 REINKE: Bericht über die Algenflora der westlichen Ostsee. p. 88.  
 SCHERFFEL, A.: Zur Kenntnis der Chrysomonadineae. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1904 Bd. 22 p. 439.  
 —: Beitrag zur Kenntnis der Chrysomonadineen. Arch. f. Protistenk. 1911 Bd. 22 p. 299.  
 SCHILLER, J.: Vorläufige Ergebnisse der Phytoplanktonuntersuchungen auf den Fahrten S. M. S. „Najade“ in der Adria. II. Flagellaten und Chlorophyceen. Sitz.-Ber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, Math.-naturw. Kl. 1913 Bd. 122, p. 621 Abt. I.  
 —: Eine neue kieselschalige Protophytengattung aus der Adria. Arch. f. Protistenk. 1916 Bd. 36 p. 303.  
 —: Über neue Arten und Membranverkieselung bei Meringosphaera. Ibid. 1917 Bd. 37 p. 198.  
 SCHÜLER, J.: Über die Ernährungsbedingungen einiger Flagellaten des Meerwassers. Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel, 1910 Bd. 11.  
 SCHUSSNIG, BR.: Die systematische Stellung der Conjugaten. La mora Notarisie 1925 p. 319.  
 —: Betrachtungen über das System der niederen Pflanzen. Verh. d. Zool. bot. Ges. in Wien 1924/35 Bd. 74/75 p. 196.  
 SENN, G.: Flagellaten. in: ENGLER-PRANTL, Natürl. Pflanzenfamilie I, 1a. 1893.  
 —: Oxyrrhis, Nephroselmis und einige Eufflagellaten nebst Bemerkungen über das System. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1911 Bd. 97 p. 605.  
 STEIN, F.: Der Organismus der Infusionstiere usw. III. Flagellaten. Leipzig 1878.  
 SKVORTZOW, B. W.: Farblose Euglenaceen aus Nord-Mandschurei (China). Arch. f. Protistenk. 1923 Bd. 48 p. 480.  
 STEUER, A.: Über eine Euglenoide (Eutreptia) aus dem Canale grande von Triest. Arch. f. Protistenk. 1903 Bd. 3.  
 TAKEDA, H.: Dymorphococcus variabilis gen. et spec. nov. Ann. of Bot. 1916 Vol. 30 p. 151.  
 —: Scourfieldia cordiformis, a new Chlamydomonad. Ibid. p. 157.  
 —: On Carteria Fritschii n. sp. Ibid. p. 369.  
 WEST, G. S.: Algological Notes. XIII. A new genus of Volvocaceae. Journ. of Bot. 1912 Vol. 50 p. 326.  
 —: Algological Notes. XIV, XVI, XVII, XVIII, XX, XXI. Journ. of Bot. 1915, 1916 Vol. 53—54.

- WILLE, N.: Algologische Untersuchungen aus der biologischen Station in Drontheim. 3. Über eine neue marine Tetrasporacee. Det. kgl. norskes Videnskaps Selskabs Skrifter 1906 Nr. 3.
- Algolog. Notizen IX—XIV. Carteria, Sphaerella, Chlamydomonas, Gloeococcus, Pteromonas, Cerasterias usw. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne 1903 Bd. 41 p. 89.
- WISLOUCH: Beiträge zur Biologie und Untersuchung von Heilschlamm der Salinen der Krim. Act. soc. bot. Pol. II p. 29.

### Tafelerklärung.

Alle Figuren ohne Vergrößerungsangabe sind 2700 ×.

#### Tafel 3.

- Fig. 1. *Chloramoeba marina* nov. spec. 1800 ×.
- Fig. 2. *Meringosphaera tenerrima* nov. spec. 3200 ×. Mit Schleim- (Gallert-) Klümpchen an der Membran.
- Fig. 3. *Meringosphaera mediterranea* LOHM. 2700 ×. Durchschnitt.
- Fig. 4. " *triseta* SCHILLER 1800 ×.
- Fig. 5. " " " 3200 ×.
- Fig. 6. *Aurosphaera brevispina* nov. spec. Durchschnitt.
- Fig. 7, 8, 9. *Hillea fusiformis* SCHILLER. Fig. 7 u. 8 1800 ×.
- Fig. 10. *Cryptochloris vittata* nov. spec.
- Fig. 11. *Rhodomonas coerulea* nov. spec. 3200 ×.
- Fig. 12. *Cryptomonas adriatica* nov. spec.
- Fig. 13. *Nephroselmis marina* nov. spec.
- Fig. 14. *Ottonia caudata* nov. gen., nov. spec.
- Fig. 15. *Chlorachne desmophora* nov. gen.
- Fig. 16. " *viridis* nov. spec. 2100 ×.
- Fig. 17. *Euglena acusformis* nov. spec. 1800 ×.

#### Tafel 4.

- Fig. 18. *Euglena interrupta* nov. spec. 1800 ×.
- Fig. 19. *Eutreptia Lanowi* STEUER.
- Fig. 20. *Gymnastica elegans* nov. gen., nov. spec. 1800 ×.
- Fig. 21. " *Pascheri* nov. gen., nov. spec.
- Fig. 22. " *Dofleini* nov. gen., nov. spec.
- Fig. 23. *Monosiga natans* nov. spec.
- Fig. 24. *Pleurasiga orculaeformis* nov. gen. et spec.
- Fig. 25. *Pyramidomonas adriaticus* SCHILLER. 3200 ×.
- Fig. 26. " *Oltmannsi* nov. spec.
- Fig. 50. *Cornumonas tricornis* nov. spec. 3200 ×.

#### Tafel 5.

- Fig. 27 a, b. *Chlorovitta mutabilis* nov. gen., nov. spec.
- Fig. 28. *Oltmannsia viridis* nov. gen., nov. spec. 1800 ×.
- Fig. 29. *Carteria Wettsteini* SCHILLER. 3200 ×.

- Fig. 30. *Carteria longifilis* nov. spec.  
 Fig. 31. " *globosa* nov. spec.  
 Fig. 32. " *acuta* nov. spec. 3200 ×.  
 Fig. 33. " *obliqua* nov. spec. 1800 ×.  
 Fig. 34. *Cymbomonas tetramitiformis* SCHILLER. 3200 ×.  
 Fig. 35. " *adriatica* nov. spec.  
 Fig. 36. *Carteria acuta* nov. spec. 1800 ×.

## Tafel 6.

- Fig. 37. *Carteria crassifilis* SCHILLER.  
 Fig. 38 a—d. *Carteria cylindracea* SCHILLER.  
 Fig. 39. *Carteria Willei* SCHILLER. 2200 ×.  
 Fig. 40. *Chlamydomonas triangularis* SCHILLER. 3200 ×.  
 Fig. 41. " *piriformis* SCHILLER. 3200 ×.  
 Fig. 42. " *nanum* nov. spec.  
 Fig. 43. " *cor* nov. spec.  
 Fig. 44. " *adriaticum* nov. spec.  
 Fig. 45. " ? *minima* nov. spec. 3200 ×.  
 Fig. 47. *Chloromonas adriatica* nov. spec.  
 Fig. 48. " *cuneata* nov. spec. 3200 ×.  
 Fig. 49. " *sphaera* nov. spec. 2100 ×.

Nachdruck verboten.

Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Utrecht.)

***Pyramimonas utrajectina* spec. nov.,  
eine neue Polyblepharididae.**

Von

**Ludwig H. Bretschneider.**

(Hierzu 10 Textfiguren.)

---

Anfangs Mai dieses Jahres trat in einem stillen Seitenarm des krummen Rhein's bei Utrecht in Holland eine unbekannte Phytomonadine auf. Gemeinsam mit dieser wies das Plankton an Flagellaten noch auf: *Uroglenopsis*, *Gonium*, *Synura*, *Pandorina*, *Dinobryon*, *Trachelomonas*, *Hymenomonas* und *Phacus*; an Ciliaten: *Nassula aurea*, *Urocentrum*, *Lembadion*, *Loxodes* und *Frontonia*. Die Phytomonadine wurde lebend untersucht, zum Teil auch an Toto und Schnittpräparaten. Die angewandte Technik war FLEMMING'S Fixation mit Totofärbung nach GIEMSA-ROMANOWSKY, Einbettung in Paraffin und Färbung mit HEIDENHAIN'S Hämatoxylin; für Übersichtspräparate erwies sich die einfache Trockenmethode (Hintrocknen lassen) und Färbung mit Mallory als zureichend.

Von Form verkehrt eiförmig mit der Spitze distal, ziehen proximal an der Austrittsstelle der Geißeln mit einem warzenartigen Höcker beginnend vier Leisten distal, die in Abständen von 90° liegend dem Körperquerschnitt im vorderen Drittel eine quadratische Form geben. Diese Leisten laufen als nach außen gestülpte Kämme bis ungefähr zur Körpermitte wo sie langsam abflachen und in die eiförmige Spitze übergehen (Fig. A u. B).

Die Färbung war jene mit maigrün bezeichnete, gelb-grüne Farbe, die für die Phytomonaden so charakteristisch ist.

Schon die Beobachtung des lebenden Flagellaten ließ das Vorhandensein eines den Körper ausfüllenden Chromatophors erkennen durch den als dunklere Partien mit einem helleren Hof umgeben der Pyrenoid und der Kern durchschienen, als hellere Zonen der Protoplast und die Geißelgrube sowie die kontraktile Vakuolen. Ein etwas gekrümmtes, karotinrotes Stäbchen kennzeichnete im letzten Körperdrittel das Stigma.

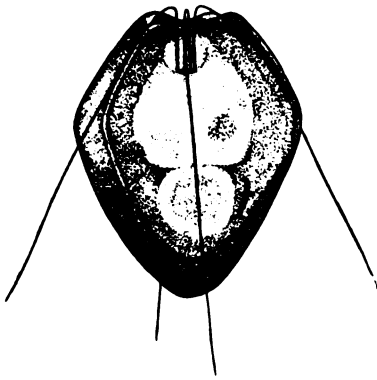


Fig. A. Nach dem Leben gez.

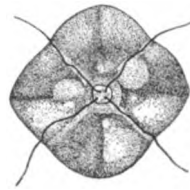


Fig. B. Nach dem Leben gez.

Die Größenabmessungen schwankten zwischen 11,5—26,5  $\mu$  in der Länge und 6,3—15,2  $\mu$  in der Breite wobei zu bemerken ist, daß das Verhältnis zwischen kleiner und großer Körperachse ein sehr variables war. Die meisten Individuen hatten die Größe 9  $\mu$  Breite zu 16  $\mu$  Länge.

Aus einer annähernd kreisrunden Öffnung entspringen vorn vier gleich lange und gleichgeartete Geißeln die den Flagellat um eine halbe Körperlänge überragen. Kurz nach dem Austritt aus der Geißelgrube biegen sie in einem spitzen Winkel um und laufen zwischen je zwei der Kammleisten nach rückwärts so daß sie um je 90° voneinander abstehen und zu dem Kreuz der Pelliculaleisten um 45° gedreht erscheinen. Ihre Enden liegen in einem zur kleinen Achse des Körpers parallel liegenden Kreises dessen Diameter ungefähr 20  $\mu$  beträgt. Diese für die Flagellaten seltene Geißelstellung war für unsere Phytomonadine die im Leben typische, die erst nach dem Absterben eine Veränderung erfuhr. Ein vorschlagen der Geißeln wurde im Leben nie beobachtet.

Besonders deutlich ist an diesem Objekt die Bewegung der



Geißel zu studieren. Die zur Größe des Individuums relativ starken Geißeln zeigen eine Bewegung die einer schwingenden Saite entspricht und deren Bewegungsamplituten mit der Entfernung von der Basis zu nehmen, so daß die freien Enden in einer mit der Längsachse des Körpers parallel verlaufenden Ebene schwingen (Fig. C). Das in der Geißelgrube verlaufende Basalstück ist dicker und steif, so daß die Bewegung erst nach dem Umbiegen einsetzt. Das Fortbewegungsprinzip ist hier ein anderes als es sonst für die Flagellaten typisch ist, da die Wasserverdrängung nicht vorn sondern seitlich und hinter dem Körper stattfindet, so wie es bei manchen undulierenden Membranen der Fall ist. Die Bewegung des Flagellaten ist eine zitternde. Im allgemeinen ist die Bewegung eine sehr rasche,

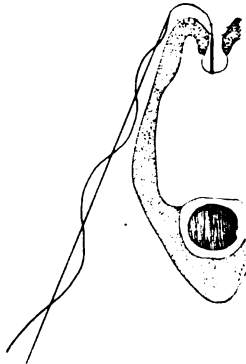


Fig. C.

Schema der Geißelbewegung.

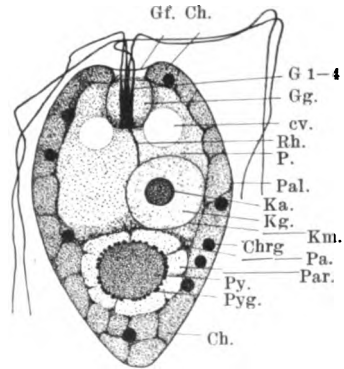


Fig. D.

Aus zwei Schnitten  
rekonstruierter Längsschnitt.

zeitweise unter verminderter Geißelbewegung nur langsame Fortbewegung die bis zu einem vollständigen im Wasser frei schwebenden Stillstand führen kann. Die Phytomonadine ist positiv phototaktisch.

Die mit HEIDENHAIN'S Hämatoxylin gefärbten und verschieden lang differenzierten Schnitte ermöglichten eine gute Orientierung über den inneren Bau. Eine dünne Pellicula bedeckt den Körper und setzt sich eine kurze Strecke lang in die Geißelgrube fort, proximal eine im Diameter  $1,9 \mu$  breite Öffnung, die Geißelfurche freilassend (Fig. D). Der Pellicula schließt sich gegen innen zu nur durch eine dünne Ectoplasmazone getrennt ein becherförmiger Chromatophor an, der wandständig den ganzen Körper anfüllt (Fig. E). Bis zu Zweidrittel der Längsachse ist sein proximaler Teil in 4 Lappen geteilt die bis zur Geißelgrube reichen und diese dann

ringförmig umgeben. Die Dicke schwankt zwischen  $1\ \mu$  und  $1,9\ \mu$  und weist durch die technische Behandlung eine grobwabige Struktur auf da der Farbstoff durch die Alkoholreihe entzogen wurde und eine leere in einzelne Vakuolen geteilte Grundsubstanz zurückließ. Im Chromatophor lagen in stark variierender Zahl mit HEIDENHAIN'S Häm.- und Giemsa-Azurblau stark färbare,  $0,4\ \mu$  große Kugeln. Sie sind über den ganzen Chromatophor verteilt und fanden sich in einer Zahl von 9—50 vor. Bemerkenswert ist, daß sie allein auf den Chromatophor beschränkt waren; ob sie aber die von E. MEYER als Assimilationssekret bezeichneten ergastischen Gebilde oder aber Reservestoffe darstellen konnte ohne weitere chemische Analysen nicht festgestellt werden. Jedenfalls stehen sie in Beziehung zum Chromatophor und wurden nie im Plasma angetroffen. Im letzten

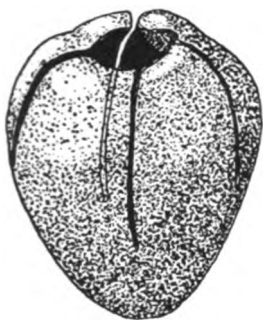


Fig. E.  
Chromatophorenbecher.

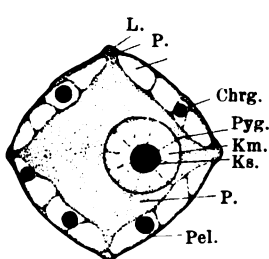


Fig. F.  
Querschnitt  
durch die Kerngegend.

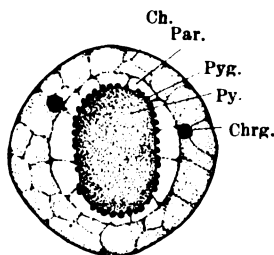


Fig. G.  
Querschnitt  
durch die Pyrenoidgegend.

Körperdrittel sitzt dem Chromatophor ein stäbchenförmiges, leicht gekrümmtes, karotinrotes Stigma auf, dessen Lage unkonstant ist, meistens aber lateral dem Pyrenoid liegt, jedoch oft auch distal diesem oder gar in der äußersten Spitze des Körpers gelegen ist.

In den Chromatophor eingebettet liegt der Protoplast der allein zwischen die Chromatophorspalten dringend die Pellicula erreicht, sonst aber der inneren Wand dieses anliegt (Fig. F). Die Pellicula zieht die Geißelfurche bildend, ein Stück einwärts und geht dann in eine dünnwandige Auskleidung der Geißelgrube über. Diese stellt eine im Diameter  $3,2\ \mu$  bei  $2,2\ \mu$  Breite messende Einsenkung dar deren Boden etwas abgeflacht ist. Die Struktur des Protoplasten ist fein granuliert und zeigte keine weiteren Einschlüsse. Am Boden der Geißelgrube inserieren mit je einem Basalkern dicht nebeneinander die 4 Geißeln die in ihrem basalen, in der Grube verlaufenden

Teile eine Anschwellung aufweisen, nach dem Austritt umbiegend, bei gleichbleibender Dicke distal verlaufen, um am Ende stumpf abgesetzt in eine kurze Spitze auszulaufen. Ihre Länge betrug bei einer Körperlänge von  $16\ \mu$  ca.  $24\ \mu$ . Der Geißelgrube sitzen nach zwei Richtungen hin 2 kontraktile Vakuolen an. Im Protoplast liegt exzentrisch der bläschenförmige Caryosomkern mit einem Durchmesser von  $3,5-4,5\ \mu$  und einem Caryosom mit einem Diameter von  $1,3-2,1\ \mu$ . Vom Basalkornquartett läuft ein dicker Rhizoplast bis zur Kernmembrane. Je nach der Lage des Kernes mißt der Rhizoplast  $2,2-4,2$ . Ob es sich nur um einen Rhizoplast oder um 4 dicht aneinanderliegenden handelt, war bei der Kleinheit des Objektes nicht zu unterscheiden.

In den Chromatophorbecher ist ein ansehnlicher im Diameter  $2,8-4,4\ \mu$  messender Pyrenoid eingelagert der von einer an Dicke schwankenden  $0,4-0,9\ \mu$  messender Paramylumschichten umschlossen wird (Fig. G). Dort wo der Protoplast gegen den Pyrenoid grenzt ist eine stark färbare, grobgranulierte Zone aufzufinden die den Pyrenoid vom Plasma trennt. Strukturell ist am Pyrenoid nichts zu sehen, seinem physiologischen Wert nach ist er Eiweißspeicher und zeigt färberisch eine große Affinität zu Rubin S und Hämatoxylin. Die Paramylumscheide zeigt im Schnitt deutliche Scheidewände, bei Totopräparaten stellt sie sich als eine aus geformten polygonalen Elementen bestehende Hülle dar. Bei GIEMSA-Färbung nach Flemmingfixation erwies sich zwischen Pyrenoid und Paramylumhülle eine dem Paramylum anliegende Granulaschicht deren einzelne Körner  $0,25\ \mu$  messen und in Abständen des Eigendurchmessers dem Pyrenoid aufsitzen und mit GIEMSA-Azur stark färbbar sind (Volutin?). Der topographischen Lage nach dürfte es sich um Reservestoffe handeln, da auch ihre Zahl wie die Menge des Paramylums sehr variabel war.

An Teilungsvorgängen hatte ich nur Gelegenheit die Stadien des Beginnes zu verfolgen, da am darauffolgenden Tage die Phytonadine bereits wieder aus dem Plankton verschwunden war. Bei noch völlig unveränderter Körperform war als erstes Teilungszeichen eine Verdoppelung des Stigmas zu beobachten. Kurz danach rückten die distalen Enden des Chromatophors durch einen Schlitz gespalten auseinander (Fig. H); es entstand erst eine helle Lücke die schließlich zu einen Spalt wurde und den Chromatophor der Länge nach in 2 Hälften zerteilte. Gleichzeitig ging der Pyrenoid von seiner Kugelform in eine Biskuitform über. Während dieser Vorgänge der Chromatophorenteilung und Pyrenoidstreckung war weder

an dem Kern noch an dem Geißelapparat eine Veränderung zu beobachten (Fig. J). Leider waren die Teilungsvorgänge bis zur Zeit der Fixierung noch nicht weiter vorgeschritten. Über den weiteren Verlauf liegen mir nur mehr Lebendbeobachtungen vor. Die Teilung des proximalen Teiles wird eingeleitet mit einer Streckung des Körpers in einer der kleinen Achse gelegenen Richtung auf die

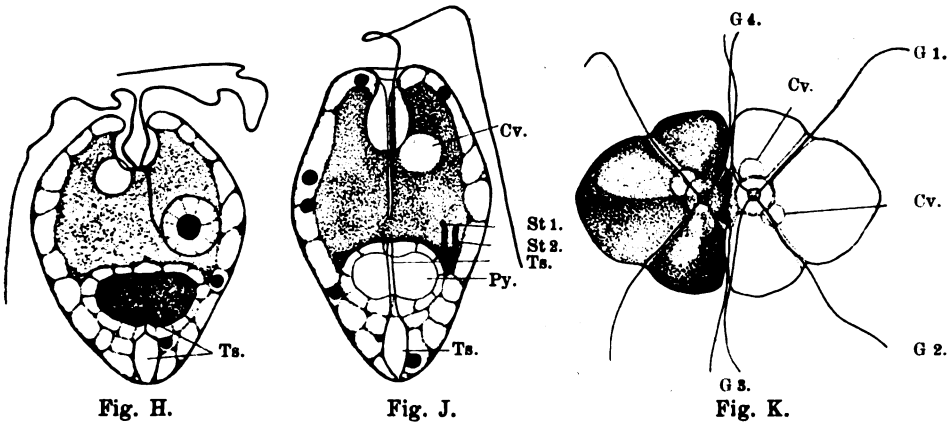


Fig. H.

Fig. J.

Fig. K.

Fig. H. Beginn der Teilung.

Fig. J. Fortgeschrittenes Teilungsstadium. Verdoppelung des Stigmas, Teilungsspalte, Pyrenoidstreckung.

Fig. K. 8 geißeliges Doppelindividuum. Teilungsstadium nach dem Leben.

eine solche der Geißelfurche folgt. In entgegengesetzter Richtung der Körperstreckung bildet sich in der Mitte eine Einkerbung, die distal der Geißelfurche beginnend dem Körper entlang distal verläuft. Mit der fortschreitenden Teilung schreitet ein Auseinanderrücken der Tochtertiere einher und während je ein Paar der Geißeln auf diese aufgeteilt werden, erfolgt schon ziemlich früh eine Neubildung des 2. Geißelpaares durch die Tochtertiere selbst, so daß bereits lange vor der Trennung 8 geißelige Doppelindividuen auftreten (Fig. K).

Zur Beurteilung der systematischen Stellung war der Ablauf der Teilung von Wichtigkeit. Sowohl was den Bau des Chromatophors anbelangt als auch das Vorhandensein eines Pyrenoides der Stärkeassimilation und der gelbgrünen Farbe des Chromatophors läßt sich dieser Flagellat in den Volvocales einreihen. Das Vorhandensein von 4 Geißeln weist auf die Beziehungen zu den Polyblepharidinen hin, während das Fehlen einer dicken Cuticula und die in der Symmetrieebene verlaufende Teilung die Stellung unter

den Polyblepharidinen noch befestigt. Hierher und mit ihm am nächsten verwandt gehört *Pyramimonas tetrarhynchus* SCHEM., von welchem es sich durch das Fehlen der 4 stumpf-flügelartigen Fortsätze und dem nur 4 lappigen Chromatophor unterscheidet.

Ich schlage vor die neue Polyblepharidae *Pyramimonas utrajectina* zu nennen.

Der Bauplan läßt sich kurz folgendermaßen beschreiben: Eine pelliculäre Hülle wird von einem vierlappigen, becherförmigen, wandständigen Chromatophor ausgekleidet (größte Lichtausnützung des Assimilators). Ihm sitzt lateral ein Stigma auf.

Im Chromatophorenbecher sind Assimilate in Form von Reservestoffen deponiert; ein Pyrenoid als Eiweißspeicher, von einer Stärkehülle umgeben.

Der Chromatophor umschließt den Protoplast, in dem als Organe der bläschenförmige Caryosomkern mit einer Rhizoplastverbindung zu den Basalkörpern der Geißeln, sowie kontraktile Vakuolen eingeschlossen sind. Einer Geißelgrube entspringen 4 gleichlange Geißeln die nach rückwärts stehen.

Utrecht, im Juni 1925.

### Bezeichnungen der Abbildungen.

B	= Basalkorn.	L	= Leiste.
Ch	= Chromatophor.	P	= Protoplast.
Chrg	= Chromatophorengranulas.	Par	= Paramylum.
cV	= kontraktile Vakuolen.	Pel	= Pellicula.
G	= Geißeln.	Py	= Pyrenoid.
Gf	= Geißelfurche.	Pyg	= Pyrenoidgranulas.
Gg	= Geißelgrube.	Pz	= Plasmazone.
Ka	= Caryosom.	Rh	= Rhizoplast.
Km	= Kernmembran.	St	= Stigma.
Ks	= Kernsaftzone.	Ts	= Teilungsspalte.

### Literaturverzeichnis.

- OLTMANS, J.: Morphologie und Biologie der Algen. Dill. *Pyram. tetra*. Jena. 1904—1905.
- PASCHER, A.: Undulierende Saumgeißeln bei einer grünen Flagellate. *Arch. f. Protistenk.* 1917 Bd. 37 p. 191.
- SCHMARDT, L. K.: Neue Formen von Infusorien. *Denkschr. d. Wien. Akad. I.* II. Abt. 1850.

*Nachdruck verboten.*  
*Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Utrecht.)

## Über den feineren Bau von *Phacus costata* CONRAD.

Von

Ludwig H. Bretschneider.

(Hierzu 6 Textfiguren.)

---

Gemeinsam mit *Pyramimonas utrajectina* war in demselben Plankton *Phacus costata* anwesend, eine Englenacea die ich in den stehenden Gewässern in der Umgebung von Utrecht im Frühling 1925 öfters antraf. *Phacus costata* wurde im Jahre 1914 von W. CONRAD aus den Sümpfen von Libau in Kurland zum erstenmal, allerdings nur flüchtig beschrieben; im folgenden will ich diese Beschreibung durch nähere Angaben über den feineren Bau ergänzen. Neben der lebenden Untersuchung wurde FLEMMING'sche Fixierung, Einbettung in Paraffine und HEIDENHAIN'sche Hämatoxylinfärbung angewendet.

Die Gesamtform ist annähernd spindelförmig und läuft distal in einen langen Stachel aus. Wie die Mehrzahl der Vertreter der Gattung *Phacus* ist auch diese Form durch eine Abplattung ausgezeichnet, die den Querschnitt des Tieres elliptisch Fig. E gestaltet. Kennzeichnend für *Ph. costata* ist das Pellicularelief das durch 7 bis 8 stark erhobene, den Körper spiralg umlaufende Streifen zustande kommt. Während bei *Ph. longicauda* und *Ph. pleuronectes* diese Streifen den Körper der Länge nach überziehen um erst an der Basis des Stachels angelangt diesen eine kurze Strecke spiralg zu umlaufen, sehen wir bei *Ph. pyrum* und *Ph. costata* diese Spiralfstreifen den gesamten Körper in mehr oder weniger parallelen Spirallinien

umschreibend. Die *Ph. costata* überziehende Pellicula liegt dem Körper nicht an, sondern ist zum Teil von diesem abgehoben, nämlich dort wo die Spiralstreifen als abstehende Duplikaturen den Körper umziehen, während nur die zwischen zwei Spiralstreifen auftretenden Rinnen den Protoplast erreichen. Jede dieser Spiralfalten beginnt proximal, um der Austrittsstelle der Geißel, umzieht in eineinhalb Umgängen den Körper und geht dann in den Stachel über; der ganze Körper ist also tordiert. Die Ansatzstellen selbst sind nicht gleichmäßig um den Geißeltrichter verteilt, sondern erscheinen auf einer Seite dichter gedrängt als auf der anderen, eine Erscheinung,

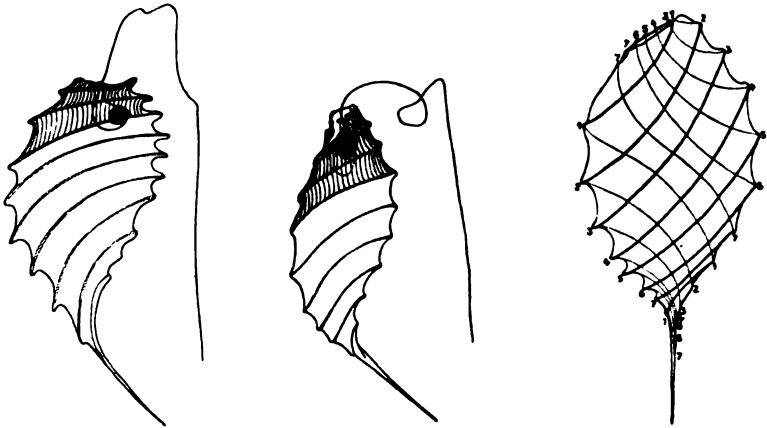


Fig. A.

Fig. B.

Fig. C.

Fig. A. Breitseite. Nach dem Leben gezeichnet.

Fig. B. Schmalseite. Nach dem Leben gezeichnet.

Fig. C. Geometrisches Modell von *Phacus costata*, den Verlauf der Periplaststreifen zeigend. 1—7 Spiralstreifen.

die mit dem tangential abgeschrägten Apicalpol in Zusammenhang steht. Das Vorderende läuft nicht in eine Spitze zu, sondern ist abgestumpft und etwas trichterförmig eingestülpt. In der Trichtermittte sitzt die Austrittsstelle der Geißel, während nach einer Seite zu diese Trichtervertiefung in eine Furche ausläuft die durch die Torsion den Spiralstreifen folgend eine kurze Strecke nach rückwärts zieht um dann abzufachen. Die Spiralfurchen und Streifen zeigen außer dem noch eine feine Parallelstreifung in einer der Hauptstreifung entgegengesetzten Richtung (Auf der Abbildung nur zum Teil wiedergegeben). Die Körperabmessungen betragen in der Länge 13 bis 23  $\mu$  (ohne Stachel) die des Stachels 7 bis 14  $\mu$  in der Breite 6 bis 13  $\mu$  (Fig. A, B, C).

Der Protoplast liegt wie erwähnt nur an den Spiralfurchen der Pelliculla an und setzt sich zapfenartig in den Stachel fort (Fig. D, E). Zahlreiche in ihrer Größe variierende Vakuolen erfüllen das Plasma welches eine feinkörnige Struktur aufweist. Die Chromatophoren sind wandständig und scheibenförmig (Fig. D, F). In den Apicalpol senkt sich ein schmaler Geißeltrichter der einen Öffnungsdiameter von  $0,72 \mu$  hat und distal in das Reservoir übergeht. Kurz vor dem Übergang in dieses mißt das Lumen des Trichters  $0,36 \mu$  während der Abstand zwischen Reservoirboden und Geißeltrichteröffnung im Mittel  $3,6 \mu$  mißt. Ein  $1,5 \mu$  großes, konvex-scheibenförmiges Stigma schmiegt sich dem Reservoir an und umgreift zum Teil noch den Geißeltrichter (Fig. A, E, F). Dem Reservoir liegt eine große kontraktile Vakuole an.

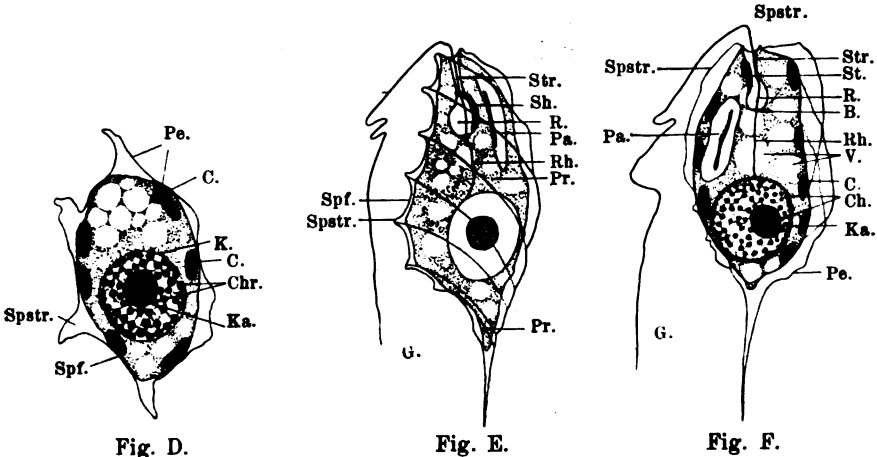


Fig. D.

Fig. E.

Fig. F.

Fig. D. Querschnitt durch die Kernregion.

Fig. E. Längsschnitt. Chromatophoren und Kernfeinheiten sind weggelassen.

Fig. F. Längsschnitt.

Die körperlange Geißel inseriert mit einem Basalkorn am Boden des Reservoirs, durchläuft den Geißeltrichter und verläßt durch dessen apikale Öffnung den Körper. Der Reservoirboden wird von einem dichteren Plasma gebildet durch das im Basalkern beginnend ein Rhizoplast zum Kern zieht (Fig. E, F). Der Kern liegt basal und mißt  $4,2$  bis  $4,5 \mu$  während das Caryosom  $1,4$  bis  $1,5 \mu$  beträgt. Im Verhältnis zum eigentlichen Protoplasma ist bei *Ph. costata* der Kern ausnehmend groß, da er faßt ein Körperdrittel ausfüllt. Zwischen Kernmembrane und dem Caryosom befindet sich eine breite Außenzone in der durch feine Fäden verbunden zahlreiche  $0,4 \mu$  messende Chromatinkörner liegen (Fig. D, F).



An Reservestoffen ist ein großer Paramylumring im proximalen Protoplastteil vorhanden, während ein Pyrenoid fehlt (Fig. F).

Zusammenfassend läßt sich sagen:

Der Protoplast von *Phacus costata* wird von einem derben Periplast umkleidet, der 7 bis 8 um den Körper in eineinhalb Umgängen spiral verlaufende, stark erhobene Streifen besitzt und distal in einen langen Stachel endigt. Die zwischen diesen Spiralstreifen liegenden Furchen sind fein quer gestreift.

Im Protoplast sind wandständig zahlreiche, scheibenförmige Chromatophoren, ein ansehnlicher Paramylumring und ein apikal gelegenes Stigma; das Protoplasma ist mäßig vakuolisiert und fein granuliert.

Die körperlange Geißel inseriert im Reservoirboden mit einem Basalkorn, welches mit dem Kern durch einen Rhizoplast verbunden ist. Der Kern ist ein typischer Euglenekern mit einer deutlichen Kernmembrane, einem Karyosom und reichen Chromatinkörnern im Außenkern.

Utrecht, Juni 1925.

---

### Erklärung der Figurenbezeichnungen.

B = Basalkorn.	Pe = Periplast.
C = Chromatophoren.	Pr = Protoplast.
Chr = Chromatin.	R = Reservoir.
G = Geißel.	Rh = Rhizoplast.
Gtr = Geißeltrichter.	Spf = Spiralfurchen.
K = Kernmembran.	Spstr = Spiralstreifen.
Ka = Karyosom.	St = Stigma.
Pa = Paramylumring.	V = Vakuolen.

---

### Literaturverzeichnis.

- CONRAD, W.: Algues, Schizophycees et flagellates recoltés par M. RECKERT aux environs de Libau (Courland). Ann. biol. lect. VII 1914—1915.
- PASCHER, A.: Neue oder wenig bekannte Protisten. V. Arch. f. Protistenk. Bd. 45 1922. Fischer (Jena).
-

Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.

**Zur Morphologie und Biologie  
von *Raphidocystis infestans* n. sp.,  
einem temporär auf Ciliaten parasitierenden Heliozoon.**

Von  
**A. Wetzel, Leipzig.**

(Hierzu 23 Textfiguren.)

**Inhaltsverzeichnis.**

	Seite
Einleitung . . . . .	136
Methodisches . . . . .	137
I. Morphologie . . . . .	137
Plasmakörper . . . . .	137
Hülle . . . . .	144
II. Biologie . . . . .	149
Ernährung und Stoffwechsel . . . . .	149
1. Normale Ernährungsweise . . . . .	149
2. Temporärer Parasitismus . . . . .	151
Äußeres Bild desselben . . . . .	151
Einfluß auf <i>Raphidocystis</i> . . . . .	154
Einfluß auf Wirtstiere . . . . .	156
Einfangen der Wirtstiere . . . . .	158
Bedingungen für Eintritt des temporären Parasitismus . . . . .	161
3. Freßgemeinschaften, Plastogamie, Koloniebildung . . . . .	163
Bewegungserscheinungen . . . . .	166
Festsetzen auf Paramäcien . . . . .	166
Loslösen von Paramäcien . . . . .	167
Lokomotion . . . . .	168
Verlassen der Hülle; amöboides Stadium . . . . .	169
Wachstumserscheinungen . . . . .	170
Entstehung der Kieselstäbchen . . . . .	171

	Seite
Teilung . . . . .	171
Geschlechtliche Vermehrung . . . . .	172
Encystierung . . . . .	172
Zweckmäßiges und anscheinend zielbewußtes Verhalten bei äußeren Einwirkungen . . . . .	174
III. Systematische Stellung; Name; Diagnose . . . . .	178
Zusammenfassung . . . . .	180
Literaturverzeichnis . . . . .	181

---

### Einleitung.

Im Verlaufe von ökologischen Studien stieß ich auf ein kleines Heliozoon, das sich durch interessante Lebensgewohnheiten auszeichnete, *Raphidocystis infestans* n. sp. Die Identifizierung bereitete wegen der Spärlichkeit der Literatur, wenigstens der faunistischen, beträchtliche Schwierigkeiten. Es scheint, als ob die Faunistik der Protozoen, insbesondere der Heliozoen, in den letzten Jahrzehnten etwas vernachlässigt worden ist. Man ist erstaunt, auf die Arbeiten von HAECKEL, HERTWIG und LESSER, GREEFF, F. H. SCHULZE, sämtlich aus den 70er Jahren stammend, als die grundlegenden zurückverwiesen zu werden; als neuere faunistische Quellen kommen fast nur PÉNARD's Arbeiten in Frage. So erscheint es aber auch nicht verwunderlich, daß in der zusammenfassenden Darstellung SCHAUDINN's im „Tierreich“ (1896) nur 60 bekannte Arten von Heliozoen des Süß- und Meerwassers aller Erdteile und Meere aufgeführt werden, noch daß es PÉNARD (1904) möglich war, unter 521. c. beschriebenen Arten des süßen Wassers 18 neue Spezies, 3 neue Varietäten und 2 neue Genera aufzustellen, wobei 8 neue Spezies und 1 neue Varietät nicht mitgezählt sind, die PÉNARD vor 1904 beschrieben hat.

Die von mir in den städtischen Teichen von Leipzig angetroffene *Raphidocystis infestans*, eine Bewohnerin des Schlammbodens pflanzenreicher Stellen, zeichnete sich in den Kulturen durch die Fähigkeit aus, temporär auf Paramácien und anderen Ciliaten zu parasitieren. Diese Eigentümlichkeit, sowie die Bemerkung PÉNARD's (1904): „. . . nous constaterons tout d'abord qu'aucun héliozoaire n'est parasite de sa nature“, in der sich die bisherigen Anschauungen widerspiegeln, schienen mir hinreichend, die Veröffentlichung einer spezielleren Darstellung zu rechtfertigen, obwohl in dem hiesigen Institute eine umfassende Darstellung der Heliozoen der Umgebung von Leipzig im Entstehen begriffen ist.

---

### Methodisches.

Die Tiere wurden über  $\frac{1}{2}$  Jahr lang in hohen Petrischalen in Aquariumwasser gezüchtet. Alle 3—4 Tage mußten neue Kulturen angesetzt werden, da die Tiere sich sonst sehr bald encystierten oder auch eingingen. Die zur Kultur bestimmten Petrischalen wurden vorher mit Diatomeen (*Navicula*), *Scenedesmus*-Arten, in Ermangelung dieser mit *Cladophora glomerata* als Sauerstofflieferanten beschickt. Die Fütterung erfolgte mit Colpidien, Paramäcien oder *Chlamydomonas*.

Die Lebendbeobachtung erfolgte mit der Wasserimmersion J von ZEISS bei starker künstlicher Beleuchtung, entweder direkt in der Petrischale oder im Mikroaquarium bzw. im hängenden Tropfen. Da die Tiere nicht unbeträchtlich zu wandern vermögen, konnten nur isolierte Tiere längere Zeit beobachtet werden. Totalpräparate wurden nach Fixierung mit SCHAUDINN'schem Sublimatalkohol, Pikrin-Essigsäure 4:1 und BOUIN'scher Flüssigkeit mit Karminlösungen, auch mit HEIDENHAIN'schem Eisenhämatoxylin gefärbt. Die Lebendbeobachtung wurde durch Vitalfärbungen erleichtert. Besonders gut vertragen wurden Neutralrot und Indigokarmin, während Methylenblau und Bismarckbraun nur beschränkte Verwendungsmöglichkeiten boten (Konzentration 1:100 000).

Schnitte wurden nach Einbettung in Nelkenöl-Kollodium-Paraffin (vgl. P. MAYER, Zoomikrotechnik) ausgeführt. Die zum Studium der Hülle angewendeten Verfahren werden weiter unten beschrieben.

### I. Morphologie.

#### Der Plasmakörper.

Seit HERTWIG und LESSER (1874) und BÜTSCHLI (1880) scheidet man die Heliozoen nach Besitz oder Nichtbesitz einer Hülle und nach der Art deren Ausbildung in

1. Aphrothoraca; nackt.
2. Chlamydophora; mit Gallerthülle.
3. Chalarothoraca; Hülle aus organischer Substanz und isolierbaren Kieselementen.
4. Desmothoraca; Kieselhülle eine zusammenhängende Gitterschale.

HARTMANN (1913) teilt sie unter Verzicht auf das rein äußerliche Kriterium der Hüllenbildung nach dem Vorhandensein oder Fehlen des Zentralkornes ein in

1. Acanthocystidea, mit Zentralkorn.
2. Actinosphaeridea, ohne ein solches.
3. Clathrulinidea; mit kieseliger oder chitineriger Gitterkugel.

Die im folgenden beschriebene *Raphidocystis infestans* kennzeichnet sich durch den Besitz eines Zentralkornes als Angehörige der Acanthocystidea, durch das Vorhandensein einer aus Kieselstäbchen und einer organischen Grundsubstanz bestehenden Hülle als Angehörige der Chalarothoraca. Ihr Körper ist scharf geschieden in einen inneren, plasmatischen Teil, in dem sich alle lebenswichtigen Prozesse abspielen, und einen äußeren, nichtplasmatischen Teil, Abscheidungsprodukt des inneren und nicht an Lebensprozessen teilnehmend, welcher den Schutz des ersten übernimmt.

Das Zellinnere besteht aus Ecto- und Entoplasma. Eine Nötigung, ein Ento-, Meso- und Ectoplasma (letzteres gleich der Hülle) anzunehmen, wie dies CATTANEO (1879) für Heliozoen des *Acanthocystis*-Typus tut, scheint mir bei *Raphidocystis infestans* nicht vorzuliegen. Gleiches gilt von der von PÉNARD (1904) vorgetragenen Ansicht, daß möglicherweise bei den Heliozoen des *Acanthocystis*-Typus nur eine äußerst dünne, nicht sichtbare, ins Entoplasma unmerkbar übergehende Ectoplasmaschicht vorhanden ist, während das beinahe den gesamten Heliozoenkörper ausmachende Entoplasma in zwei deutlich getrennte Bezirke zerfällt, einen exzentrisch liegenden inneren, der von einem äußeren mantelartig umschlossen wird.

Weshalb überhaupt diese vielleicht gewaltsam erscheinenden Deutungen? Weil das, was wir gemeinhin als Entoplasma bezeichnen, bei einem großen Teile der Heliozoen (*Acanthocystis*-Typus PÉNARD 1904) einschlußfrei zu sein scheint, während sich in dem „Ectoplasma“ Nahrungsvakuolen, Nahrungs- und Speicherstoffe finden; man müßte also das Ectoplasma als den Sitz der Verdauung ansprechen.

Wie verhält sich in dieser Beziehung *Raphidocystis*? *Raphidocystis infestans* zeigt im Leben (Fig. A, B, F<sup>1)</sup>) keine oder nur ganz geringe Andeutungen einer Plasmadifferenzierung. Wenn aber ein Tier beim Ablösen von einem befallenen *Paramaecium* (Fig. B) oder beim Anlegen an dieses pseudopodienartige Plasmazungen durch die Hülle hindurchstößt, oder wenn es nach Abwerfen der Hülle (Fig. U) in den amöboiden Zustand übergeht, kann man schon am lebenden Tiere ein hyalines Ectoplasma erkennen. Leicht ist dies möglich

<sup>1)</sup> Alle Zeichnungen sind, wenn nicht ausdrücklich anders erwähnt, mit ABBSchem Zeichenapparat angefertigt.

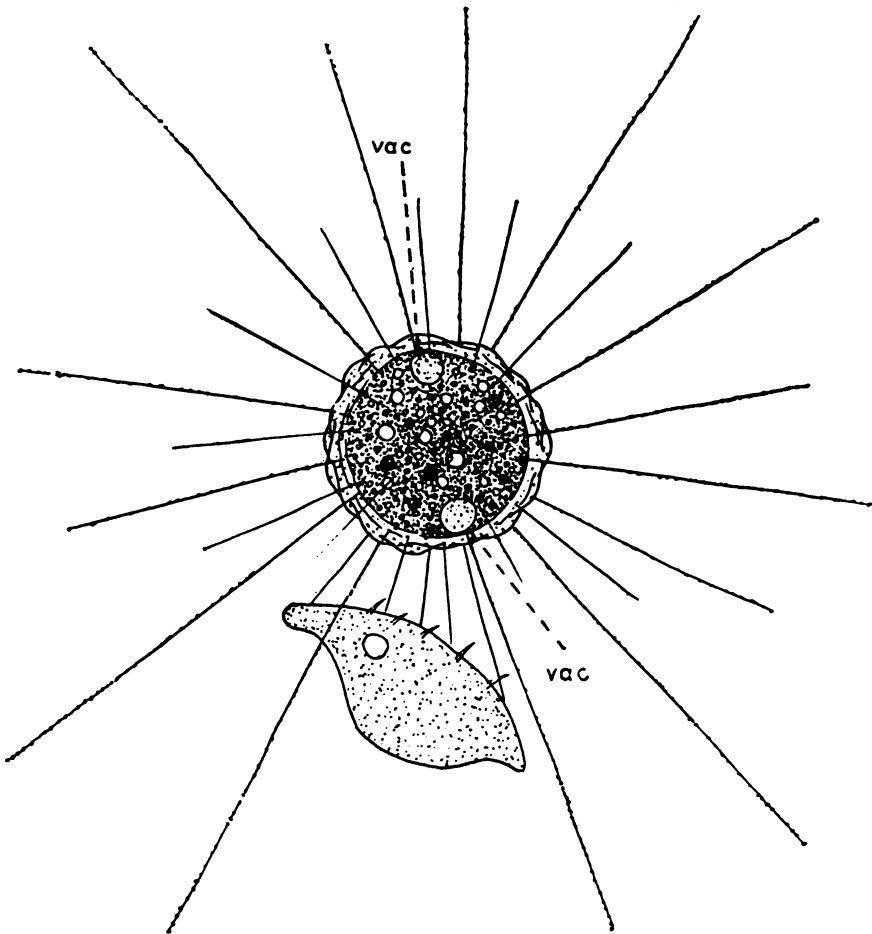


Fig. A. *Raphidocystis infestans* nach dem Leben; J, K<sub>6</sub>; Vergr. = 1020.

Angewandte Abkürzungen für sämtliche Textfiguren:

ax = Axopodien.	par = Paramäcium.
ent = Entoplasma.	ps = Pseudopodium.
gr = Granula.	raph = Raphidocystis.
h = Hülle.	vac = kontraktile Vakuole.
k = Kern.	z = Zentralkorn.
na = Nahrungskörper.	

Bouin = Bouin'sches Gemisch; PiEss = Pikrinessigsäure 4:1;  
 Heid = Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN; FuS = Fuchsin S.

C, DD, J, 2 mm = ZEISS Objektive C, DD usw.;

K<sub>4</sub>, K<sub>6</sub>, K<sub>12</sub>, K<sub>18</sub> = ZEISS Compens.-Oculare Nr. 4, 6 usw.

an fixierten Objekten. So erkennt man z. B. in Fig. C ein dunkleres, das Zentralkorn z und den Kern k einschließendes, schwach exzentrisches Entoplasma. Die Exzentrizität tritt etwas deutlicher auf Fig. E hervor. Auch der Schnitt D läßt deutlich ein dunkler gefärbtes Entoplasma erkennen. Dieses wird auf allen diesen Bildern von dem weniger intensiv gefärbten Ectoplasma umschlossen, das die in der Zweizahl vorhandenen kontraktile Vakuolen enthält, von denen in dem Schnitt D eine getroffen ist.

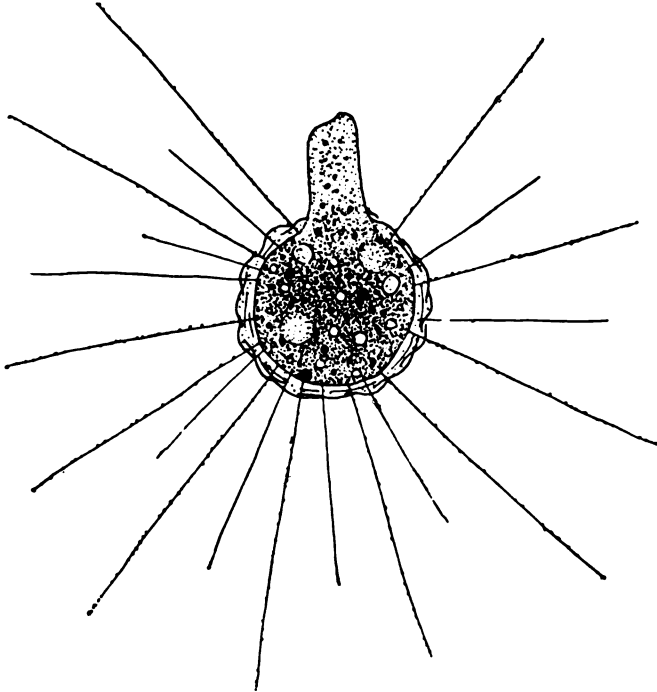


Fig. B. *Raphidocystis infestans* mit ausgestrecktem Lobopodium; nach d. Leben; J, K<sub>6</sub>; Vergr. = 1020.

Das Plasma ist äußerst wasserreich, schrumpft infolgedessen bei der Präparation leicht. Läßt man konzentriertes Glyzerin schnell auf ein lebendes Tier einwirken (Fig. E), so erfolgt durch Wasserentziehung beinahe blitzartiges Zusammenziehen, zunächst zu eckiger Masse, die sekundär Kugelform annimmt. Der Kern schrumpft am meisten; die Hülle bleibt unverändert.

Wo liegen nun bei *Raphidocystis* die Nahrungskörper? Am Totalpräparat ist dies wegen der geringen Größe des Objektes (ca. 20  $\mu$ ) nicht sicher zu erkennen, besonders, wenn es sich um

Tiere handelt (Fig. C, E), die nicht eben erst gefressen haben. Aber auch vollgefressene Tiere lassen zu keiner klaren Vorstellung kommen (Fig. V). An Schnitten durch derartige Tiere aber (Fig. D) sieht man deutlich, daß die dunklen Nahrungsballen im Entoplasma liegen.

Wie stellt sich dieser Befund zu der oben angeführten, gegenteiligen Behauptung, die noch neuerdings von STERN (1924) wiederholt worden ist? Entweder liegen bei *Raphidocystis infestans* spezielle Verhältnisse vor, die von dem PÉNARD'schen Heliozoentyp „*Acanthocystis*-artige“, dem das Genus *Raphidocystis* zweifellos angehört,

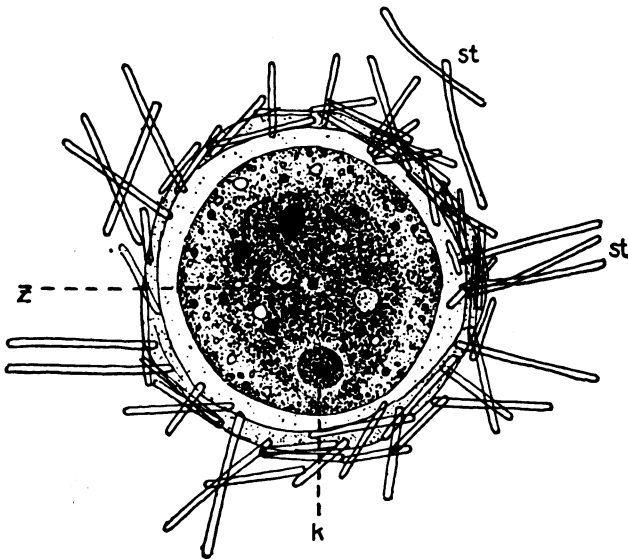


Fig. C. Balsampräparat;  $K_{11}$ , 2 mm; Vergr. 2000. Säurekarmin, Bouin.

abweichen, dem allgemeinen Protozoenbauplan aber entsprechen oder aber wir müssen versuchen, von dem hier gewonnenen Standpunkt aus jene Behauptung zu erklären. Eine einfache Erklärung scheint möglich, wenn man bedenkt, daß in Fig. D die größten Einschlüsse an der äußeren Grenze des Entoplasmas liegen, während nur kleinere mehr gegen die Mitte hin vorrücken, andererseits aber sich vergegenwärtigt, daß alle diese Tiere ein nach innen hin konvergierendes System von mehr oder weniger starren Axopodien besitzen (in Fig. D nur bis zum Entoplasma sichtbar). Es liegt nahe, anzunehmen, daß Nahrungskörper, Speicherstoffe, wie überhaupt irgendwelche Granula, wenn sie eine gewisse Größenordnung überschreiten, aus rein mechanischen Gründen durch dieses Axopodien-



system ganz außen festgehalten werden, während kleinere tiefer, kleinste bis gegen das Zentrum hin vordringen können, daß also eine Selektion, eine Art Siebwirkung zustande kommt. Es ist dies übrigens genau dasselbe Argument, das man bisher für die stets exzentrische Lage des Kernes anführte; Fig. D zeigt tatsächlich, daß er eine seiner Größenklasse zukommende Lage einnimmt.

Der Kern ist äußerst schwierig sichtbar zu machen; an sehr vielen Tieren war er trotz vieler Mühen überhaupt nicht zu sehen,

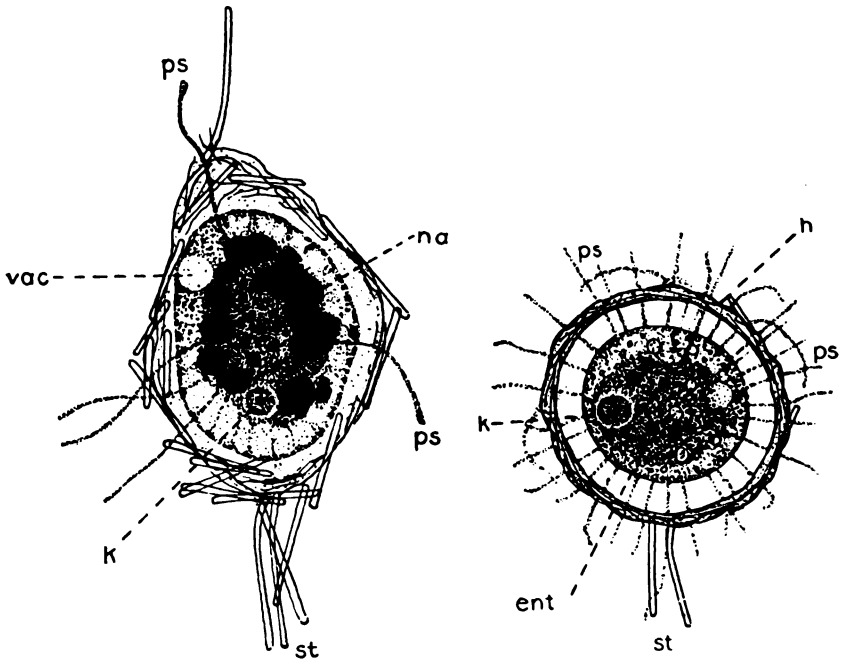


Fig. D.

Fig. E.

Fig. D. Schnitt durch *Raphidocystis infestans*; K<sub>12</sub>, 2 mm; Vergr. = 2000; Bouin, HeidFuS.

Fig. E. *Raphidocystis infestans* nach Einwirkung konzentrierten Glycerins; K<sub>6</sub>, 2 mm; Vergr. = 1020.

weil, wie auch PÉNARD (1904) gefunden hat, das Plasma häufig Granula enthält, die sich ebenso färben, im Leben optisch ebenso verhalten wie der Kern, und die vielleicht als noch nicht verdaute Kerne gefressener Beutetiere anzusprechen sind. In günstigen Fällen aber erkennt man ihn wegen der starken Lichtbrechung als schwach bläuliches, rundes Gebilde, das im Innern ein noch stärker brechendes Karyosom enthält. Nach Anwendung der gewöhnlichen

Färbemethoden ist er, falls wenig störende Granula vorhanden sind, etwas besser zu sehen (Fig. D, C). Seine Größe beträgt 3—4  $\mu$ . Er liegt exzentrisch, in der Regel inmitten eines Schrumpfungshofes und läßt in Fig. D einen Binnenkörper, wenig gefärbten Kernsaft und eine Kernmembran erkennen, der größere Chromatinbrocken anliegen.

Die Vorgänge bei der Kernteilung sind mir aus angeführten Gründen unbekannt geblieben. Nur einmal, in Fig. J wiedergegeben, fand ich ein Teilungsstadium mit wenigen störenden Einschlüssen, das die Kerne deutlich zeigt. Obwohl die plasmatische Teilung noch recht unvollkommen erscheint, haben sich die Kerne bereits restituiert, vielleicht ein Zeichen dafür, daß seit dem Beginn der Teilung relativ lange Zeit verstrichen war, die es dem Kern ermöglichte, in den Ruhezustand zurückzukehren, während das Plasma wegen der Bildung der komplizierten Zelle zurückblieb.

Das Zentralkorn ist noch schwerer erkennbar als der Kern, da es zumeist von Plasmaeinschlüssen verdeckt ist. Es liegt genau in der Mitte der Zelle und scheint von einem hellen Hofe umgeben zu sein. Von ihm gehen feine Axopodien aus, die in Fig. C ein Stück weit im Entoplasma, im Schnitt D, sowie in Fig. E im Ectoplasma zu sehen sind. Im Leben erscheinen sie heller, weil stärker lichtbrechend. In D erkennt man auch den Zusammenhang mit den Pseudopodien.

Diese sind sehr lang und sehr dünn. Sie erreichen die Länge des doppelten Körperdurchmessers; in den Figuren sind sie eigentlich zu dick gezeichnet. Trotzdem sind sie verhältnismäßig starr und elastisch; denn nach Berührung mit größeren Tieren biegen sie sich langsam in die alte Lage zurück. Dies kann auf Oberflächenspannung, aber auch auf Eigenschaften der die Pseudopodien durchziehenden Achsenfäden zurückgeführt werden. Auf ihrer Oberfläche wandern unaufhörlich, wohl der Strömung einer oberflächlichen Plasmaschicht folgend und in 10 Sekunden eine dem halben Körperdurchmesser gleiche Strecke zurücklegend, kleine Körnchen. Wenn sich Beutetiere fingen, erfolgte die Strömung noch rascher. Nach LEPESCHKIN's Untersuchungen an Pflanzen (1924) ist die Plasmaströmung Vorbedingung für das Bestehen von Plasmafäden oder -strängen. In der Tat sieht man die Pseudopodien sich sofort zusammenziehen, wenn schädliche Einflüsse die Zelle treffen. Bei größeren Insulten, durch vorbeistreifende Nauplien beispielsweise, können Pseudopodienteile abgerissen werden; diese ziehen sich zunächst tropfig zusammen und zerfallen nach kurzer Zeit. Ihre

Elastizität ist erstaunlich: Stentoren ( $250 \mu$ ), Paramäcien ( $150 \mu$ ) können das  $20 \mu$  große Tier am äußersten Ende eines Pseudopodiums berühren und dann lebhaft rotierend lange Strecken weit mit dem Heliozoon davonschießen, ehe dieses liegen bleibt, obwohl es der Rotation in keiner Weise zu folgen vermag; das Pseudopodium dreht sich in seiner ganzen Masse, sozusagen molekular. Alle diese Erscheinungen beweisen aber, daß die Pseudopodien in ihrer ganzen Masse plasmatisch sind. Feste anorganische (aber auch feste organische — STERN 1924 —) Axopodien würden z. B. bei dem zuletzt beschriebenen Vorgang ausgedreht. Die Pseudopodien sind alle gleich lang; die in den Figuren kürzer gezeichneten sollen als nicht im optischen Schnitt gelegen aufgefaßt werden. Die Zahl der in einer Äquatorialebene liegenden Pseudopodien beträgt 14—20. Sie durchsetzen die Hülle. Einen Achsenfaden lassen sie wegen ihrer Feinheit nicht erkennen.

Die zwei kontraktile Vakuolen liegen im Ectoplasma (Fig. A, D); sie pulsieren langsam, alle 50—60 Sekunden zählt man eine langsam erfolgende Systole.

Eine auffallende Färbung des Plasmakörpers läßt sich nicht feststellen. Oft erscheinen die Tiere leicht bläulich. Diese Farbe wird durch die meist zahlreichen größeren Einschlüsse bestimmt, die häufig einen bläulichen Farbton aufweisen, was auch PÉNARD (bei anderen Heliozoen) aufgefallen ist. Meist sind sie, gleich dem Kern, stärker lichtbrechend.

Das Tier ist kugelförmig. In Fig. D erscheint es in der Schnittrichtung ein wenig zusammengedrückt. Die Gestalt ist jedoch in ziemlich weiten Grenzen veränderlich; darüber wird weiter unten noch einiges gesagt werden.

### Die Hülle.

Bei der Mehrzahl der bekannten Heliozoen wird der Plasmakörper von einer besonderen Hülle umschlossen. Die Gruppe der Chalarothoraca, zu denen *Rhaphidocystis infestans* gehört, besitzt einen kieseligen Skelettpanzer, dessen einzelne Elemente von einer organischen Grundsubstanz zusammengehalten werden.

1. Kieselskelett. Die Hülle kann leicht übersehen werden; bei flüchtiger Betrachtung kann man die äußere, höckerig konturierte und hyaline Schicht (Fig. A) des sehr kleinen Tieres für das Ectoplasma halten. Folgende Versuche machten die Hülle deutlich sichtbar: Ein isoliertes Tier wurde durch Zuleiten vom Rande des

Deckglases aus mit konzentrierter  $H_2SO_4$  in Berührung gebracht und während des ganzen Versuches mit ZEISS DD und Comp.-Oc. 12 im Auge behalten. Das gesamte Plasma verschwand fast blitzschnell, während das in Fig. F wiedergegebene System wirt gelagerter Kieselstäbchen zurückblieb. Einzelne Stäbchen wurden durch die unvermeidlichen Bewegungen losgerissen und isoliert; sie zeigen deutlich den langzylindrischen Bau der einzelnen Kieselemente, die an den Enden leicht gerundet, untereinander nicht immer gleich groß sind. Ihre Länge beträgt 3–10  $\mu$ . Sie liegen bei dem lebenden

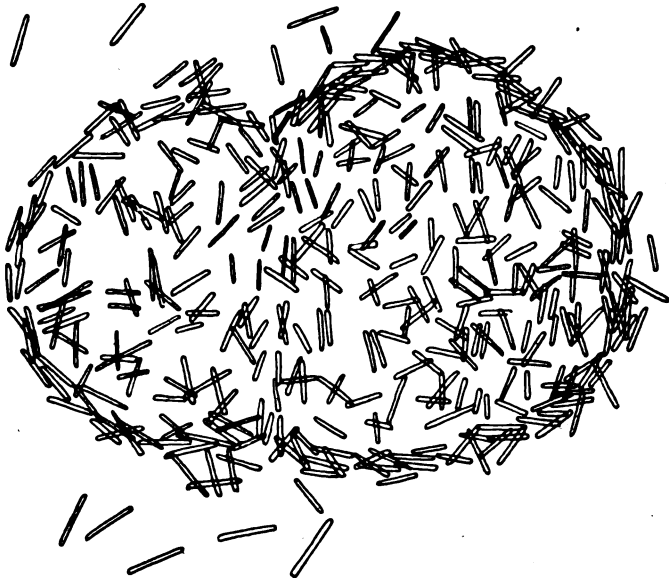


Fig. F. Teilungsstadium von *Raphidocystis infestans*, Kiesel skelett; konz.  $H_2SO_4$ ; DD,  $K_{1/3}$ ; Vergr. = 1450· $\frac{1}{6}$ .

Tiere streng tangential, sind dann in der noch zu besprechenden organischen Grundsubstanz verborgen, wegen gleichen optischen Verhaltens niemals zu sehen und nur durch deren höckerige Umrisse (Fig. A, B) angedeutet. Sie werden leicht bei öfterem Überführen des Objektes (Fig. O, P), vor allem auch während des Schrumpfens (Balsam, Fig. C, D; Cystenbildung, Fig. X) abgesplittert, liegen dann teils frei im Präparat verstreut, teils stecken sie noch in der Grundsubstanz, stehen jedoch ganz unregelmäßig ab, nur wenige radiär. In HFl sind sie leicht löslich.

2. Grundsubstanz. Um die Grundsubstanz darzustellen, wurde ein Tier isoliert und zwischen Glimmer mit HFl behandelt.

Im Augenblick des Zusammenstößens mit der Flußsäure glättete sich die höckerige Oberfläche, und die Hülle wurde infolge des Verschwindens der Kieselstäbchen äußerst zart, fast hauchartig; in Fig. G (gr) ist sie zu stark eingezeichnet. Ihr Brechungsindex ist also dem des Wassers sehr genähert; das Hervortreten der Hülle im Leben ist dem hohen Brechungsvermögen der Kieselstäbchen zuzuschreiben. Die nach Flußsäurebehandlung zurückbleibende Schicht ist die Grundsubstanz, in der die Kieselnadeln eingebettet sind. Sie ist etwa  $2,5-4\ \mu$  dick und staubförmig fein granuliert. Die Pseudopodien, gleich dem übrigen Plasma koaguliert, durchsetzen sie (Fig. G, ps).

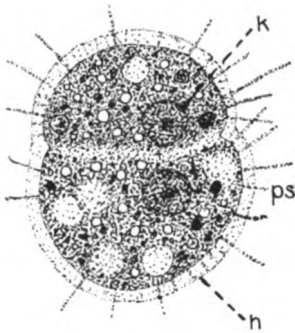


Fig. G.

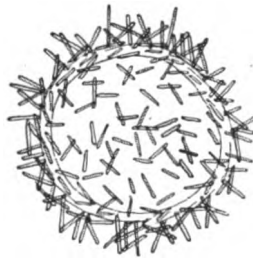


Fig. H.

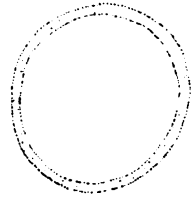


Fig. J.

Fig. G. *Raphidocystis infestans*, durch konz. HFl vom Kieselskelett befreit; Teilungsstadium; 2 mm, K<sub>6</sub>; Vergr. = 1020.

Fig. H. Hülle von *Raphidocystis infestans* nach Einwirkung von H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; DD, K<sub>12</sub>; Vergr. =  $920\cdot\frac{4}{5}$ . Vgl. Fig. J.

Fig. J. Dasselbe Tier wie in Fig. H nach Zusatz von konz. HFl; organische Grundsubstanz der Hülle; DD, K<sub>12</sub>; Vergr. =  $920\cdot\frac{4}{5}$ .

Die Grundsubstanz kann isoliert werden: Ein Tier (Fig. H, J) wurde zunächst mit verdünnter, dann mit konzentrierter H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, zuletzt mit konzentrierter HFl behandelt. (Zwischen Glimmer; Durchleiten der einzelnen Flüssigkeiten und Absaugen.) In der verdünnten H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verschwindet das Plasma bis auf wenige Rückstände langsam, die Kieselstäbchen, in Fig. H meist losgesplittert, werden sichtbar; sie stecken oder liegen in der einigermaßen sichtbaren Grundsubstanz; in konzentrierter H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> schwinden die letzten Plasmareste, das Präparat wird stark aufgehellt, sonst aber nicht verändert; in konzentrierter HFl werden die Kieselstäbchen gelöst, ein hauchartig zarter Mantel von genau entsprechenden Ausmaßen bleibt zurück (Fig. J). Er ist bei genügend starker

Vergrößerung auch im Balsampräparat zu erkennen (Fig. C); er färbt sich in Methylgrün bläulich, ebenso in Hämatoxylin.

Über die chemische Natur der Grundsubstanz vermag ich wenig auszusagen. Sie ist überhaupt nicht oder wenigstens nicht rein plasmatisch, wie aus eben beschriebenen Versuchen hervorgeht. Da sie bei Anwendung konzentrierten Glycerins (Fig. E) nicht so stark wie das Plasma schrumpft, ist anzunehmen, daß sie nur wenig Wasser enthält; sie ist auf diese Weise sehr schön sichtbar zu machen. Durch Glühen wird sie zerstört. Vielleicht handelt

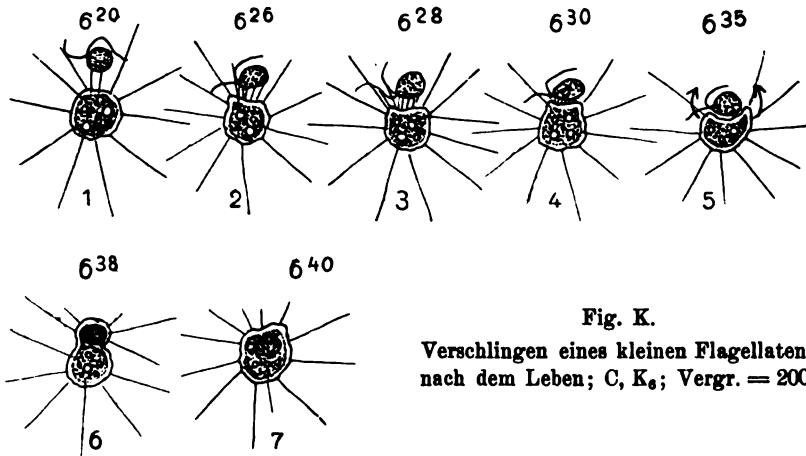


Fig. K.  
Verschlingen eines kleinen Flagellaten;  
nach dem Leben; C, K<sub>2</sub>; Vergr. = 200.

es sich um eine dem neuerdings von BESSLAU untersuchten Tektin ähnliche oder um eine chitinartige, sicher aber um eine organische Substanz. PÉNARD nennt die entsprechende Schicht bei anderen Acanthocystideen mucusartig. STERN (1924) beschreibt eine Gallert-hülle, die die Radiärstacheln einschließt, und darunter noch „eine besondere Substanz“, die die tangentialen Nadeln umschließt. Während ARCHEB und GREEFF derartige Hüllen bei Heliozoen noch für echtes Plasma halten, ist man seit HERTWIG und LESSER (1874) wohl einhellig der Ansicht, daß es sich hier um Abscheidungs-produkte des Plasmas handelt, die dem Schutze des eigentlichen Plasmas und der Befestigung der Skelettelemente dienen.

Biologisch von Bedeutung ist einerseits die Tatsache, daß die Grundsubstanz von den Pseudopodien durchsetzt wird, wahrscheinlich in kleinen Löchern, die ich zwar nicht sehen konnte, deren Vorhandensein aber aus dem Glycerinversuche gefolgert werden muß. (Eine geschlossene Kapsel würde in stark hypertonen Flüssigkeiten eingedrückt.) Andererseits ist sehr bemerkenswert, daß das

Tier die gesamte Hülle zu durchbrechen vermag, sei es, um Beutetiere in das Innere hineinzuziehen (Fig. K), sei es, um die Hülle zu verlassen (Fig. U) oder schließlich, um seinen Plasmakörper einem *Paramaecium* flach anzulegen (Fig. L, M), worüber weiter unten noch berichtet wird. Entweder ist die Grundsubstanz trotz der hohen chemischen Widerstandsfähigkeit mehr oder weniger plastisch, oder sie ist hart, und ein ad hoc abgeschiedenes Ferment ermöglicht es dem Tiere, sie zu erweichen oder aufzulösen.

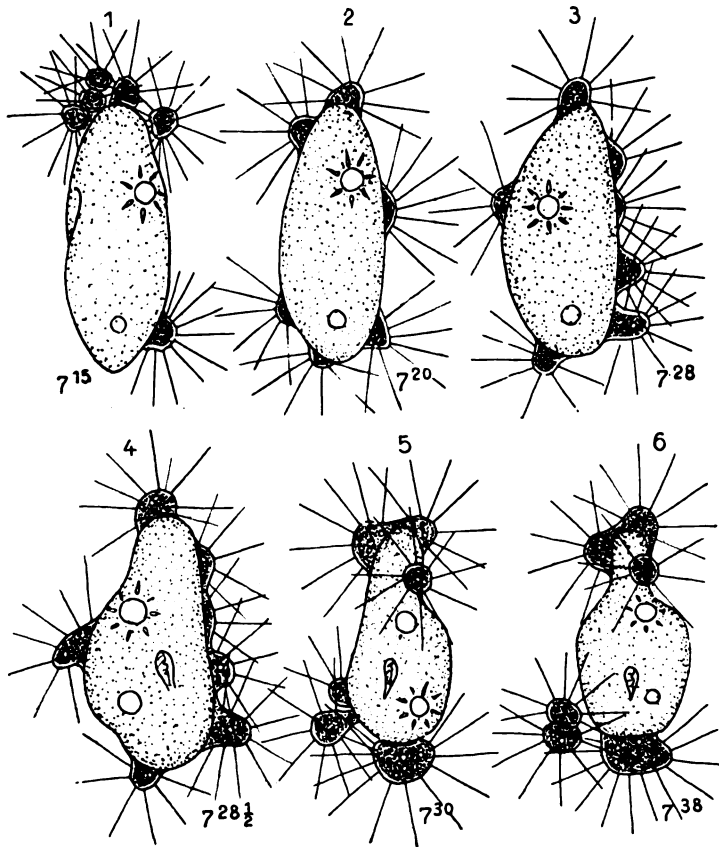


Fig. L. *Rhabdocystis infestans* auf *Paramaecium*; nach dem Leben; C, K<sub>6</sub>; Vergr. = 200·4/10. Fortsetzung in Fig. M.

Für das Vorhandensein eines lösenden Fermentes spricht, daß beim Ausschlüpfen aus der Hülle (Fig. U) eine regel- und formlose Masse zurückbleibt, die bald zerfällt. Ein leichter Zerfall der Hülle ist nämlich im allgemeinen nicht zu bemerken; im Gegenteil,

wenn ein Tier sich encystiert, so bleibt die Hülle erhalten (Fig. W, X), sie wird spröde, schrumpft und platzt, so daß Teile noch längere Zeit im Wasser zu finden sind (Fig. X). Es würde also beim Verlassen der Hülle ein lösendes Ferment abgeschieden, während dies bei der Encystierung nicht der Fall wäre.

Für die Plastizität der Hülle spricht die Formveränderlichkeit des Tieres im Leben.

## II. Biologie.

### Ernährungsweise.

PÉNARD (1904) erklärt die Mehrzahl der Heliozoen für phytovor; die vorliegende *Raphidocystis infestans* ist phyto- und carnivor. Ihre Beute besteht normalerweise aus Flagellaten und kleinen Infusorien; geraten größere Infusorien in *Raphidocystis*-Schwärme, so schreitet *R. infestans* zu parasitischer Lebensweise und bildet dabei oft förmliche Freßgemeinschaften.

1. Normale Ernährungsweise. Die normale Ernährungsweise ist aus Fig. K zu erkennen. Ein kleiner Flagellat verfängt sich mit seinen Geißeln in den Pseudopodien. Die Geißeln verkleben mit diesen und führen zunächst noch unregelmäßig schleudernde, bald nur noch schwach zitternde, schließlich erlöschende Bewegungen aus (a). Die anfänglich noch ausgeführten Bewegungen haben den Flagellaten mit noch mehr Pseudopodien in Berührung gebracht, die sich in b, c, d verkürzen und so die Beute an den Heliozoenkörper heranziehen. Dieser hat sich inzwischen an der dem Flagellaten zugewendeten Seite abgeplattet und flach ausgehöhlt (e); die Beute liegt in einer schüsselförmigen Vertiefung. Nun erfolgt plötzlich ein rasches Vorströmen des Plasmas im Sinne der Pfeile; gleichzeitig wird die Hülle, ähnlich wie in Fig. B angegeben, von einer Plasmazunge durchbrochen, die sich dem Flagellaten anlegt. Die seitlichen Plasmaränder schließen sich über der Beute (f), die nach wenigen Minuten bereits die ersten Zeichen der Zersetzung zeigt (g). Nach weiteren 10 Minuten, während der die Pseudopodien sich restituieren und das Heliozoon dauernd relativ rasch seine Gestalt verändert, ist von dem Flagellaten nichts mehr erkennbar als ein dunkler Bezirk im Entoplasma. Die Axopodien sind an der Stelle, wo die Nahrung liegt, höchstwahrscheinlich zerstört oder auseinandergepreßt. Der ganze Prozeß des Einfangens und Umschließens spielte sich in dem Zeitraume von 18 Minuten ab; alle in Betracht stehenden Bewegungen vollziehen sich also mit bemerkenswerter Energie.



Einige Zeit nach dem Fressen treten im Plasma stark lichtbrechende, bläulich erscheinende Granula auf, die bereits PÉNARD (1904) als Speicherkörper auffaßt, da sie sich bei reichlicher Nahrung schnell anhäufen, um während längeren Fastens, besonders auch innerhalb der Cyste, zu verschwinden (Fig. W). Ihr Auftreten läßt sich bequem mit Hilfe von Vitalfärbungen verfolgen. Besonders Indigokarmin erwies sich als günstig. Die Granula erscheinen rotviolett (Binnenkörper des Kernes bläulich), treten zuerst als kleine

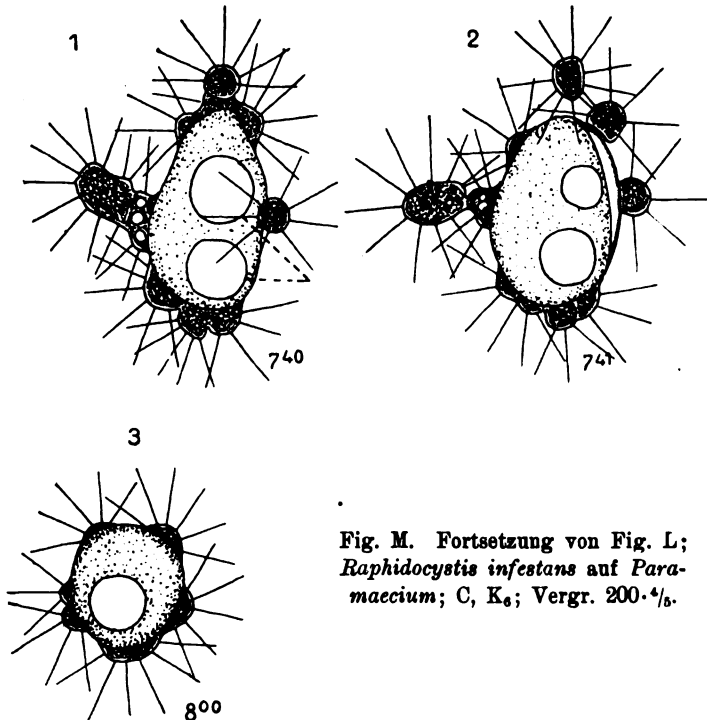


Fig. M. Fortsetzung von Fig. L;  
*Raphidocystis infestans* auf *Paramecium*; C, K<sub>6</sub>; Vergr. 200·<sup>4</sup>/<sub>5</sub>.

Körnchen auf, die zu größeren anwachsen, oft zu regelmäßig geformten, den halben Durchmesser erreichenden, kristallartigen Körpern von abgerundet rechteckigem Profil. Mit Jod färben sie sich gelb-bräunlich. (Keine Stärke, wie PÉNARD vermutet.)

Ein gewisser Übergang zu parasitischer Lebensweise auf größeren Infusorien kann beobachtet werden, wenn sich an den Pseudopodien einer *Raphidocystis infestans* ein Beutetier verfängt, das so groß ist, daß ein Verschlingen nicht möglich ist, doch andererseits so klein, daß es nicht zu einem Ectoparasitismus kommen

kann. In Fig. A sieht man z. B. eine *Aspidisca*, deren Länge den Durchmesser des Heliozoons etwas übertrifft, während ihre Breite diesem etwa gleichkommt, in dem Gitterwerk der Pseudopodien hängen. Ein solches Tier wird dem Plasmakörper nicht einverleibt. Zunächst verläuft alles wie oben beschrieben; die Beute wird herangezogen, eine die Hülle durchbrechende, breite Plasmazunge bewegt sich auf das Beutetier zu, das Heliozoon flacht sich nach der Beute hin ab und bildet die oben beschriebene, schüsselartige, breite Vertiefung. Die *Aspidisca* wird ganz dicht herangezogen, während vorfließende Plasmaränder sie zu umfließen suchen. Die relativ große Plasmamenge, die dazu aufgewendet wird, bedingt glockenförmige Abflachung des Heliozoons, reicht aber nicht zu völliger Umfließung der Beute aus. Die Hälfte derselben ragt vielmehr noch hervor (vgl. die ähnliche Fig. P von *Paramaecium*!). Nach kurzer Zeit beginnt der hervorragende Teil zu zerfallen, die Pellicula platzt, Kern und Plasmatröpfchen treten aus und zerstreuen sich im Wasser; Reste des Beutetieres aber werden dem Entoplasma des Heliozoons einverleibt.

Nicht selten nun sieht man Tiere (*Glaucoma pyriformis* z. B.), die nur gepackt, aber nicht verschlungen werden konnten, nach längerer Berührung mit dem Heliozoon wieder frei werden und entfliehen. Meist haben sie beträchtlichen Schaden genommen; Cilien sind verloren gegangen, Deformationen des gesamten Körpers haben stattgefunden, die kontraktile Vakuole ist ungeheuer angeschwollen und pulsiert nur noch langsam, die Pellicula hat sich stellenweise abgehoben. Die Bewegungen der freigewordenen Tiere sind infolgedessen sehr unbeholfen. Manche gehen noch nachträglich ein, andere aber erholen sich, in frisches Wasser gebracht, und leben scheinbar unbeeinflusst weiter. Damit ist ein Übergang zu echtem Parasitismus zustande gekommen, der nunmehr behandelt werden soll.

2. Temporärer Parasitismus. Die äußeren Erscheinungen sind folgende: Fügt man zu einer Kultur von *Raphidocystis infestans* eine Portion Paramäcien, so kann man nach kurzer Zeit sehen, wie die Heliozoen sich auf diesen festsetzen. Ein solches *Paramaecium* ist in Fig. L1—6, M1—3 wiedergegeben. Die Heliozoen heften sich mit ihren Pseudopodien an den verschiedensten Stellen des Paramäcienkörpers an und bringen sich durch Verkürzen der Pseudopodien diesem langsam näher (a). Sie liegen zuerst weniger, dann sehr flach an (b, c); manche lösen sich spontan auch wieder ab, andere kommen gegebenenfalls neu hinzu, so daß die Zahl der parasitierenden Heliozoen, sowie deren Lage beständige Veränderung erfährt, wie aus den Figuren zu erkennen ist. Bei dichter Lagerung

fließen die Körper benachbarter Individuen zusammen (L4 usw.). In ihrem Innern bilden sich reichliche, stark lichtbrechende Granula. Bald beginnen sich einzelne von ihnen zu teilen (L5, 6 unten links, M1 oben, M1, 2 links). Das *Paramaecium* wird plumper, bekommt Anschwellungen und Einschnürungen, rundet sich immer mehr ab bis zur Kugelform; die Pellicula hebt sich bisweilen stellenweise ab. Besonders typisch ist die Flaschenhalsform L6, Qu. Nach wenigen Stunden ist von dem *Paramaecium*, wenn es von vielen Heliozoen befallen war, nur noch eine kugelfunde, im Innern zerfallende Masse übrig, vollkommen umschlossen von einem aus vielen Einzelindividuen

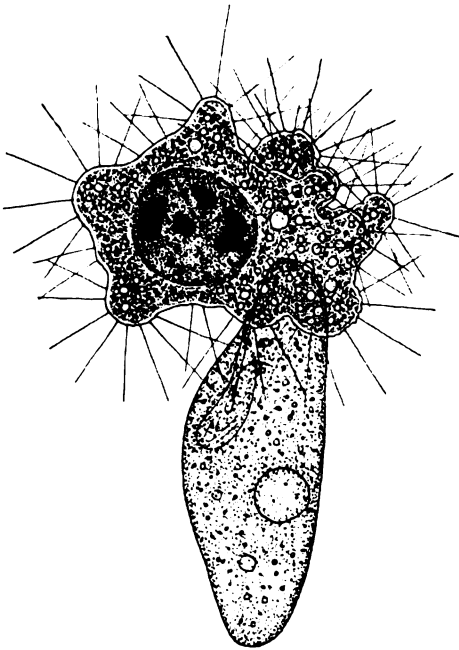


Fig. N.

Fig. N. Freßkolonie von *Raphidocystis infestans*; links oben Rest eines *Paramaeciums*; rechts ein neu eingefangenes *Paramaecium*; DD, K<sub>6</sub>; Vergr. = 475·<sup>4</sup>/<sub>5</sub>.

Nach dem Leben.

Fig. O. Freßkolonie von *Raphidocystis infestans* mit *Paramaecium*; Balsampräparat; PiEss, Hämatoxylin; K<sub>4</sub>, 2 mm; Vergr. = 575.

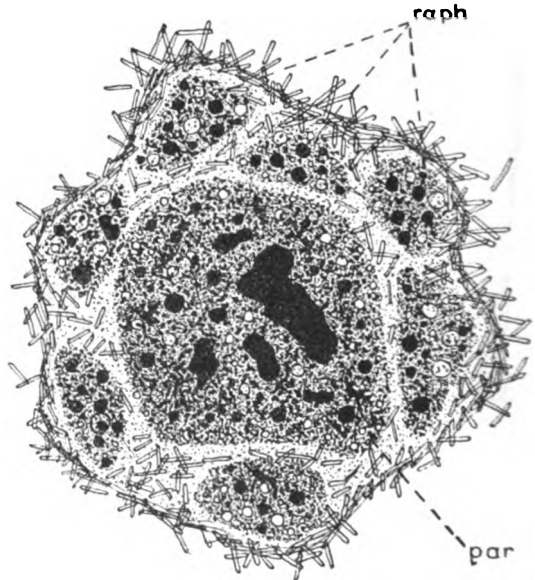


Fig. O.

durch Verschmelzung entstandenen *Raphidocystis*-Komplex (Fig. N, O), der in N bereits ein neues *Paramaecium* eingefangen hat. Nach einigen Tagen zerstreuen sich die Heliozoen wieder, einen geringen Rest des ehemaligen Paramäcienkörpers zurücklassend. Das in

Fig. N abgebildete Tier wurde z. B. am 20. Februar im hängenden Tropfen isoliert; am 21., über Nacht, waren beide Paramäcien verdaut; am 22. waren nur noch Spuren der Paramäcien zu sehen, die Heliozoen lagen einzeln und weit verstreut; am 24. waren sie encystiert.

Nicht immer kommt es so weit; sehr häufig sieht man Paramäcien, die längere Zeit von mehreren flachen *Raphidocystis*-Individuen besetzt waren, durch plötzliche, ruckartige Bewegungen loskommen und davonschwimmen. Zwar sind die Bewegungen unsicher, ungleichmäßig und schlingernd, doch vermögen sich viele solche Paramäcien zu erholen, wenn man sie aus der *Raphidocystis*-Kultur entfernt. Die abgeworfenen, oft flachen Heliozoen runden sich wieder ab.

Die soeben beschriebenen Vorgänge bilden keine Ausnahmeerscheinung; sie sind unter geeigneten Bedingungen stets zu beobachten. Alle *Raphidocystis*-Tiere beteiligen sich dann, alle Paramäcien werden befallen. Entsprechende Versuche wurden über 5 Monate hindurch mit stets gleichen Ergebnissen angestellt. Auch die zwischen den einzelnen Stadien beobachteten Zeiten waren im wesentlichen immer die gleichen. Es mag noch einbeliebig herausgegriffenes Protokoll im Auszug folgen:

12. Februar, abends.

- 7 Uhr: Zu *Raphidocystis*-Kultur, die seit 48 Stunden nicht mehr gefüttert worden war, wurden *Raphidocystis*-freie, lebhaft schwimmende Paramäcien gefügt. *Raph.* schwebend, einzeln.
- 7 $\frac{1}{4}$  Uhr: Paramäcien mit *Raph.* liegen zahlreich (ca. 50 Proz.) am Boden, erholen sich öfters, werfen *Raph.* z. T. wieder ab, werden neu befallen usw.
- 7 $\frac{1}{2}$  Uhr: Noch mehr Paramäcien befallen; Flaschenformen treten auf.
- 8 Uhr: Die meisten Paramäcien befallen; viele von *Raph.* vollkommen umschlossen; Flaschenformen.
- 9 Uhr: Etwa 99 Proz. aller Paramäcien befallen, hochgradig deformiert; die meisten von mehr als 5 *Raph.* befallen.
- 10 Uhr: Keine freien, unbefallenen Paramäcien mehr.

13. Februar.

Zahlreiche Formen wie Fig. O; zahlreiche freie *Rhaphidocystis*; viele Plastogamien.

14. Februar.

Spärliche Reste von Paramäcien; *Raph.* frei, sehr stark vermehrt.

Die zeitliche Dauer des Parasitierens ist verschieden; während manche Tiere sich nach 20—30 Minuten bereits wieder ablösen, bleiben andere bis zu 2 Tagen auf einem *Paramaecium*. Derartige Tiere machen während dieser Zeit mehrere Teilungen durch. Die Teilungsstücke können frei werden oder sich gleichfalls anlegen.

Nachdem hiermit das äußere Bild der für Heliozoen so einzigartigen Vorgänge kurz geschildert wurde, soll nunmehr auf einige speziellere Fragen eingegangen werden. Was zunächst den Einfluß der parasitischen Lebensweise auf *Raphidocystis* und den Nutzen für dieses Tier anbetrifft, so ist folgendes zu bemerken: Während vor dem Beginn der Versuche, in nüchternem Zustande und nach längerem Fasten, das Plasma fast nur von kleinen Körnchen erfüllt ist, treten bald nach dem Festheften größere, stark lichtbrechende Granula auf, die schließlich zu kerngroßen heranwachsen. Das Plasma erscheint bald vollkommen erfüllt von ihnen (Fig. V). Wenn das der Fall ist, dann setzen stets rasch aufeinanderfolgende Teilungen ein. Es ist anzunehmen, daß diese Vorgänge äußere Symptome für lebhaftere Stoffwechselumsätze sind. Die Heliozoen entziehen dem *Paramaecium* gelöste Nährstoffe; abgerissene oder abgestoßene Plasmastücke von Paramäcien habe ich sie niemals aufnehmen sehen. Das *Paramaecium* behält vielmehr seine Pellicula lange Zeit, und auch dann, wenn von ihm, wie Fig. N zeigt, nur noch geringe Reste vorhanden sind, liegen diese als deutlich abgesetzte, von einer Membran umgebene Masse innerhalb des *Raphidocystis*-Komplexes.

Die Annahme liegt nahe, daß bei dem Nährstoffentzug proteolytische Fermente im Spiele sind, und daß er auf osmotischem Wege erfolgt, da, wie bemerkt, eine die Beute umschließende Membran bis zuletzt erhalten bleibt. Man hat sich etwa vorzustellen, daß die Heliozoen nach erfolgtem Anlegen proteolytische Fermente in den Paramäcienkörper hinein abgeben. Diese spalten die Eiweißstoffe so weit, daß flüssige Körper entstehen, welche durch die (wohl nicht unbeeinflusst gebliebene) Pellicula des Ciliaten zu diffundieren vermögen. Da sie in dem Körper der Heliozoen zunächst nicht vorhanden sind, wandern sie von dem Orte stärkerer zu dem Orte schwächerer Konzentration, also aus dem *Paramaecium* in die *Raphidocystis*. Hier werden sie sofort in eine unlösliche Speicherform, die erwähnten Granula, übergeführt, also aus dem System der gelösten Stoffe entfernt, so daß dauernd die zur Aufrechterhaltung der osmotischen Wanderung nötige Potentialdifferenz vorhanden ist.

Für die Möglichkeit einer derartigen Enzymwirkung spricht das tatsächliche Vorhandensein von Cytolysinen in dem Plasma von *Raphidocystis infestans*, die ja bereits bei normaler, carnivorer Ernährungsweise, beispielsweise beim Verdauen eines Flagellaten, in Funktion treten müssen. Eine gewisse Erweichung der bei Paramecien besonders dicken und widerstandsfähigen Ectoplasmaschichten liegt an sich durchaus im Bereiche des Möglichen; KÖLSCH (1902) hat z. B. beobachtet, daß die Pellicula von Infusorien durch Druck eine Verflüssigung erfährt. Es sei aber nochmals betont, daß die direkte Beobachtung zwar stets ein Undeutlicherwerden der beiderseitigen Zellgrenzen an der Berührungsfläche, aber nie deren völliges Verschwinden erkennen läßt (Fig. P).

Um seinem Wirte auf diese oder ähnliche Weise Nährstoffe zu entziehen, legt sich *Raphidocystis*, nachdem sie die Hülle in weiter unten beschriebener Weise auseinandergedrückt hat, mit seinem Plasma der Pellicula

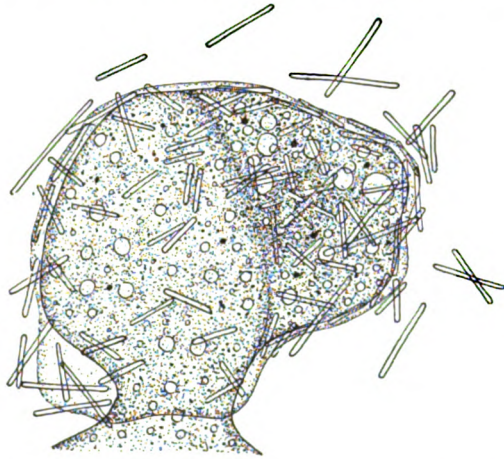


Fig. P. *Raphidocystis infestans* auf dem Vorderende eines *Parameciums* (Flaschenform); Balsampräparat; PiEss, Säurekarmin; 2 mm, K<sub>13</sub>; Vergr. = 2000·<sup>2</sup>/<sub>3</sub>.

des *Paramecium* dicht an (Fig. P; in O sind durch die Behandlung sowohl *Raph.* als auch *Param.* geschrumpft), und flacht sich zu ganz niedrigen Gebilden ab (Fig. M3), um für jene Vorgänge eine möglichst breite Basis zu schaffen.

Wie verhält sich dabei das Axopodiengerüst der *Raphidocystis*? In den Anfangsstadien, in Fig. B beispielsweise, wenn ein breites Pseudopodium aus der Hülle austritt, könnte man sich vorstellen, daß die Axopodien an dieser Stelle zur Seite gedrängt worden sind. Diese Vorstellung versagt jedoch vor Bildern wie in Fig. L, M, N, P usw. Tatsächlich bleiben die Axopodien nur so weit ganz erhalten, als die Pseudopodien erhalten bleiben, das ist außen. An der Berührungsseite werden sie z. T. eingeschmolzen, d. h. in gewöhnliches Plasma zurückverwandelt. Sie reichen dann nur bis an die Berührungsstelle. Darin liegt nichts Außergewöhnliches; auch

SCHAUDINN (1896) hat ein ähnliches Einziehen der Pseudopodien und eine entsprechende Umwandlung der Axopodien bei der Vorbereitung zur Teilung bei *Acanthocystis turfacea* bemerkt, wo die Axopodien nur bis zur Grenze zwischen Ecto- und Entoplasma erhalten sind.

Das gleiche geschieht bei der Aufnahme kleiner Nahrungstiere (Fig. K). Die Axopodien reichen, wenn die Beute verschlungen ist, nur bis an diese heran, das ist bis an die äußersten Partien des Entoplasmas, denn so weit reicht die Beute bis ins Innere herein.

Welche Schicht tritt nun in Berührung mit dem *Paramaecium*, das Ecto- oder das Entoplasma? (Siehe oben S. 140!) Genau so, wie beim Verschlingen kleiner Beutetiere das verdauende Entoplasma mit diesen in Berührung tritt, erfolgt beim Parasitieren die Berührung mit dem Wirtstiere mittels des Entoplasmas. Das Ectoplasma fließt beim Ausbreiten seitlich ab.

Der Nutzen der parasitischen Lebensweise für *Raphidocystis infestans* liegt auf der Hand: Das Heliozoon bezieht, wenn das *Paramaecium* erst eingefangen ist, auf einfache Weise Nährstoffe, die auf lange Zeit hinaus vorhalten. *Raphidocystis infestans* ist somit den übrigen Heliozoen voraus, die oft lange Zeit warten müssen, ehe sich ein kleines Beutetier fängt, und die mit großen nichts anfangen können, sondern diese, wie STERN (1924) beschreibt, wieder frei lassen müssen. Sie ist ihnen um so weiter voraus, als sie kleine und große Beutestücke bewältigen kann. Der Nutzen äußert sich denn auch sehr bald in energisch einsetzenden, oft und rasch aufeinanderfolgenden Teilungen; der Parasitismus dient der Vermehrung, Erhaltung und Verbreitung der Art.

Demgegenüber sind die Folgen des Parasitismus für die betroffenen Paramäcien verheerend. Sie sind im Vorstehenden bereits mehrfach gestreift worden: Wenn ein *Paramaecium* an die Pseudopodien einer *Raphidocystis* stößt, zuckt es sofort blitzschnell zurück und schießt, rückwärts schwimmend und lebhaft rotierend, davon. Mehrmaliges oder stärkeres Anstoßen bewirken, daß die Bewegung des *Paramaeciums*, auch wenn es wieder freikommt und vorwärts schwimmt, in ein merkwürdiges und sehr charakteristisches Schlingern ausartet. Die Paramäcien scheinen irgendwie in ihrer regulären Fortbewegungsart gehindert, bleiben öfters still liegen, um plötzlich und ohne ersichtlichen Grund wieder in voller Kraft, aber unsicher schlingernd, davonzuschwimmen, wieder liegen zu bleiben und so fort. Bringt man sie jetzt aus dem Bereiche ihrer kleinen Feinde, so erholen sie sich in einem Tage wieder vollkommen. Sonst aber stoßen sie sehr bald wieder an und werden schließlich

überwältigt. Die Pseudopodien bleiben, auch wenn sie nur ganz wenig und an der äußersten Spitze mit dem *Paramaecium* in Berührung gekommen waren, meist sofort kleben, und wenn das *Paramaecium* zurückfährt, so zieht es die *Raphidocystis* hinter sich her. In rasender Zickzackfahrt geht dann die Fahrt durch das Gewirr von Algen und Detritus, ohne daß die oft nur an einem einzigen Pseudopodium fortgeschleppte *Raphidocystis* sogleich losgerissen würde. Besonders bemerkenswert erscheint die Tatsache, daß dies auch trotz schneller Rotation um die Längsachse, der die *Raphidocystis* nicht zu folgen vermag, nicht so leicht geschieht. Meist kommt das *Paramaecium* bei dem Versuche, loszukommen, mit immer mehr Pseudopodien in Kontakt, stößt auch an andere Tiere an und ist in erstaunlich kurzer Zeit gefesselt. 5 Minuten nach Einsetzen in eine *Raphidocystis*-Kultur ist oft bereits die große Mehrzahl der Paramäcien befallen, viele liegen regungslos am Boden, von den Heliozoen bereits vollkommen umspinnen. Zwar ist öfteres Erholen, sogar Abwerfen der Parasiten zu beobachten, doch nach 10 Minuten schwimmen höchstens noch 5—10 Proz. frei umher. 3 Minuten nach dem ersten Zusammenstoß kann eine *Raphidocystis* sich bereits flach angelegt haben. Kommt ein *Paramaecium* wieder los, so sind die Pseudopodien der *Raphidocystis* verwirrt, umgebogen und miteinander in Berührung. Wird eine *Raphidocystis*, die sich bereits abgeflacht hatte, wieder abgeworfen, so ist dies in der Regel die Folge von stärkeren Kontraktionen des *Paramaecium*.

Als erste Folge des Befallenwerdens kann bei oberflächlicher Betrachtung leicht eine plötzliche Lähmung, durch Giftwirkung verursacht, vorgetäuscht werden; denn die Paramäcien bleiben oft wie tot liegen. Doch ist bereits im Vorstehenden öfters ausdrücklich hervorgehoben worden, daß in der Regel noch mehrmalige Befreiungsversuche erfolgen, selbst Stadien wie in Fig. L4 kann man noch mit Parasiten davonschwimmen sehen. Daß keine Lähmung vorliegt, lehrt auch die Betrachtung mit stärkerer Vergrößerung: Die Cilien schlagen auch auf diesem Stadium noch, wenn auch schwach und unregelmäßig und nicht synchron. Länger als die Cilien schlägt die undulierende Membran (Fig. L6). Noch länger arbeiten die kontraktilen Vakuolen. Die Frequenz ist zunächst beschleunigt, nimmt aber bald ab und wird unregelmäßig; sie war in L1 17 bis 20 Sek., in L2 20—22 Sek., in L3 20 Sek., in L4 17—22 Sek., beide Vakuolen entleeren sich fast gleichzeitig, in L5 16—17 Sek., in L6 17 Sek., in M1 50 Sek., in M2 3—5 Minuten, in M3 erloschen. Als letztes Zeichen des Lebens erlischt die Plasmaströmung.



Auffälliger sind Schädigungen, die sich in konvulsiven Kontraktionen (die oft Abwerfen des *Paramaecium* zur Folge haben), und in den bereits kurz erwähnten Deformationen des Paramäcienkörpers äußern. Schon in L1 ist das *Paramaecium* (*caudatum*) plumper geworden, in L3, 28 Min. nach Beginn des Versuches, hat es seine ursprüngliche Gestalt vollkommen verloren; es treten Anschwellungen auf, die wieder verschwinden können (Fig. L4); besonders häufig ist die Flaschenform L6; gegen das Ende hin rundet sich das *Paramaecium* immer mehr an, die Pellicula hebt sich bisweilen ab (Fig. M2), und zuletzt ist von dem schlanken Paramäcienkörper nur noch ein kugeliges, im Innern klumpig zerfallenes Gebilde übrig (Fig. M3, N). Die Zeitabstände sind vom Beginn des Versuches ab unter den Figuren L und M angegeben. Das Plasma erleidet rasche Veränderungen. Es wird zunächst wässerig-hyalin und scheint gequollen (L3, 4); zuletzt zerfällt es in dunkle Schollen (N). Gegen das Ende hin erleidet der Paramäcienkörper raschen Substanzverlust. Der Macronucleus quillt zu unförmlicher Masse auf, verliert sein hohes Brechungsvermögen, wird ebenfalls wässerig-hyalin und platzt. Öfter sieht man ihn durch die Mundöffnung austreten.

Zusammengefaßt bestehen die Einwirkungen auf die Paramäcien außer den mehr äußerlichen Störungen der Gestalt und dem Verlust der Lokomotionsfähigkeit vor allem in hyaliner Entartung des Plasmas, sicher zurückzuführen auf tiefgreifende chemische Umwandlungen, und in allmählichem Substanzverlust. Am Schlusse sind von den Paramäcien nur undefinierbare Reste vorhanden.

Genauerer über den Mechanismus des Einfangens der Paramäcien ist bisher noch nicht berichtet worden; das soll nunmehr nachgeholt werden. Wie vermag ein kleines, 20  $\mu$  großes Heliozoon ein so lebhaftes Tier wie *Paramaecium* überhaupt einzufangen? Es gibt eine mechanische und eine chemische Erklärung, die eine Giftwirkung annimmt.

Als Ausgangspunkt der folgenden Erörterungen sei an die Tatsache erinnert, daß sofort nach Berührung mit der Spitze eines Pseudopodiums und trotz momentanen Zurückfahrens die Paramäcien bereits beeinflußt erscheinen; sie schlingern, schießen unruhig vor und zurück, bleiben liegen, zittern usw., wie bereits beschrieben. Der erste Eindruck ist der, daß die Paramäcien beim Anstoßen an die Pseudopodien vergiftet werden, etwa, indem sie sich Teile davon in den Leib rennen oder dadurch, daß außerordentlich rasch wirkende Gifte bei bloßem Anstoßen durch Ver-

mittlung der Cilien übertragen werden, oder auch durch Wirkung im Wasser gelöster Gifte. In dieser Richtung bewegen sich auch im allgemeinen die bisherigen Ansichten, die von EHRENBURG (1838), HERTWIG und LESSER (1874), LEIDY (1879) bis auf PÉNARD (1904) im Prinzip immer die nämlichen geblieben sind. "On ne pourrait en effet s'expliquer autrement la promptitude avec laquelle ces organismes arrivés au contact des pseudopodes arrêtent leurs mouvements" (1904, p. 56). So berichtet PÉNARD (p. 57), wie ein *Didinium* (?) mit den äußeren Enden seiner Cilien ein Pseudopodium von *Actinosphaerium* berührte, daran hängen blieb „wie ein Turner am Reck“, verschiedene heftige Versuche unternahm um loszukommen, schließlich in Betäubung verfiel und nach einigen Minuten starb. Danach könnte man nach PÉNARD annehmen, daß die Pseudopodien an ihrer Oberfläche klebrig sind und das Tier festhalten, während Giftstoffe sich im Wasser verbreiten oder auf dem Wege über die Cilien in das Opfer übergeleitet werden. Über die allgemeinen Erscheinungen beim Einfangen von Infusorien aber sagt PÉNARD: „... les cils battent d'abord plus lentement, puis quelques-uns seulement éprouvent de temps à autre une faible vibration, enfin tout s'arrête, et la mort arrive“ (p. 57).

HAECKEL (1868) schreibt den Pseudopodien von *Myxastrum radians* eine klebrige Beschaffenheit zu; er hat bei diesem Tiere keine Giftwirkung beobachtet, sondern beschreibt, wie die Pseudopodien sich um die Beute herumlegen.

Ohne die bei den verschiedensten Heliozoen gewonnenen Anschauungen dieser Forscher zu diskutieren, seien nunmehr die Befunde bei *Raphidocystis infestans* besprochen. Daß von einer Betäubung durch Gifte nicht die Rede sein kann, geht aus dem im vorigen Abschnitt beschriebenen Verhalten der befallenen Paramäcien klar hervor. Wenn die *Raphidocystis infestans* über lähmende Gifte verfügte, müßte gänzlich unverständlich bleiben, daß Tiere (wie in Fig. L3 beispielsweise), die von mehr als 7 Parasiten befallen sind, noch energische, wenn auch unregelmäßige Cilienbewegungen ausführen, und daß selbst bei dem in Fig. L6 abgebildeten Tiere die undulierende Membran noch kräftig schlug. Auch die Tatsache, daß auf Stadien, die dem allgemeinen Zellverfall so nahe scheinen wie M1 u. 2 die Vakuolen noch in Tätigkeit sind, und daß erst viel später als letztes sichtbares Zeichen des Lebens nach oft stundenlangem Befallensein die Plasmaströmung erlischt, spricht nicht für Giftwirkung. Man müßte doch annehmen, daß Gifte von der vorausgesetzten Intensität (die imstande ist, ein großes Infusor bei ganz

minimaler Berührung und im Bruchteil einer Sekunde weitgehend zu schädigen) nach so langer, ungehinderter Einwirkung längst den Tod des *Parameciums* herbeigeführt haben.

Es stehen sich also die momentan erfolgende Anfangswirkung und das langsame Absterben der Beutetiere scheinbar unvereinbar gegenüber, und besonders erstere erschien mir so lange rätselhaft, bis ich Gelegenheit hatte, bei sehr starker Vergrößerung (Wasserimmersion J) die Vorgänge beim Anstoßen eines *Parameciums* an die Pseudopodien einer *Raphidocystis* direkt zu beobachten: Auf eine *Raphidocystis* kam ein *Paramecium* zugeschwommen, berührte ein einziges Pseudopodium für den Bruchteil einer Sekunde auf die Strecke von etwa  $10\ \mu$  und schoß sofort zurück. Die *Raphidocystis* wurde ein ganz kleines Stück mit fortgerissen, blieb aber dann liegen. An der Spitze des berührten Pseudopodiums aber klebte eine ganze Anzahl von ausgerissenen Cilien, die noch einige Augenblicke schlagende und zappelnde Bewegungen ausführten; sie waren alle nur mit der Spitze an dem Pseudopodium befestigt. Diesen Vorgang konnte ich wiederholt beobachten, und um Klarheit zu bekommen, fütterte ich mit einer kleineren Infusorienart, mit *Glaucoma pyriformis*, die nur etwa doppelt so groß ist wie *Raphidocystis infestans* und nicht so leicht wie das größere *Paramecium* mit dem Heliozoon davonschwimmt, das bei so starker Vergrößerung dann meist nicht wieder zu finden ist. Es zeigte sich bei diesem Fütterungs-

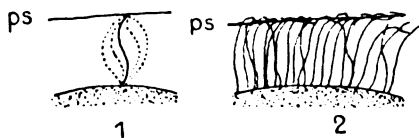


Fig. Q. Verkleben der Cilien einer *Glaucoma* mit den Pseudopodien von *Raphidocystis infestans*. 1. Schema der Cilienbewegung. 2. Verklebte Cilienreihe. Ohne Zeichenapparat gezeichnet.

versuche sofort, daß der Vorgang hier genau derselbe ist wie bei *Paramecium*: Eine *Glaucoma* kam der Länge nach mit einem Pseudopodium in Berührung (Fig. Q2). Sofort verklebten die Cilienenden mit diesem, ohne aber ihre Bewegung aufzugeben. Aber diese Bewegung artete wegen der Fesselung der Cilienspitzen in ein wildes Hin- und Herschleudern aus; auch die Korrelation zwischen den einzelnen Cilien schien vollkommen gestört, so daß der Körper der *Glaucoma*, wie auch der des Heliozoons, in ein feines Zittern versetzt wurde. Fig. Q1 zeigt, in welcher Weise sie ausschlagen, nämlich wie ein am Ende festgehaltenes, geschwungenes Seil. Ruckartige Anstrengungen der *Glaucoma* brachten bald noch mehrere Pseudopodien in Berührung mit Cilien; die Pseudopodien wurden verbogen und bildeten in kurzer Zeit ein wirres Gitterwerk. Immer

aber konnte ein gleiches Verkleben der Cilienenden beobachtet werden, und nachdem die *Glaucoma* durch 5 Pseudopodien gefesselt war, trat ein Lobopodium aus der *Raphidocystis* aus, und nun erfolgten die weiteren Vorgänge ganz so, wie sie oben beschrieben wurden.

Die soeben beschriebenen Erscheinungen konnten bei *Glaucoma*, *Paramaecium*, *Colpidium* und *Gonium* beobachtet werden. Sie erklären auf einfache Weise die Wirkungen auf die Infusorien: Am Vorderende, also an einer für die geregelte Fortbewegung wichtigen Stelle, werden Cilienreihen ausgerissen; dies verursacht das Taumeln und Schlingern. Mehrmaliges Anstoßen, jedesmal begleitet von Verlust vieler Cilien, macht die Bewegungen immer unsicherer. Schließlich fehlt die Kraft, wieder loszukommen; neue Pseudopodien legen sich an; jede kräftigere Bewegung des Beutetieres verstrickt dieses nur noch mehr in den langen Pseudopodien; diese legen sich bald der Länge nach auf; jede drehende Bewegung des Opfers rollt dieses gleichsam auf die Pseudopodien auf; am Ende ist es vollkommen eingesponnen.

Es zeigt sich also, daß bei *Raphidocystis infestans* eine Giftwirkung nicht angenommen zu werden braucht, tatsächlich sogar recht unwahrscheinlich ist, daß vielmehr die zäh-elastische und klebrige Beschaffenheit der Pseudopodien hinreicht, das Einfangen großer Beutetiere und die dabei beobachteten Erscheinungen zu erklären. Eine besondere Aktivität entwickelt *Raphidocystis infestans* dabei nicht, das Fangen geschieht vielmehr sozusagen selbsttätig; das Tier stellt eine lebende Falle dar.

Haben wir somit bei *Raphidocystis infestans* eine normale, einfach räuberische und eine parasitierende Lebensweise kennengelernt, erstere im Verschlingen kleiner Protozoen, letztere im Befallen größerer bestehend, auf denen sie vorübergehend oder bis zu deren Vernichtung verbleiben, so fragt es sich nunmehr, welches die Bedingungen für den Eintritt der einen oder der anderen, insbesondere der parasitierenden Lebensweise sind.

In den Kulturen wird mit gleicher Leichtigkeit bald die eine, bald die andere Ernährungsweise ergriffen; entscheidend scheint lediglich der Zufall zu sein. Doch kann man als eine Bedingung für sicheres Eintreten der parasitischen Lebensweise das Vorhandensein großer Mengen von *Raphidocystis infestans* bezeichnen. Wenn ein *Paramaecium* in eine dichte Population dieser Heliozoen gerät, so besteht mehr Aussicht, daß es bewältigt wird, als wenn es nur mit einem einzigen zusammenstößt und sogleich wieder ins freie

Wasser entfliehen kann. Indes, eine *conditio sine qua non* ist dies auch nicht, da nicht selten beobachtet werden kann, wie ein *Paramaecium* auf eine einzelne *Raphidocystis* stößt, aber sich sogleich derart vertrickt, daß es nicht mehr frei wird. Der Parasit sitzt in solchen Fällen naturgemäß meistens auf dem Vorderende (Fig. P). Bereits geschwächte Infusorien werden bedeutend rascher und leichter überwältigt; Paramäcien aus Hungerkulturen wurden in den ersten 5 Minuten bis zu (schätzungsweise) 95 Proz. befallen. Nur wenige konnten sich öfter als einmal losreißen; die meisten wurden sofort überwältigt.

Bemerkenswert erscheint, daß eine gewisse Auslese der Wirtstiere vorgenommen wird, wenn mehrere Infusoriengattungen zu gleicher Zeit geboten werden. *Colpidium colpoda*, *Glaucoma scintillans*, *Gl. pyriformis*, *Nassula aurea* und *Trachelius ovum* werden ebenso leicht angegriffen und bewältigt wie die Paramäcienarten; bietet man ein Mischfutter aus diesen Tieren, so ist keinerlei Auslese festzustellen. Stentoren werden zwar ebenfalls angegriffen, vermögen sich aber stets durch ihre blitzschnellen Kontraktionen wieder zu befreien, besonders sicher, wenn die *Raphidocystis* beginnt, sich flach auszubreiten. *Aspidisca lynceus* wird in der Regel nicht gefangen; Bild A stellt eigentlich einen Ausnahmefall dar. Das gleiche gilt von *Chilodon uncinnatus*, der viele Tage lang anscheinend unbehelligt in reichen *Raphidocystis*-Kulturen lebte, sowie von *Lionotus diaphanus*, *Oxytricha fallax* und *O. parallela*.

Im Anfange geneigt, eine wirkliche Auslese anzunehmen, erkannte ich durch direkte Beobachtung bald, daß eine solche nicht vorliegt, sondern daß sich die scheinbare Auslese aus biologischen und morphologischen Eigentümlichkeiten der betreffenden Infusorien erklärt, insbesondere aus ihrer Bewegungsart. Die erwähnten Tiere (*Chilodon*, *Lionotus*, *Oxytricha*, *Aspidisca*) sind sämtlich Bodenbewohner, bewegen sich langsam und vorsichtig vorwärts und tragen auf dem Rücken keine Cilien. Es ist ohne weiteres klar, daß derartige Tiere viel weniger Gefahr laufen, in die Pseudopodiengitter von *Raphidocystis* zu geraten, als frei schwimmende. Indessen zeigt die Beobachtung bei stärkerer Vergrößerung, daß auch sie bisweilen an ein Pseudopodium anstoßen; aber dieses Anstoßen erfolgt gelinde, in der Regel nur an der Pseudopodienspitze und mit dem cilienfreien Rücken. Sofortiges Zurückziehen ist in der Regel die Folge. Gelegentlich werden aber auch sie befallen, beziehentlich verschlungen. Nauplien entkommen wegen ihrer heftigen Bewegungen stets.

Daß keine aktive Auslese vorliegt, wurde auch direkt zu be-

weisen versucht. Von dem Gedanken ausgehend, daß eine Auslese auf einer „Erkennung“, einer Reaktion auf gewisse spezifische Substanzen, beruhen müsse, wurden einige Kubikzentimeter einer stark eingeeengten Paramäcienkultur mit zerstoßenem Glas längere Zeit geschüttelt, wodurch die Paramäcienleiber zerrissen werden. Das Filtrat wurde in Kapillaren gebracht und diese mit der Öffnung in *Raphidocystis*-Ansammlungen hineindirigiert: Es ließ sich keinerlei Reaktion auf die herausdiffundierenden Stoffe erkennen, obwohl die Kapillare an Pseudopodien anstieß.

Der „Auslese“ scheinen nach alledem keine physiologischen Faktoren zugrunde zu liegen; sie ist eine rein mechanisch, sozusagen automatisch erfolgende Erscheinung.

Bisher wurde immer nur von dem Parasitismus gesprochen, der unter künstlichen Bedingungen zu beobachten war. Findet auch im Freien ein solcher Parasitismus statt? Aus Vorstehendem geht nichts hervor, was diese Frage zu verneinen zwänge. Auch im Freien dürfte *Raphidocystis infestans* zu parasitierender Lebensweise übergehen, sobald sich Gelegenheit bietet. Das ist vor allem der Fall, wenn die Heliozoen sehr dicht liegen, andererseits, wenn bereits geschwächte größere Infusorien auf den Grund geraten, wo jene sich aufhalten.

Vorstehende Beobachtungen reihen *Raphidocystis infestans* in die Gruppe der Organismen ein, die geeignet sind, die phylogenetische Entstehung des Parasitismus verständlich zu machen. Der gelegentliche Parasitismus bei im übrigen räuberischer Lebensweise muß der *Raphidocystis* große Vorteile vor ihren verwandten Konkurrenten bringen: Die Nahrungstiere sind größer, die Ernährungsmöglichkeiten häufiger, der Abfall an unverwertbaren Stoffen ist geringer. Das bedeutet Vorteile im Existenzkampf. Wenn man sich nun vorstellt, daß infolge Parasitierens auf einem besonders geeigneten Wirtstiere das Artplasma im Laufe der Entwicklung so umgebildet wurde, daß es zur Verarbeitung anderer als von diesem Wirte stammender Nährstoffe nicht mehr geeignet war, so kommt man auf diesem Wege vielleicht zu einer Verknüpfung der beiden Ernährungsweisen. *Raphidocystis infestans* bildet eine Übergangsstufe: Verschlingen kleiner Beutetiere + Parasitismus; vorausginge: nur Verschlingen kleiner Beutetiere; ihr folgte: reiner Parasitismus.

3. Freßgemeinschaften, Plastogamien, Koloniebildung. Sehr häufig, besonders in sehr reichen Kulturen, beobachtet man ein vorübergehendes Zusammenfließen zweier oder mehrerer

Individuen zu einem scheinbar einheitlichem Komplex. Fünf derartige Tiere sind in Fig. R gezeichnet. Der auch bei anderen Heliozoen oft beobachtete Vorgang wird als Plast(m)ogamie bezeichnet. Die Zahl der in Plastogamie eintretenden *Raphidocystis*-Individuen unterliegt keiner Gesetzmäßigkeit; ein gleiches gilt von

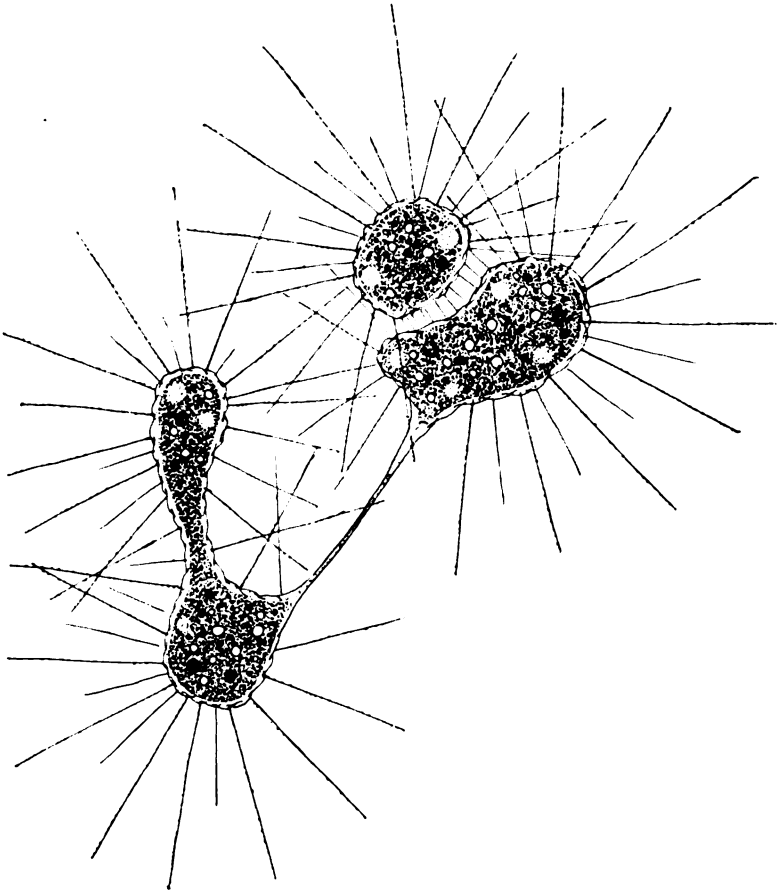


Fig. R. Kolonie von *Raphidocystis infestans* nach dem Leben; J, K<sub>6</sub>;  
Vergr. = 1020· $\frac{1}{5}$ .

der Dauer der Vereinigung. Die Einzelindividuen behalten weitgehende Unabhängigkeit, besitzen jedes einen Kern, zwei Vakuolen usw.; die Skeletthülle ist gemeinsam. Sie trennen sich oft sofort nach dem Verschmelzen wieder, während sie andererseits tagelang zusammenbleiben können. Dem Zusammenfließen geht ein enges Aneinanderlegen (Fig. R, oben rechts) voraus. Die Pseudopodien

legen sich dem Partner an und verkürzen sich. Plasmalappen dringen aus beiden hervor und vereinigen sich. Bei der Trennung (Fig. R, unten, 2 Stellen) erfolgt zuerst eine weite, flache Einschnürung, dann zerreißt die Hülle; zuletzt verbindet noch ein langer, feiner Plasmafaden die beiden Tiere, der nach erfolgtem Durchreißen langsam eingezogen wird.

Wenn sich mehrere Individuen, ohne zusammenzuzießen, nur mit den Pseudopodien berühren, kann man von Koloniebildung sprechen, wie eine solche z. B. von *Raphidiophrys elegans* (HERTWIG und LESSER, 1874) beschrieben worden ist. Eine Neigung zu Koloniebildung besteht bei *Raphidocystis infestans* in reichen Kulturen. Äußerlich erscheint eine solche Kolonie als eine auf halbem Wege stehengebliebene Plastogamie.

In einer neueren Arbeit faßt STERN (1924) die Plastogamie als Folge davon auf, daß zwei Individuen ein Nahrungstier ergreifen; sie fließen dann, in der Mitte angekommen, beide zusammen. Ähnliches kann bei *Raphidocystis infestans* auch beobachtet werden (Fig. N), doch, wie Fig. R zeigt, nicht immer. CIENKOWSKY, sowie HERTWIG und LESSER nehmen an, daß bessere Jagd- und Ernährungsmöglichkeiten die Tiere veranlassen, Plastogamien einzugehen. PÉNARD (1904) vermutet chemische, RHUMBLER (1898) kolloidchemische und physikalische Ursachen: Von nahe beieinanderliegenden Tieren ausgeschiedene Substanzen bewirken auf der Oberfläche des Partners chemische Umsetzungen, die mit Herabsetzung der Oberflächenspannung verbunden sein können. Ist dies der Fall, so erfolgt Vorwölbung, Pseudopodienbildung, bis zur gegenseitigen Berührung. Wenn identische Stoffe ausgeschieden werden, so entstehen an der Berührungsstelle auch identische Verbindungen, die Oberflächenspannung wird = 0, die Zellen verschmelzen.

Diese Gedankenreihen wurden hier wiedergegeben, weil eine bei *Raphidocystis infestans* beobachtete Tatsache für sie spricht: *Raph. inf.* zeigte Plastogamien fast nur nach vorangegangener Fütterung. Alle Tiere hatten Nahrung aufgenommen und befanden sich alle mehr oder weniger im gleichen Zustand plasmatischer Umsetzungen. Diese Gleichheit muß aber die Aussendung identischer Cytotropika (RHUMBLER) erleichtern, wenn sie nicht gar Voraussetzung dafür ist. Eine andere, beobachtete Voraussetzung ist dichte Lagerung in reichen Zuchten. In zerstreuten Kulturen wurden nie Plastogamien beobachtet.



### Bewegungserscheinungen.

Von Bewegungserscheinungen bei *Raphidocystis infestans* war im Vorstehenden schon ausführlich die Rede; es sollen hier deshalb nur einige ergänzende Bemerkungen folgen. Von vornherein überrascht die Energie und Lebhaftigkeit, mit der die Bewegungen ausgeführt werden, und die man im Vergleich mit anderen Heliozoen beinahe als hastig bezeichnen kann.

Die auffälligste Bewegungserscheinung ist wohl die des Festsetzens auf Paramäcien. Wenn die Pseudopodien festen Halt gewonnen haben, sieht man auf der zugewendeten Seite der *Raphidocystis* eine lange, breite Plasmazunge hervorkommen, ein Lobopodium, das sich dem *Paramaecium* entgegenbewegt (Fig. B). Die gleiche Erscheinung erwähnt PÉNARD (1904), auch STERN (1924) beschreibt sie bei *Acanthocystis aculeata*. In den Einzelheiten weichen die beiden Heliozoen jedoch voneinander ab; *Acanthocystis* schiebt das Lobopodium nach STERN's Beobachtungen durch die Schicht der tangentialen Nadeln hindurch aus, die in ihrer Lagerung nicht verändert werden. Was mit der Schicht, die die tangentialen Nadeln einschließt, und mit der Gallertschicht geschieht, welche die Radiärnadeln umhüllt, ist nicht angegeben. Wenn die Beute herangezogen wird, so quillt nach STERN das Plasma nunmehr breit hervor, die Nadeln zur Seite drängend.

Bei *Raphidocystis infestans* findet von vornherein ein Auseinander- und Zurseitepressen der aus organischer Grundsubstanz und Kieselstäbchen bestehenden Hülle statt; das Lobopodium durchbohrt die wenig feste Hülle. Wenn dies geschehen ist, aber noch vor dem Anlegen an das *Paramaecium*, flacht sich das kugelförmige Heliozoon an der zugewendeten Seite ab; während des Anlegens schließlich quillt das Plasma breit hervor, schiebt die Ränder der Hülle weit auf die Oberfläche des befallenen *Paramaeciums* hinaus und breitet sich bald so weit aus, daß die *Raphidocystis* eine sehr große Fläche bedeckt aber sehr wenig frei hervorragt, womit das Festheften beendet ist.

Der gesamte Vorgang vollzog sich bei einer Reihe mit der Uhr beobachteter Fälle in durchschnittlich 16 Minuten (Minimum 3 Minuten), also recht rasch. Daß auch die bei dem Verschlingen kleiner Beutetiere beobachteten Bewegungserscheinungen sich rasch abspielen, wurde bereits erwähnt. Hervorgehoben sei hier nur noch die völlige Übereinstimmung der Bewegungsphasen bei den beiden so verschieden aussehenden Vorgängen; nur der Enderfolg ist verschieden.

Das Loslösen von der Unterlage besteht im wesentlichen in einer Umkehrung der eben besprochenen Vorgänge. Spontanes Ablösen von einem *Paramecium* z. B. vollzieht sich folgendermaßen: Der flache *Raphidocystis*-Körper nimmt halbkugelige, schließlich fast kugelige Gestalt an, ist dann noch kurze Zeit mittels breiten Plasma-lappens (vgl. Fig. B!) mit dem *Paramecium* verbunden, zieht diesen ein, wobei sich die Hülle sofort wieder schließt, und bildet im Verlaufe von 15—20 Minuten die Pseudopodien an dieser Stelle zurück. Dieser

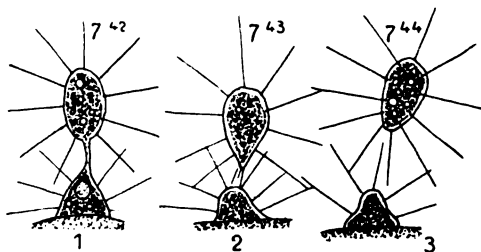


Fig. S. Ablösen von *Paramecium*; Fortsetzung von Fig. M 1 u. 2 links nach dem Leben; C, K<sub>6</sub>: Vergr. = 200· $\frac{4}{5}$ .

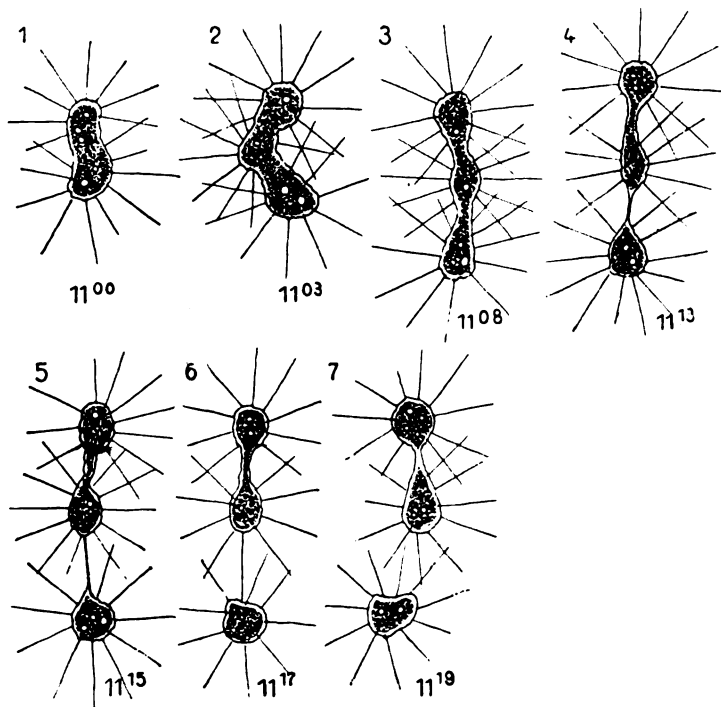


Fig. T. Bewegungen dreier plastogam. vereinigt. Individuen; nach dem Leben; C, K<sub>6</sub>; Vergr. = 200· $\frac{4}{5}$ .

Vorgang bestätigt die Vermutung, daß die Hülle, bzw. deren organische Grundsubstanz, zäh-elastisch ist. Die Ursachen des spontanen Verlassens eines Wirtstieres sind mir unbekannt geblieben.

Wird eine *Raphidocystis infestans*, die sich bereits mehr oder weniger abgeflacht hatte, gewaltsam abgeworfen, so rundet sie sich nach kurzer Zeit wieder ab.

Während spontanes Verlassen des Wirtstieres verhältnismäßig selten zu beobachten ist, sieht man häufig Teilungsstücke frei werden. So zeigt Fig. S1—3 als Fortsetzung von M 1, 2 links, wie ein solches nach Ausziehen eines langen verbindenden Plasmafadens sich ablöst, während der Partner weiter parasitiert. Dauer des Ablösungsprozesses 4 Minuten.

Bei *Raphidocystis infestans* kommt es ferner häufig zu einem Loslösen von Freßgemeinschaften. Fig. T 1—7, die eine nähere Beschreibung wohl unnötig macht, zeigt einen solchen Vorgang, bei dem sich alle (3) Individuen trennten. Hierbei soll auf einen merklichen Unterschied gegenüber dem Festsetzen hingewiesen werden. Bei dem Festsetzen (Fig. B) bemerken wir breite, bei dem Lösen (Fig. T 4, 5) äußerst feine Plasmabrücken. Zur Erklärung der letzteren können die physikalischen Eigenschaften zähflüssiger Stoffe herangezogen werden, die beim Auseinanderziehen stets einen Faden bilden. Erstere erklären sich wohl am ehesten mit Hilfe der von RHUMBLER l. c. ausgeführten Cytotropismenhypothese: Vom *Paramaecium* ausgehende Cytotropika, d. h. ihrer Natur nach nicht weiter bekannte chemische Substanzen, bewirken auf zugewandter Seite der *Raphidocystis* chemische Veränderungen; diese lösen Änderungen (Verminderung) der Oberflächenspannung aus. Der Innendruck drängt ein Pseudopodium vor. Da größere Bezirke von den beschriebenen Prozessen berührt werden, ist es ein Lobopodium.

Eine weitere, sehr merkwürdige Bewegungsart der *Raphidocystis infestans* besteht in dem auch bei anderen Heliozoen beobachteten langsamen Wandern. Es besteht bei *Raphidocystis infestans* in schwach ruckartigen Bewegungen, die das Objekt in einer bei längerer Beobachtung sehr merkbaren Weise in gebrochener Linie aus dem Gesichtsfelde führen, nie in gleichmäßigem Gleiten. Eine sich relativ rasch bewegende *Raphidocystis* legte in einer Minute  $32 \mu$  zurück, das wären bei gleichmäßiger Bewegung etwa  $0,5 \mu$  sec. Der in der Minute zurückgelegte Weg war gleich dem  $1\frac{1}{2}$  fachen Durchmesser. (Bei *Pompholyxophrys ovuligera* nach PÉNARD in einer Minute = dem 30 fachen Durchmesser.)

Der Mechanismus des Wanderns ist durch direkte Beobachtung

noch nicht klargestellt worden. Die Ansichten der meisten Forscher sind aber im Prinzip die gleichen. Nach ARCHER (l. c.) handelt es sich um ein Rollen der Tiere um sich selbst, nach CLAPARÈDE und LACHMANN (1858) mehr um ein Fortziehen durch Anheften und Loslassen der Pseudopodien; PÉNARD (1889) beschreibt ähnliches; STERN (1924) erklärt die wandernden Bewegungen durch Tätigkeit der Lobopodien; HERTWIG und LESSER (1874), deren Ansicht ich, was *Raphidocystis infestans* anbetrifft, beipflichten kann, schreiben auf p. 163: „Die Heliozoe balanziert dabei auf den Spitzen der Pseudopodien und bewegt sich mit Hilfe der Kontraktionen derselben wie eine Kugel rotierend vorwärts“. Dafür spricht bei *Raphidocystis infestans* vor allem das Ruckartige der Bewegungen; denn wenn das Tier mit einer Reihe von Pseudopodien der Unterlage aufliegt und die in der Fortbewegungsrichtung liegenden verkürzt, so wird es so lange ruhig liegen, als es noch mit mindestens 3 Pseudopodien dem Boden aufliegt; verkürzt es dann noch ein weiteres Pseudopodium, so kommt die Kugel plötzlich ins Rollen, und sie wird so weit fortrollen, bis sie durch andere Pseudopodien wieder für einige Zeit gestützt wird. Die Fortbewegung resultiert also aus dem Verkürzen der den Boden berührenden Pseudopodien und der Schwerkraft. Das Verkürzen der belasteten Pseudopodien kann rein mechanische Ursachen haben (Druck), es könnte aber auch von der Zelle aus induziert sein (vgl. auch S. 178!).

Als letzte Bewegungserscheinung soll noch das spontane Verlassen der Hülle besprochen werden (Fig. U). Der Vorgang erschien mir anfänglich so ungewöhnlich, daß ich ihn für pathologisch hielt und zunächst nicht weiter verfolgte. Da er später jedoch häufig beobachtet werden konnte, und da auch PÉNARD (1904, p. 69 und 170) bei *Raphidiophrys viridis* und SCHAUDINN (1896) bei Knospungsprozessen von *Acanthocystis aculeata* von einem Verlassen der Hülle sprechen, mußte diese Meinung aufgegeben werden.

Man sieht zuerst, wie die Hülle aufgelockert wird; die organische Grundsubstanz scheint durch Wasseraufnahme zu quellen. Gleichzeitig werden die Pseudopodien vollständig eingezogen. Hierauf vollführt der Plasmakörper amöboide Bewegungen, durch welche die Hülle an einer Stelle aufgesprengt wird. Die *Raphidocystis* kriecht

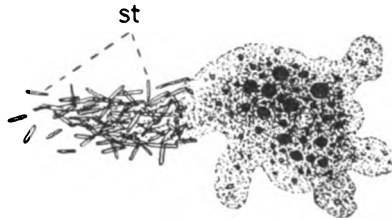


Fig. U. Verlassen der Hülle, nach dem Leben; DD, K<sub>6</sub>; Vergr. = 475.

dann mittels breiter, kurzer Pseudopodien aus der Hülle heraus, die als formlose, schnell zerfallende Masse zurückbleibt.

Was geschieht mit dem Plasmakörper? Es konnte zweierlei festgestellt werden: Entweder hören die amöboiden Bewegungen nach kurzer Zeit auf (in einem Falle nach 50 Minuten), das Plasma rundet sich ab und umgibt sich mit einer Cystenhülle (nach 12 Stunden); oder aber, der amöboide Zustand wird längere Zeit (bis zu 2 Tagen) beibehalten. Wurden die Tiere beizeiten umgesetzt und gut gefüttert, so rundeten sie sich ab und bildeten im Zeitraume von etwa 24 Stunden die Hülle neu; andernfalls gingen sie ein.

Anzeichen dafür, daß diesem Prozeß irgendwelche Fortpflanzungs- oder geschlechtliche Vorgänge zugrunde liegen, konnten nicht entdeckt werden; doch ist zu bemerken, daß das Verhalten des Kernes wegen dessen schlechter Färbbarkeit überhaupt nicht zu verfolgen war.

PÉNARD vermutet äußere Ursachen; nach ihm kommt das Verlassen der Hülle besonders dann vor, wenn ein Heliozoon mit seinen radiären Kieselstacheln so im Detritus festgeklemmt ist, daß es nicht mehr freikommt. Auf *Raphidocystis infestans* trifft diese Erklärung wegen des Mangels an radiären Kieselstacheln nicht zu. Nach dem vorliegenden (2 Kulturen betreffenden) Beobachtungsmaterial kommen vielleicht folgende zwei Möglichkeiten in Frage: 1. Übergang zu anderer Ernährungsweise: Das Verlassen der Hülle wurde nur in Kulturen beobachtet, die keine Flagellaten und Ciliaten enthielten. Die Tiere hungerten kurze Zeit, worauf dann ein Teil die Hülle verließ, zur amöboiden Lebensweise überging und Diatomeen verzehrte, während der größte Teil einging. 2. Erneuerung der Hülle. Bei der Teilung bleibt die Hülle erhalten, sie ist also sozusagen unsterblich. Da nun anzunehmen ist, daß sowohl der organische, besonders aber der organische Bestandteil, die Grundsubstanz, mit der Zeit Schäden erleiden werden, könnte hier ein Erneuerungsprozeß vorliegen. PÉNARD beobachtete, wie Bakterien in die Hülle eindringen, sowie ein Abschliffen der Grundsubstanz.

#### Wachstumserscheinungen.

Reichliche Nahrungsaufnahme führte bei *Raphidocystis infestans* regelmäßig zur Teilung, wobei gleichgroße Tiere entstehen. Knospung wurde nicht beobachtet, so daß über das Wachstum des Plasmakörpers nichts berichtet werden kann. Die Beschaffenheit der Hülle läßt ein solches zu.

Dagegen wurde beobachtet, daß nach dem Abstreifen der Hülle, also im amöboiden Zustande, im Innern des Plasmas Skelettelemente

angehäuft werden. Die Entstehung der Kieselstäbchen geht folgendermaßen vor sich: Wenn die amöboide *Raphidocystis* zur Hüllenbildung schreitet, rundet sie sich ab. An der äußeren Grenze des Entoplasmas bilden sich auf diesem Stadium sehr kleine ( $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$   $\mu$ ), stark lichtbrechende, etwas länglich-runde Körperchen, von denen sich mehrere, meist zwei, in gerader Richtung aneinanderlegen. Man sieht dann an der Peripherie des Entoplasmas überall diplokokkenartige Gebilde, die sich auch tetradenartig aneinanderlegen können. Zwei oder mehr solcher Kieselsäuresphärite verwachsen zu einem Stäbchen, das sich tangential zur Oberfläche legt. In welcher Weise das Verwachsen der Primitivkügelchen vor sich geht, konnte im einzelnen nicht beobachtet werden, da sie sehr klein sind und in dem sich bewegenden Plasma beständig ihre Lage wechseln, wobei sie oft verdeckt werden. Nach P. SCHULZE (1923) scheinen auch bei Kieselchwämmen als erste Kieselemente Sphärite aufzutreten, die später zu Nadeln verwachsen; er hat bei *Ephydatia mülleri* Zellen gesehen, die von „stark lichtbrechenden, unregelmäßigen Einschlüssen“ erfüllt waren, und „auf einem weiter fortgeschrittenen Stadium einer solchen Zelle ist nun in einer Hohlkugel eine (wenn auch schwach verbildete) Stabnadel entstanden . . .“.

### Teilung.

Die Teilung ist in *Raphidocystis*-Kulturen, wie schon bemerkt, eine häufige Erscheinung; sie setzt reichliche Fütterung voraus und zeigt nichts Außergewöhnliches. Vor und während der Teilung (Fig. V) ist der Körper von zahlreichen großen Granulationen erfüllt, die eine Beobachtung des Kernes unmöglich machen. Wie bereits PÉNARD (1904) bemerkt, werden Skelettelemente vorher im Plasma nicht aufgespeichert.

Die Hülle folgt den Gestaltsveränderungen des Plasmakörpers; sie wird zunächst ausgestreckt (Fig. F und G stellen bei der Abtötung kontrahierte Tiere dar), dann eingeschnürt (Fig. V, nach dem Leben). Die Konsistenz ihrer Masse erlaubt also eine beträchtliche Streckung. Da die Kieselstäbchen gegenseitig nicht verbunden sind, sondern frei in der Grundsubstanz liegen, bilden sie an sich kein Hindernis. Die organische Grundsubstanz aber muß einen zähflüssigen Aggregatzustand besitzen.

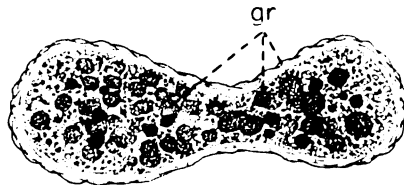


Fig. V. Teilungsstadium, nach dem Leben; Pseudopodien weggelassen; J, K<sub>6</sub>; Vergr. = 1020. $\frac{1}{6}$ .

Bei dem Ausstrecken folgt sie dem inneren Druck; daß sie an den Einschnürungsstellen sich tief mit dem Plasma nach innen einfaltet, ohne sich von diesem zu lösen, obwohl sie sich hierbei ausdehnen muß, erklärt sich wohl aus ihrer Elastizität, sowie aus der Druckwirkung des Wassers; von den benachbarten Bezirken müssen Stäbchen und Grundsubstanz nach der Einschnürungsstelle hin nachfließen. Die Dicke der Hülle und die Zahl der Kieselstäbchen erfahren so mit bei der Teilung eine Verminderung, und zu irgendeinem Zeitpunkte muß eine Ergänzung stattfinden. PÉNARD (1904) hat *Acanthocystis*-Individuen mit sehr dicker Hülle und besonders vielen Kieselnadeln angetroffen; er faßt solche Tiere als Vorbereitungsstadien für die Teilung auf. Bei *Raphidocystis infestans* konnte ähnliches beobachtet werden; in Fig. V ist z. B. trotz erfolgter Streckung gegenüber Tieren wie in Fig. A keine bemerkenswerte Dickenverminderung der Hülle zu erkennen. Eine Aufspeicherung von Skelettelementen im Plasma, wie sie bei Thekamöben vor der Teilung beobachtet wird, konnte nicht festgestellt werden.

#### Geschlechtliche Vermehrung.

Andeutungen dafür, daß Zellverschmelzungen vorkommen, die nicht unter den Begriff Plastogamie fallen, liegen zwar vor, doch gelang es bei der Kleinheit des Objektes und der Schwierigkeit, den Kern sichtbar zu machen, nicht, solche einwandfrei nachzuweisen.

#### Dauerzustände.

PÉNARD (1904) beschreibt in seinem Heliozoenwerk den Encystierungsvorgang nur von *Actinosphaerium*, bezeichnet als häufig encystiert anzutreffende Heliozoen nur *Clathrulina* und *Hedriocystis* und hat nur durch Zufall außer den eben aufgezählten Cysten solche von *Acanthocystis turfacea*, *Pompholyxophrys punicea* und *Raphidiophrys ambigua* angetroffen. Jeder, der faunistische Studien über Heliozoen betrieben hat, wird ihm darin beistimmen, daß die Encystierung in der freien Natur durchaus nicht so häufig vorkommt, wie man aus der so allgemein verbreiteten Fähigkeit, in Dauerzustände einzutreten, schließen könnte. Die Bedingungen, unter denen im Freien eine Encystierung erfolgt, treten eben für die Heliozoen nur selten ein, und weniger günstige Zeiten werden eher durch ein Vegetationsminimum als durch Dauerzustände überwunden. In Glasgefäßen und während der Zimmerkultur aber treten umgekehrt schädigende Einflüsse oft so schnell auf, daß die Tiere eher eingehen, als daß sie sich encystieren. Doch war es nicht allzuschwer, *Raphidocystis*

*infestans* zum Encystieren zu bringen. Das einfachste Mittel war, die im übrigen sauber gehaltenen Kulturen schlecht zu füttern.

Die zur Encystierung schreitenden Tiere lockern zunächst die Hülle in charakteristischer, in Fig. W 1 wiedergegebener Weise auf. Die Grundsubstanz verquillt; die Stäbchen ragen z. T. frei aus der Grundsubstanz hervor, fallen ab oder werden von den Pseudopodien noch einige Zeit gehalten. Die Tiere besitzen in diesem Zustande Ähnlichkeit mit gewissen *Raphidiophrys*-Arten. Schließlich werden die Pseudopodien eingezogen. Die Hülle beginnt zu schrumpfen und folgt damit einer zu gleicher Zeit erfolgenden Volumenverminderung des Plasmakörpers. Während die Grundsubstanz sich kontrahiert, splintern die Kieselstäbchen los und stehen nunmehr, meist an einem Ende noch in der Grundsubstanz verankert, wirr durcheinander (W 2) oder fallen ganz ab. Die organische Grundsubstanz wird dichter, wohl auch spröder; jedenfalls vermag sie den Spannungen, die bei allseitiger Oberflächenverminderung geschlossener Gewölbe auftreten, nicht lange zu widerstehen, sondern zerspringt in unregelmäßige Bruchstücke (Fig. W 2, X), wodurch die eingeschlossene Cyste frei wird. Daß die Grundsubstanz dichter und widerstandsfähiger geworden ist, läßt sich auch daraus schließen, daß Bruchstücke wie in Fig. X noch tagelang zu finden sind, während nach dem spontanen Verlassen der Hülle, wie oben beschrieben, rascher Zerfall eintritt.

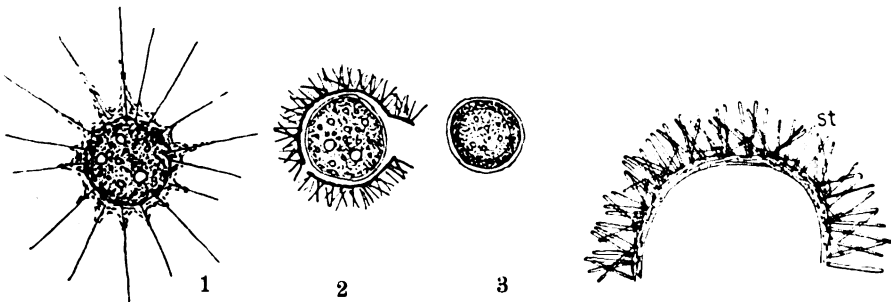


Fig. W.

Fig. X.

Fig. W. Cystenbildung, 3 Stadien; nach dem Leben; C, K<sub>18</sub>; Vergr. = 600.

Fig. X. Cystenbildung, leere Hülle nach Freiwerden der Cyste; vgl. Fig. W<sub>2</sub>; K<sub>8</sub>, J; Vergr. = 1020.4%.

Währenddem hat der Plasmakörper augenfällige Veränderungen durchlaufen. Vor Beginn der Encystierung ist das Zellinnere von zahlreichen, stark lichtbrechenden Körnchen erfüllt, die sich bald (Fig. W 1, 2) vermindern und schließlich ganz verschwinden (Fig. W 3), so daß das Plasma völlig homogen wird. Es erscheint nunmehr



stärker lichtbrechend als im Normalzustande, sicher wegen der durch Wasseraustritt gestiegenen Dichte. Noch bevor die alte Hülle abgeworfen wird, umgibt sich die junge Cyste mit einer stark lichtbrechenden, erst schwach rötlich schimmernden, zuletzt sich wahrscheinlich durch Oxydation bräunenden Cystenhülle. Ihre Substanz scheint mit dem Tektin BRESSLAU's identisch zu sein; sie wird in konzentrischen Schichten abgelagert, quillt in stark verdünntem  $\text{NaCO}_3$  und löst sich schließlich auf, während sie durch Essigsäure und verdünnte  $\text{H}_2\text{SO}_4$  anscheinend nicht angegriffen wird.

Eine Wiederbelebung der Cysten gelang nicht.

Die an isolierten Exemplaren festgestellte Dauer des Encystierungsvorganges beträgt 12–24 Stunden. Das in Fig. W1 abgebildete Tier z. B. wurde am 25. März 8 Uhr abends isoliert und gezeichnet, es besaß am 26. vormittags 10 Uhr die in Fig. W2 wiedergegebene Gestalt und war am 26. 6 Uhr abends zu der in Fig. W3 abgebildeten Cyste geworden.

#### Zweckmäßiges und anscheinend zielbewußtes Verhalten bei äußeren Einwirkungen.

Die Zahl der Zoologen, die den Protozoen eine irgendwie geartete „Seele“ zuerkennen wollen, ist in stetem Abnehmen begriffen. Man ist vielmehr geneigt, komplizierten physico-chemischen Prozessen die ausschlaggebende Rolle für den Ablauf zweckmäßig und zielbewußt erscheinenden Geschehens zuzuschreiben. Unter den zahlreichen Beispielen für solches Geschehen findet man begreiflicherweise nur verhältnismäßig wenige, die die Heliozoen betreffen. Diese verborgen lebenden und so untätig erscheinenden Protozoen mußte man a priori für wenig geeignet halten, zur Aufhellung der angedeuteten Fragen beizutragen. Und doch verläuft das Leben dieser Geschöpfe keineswegs monoton. Längere Beobachtung offenbart vielmehr Einzelheiten des Verhaltens, die es verstehen lassen, wenn hin und wieder die Meinung auftaucht, diese Tiere „wissen, was sie tun“. Es ist bezeichnend, daß ein so erfahrener Heliozoenkenner wie PÉNARD (1904) dazukommt, den Heliozoen eine Art Seele zuzusprechen. „En effet, on constate chez les héliozaires toutes sortes de manifestations compliquées, des actes admirablement adaptés au but, des signes de frayeur, une volonté déterminée dans la poursuite et la capture des proies, ou pour échapper à un ennemi, et en somme on ne peut refuser à ces organismes une certaine conscience d'eux-mêmes et de ce qu'il leur faut faire ou éviter.“ Von den Tatsachen, die ihn zu dieser Stellungnahme führen, sind

folgende aufgezählt: 1. *Raphidiophrys viridis* verläßt ihre Hülle, wenn sie durch deren Radiärstacheln im Detritus festgehalten wird. 2. *Heterophrys myriopoda* bildet eine Kieselhülle aus fremden Kieselnadeln, besonders von *Acanthocystis furfacea*, aber auch von *Raphidiophrys viridis*. In beiden Fällen werden die fremden Kieselemente genau so wie von dem eigentlichen Träger angeordnet. 3. *Heterophrys glabrescens*, *Acanthocystis mimetica* und *Raphidocystis glutinosa* ziehen, wenn sie „erschreckt“ werden, rasch ihre Pseudopodien ein, wodurch sie frei werden und durch den vom Feinde erzeugten Wasserstrom davongeführt werden können.

Ohne auf eine ausführliche Kritik dieser Beispiele eingehen zu können, sei kurz folgendes bemerkt: Ein dem Beispiel 1 analoger Vorgang wurde bei *Raphidocystis infestans* beobachtet und soll weiter unten besprochen werden. Daß im Beispiel 2 die verschieden gestalteten Kieselemente stets in bestimmter Weise angeordnet sind, kann auch physikalisch (Oberflächenspannung) bedingt sein. Das im 3. Beispiel erwähnte Einziehen der Pseudopodien auf mechanische Reize hin ist allen Rhizopoden eigen, auch solchen, denen es keine Rettung bringt. Der Eindruck des Zweckmäßigen wird nur dadurch erweckt, daß die vorher am Boden fixierten Tiere nach Einziehen ihrer außergewöhnlich langen Pseudopodien frei werden. Er erklärt sich also aus morphologischen und biologischen Eigentümlichkeiten, die in keiner Weise auf einen zu erwartenden Feind eingestellt sind; es haftet ihm deshalb der Charakter des Zufälligen an.

Es folgen nunmehr einige eigene, das „zweckmäßige“ Verhalten betreffende Beobachtungen.

1. Auch bei *Raphidocystis infestans* kann man beobachten (vgl. S. 169), wie der Plasmakörper aus seiner Hülle herauskriecht und amöboid weiterlebt, ganz so, wie es PÉNARD von *Raphidiophrys viridis* beschreibt. Aber diese verläßt nach PÉNARD die Hülle nur, wenn sie sich mit ihren radiären Kieselnadeln im Detritus verstrickt hat, oder wenn sie durch das Deckglas gedrückt wird; „... il se sent dans des conditions anormales ...“ (p. 169); es liegt mithin eine Art primitiver „Willensäußerung“ vor. Das Tier hat gewissermaßen die Wahl, zu bleiben oder die Hülle zu verlassen; es „entscheidet“ sich für das letztere.

Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, daß diese Argumentation auf schwachen Füßen steht.

*Raphidocystis infestans* besitzt keine Radiärstacheln; sie verläßt die Hülle auch in vollkommen detritusfreiem Wasser. Der Vorgang erscheint trotzdem zweckmäßig und zwar einmal deshalb, weil andere

Nahrung als Diatomeen nicht vorhanden war; Diatomeen kann das Tier aber nur im amöboiden Zustande aufnehmen. Er erscheint zweckmäßig aber auch dann, wenn wir annehmen, daß das Tier die Hülle verläßt, weil sie untauglich geworden ist. Im Prinzip können, wie oben ausgeführt wurde, beide Ursachen dem gleichen Vorgange zugrunde liegen. Es spricht sogar nichts dagegen, alle drei Ursachen, auch die von PÉNARD angegebene, jeweils für den gleichen Vorgang verantwortlich zu machen: Durch eine jede von ihnen wird der normale Ablauf des biologischen Geschehens unterbrochen, die physiologische Situation geändert; die Folge müssen außergewöhnliche Zustände im Plasma sein, welche die physikalischen und chemischen, damit zugleich auch die dynamischen Bedingungen in der Zelle umstellen. Als Folge der Verminderung der Oberflächenspannung können z. B. breite Pseudopodien innerhalb der Hülle gebildet werden und diese zersprengen.

2. Noch eine andere Erscheinung im Leben der *Raphidocystis* könnte Veranlassung geben, den Tieren höhere, an menschliche Eigenschaften erinnernde Fähigkeiten zuzuschreiben, nämlich die Auslese der Wirtstiere. *Paramaecium*, *Colpidium*, *Glaucoma*, *Trachelius* und *Nassula* werden angenommen, *Chilodon*, *Oxytricha*, *Lionotus* und *Aspidisca* in der Regel verschont. Eine aktive Auslese erfolgt jedoch, wie auf S. 162 festgestellt wurde, nicht; die scheinbare Auslese stellt sich bei genauerem Zusehen als rein mechanisch erfolgendes Aussieben dar. Es erklärt sich einerseits aus der klebrigen Beschaffenheit der zähen, elastischen Pseudopodien, andererseits aus dem schnellen Drauflosfahren vollbewimperter und freischwimmender und dem vorsichtigen, langsamen Umherkriechen bodenbewohnender Infusorien, die zudem auf dem Rücken cilienfrei sind.

Es sei noch daran erinnert, daß eine ähnliche Erscheinung bei bodenlebenden Fischen zu beobachten ist, die wegen ihrer Vorsicht den Seesternen seltener zum Opfer fallen als andere.

3. Weiter müssen hier die Vorgänge bei der Nahrungsaufnahme erwähnt werden: Wenn *Raphidocystis infestans* ein kleines Beutetier eingefangen hat, so umfließt sie es; wenn sie ein größeres eingefangen hat, so breitet sie sich flach auf diesem aus. Es könnte scheinen, daß in diesen zwei Bewegungserscheinungen zwei verschiedene, dem jeweiligen Zweck besonders gut angepaßte und von dem Tiere nach Bedarf ausgewählte Möglichkeiten (Fähigkeiten) zu erblicken sind.

Dem ist jedoch nicht so; wie ebenfalls bereits im einzelnen

gezeigt wurde, gleichen sich die beiden Vorgänge bis zu einem bestimmten Zeitpunkte aufs Genaueste: Verkürzen der Pseudopodien, Abflachen des Körpers, Aushöhlen, Aussenden eines breiten Plasmlappens. Nun beginnt der Unterschied: Während das kleinere Beutetier durch seitlich vorströmendes Plasma (Fig. K) eingeschlossen wird, ist ein Gleiches bei einem großen Tiere nicht möglich; dieselbe Bewegungsart führt hier vielmehr zu einem Ausbreiten auf diesem.

Es handelt sich also gar nicht um zwei verschiedene Fähigkeiten; der so verschiedene Enderfolg ist lediglich bedingt durch etwas außerhalb des Individuums Liegendes, die Größe des gefangenen Beutetieres.

4. Zuletzt soll in diesem Zusammenhange noch die Fortbewegung von *Raphidocystis infestans* erwähnt werden. Sie führt das Tier mit verhältnismäßig großer Geschwindigkeit fort und ist ihm deshalb von Nutzen: Orte, an denen Nahrungsmangel eingetreten ist, die mit ausgeschiedenen Stoffwechselprodukten angereichert sind, oder an denen sich infolge von Teilungen die Tiere anhäufen, können so verlassen werden. Die Bewegung verstreut die einzelnen Individuen im Wohnbezirk und erscheint aus diesem Grunde zweckmäßig.

Analysiert man die Bewegung unter dem Gesichtspunkte der zielbewußten Zweckmäßigkeit, so kommt man zu der Überzeugung, daß eine solche nicht vorliegt. Die Bewegung führt das Tier in einem unregelmäßigen Zickzackweg durch das Wasser, bisweilen auch auf rückläufigem Aste in die Nähe des Ausgangspunktes zurück. Dabei verhält sich das Tier nicht selten direkt zweckwidrig, indem es aus dem freien Wasser heraus plötzlich auf eine Ansammlung von Detritus zusteuert, in dem es sich verläuft, bis es zufällig den Rückweg findet. Gelingt dies nicht, so scheint dem Heliozoon die Lage, in die es gekommen ist, zu schaden. Um *Raphidocystis infestans* wurde z. B. künstlich mit der Nadel Detritus angehäuft; das Tier zog die Pseudopodien ein und verharrte somit zum mindesten in einem indifferenten Zustande, der, wenn er länger andauert, wegen mangelnder Nahrungszufuhr zum Tode führen muß. Auch *Actinosphaerium Eichhorni* ging, wenn es mit (lockerem) Detritus überdeckt wurde, stets zugrunde. Daß die Fortbewegung durch chemische Agentien (Paramäciensubstanz) nicht beeinflußt werden konnte, wurde bereits erwähnt. Der Weg, den das Tier zurücklegt, erscheint somit als rein zufällig, oft als zweckwidrig; er erklärt sich ungezwungen aus dem gleich noch zu besprechenden Mechanismus der Bewegung.

Dies gilt auch von der Art der Bewegung. Man sieht die Tiere nämlich erst längere Zeit stilliegen, ganz unvermittelt ge-

raten sie dann in ein schwankendes Vorwärtsrollen, wodurch sie eine Strecke weit fortgeführt werden, bis sie wieder stillliegen und so fort. Es ist also kein ruhiges, konstantes Gleiten zu bemerken. Ein solches müßte eintreten, wenn, wie das CLAPARÈDE und LACHMANN annahmen, die Bewegung durch Anheften und Verkürzen der in der Bewegungsrichtung liegenden Pseudopodien zustande käme. Die erwähnten Erscheinungen erklären sich leicht, wenn man sich vorstellt, daß die *Raphidocystis* zunächst mit einer Reihe von Pseudopodien dem Boden aufliegt und nun beginnt, diese zu verkürzen. Sie wird so lange in Ruhe bleiben, als sie noch von mindestens drei Pseudopodien gestützt wird und die lotrechte Projektion ihres Schwerpunktes noch innerhalb des durch die drei Unterstützungspunkte bestimmten Dreiecks liegt. Sobald durch Kontraktion eines weiteren Pseudopodiums der Schwerpunkt über diese Grenze hinausverlegt wird, muß die Kugel ins Rollen geraten, und zwar, wenn das Dreieck nicht zufällig ein gleichseitiges oder gleichschenkeliges war, nicht über den Fixpunkt des verkürzten Pseudopodiums hinweg, sondern über eine (die längere) Dreiecksseite, also seitlich. Die Bewegung wird durch andere Pseudopodien bald ihr Ende finden müssen. So erklärt sich auf einfache Weise sowohl das Ruckartige der Bewegung, als auch die unregelmäßige Zickzackroute.

Im Gegensatz zur Theorie des Fortziehens, bei welcher die bewegende Kraft in einem Zugvermögen der Pseudopodien gesucht wird, schöpft, wenn vorstehende Erklärung zutrifft, das Tier die für das Fortrollen nötige Energie aus der Schwerkraft. Es fragt sich aber, ob die Verkürzung der sehr dünnen Pseudopodien ohne aktives Zutun des Heliozoons lediglich durch die Druckwirkung erfolgt, also ebenfalls rein mechanisch und durch die Schwerkraft induziert, oder ob man die Verkürzung als eine vom Zellplasma aus induzierte Erscheinung auffassen muß. Beides ist möglich; Beweise für das Vorliegen des einen oder des anderen Modus konnten nicht beigebracht werden. (Der negative Ausfall des Experimentes mit Paramäciensubstanz ist nicht beweiskräftig genug.)

## 2. Systematische Stellung; Name; Diagnose.

Die von BÜTSCHLI, HERTWIG und LESSER stammende Einteilung in *Aphrothoraca*, *Chlamydophora*, *Chalarothoraca* und *Desmothoraca*, die auch PÉNARD anwendet, wird von HARTMANN (1913) wieder aufgegeben, da diesem Autor das dieser Einteilung zugrunde liegende

Kriterium der Beschaffenheit oder des Mangels der Hülle zu künstlich erscheint. Man muß ihm darin beipflichten. Gerade *Raphidocystis infestans* ist ein Beispiel dafür, daß die Hülle bei nahe Verwandten, nämlich bei Species einer Gattung, sehr verschieden sein kann. Während alle übrigen Glieder der Gattung radiäre Kieselstacheln besitzen, ist dies bei *Raphidocystis infestans* nicht der Fall.

Da aber bei der Bestimmung von Heliozoen zunächst noch auf die Arbeit PÉNARD'S zurückgegriffen werden muß, ist im folgenden *Raphidocystis infestans* in den PÉNARD'Schen Schlüssel eingeordnet worden.

Die Übersicht über die Gattungen der *Chalarothoraca* (PÉNARD 1904, p. 90) gestaltet sich folgendermaßen:

*Chalarothoraca* HERTWIG u. LESSER 1874.

A) Organische Grundsubstanz der Hülle bildet eine relativ dicke Schicht, in welche die Skelettelemente eingebettet sind.

a) Nadeln chitinig *Heterophrys* ARCHER 1869.

b) Nadeln kieselig.

a) Hülle wenig deutlich, Nadeln pfriemen-, ahlen-, scheibenförmig *Raphidiophrys* ARCHER 1897.

β) Hülle deutlich, Nadeln anders *Raphidocystis* PÉNARD 1904.

B) Organische Grundsubstanz der Hülle sehr undeutlich.

(Betrifft die Gattungen *Pinaciophora*, *Pompholyxophrys*, *Lithocolla*, *Elaeorhanis*, *Acanthocystis*.)

Für die Bestimmung der Species der Gattung *Raphidocystis* muß der Schlüssel in folgender Weise modifiziert werden:

*Raphidocystis* PÉNARD 1904.

A) Nur 1 Sorte kieseliger Elemente.

a) Lange, radiäre Kieselnadeln, proximal in organischer Grundsubstanz befestigt *R. simplex* SCHAUDINN 1897.  
(= *Acanthocystis simplex* SCHAUDINN.)

b) Mäßig lange, nicht zugespitzte, tangentielle Kieselstäbchen, vollkommen in organischer Grundsubstanz verborgen *R. infestans mihl.*

B) Zwei Sorten kieseliger Elemente.

a) Ovale, sichelförmige Schüppchen, eine tangentielle Hülle bildend + kurzcyllindrische, außen erweiterte Röhren *R. tubifera* PÉN. 1904.

- b) Sehr kleine Körner von der Gestalt kurzer Hörner oder Trichter, in organischer Grundsubstanz eingebettet + lange, radiäre, außen erweiterte Röhren *R. lemani* PÉN. 1891.  
(= *Acanth. lemani* PÉN. 1891, *Acanth. l. var. Plönensis* ZACH. 1894, *Heterophrys Pavesii* GARBINI 1898.)
- c) Längliche Elemente ohne bestimmte Gestalt + radiäre, gegabelte Nadeln, die die Grundsubstanz nicht durchbrechen *R. glutinosa* PÉN. 1904.
- d) Kieselperlen in organischer Grundsubstanz + gerade zugespitzte, von zarter Plasmahülle umgebene Nadeln  
*R. stellata* PÉN. 1904.

### Diagnose.

Kieselstäbchen gerade, nicht zugespitzt, 0,6—1  $\mu$  dick, 3—10  $\mu$  lang, tangential, gänzlich in 2,5—4  $\mu$  dicker, außen buckelig konturierter, organischer Grundsubstanz verborgen, am lebenden Tiere nicht sichtbar; radiär gestellte Kieselemente fehlen; Pseudopodien doppelt so lang wie Körperdurchmesser, äußerst dünn; exzentrisch gelegenes Entoplasma mit Zentralkorn und ganz außen gelegenen Kern; Kern im Leben sehr schwer sichtbar, schwer färbbar, 4—6  $\mu$ , mit derber Membran und 1—2  $\mu$  großem Binnenkörper (Karyosom); Tier farblos bis schwach grünlich-blau; Durchmesser des ganzen Tieres 20—40  $\mu$ ; parasitiert temporär auf Ciliaten.

Habitat: Am Grunde stehender, oligosaprobe Gewässer, auf der Oberfläche des Schlammes.

Name. Das im Vorstehenden beschriebene Heliozoon läßt sich in dem Genus *Raphidocystis* PÉNARD 1904 unterbringen. Es erwies sich mit keiner der bekannten Species dieser Gattung identisch. Als Speciesname wurde der bemerkenswerten Lebensweise wegen *infestans* (*infestare* = angreifen) für geeignet gehalten.

### Zusammenfassung.

1. Die Zusammenfassung der morphologischen Merkmale siehe unter Diagnose, S. 180.

2. *R. infestans* vermag sich räuberisch (kleine Flagellaten) und parasitisch (größere Ciliaten) zu ernähren. Das Einfangen und Bewältigen der Wirtstiere (*Paramecium*, *Glaucoma*, *Colpidium*, *Nassula*, *Trachelius*) erfolgt nicht durch Giftwirkung, sondern durch Verkleben der Cilien mit den Pseudopodien. Es erfolgt keine Auslese der Wirtstiere; die scheinbare Auswahl erklärt sich aus morphologischen und biologischen Eigentümlichkeiten der Ciliaten.

Räuberische und parasitierende Lebensweise wechseln nach jeweiliger Gelegenheit ab. Die Wirtstiere sterben durch Säfteentzug langsam ab.

3. Auf den befallenen Ciliaten breitet sich *R. infestans* tellerförmig aus.

4. Die Hülle kann durch Lobopodien jederzeit durchbrochen werden; nach deren Zurückziehen schließt sie sich wieder.

5. *R. infestans* bewegt sich vom Orte; die Lokomotion kommt durch Verkürzung der den Boden berührenden Pseudopodien zustande und erfolgt rollend, ruckweise und in einem Zickzackweg.

6. *R. infestans* verläßt bisweilen spontan die Hülle und bewegt sich dann amöboid, Diatomeen verzehrend.

7. Bei Neubildung der Kieselemente treten zuerst Kieselsphärite auf, die zu Stäbchen verschmelzen.

8. *R. infestans* besitzt ausgesprochene Neigung zu Koloniebildung und Plastogamie.

9. Während der Encystierung wird die Hülle abgeworfen; die Cystenhülle ist eine Neubildung.

10. Zweckmäßiges und zielbewußt erscheinendes Verhalten gegenüber äußeren Einwirkungen (scheinbare Auslese der Beutetiere; zweckmäßiges, aber verschiedenes Verhalten beim Bewältigen kleiner, bzw. großer Beutetiere; Verlassen der Hülle; Zerstreuen der Population im Wohngebiet durch Lokomotion) läßt sich ohne Annahme immaterieller Faktoren verstehen.

---

### Literaturverzeichnis.

(Außer den im Text zitierten werden hier nur die wichtigeren faunistischen Arbeiten angeführt. Von mehreren hierher gehörenden Arbeiten eines Autors wird in der Regel nur die neueste angegeben, aus der die vorhergehenden zu ersehen sind.)

ARCHER, W. (1866): Presumed new Heliozoan discovered by Mr. BOLTON near Birmingham. *Ann. of Nat. Hist.* (5) Vol. 16.

BRESSLAU, E. (1924): Die Ausscheidung von Schutzstoffen bei einzelligen Lebewesen. *Ber. Senckenb. Nat. Ges.* Bd. 54.

BÜTSCHLI, O. (1880—82): BRONN's Klassen und Ordnungen. I. Protozoa.

CATTANEO, G. (1879): Sull' anatomia e fisiologia dell' *Acanthocystis flava*. *Extr. dagli Ann. Soc. Ital. Sc. Nat.* Vol. 22.

CAULLERY, M. (1911): Sur un héliozoaire marin trouvé à Banyuls. *Bull. Soc. Zool. France* T. 36.

CLAPAREDE et LACHMANN (1858): *Etude sur les Infusoires et les Rhizopodes*. Genève 1858—59.



- CRAWLEY, H. (1900): A flagellated Heliozoan (*Vampyrella lateritia* LEIDY). *Amer. Naturalist* Vol. 34.
- (1902): A peculiar Heliozoan. *Prov. Acad. Nat. Sc. Philad.* 1902.
- DONS, C. (1917): Heliozoen *Wagnerella borealis*. *Tromsø Mus. Aarsh. Bd.* 38/39.
- (1919): Heliozoen *Microsol borealis*. *Ibid.* Bd. 41.
- FRENZEL, J. (1892): Mikroskopische Fauna Argentiniens. *Bibl. Zool.* Vol. IV, 12.
- HARTMANN, M. (1913): Rhizopoda. *Handb. d. Naturwiss.*
- KÖLSCH (1902): Untersuchungen über die Zufießungserscheinungen der ciliaten Infusorien. *Zool. Jahrb. f. Anat.* Bd. 16.
- LEIDY, JOS. (1879): Freshwater Rhizopods of North America. Washington 1879.
- (1893): A sozial Heliozoan (*Raphidiophrys socialis* n. sp.). *Proc. Acad. Nat. Sc. Philad.* 1893.
- LEPESCHKIN, W. W. (1923): Über den Aggregatzustand der plasmatischen Fäden und Stränge. *Ber. d. deutsch. bot. Ges.* Bd. 43, 1.
- LORD, J. E. (1905): Notes on *Acanthocystis pertyana*. *Trans. Manch. micr. Soc.* 1905.
- MÖBIUS, K. (1890): Verzeichnis der Rhizopoden der Kieler Bucht. *Arch. f. Naturgeschichte* Bd. 56.
- OSTENFELD, C. H. (1904): On two new marine species of Heliozoa occurring in the plankton of the North Sea and the Skager Rak. *Medd. Komm. Harundersogelser Ser. Plankton* Bd. 1.
- PÉNARD, E. (1904): Les héliozoaires d'eau douce. Genève, H. Kündig.
- RHUMBLER, L. (1898): Zelleib-, Schalen- und Kernverschmelzung bei den Rhizopoden. *Biol. Zentralbl.* Bd. 18.
- (1923): Rhizopoda. *Handb. d. Zool.* Bd. 1.
- SCHAUDINN, FR. (1896): Heliozoa. in: „Tierreich“. Berlin 1896, Friedländer u. Sohn.
- (1896): Über das Zentralkorn der Heliozoen, ein Beitrag zur Centrosomenfrage. *Verh. d. deutsch. zool. Ges.*, 6. Vers., Bonn.
- SCHULZE, P. (1923): Beitrag zur Kenntnis der Kieselnadelbildung besonders bei den Spongilliden. *Arch. f. Zellforsch.* Bd. 17.
- STERN, C. (1924): Untersuchungen über Acanthocystiden. *Arch. f. Protistenk.* Bd. 48.
- WALTON, L. B. (1905): *Actinolophus minutus* a new Heliozoan, with a review of the species enumerated in the genus. *Ohio Natural.* Vol. 5.
- WEST, G. S. (1901): On some British Freshwater Rhizopods and Heliozoa. *Journ. Linn. Soc. London Zool.* Vol. 28.
- ZACHARIAS, O. (1902): Ein neues Heliozoon (*Heterophrys pusilla*). *Zool. Anz.* Bd. 25.
- ZUELZER, M. (1909): Bau und Entwicklung von *Wagnerella borealis* MERRSCHK. *Arch. f. Protistenk.* Bd. 17.

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

## Kleinere Mitteilungen.

---

### **Beitrag zur Kenntnis der Gehäusebildung bei den Tintinnidae und zur Kenntnis mariner Ciliaten.**

Von  
Dr. med. et phil. **Werner Busch.**

(Hierzu 9 Textfiguren.)

---

Seit den grundlegenden Arbeiten von BRANDT (1, 2), SCHWEYER (8) und ENTZ (7) ist unsere Kenntnis von der Art und Weise der Gehäusebildung bei den Tintinnidae nicht wesentlich erweitert worden. Der Hauptgrund hierfür ist die außerordentliche Empfindlichkeit der marinen Tintinnidae gegenüber Umweltänderungen, die erfolgreiche Kulturversuche bisher vereitelte. Wir sind daher vorläufig in der Hauptsache auf gut konserviertes Material angewiesen und müssen es auch hier für einen glücklichen Zufall halten, wenn wir gerade Tintinnidae bei der Gehäusebildung antreffen.

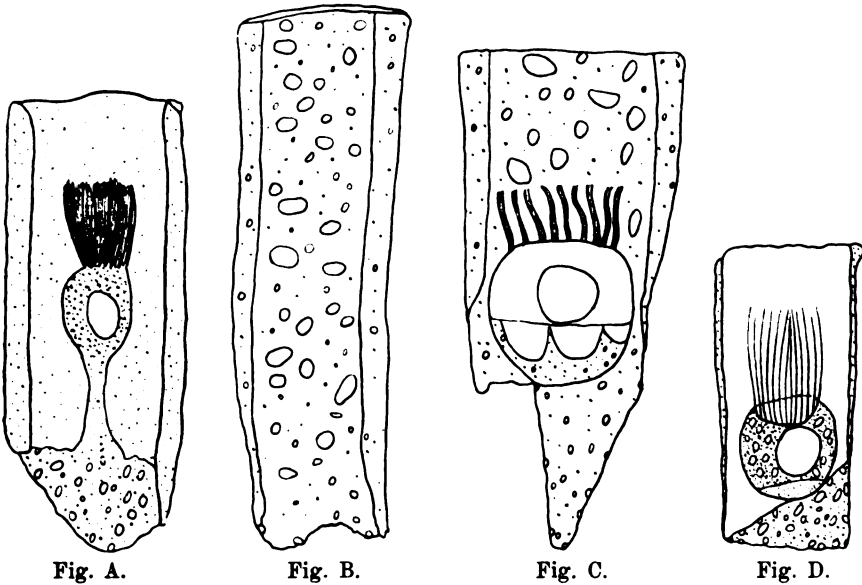
Während BRANDT noch zu der Anschauung neigt, daß die Gehäusebildung hauptsächlich wie bei den Talamophoren erfolgt, nimmt SCHWEYER eine Ringbildung unterhalb der Peristomfläche an, von der aus durch Secretion einer plasmatischen Substanz und Umfließen des Ciliatenkörpers sowie nachträglicher Erstarrung die Form des Gehäuses entstehen sollte. ENTZ neigt mehr zu der Vorstellung einer Art „Häutung“ des Ciliaten, wobei das Ectoplasma eine gekörnte Substanz sezernieren soll mit Vakuolenbildung. Diese Vakuolen sollen durch Absorption des Inhaltes die Kammern

zwischen der äußeren und inneren Begrenzungswand des Gehäuses entstehen lassen. Die sogenannten „glänzenden“ Körperchen auf der äußeren Gehäusewand mancher Tintinnidae werden zum großen Teil als organischer Natur (keratinähnliche Stoffe) zum Teil aber auch als kalkhaltig oder auch verkieselt gefunden. BRANDT wie ENTZ neigen zu der Vorstellung, daß diese Körperchen durch Excretion (Verdaunungsreste?) vom Peristom aus allmählich über die ganze äußere Gehäusewand ausgebreitet würden. Diese Vorstellung begegnet jedoch außerordentlichen Schwierigkeiten. Es müßte schon ein, wenn auch sehr dünner, äußerer Plasmabelag angenommen werden, der diesen Transport dann besorgte. Ein solcher Überzug ist bisher nicht festgestellt worden, wenn auch BRANDT gelegentlich die Gehäuse der Tintinnidae für „kleberig“ hält. Die Autoren halten sämtlich an einer Gehäusebildung von der nächsten Umgebung des Peristoms aus nach dem apikalen Ende hin fest oder stellen sich wie ENTZ eine gleichmäßig erfolgende allseitige Plasma-secretion in der Art einer „Häutung“ vor. Ausdrücklich sagt ENTZ: „Der Zuwachs kann nur am Kragenteil geschehen, da das kessel-förmige Ende am hinteren Ende geschlossen ist“.

Bei einer neuen Art aus Oberflächenproben der Reede von Cheribon (Javasee) konnte ich eine Gehäusebildung feststellen, bei der die Bildung zwar auch vom Peristom zum apikalen Körperteil vor sich geht, bei der jedoch die Schlußplatte gewisse Besonderheiten zeigt. *Tintinnidium primitivum* spec. nov. fand sich in Oberflächenproben der Reede von Cheribon (6° 50' S., 108° 35' O.) neben vereinzelt Exemplaren anderer Tintinnidae-Arten in relativ großer Anzahl (Fig. A—D). Auch waren Strombidien und Sphaerotrichien zu sehen. Zeit: 9 Uhr 30 Min. vormittags (Fig. A). Es ist wahrscheinlich, daß die Teilung und Conjugation der Tintinnen sich vorzugsweise in den Nachtstunden bzw. frühesten Morgenstunden abspielt, daß also in den untersuchten Proben die Mehrzahl der hüllenlosen Teilsprößlinge gerade mitten in der Hüllenbildung oder auch schon am Ende derselben war. Das Vorhandensein zahlreicher sehr kleiner nicht näher bestimmbarer Tintinnen fiel in den gleichen Proben sehr auf, wobei die Hülle den Eindruck einer unfertigen machte. Bei *Tintinnidium primitivum* lassen sich drei Gehäuseformen abgrenzen. Ein an beiden Enden offenes (Fig. B), ein am apikalen Ende halb verschlossenes (Fig. C) und ein am apikalen Ende voll verschlossenes Gehäuse (Fig. D). Die Hülle ist sehr dickwandig (Fig. B) und verjüngt sich ganz allmählich zum apikalen Ende. Trotz der ausgezeichneten Konservierung, die die feineren Zelleinzelheiten voll

zur Geltung brachte, habe ich keine Kammerung oder Wabenbildung zwischen den inneren und äußeren Begrenzungslinien feststellen können.

Die Gehäusewand scheint sehr weich und dehnungsfähig zu sein. Der apikale Rand zeigt sich stumpf abgeschnitten mit etwas welliger Begrenzungslinie. Die Oberfläche des Gehäuses zeigt glänzende schollige Körperchen, die durch die FLEMMING'sche Lösung eher eine Aufquellung als Auflösung erfahren haben. Sicher sind sie keine Kalkauflagerungen und wohl organischer Natur. Die im allgemeinen homogene Innenwand des Gehäuses zeigte bei manchen



Exemplaren auch eine wenn auch locker verstreute grobe Körnelung. Es ist auch durchaus nicht ausgeschlossen, daß diese Körnelung durch Vakuolen vorgetäuscht wurde. Bei den apikal offenen Gehäusen machte der apikale Rand den Eindruck einer plötzlich erstarrt zähen Masse. Er war fast regelmäßig gesägt, zerfetzt, wie abgerissen. Auch im Querschnitt zeigt die Gehäusewand ein eigenartig unvollkommenes, verdünnt-verschmälertes zerfetztes Ende. Bei unvollkommen verschlossenen Gehäusen zeigten sich an die Gehäusewand angeschlossene klumpen- und zapfenförmige Gebilde aus optisch der gleichen Masse. Gerade bei diesen Gehäusen war die apikale Partie auffallend verschmälert. Bei den ganz geschlossenen Gehäusen war eine schräge Verschußplatte, von genau dergleichen

optischen Struktur zu sehen. Diese Platte machte den Eindruck eines angepreßten dicken Schleimpfropfes und variierte in der Form außerordentlich. Bald dick, bald dünner, bald schräg, bald gerade. In den Gehäusen mit Schlußplatte haftete der Ciliatenkörper meist an dieser Platte, optisch sehr häufig gar nicht von der Masse der Gehäusewandung abtrennbar. Sehr häufig ließ sich aber auch eine Stielbildung feststellen. Überhaupt erwies sich die Festlegung einer typischen Körperform als unmöglich. Der Körper, in der Ruhe anscheinend kugelig, ist außerordentlich metabolisch, bald ganz langgestreckt und dünn, bald dick und kugelig. Deutlich läßt sich eine Plasmaverschiedenheit am apikalen Ende feststellen. Das aborale Plasma ist durchsichtiger und zeigt wesentlich geringere Körnelung als das übrige Plasma. Es schien mit dem Ectoplasma identisch zu sein. Die Gehäuselängen schwanken zwischen 38,5 und 84  $\mu$ , die Breite des oralen Endes zwischen 21 und 24,5  $\mu$ , die des aboralen Endes zwischen 12 und 16  $\mu$ . Die Länge des Körpers schwankt zwischen 12 und 14  $\mu$ , die der Membranellen zwischen 7 und 13  $\mu$ . Die Gehäusebildung scheint bei *Tintinnidium primitivum* vom aboralen Körperpol auszugehen unter Secretion einer ectoplasmaähnlichen Substanz, die durch die Cilien und Membranellen des Ciliaten an der Innenfläche wohl modelliert wird. Fällung und Entmischung (vielleicht mit Vakuolenbildung) scheinen nach der Secretion für die Wandstruktur des Gehäuses maßgebend zu sein. Dagegen spielt Quellung und Entquellung anscheinend keine Rolle bei den Tintinnidae.

Daß aber auch nach anscheinend abgeschlossener Gehäusebildung eine erneute Gehäusebildung (Verlängerung) am aboralen Gehäuseteil eintreten kann, zeigte sich bei zahlreichen Exemplaren von *Tintinnopsis karajacensis* aus Oberflächenproben der Reede von Makassar. Neben gut verschlossenen Gehäusen fanden sich auch solche, bei denen das aborale Ende durch einen breiten, zungenförmigen Plasmafortsatz durchbrochen war, so daß noch Schalenrümmer seitlich dem Fortsatz auflagen (Fig. E). Bei diesem Stielfortsatz handelte es sich meist um völlig homogenes Plasma, das deutlich und optisch untrennbar mit dem aboralen Körperende in Verbindung stand. Nur vereinzelt ließ sich noch eine feine Körnelung im Inneren des Fortsatzes erkennen. Während bei den meisten Exemplaren sich diese Fortsätze zum Ende verjüngten und stumpf endeten, bei glatter und gleichmäßiger Begrenzung, waren bei anderen auch zahlreiche völlig unregelmäßig angeordnete Zacken sichtbar, die vollkommen Pseudopodien glichen (Fig. F). Es scheint nun nicht

unmöglich zu sein, diese Pseudopodien-ähnlichen Fortsätze mit der Bildung der „glänzenden Körperchen“ in Verbindung zu bringen. Durch Abschnürung der verschiedenen geformten Pseudopodien und deren degenerativ-keratinähnliche Umwandlung wäre die Bildung der Gehäuseauflagerungen, ihre organische Natur und die Anordnung an der Gehäuseoberfläche durchaus verständlich.

Auch ist die Möglichkeit, daß auf diese Weise Körperschlacken und unbrauchbare Nahrungsreste entfernt werden, nicht von der Hand zu weisen. Ich möchte noch an die von BRANDT erwähnte Tatsache der „Kleberigkeit“ mancher Tintinnengehäuse erinnern, die es durchaus nicht unmöglich erscheinen lassen, auch eine Schutzfunktion der glänzenden Körperchen anzunehmen. Eine derartige Schutzfunktion erscheint mir naheliegender als eine Funktion etwa als Wandverstärkung. Nach meinen Beobachtungen steht aber die bei den verschiedenen Exemplaren einer Art in sehr verschieden großer Anzahl vorhandenen glänzenden Körperchen in deut-

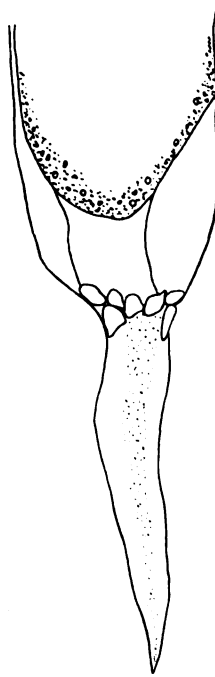


Fig. E.

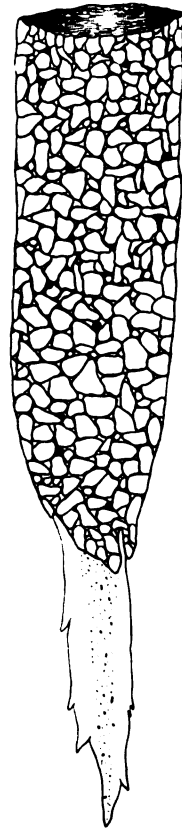


Fig. F.

licher Beziehung zu den wechselnden Umweltfaktoren und zwar hauptsächlich Veränderungen der Ionenkonzentration, aber auch Ionenzusammensetzung. Man muß z. B. an die in der Nähe von tropischem Festland oft plötzlich zufließenden und gewaltigen Mengen von Landwassern denken, die gerade an der Meeresoberfläche oft weit seewärts noch eine deutlich nachweisbare Veränderung in der Ionenzusammensetzung schaffen. Wenn diese auch nur vorübergehender Natur zu sein pflegt, genügt sie aber sicher, um bei den empfindlichen Tintinnidae Veränderungen der Gehäusestruktur zu schaffen, wenn sie

zur Zeit der Hüllenneubildung auf die ausgeschiedenen plasmatischen Massen einwirkt. Ich erinnere in diesem Zusammenhang an die Untersuchungen SPECK's (9) betreffs des Einflusses der Salze auf die Plasmakolloide bei *Actinosphaerium*. Danach wird die Oberflächenspannung bei stärkerer Sulfatkonzentration gesteigert. Der plasmatische Überzug der Achsenfaden verwandelt sich bei Sulfateinwirkung in Tröpfchen, wobei Calciumsulfat am kräftigsten zu wirken scheint. Den Einfluß derartiger Einwirkungen veränderter Ionenkonzentration und Zusammensetzung zu prüfen, bieten gerade die Tropen sehr günstige Untersuchungsmöglichkeiten. Jedoch können die glänzenden Körperchen auch innerhalb des Gehäuses auf der Körperoberfläche des Ciliaten angeordnet erscheinen, wie es beifolgende Figur zeigt (Fig. G). Daß auch die Stielbildung bei *Cyttarocylis* und die Bildung von Gehäus falten und Leisten in ähnlicher Weise vor sich gehen dürfte, dafür gibt Fig. H vielleicht einen Anhaltspunkt. Wir sehen eine sehr zarte, anscheinend noch nicht erstarrte Hülle, die in einen plasmatischen länglichen Stiel ausgezogen ist und deutliche vielfache Strangverbindung zum Ectoplasma des Ciliatenkörpers zeigt. Die Bildung von Ectoplasma-differenzierungen, Vakuolenbildung und Umwandlung der äußersten Ectoplasmaschicht in körnig-schleimige Massen spielt auch bei anderen marinen Ciliaten eine bemerkenswerte Rolle. So sehen wir bei der systematisch noch nicht geklärten *Tintinnopsis Makulosa* MANSFELD das Ectoplasma eine Vakuolenschicht bilden. Auch bei *Strombidium mucotectum* BUSCH ist die körnige äußere Schleimschicht bemerkenswert.

Bei der Gattung *Buehringa* war der Ciliatencharakter nicht ganz gesichert. In der antarktischen allgemeinen Ostströmung konnte ich in 44° 33' S., 113° 45' O. und 37° 33' S., 132° 20' O. Exemplare genauer untersuchen, wenn auch in geringer Volksstärke. Es scheint sich also um eine weit verbreitete Art zu handeln. Die 25  $\mu$  langen Membranellen (bei 32  $\mu$  Körperlänge und 26  $\mu$  Breite) umsäumen in flacher Kurve die Peristomfläche. Die Hülle besteht aus zwei deutlich voneinander geschiedenen Teilen, einem oralen aus länglichen Plättchen bestehenden und einem aboralen aus sechseckigen Feldern bestehenden Teil (Fig. J). Wie bei den marinen Strombidien läßt sich eine deutliche Sonderung in Ectoplasma und Entoplasma mit vakuolisierter Zwischenschicht (trichocystenhaltig?) feststellen. Doch reicht diese Sonderung mit Zwischenschicht nur bis zu der Grenzlinie zwischen oralem und aboralem Körperteil. Maße: oraler Körperabschnitt 10,5  $\mu$ , aboraler 21,5  $\mu$ .

Bei den Autoren werden die Membranellen der marinen Strombidien fast immer so abgebildet, als ob die zusammensetzenden Cilien bis zum Ende parallel zueinander in der Membranelle angeordnet sind. Das ist aber nicht der Fall. Man findet vielmehr zunächst die äußeren Cilien einer Membranelle wesentlich dicker als die inneren, eine Beobachtung, die von SCHWEYER (8) bei *Tintinnen* ebenfalls gemacht worden ist. Bei diesen fand er einen außen verdickten Rand der Membranelle und beobachtete, daß die Membranellen von außen nach innen unter Drehbewegungen schlagen.

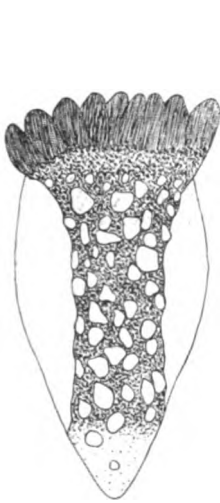


Fig. G.



Fig. H.

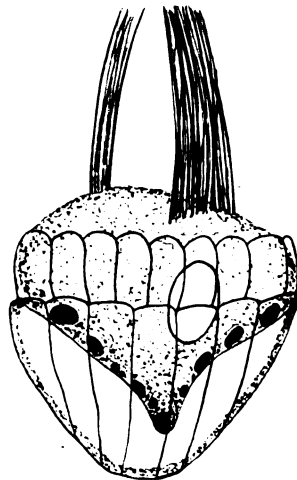


Fig. J.

Das ist nach meinen Beobachtungen auch bei den meisten marinen Strombidien der Fall. Am klarsten ist die innere Konstruktion der Membranellen bei *Strombidium buehringae* BUSCH zu sehen, bei welchem Strombidium wir die Form eines Riemens eines Rennruderbootes vor uns sehen. Bei dieser Art, wie auch bei den meisten von mir untersuchten anderen Arten, sind die Cilien der Membranellen nicht parallel zueinander angeordnet, sondern meist auch leicht übereinander geschoben oder manchenmal sogar gedreht, so daß der äußere Rand nach innen schlagen muß. Dabei bildet das Ende der Membranelle gewöhnlich im Leben nicht eine Auffaserung in freie Cilienenden, sondern einen leicht verdickten Rand mit nach innen gerichteter leichter Neigung, so daß der Vergleich mit dem Riemen eines Rennbootes noch treffender wird. Hierdurch wird die Membranelle zu einem äußerst funktionsfähigen Organ.



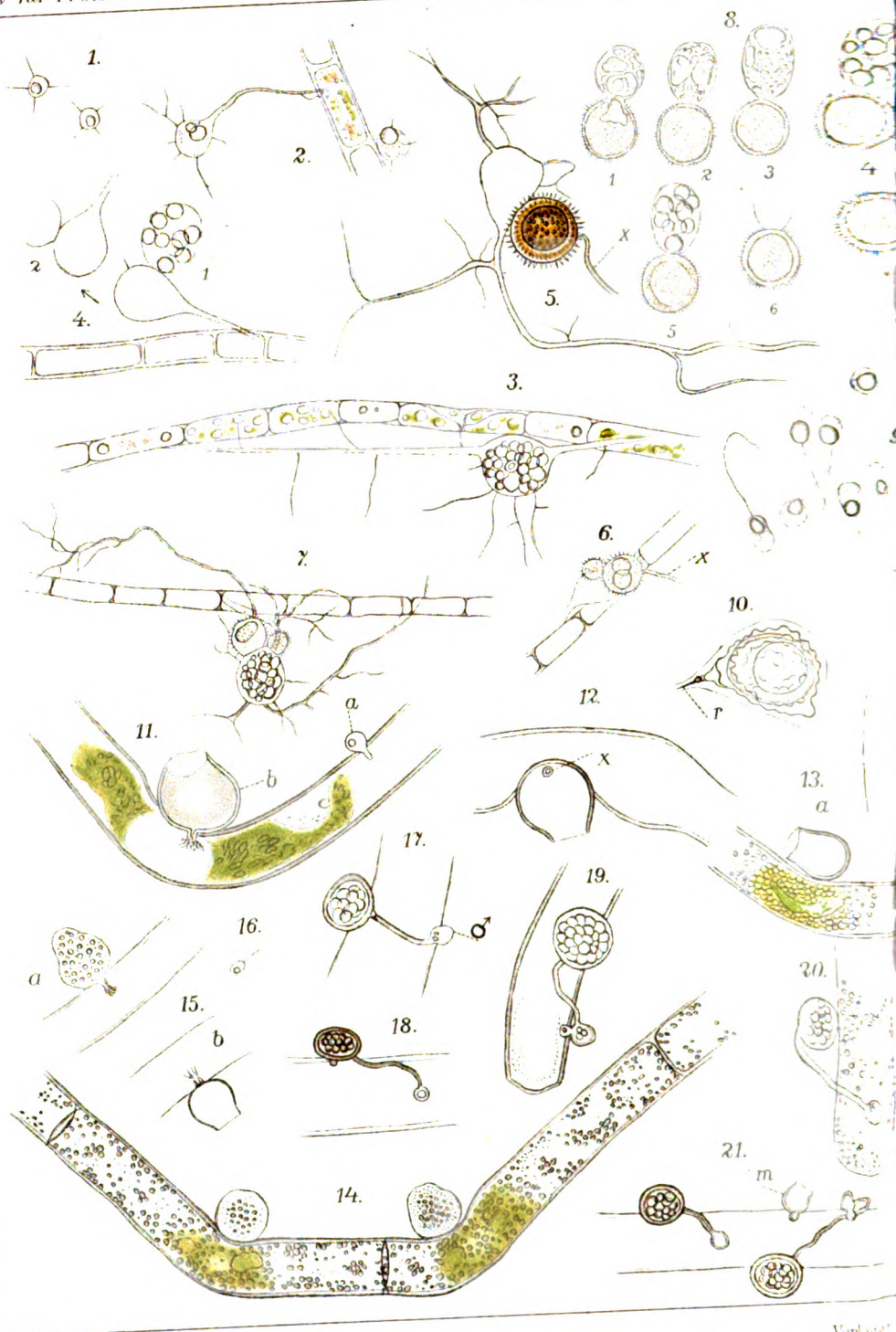
Bei den marinen Strombidien habe ich bisher nur orale und adorale Membranellen feststellen können, niemals parorale (wie ANIGSTEIN bei *Strombidium testaceum*). Die Mundöffnung steht schräg und ist leicht exzentrisch angeordnet. *Strombidium strobilum* (LOHM.) WULFF ließ sich in der antarktischen allgemeinen Ostströmung im Februar (entsprechend dem Nord-August) in relativer Menge in der Javasee im September feststellen. Es wäre sehr lohnend, gerade *Strombidium strobilum* an zahlreichen geographisch voneinander getrennt liegenden Stationen zu verschiedenen Jahreszeiten zu studieren. Vielleicht ist die Zeit der hauptsächlichsten Volksstärke, die im Norden im Mai/Juni zu liegen scheint, auf der südlichen Halbkugel im August/September nördlicher Zeitrechnung. Von dieser Art scheinen zahlreiche Lokalrassen vorzukommen, wie es bei einer die Küstengewässer bevorzugenden Art von vornherein zu erwarten steht. Im Durchschnitt erschien mir *Strombidium strobilum* in der Javasee schlanker und mit an Zahl geringeren Windungen, mit längeren Membranellen und an Volksstärke weit geringer als in arktischen und antarktischen Meeresgebieten. In antarktischen Proben fielen mir häufig Exemplare mit sehr zahlreichen Windungen auf.

---

### Literaturverzeichnis.

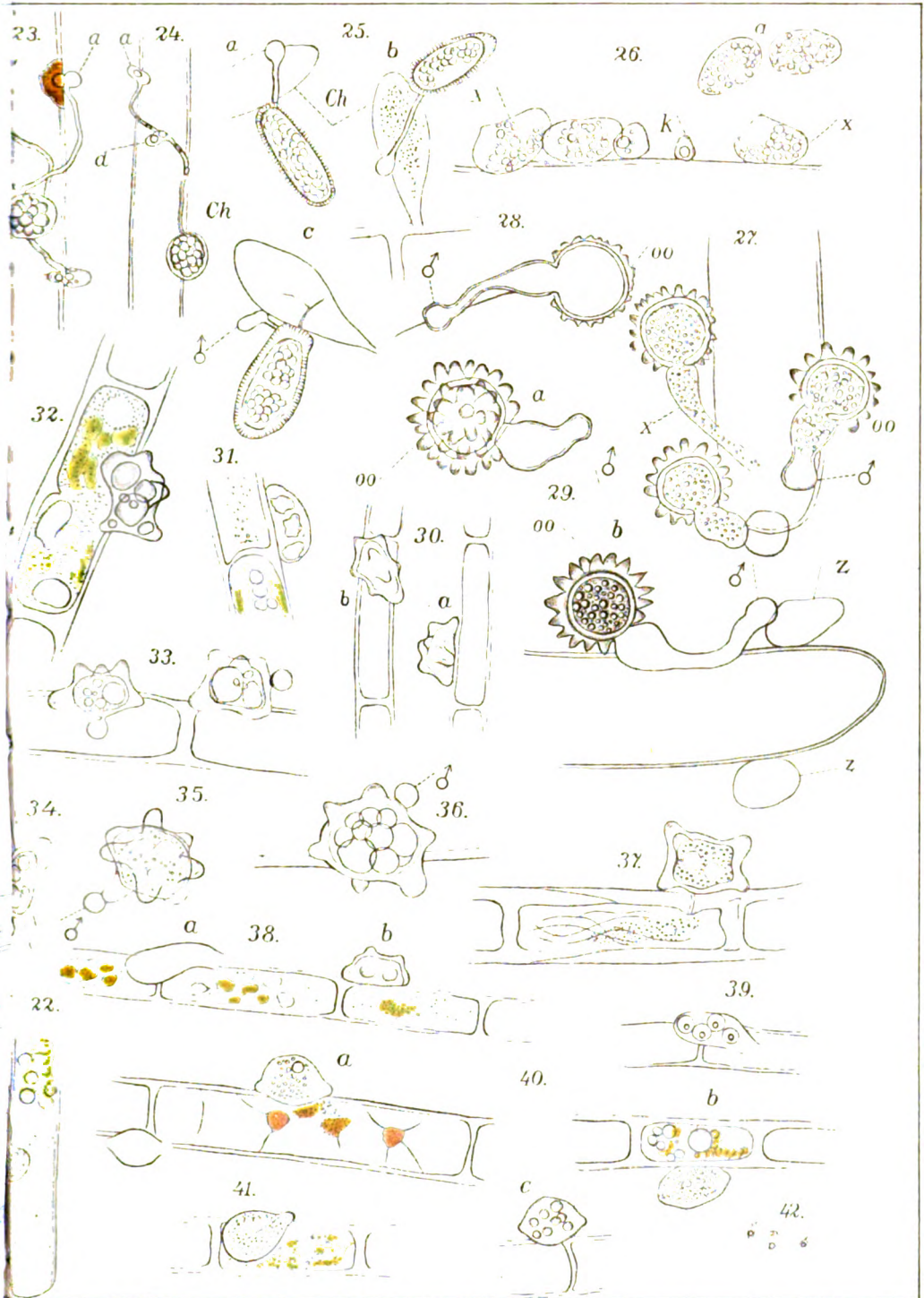
- 1) BRANDT (1906): Die Tintinnodeen der Planktonexpedition. Atlas und Vorwort. Kiel und Leipzig (Lipsius u. Tischer).
  - 2) — (1907): Idem. Systematischer Teil. Kiel und Leipzig (Lipsius u. Tischer).
  - 3) BUSCH (1921): Studien über Ciliaten des nordatlantischen Ozeans und Schwarzen Meeres. I. Arch. f. Protistenk. Bd. 42 Heft 3.
  - 4) — (1923): Idem. II. Ibid. Bd. 46 Heft 2.
  - 5) — (1923): Über Tintinnoideen des Indischen Ozeans. Verhandl. d. Deutsch. Zool. Ges. Bd. 28.
  - 6) — (1924): *Strombidium mucotectum* nov. spec. Arch. f. Protistenk. Bd. 50.
  - 7) ENTZ, G. jun. (1909): Studien über Organisation und Biologie der Tintinnen. Ibid. Bd. 15.
  - 8) SCHWEYER (1909): Zur Kenntnis des Tintinnodeenweichkörpers, nebst einleitenden Worten über die Hülsenstruktur und die Hülsenbildung. Ibid. Bd. 18.
  - 9) SPECK (1921): Der Einfluß der Salze auf die Plasmakolloide im *Actinosphaerium* Eichhorni. Acta zoologica.
-





A. Scherffel del.

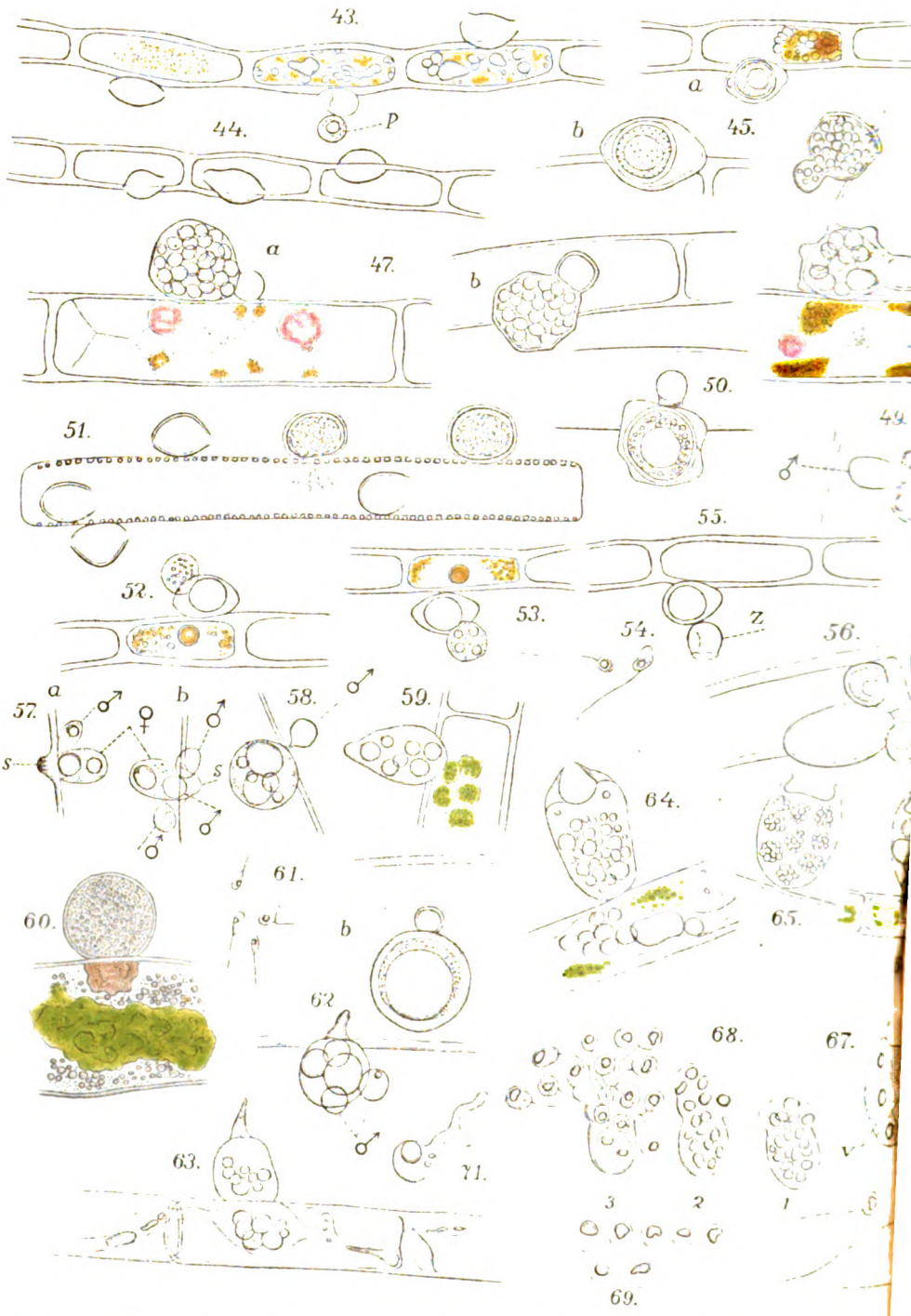
Verlag

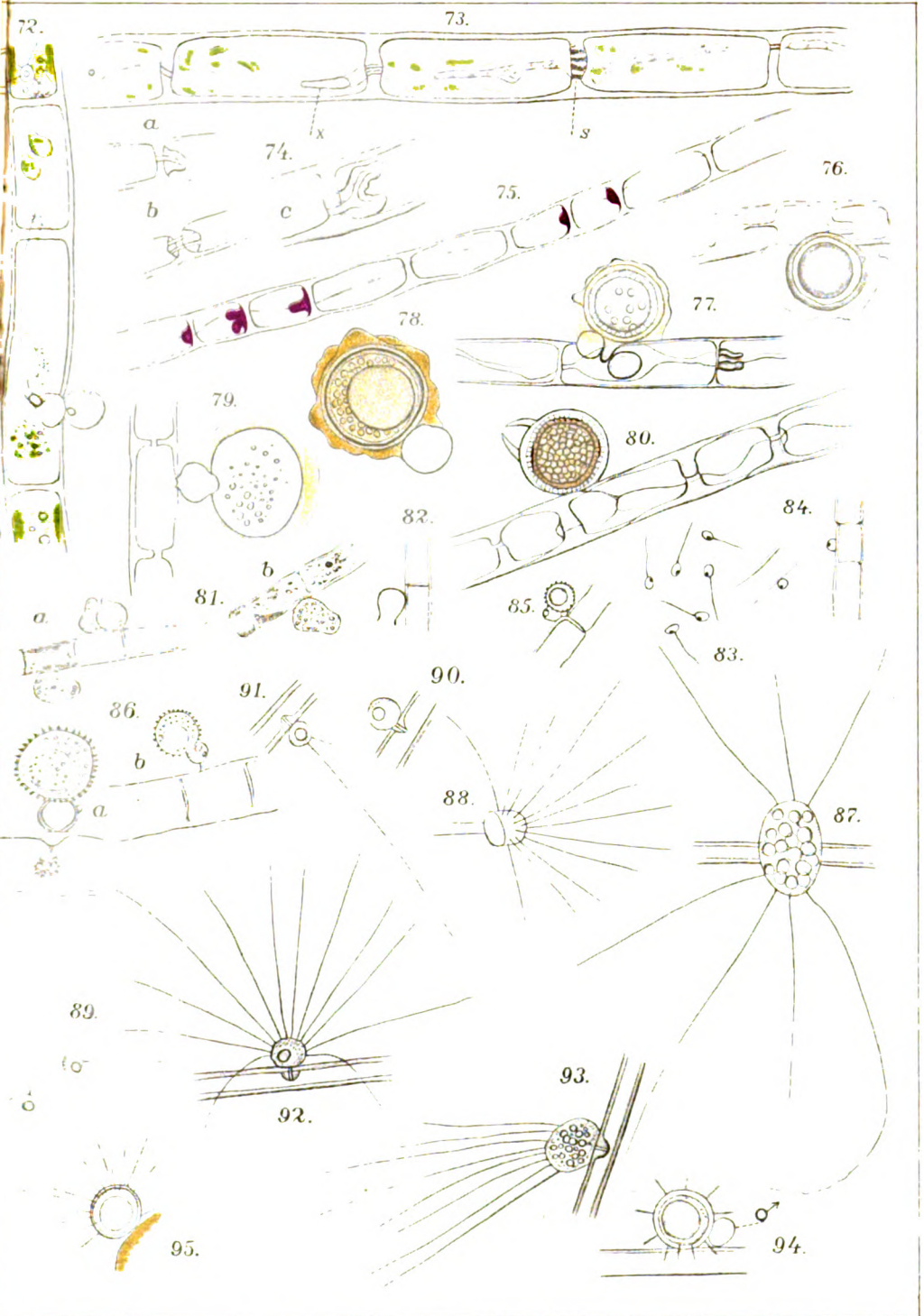








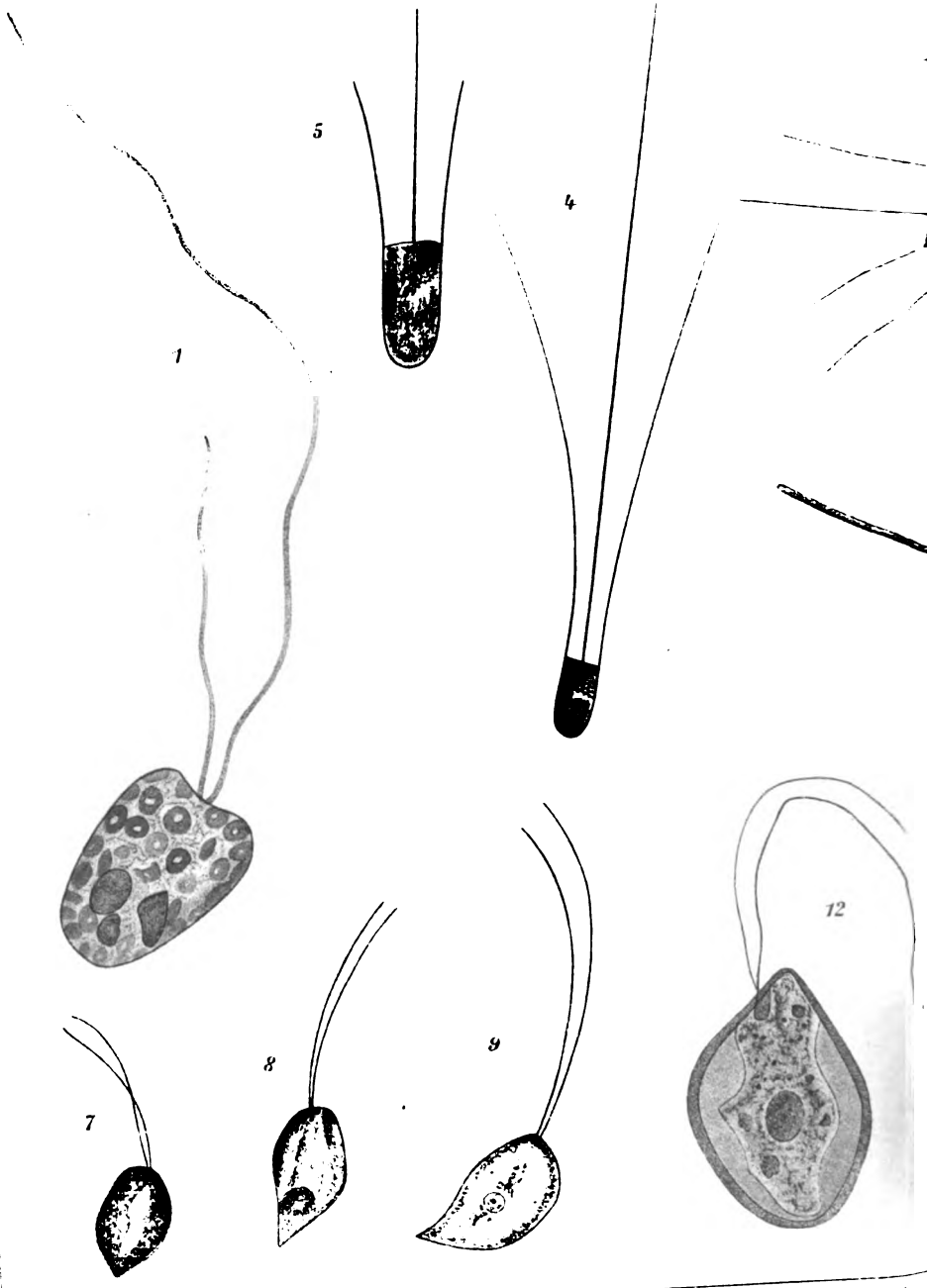












van Leeuwenhoek 1703-1717



her in Jera

Dr. S. A. M. L. J. J.





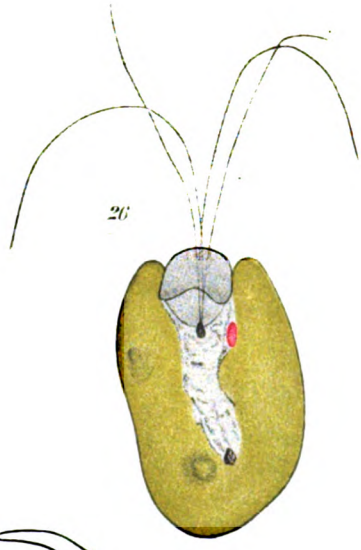


59389 11 1914

11 1914



21



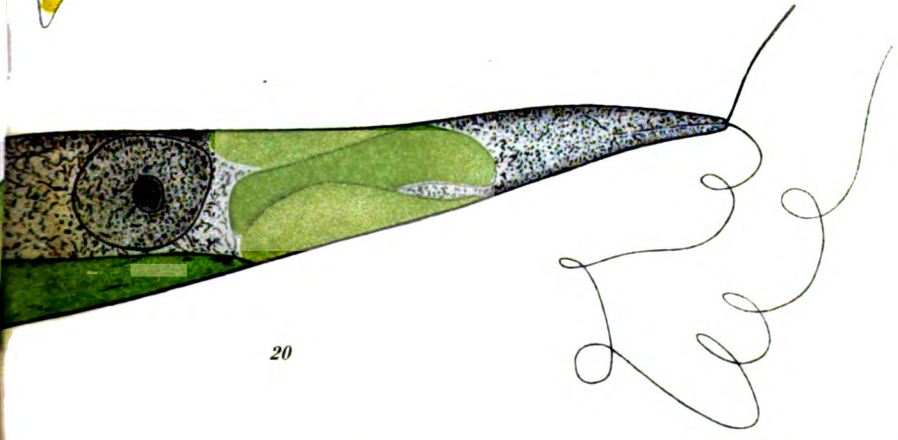
26



19



25



20

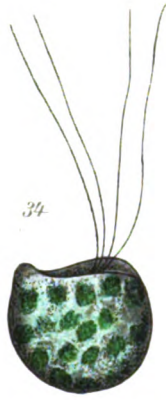
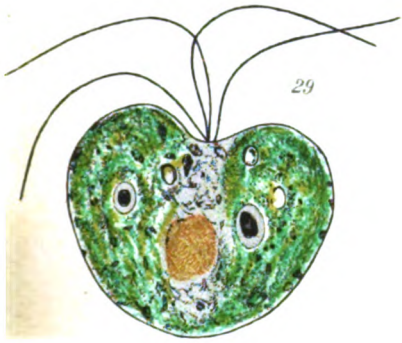






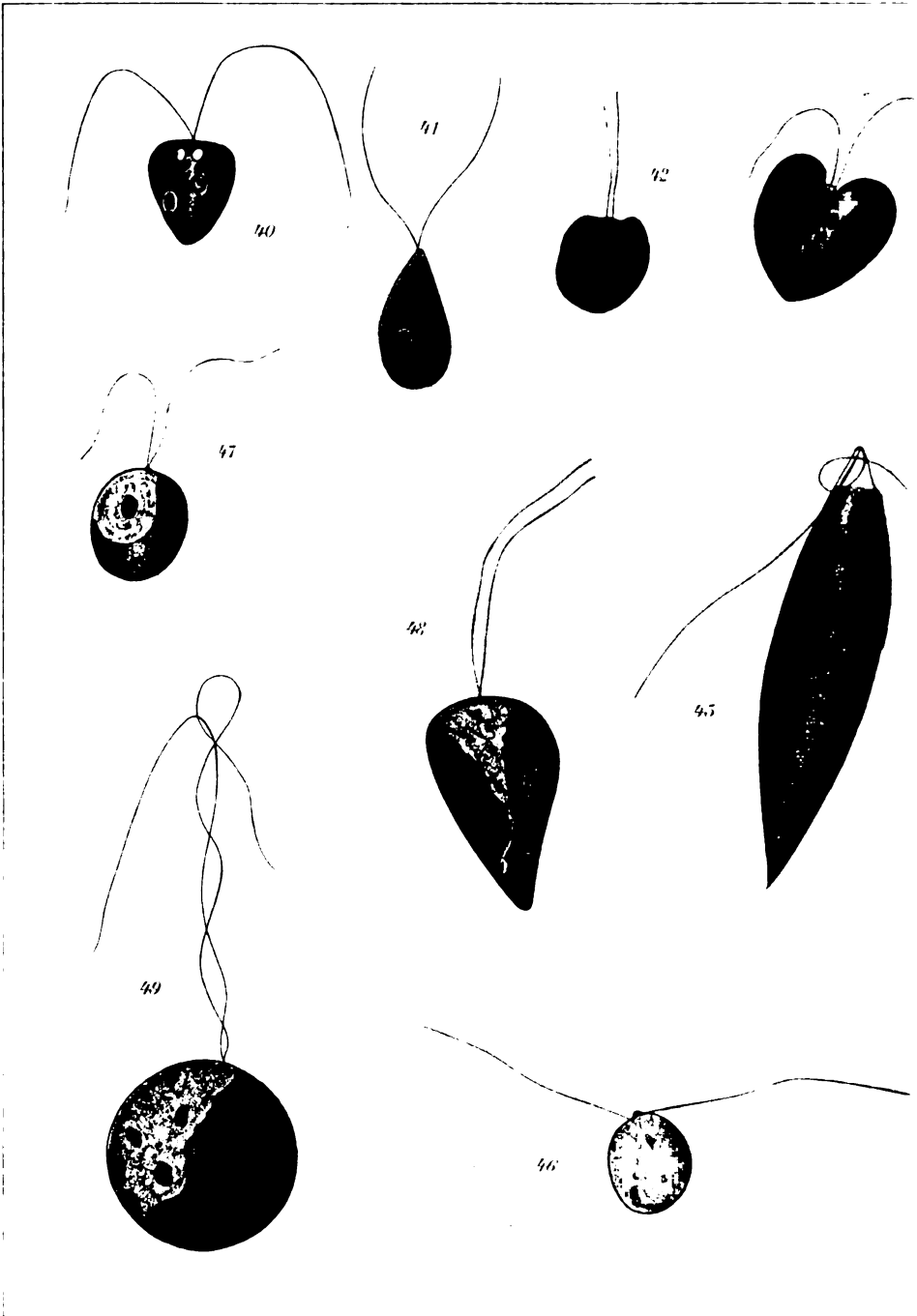


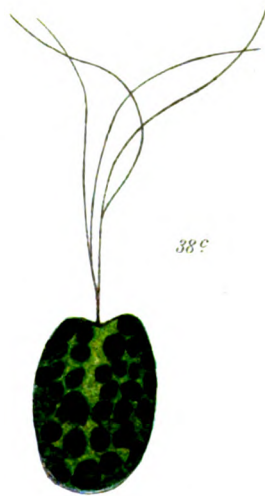
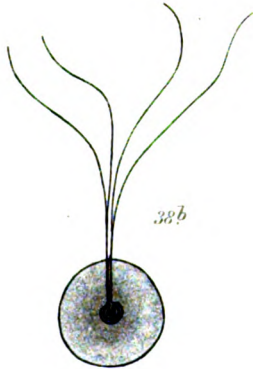
Schuler a. n. z. 12.















*Nachdruck verboten.*  
*Übersetzungsrecht vorbehalten.*

**Observations on *Lophomonas blattarum*,  
a flagellate inhabiting the colon of the cockroach,  
*Blatta orientalis*.<sup>1)</sup>**

By

**R. Kudo,**

Zoological Laboratory, University of Illinois, Urbana, Illinois, U. S. A.

(With 4 Textfigures and Plates 7—8.)

**Contents.**

	page
Introduction . . . . .	192
Material and methods . . . . .	192
The trophic stage . . . . .	194
Form . . . . .	194
Food and method of feeding . . . . .	196
Structure . . . . .	199
Size . . . . .	203
Multiplication . . . . .	204
The encysted stage . . . . .	208
Precystic stage . . . . .	208
Nuclear division . . . . .	209
Size . . . . .	210
Summary . . . . .	210
Bibliography . . . . .	212
Explanation of figures . . . . .	213

<sup>1)</sup> Contributions from the Zoological Laboratory of the University of Illinois, No. 267.

### Introduction.

In contrast with the intestinal flagellates of termites which have recently been quite popular objects of studies by several protozoologists, the flagellate inhabitants of the alimentary canal of the common cockroach have been given a much lesser degree of attention by modern workers. Among many flagellated Protozoa living in the intestine of cockroaches, *Lophomonas blattarum* and *L. striata* have been known to science for some time. As far as I am able to confirm, the last worker on *Lophomonas blattarum* is JANICKI who in 1910 published a detailed account of the organization, multiplication and encystment of this flagellate. He encountered however conditions which he could not observe or explain fully and which consequently await further investigations. During the last fifteen years, not a single paper dealing with either morphological or developmental phase of the flagellate has appeared, although frequent reference was made on it by numerous workers of parasitic flagellates.

Under these circumstances, it seemed highly desirable to undertake anew a study of this somewhat neglected flagellate of the cockroach. In the summer of 1921 I noticed that abundant material was obtainable here at Urbana, so begun its study and have continued it from time to time since that time. The data thus far obtained are summarized in the present paper and presented here in order to bring to light certain points of interest which were not fully understood by previous workers of the protozoon.

### Material and methods.

The cockroaches, *Blatta orientalis*, were collected on the University grounds. During the warmer months — from March to November — they come out from the crevices at the base of various buildings in the evening and are to be found in a large number on the walks and lawn. The collected insects were kept in glass jars in which were placed water and various food stuffs and in this way were kept alive throughout the year. In all fourteen hundred cockroaches were examined and findings recorded. The majority of animals examined were adult females but a few males and immature individuals were studied also. The examination revealed that 32 per cent harbored *Lophomonas blattarum*, while 29 per cent contained *L. striata* in the similar habitat. Mixed occurrence of these two species was noticed in 15 per cent of the material. The

voracious females contained a far greater number of flagellates than the males. Since the material was only obtained out-of-doors from March till November and examinations during the winter months were carried on those insects that had been kept in the laboratory for a variable length of time or collected from artificially heated rooms, I have no definite data to determine the seasonal distribution of the protozoon in nature. But as a rule the largest incidence was recognized in July, August and September as was the case with *Endamoeba blattae* (KUDO, 1925). In Rome, JANICKI (1910) found that about 10 per cent of the female cockroaches were infected by *Lophomonas*, that the males were less frequently infected than the females and that ordinarily two species of *Lophomonas* occurred together. YAKIMOFF and MILLER (1922) examined 124 cockroaches at Petrograd, and found that the infection rates of *Lophomonas blattarum*<sup>1)</sup> and *L. striata* were 7.2 and 9.6 per cent respectively.

*Lophomonas blattarum* is found as is also the case with *L. striata*, *Endamoeba blattae* and *Nyctotherus ovalis*, only in the lumen of the host colon, particularly at the anterior portion of the latter. They are also found in its posterior portion as well as in the rectum, though in a small number. The encysted stages are found throughout the hindgut. The small intestine does not harbor it under ordinary circumstances.

For examination of the flagellate the contents of the colon were mixed with a small drop of sterile salt solution in order to dilute the usually thick fluid containing various solid matters found therein. *Lophomonas blattarum* are best observed in from 0.8 to 0.9 per cent salt solutions. This flagellate withstands artificial conditions better than the other Protozoa mentioned above which occur in the same habitat. To retard the flagellar movements, JANICKI employed a weak picric acid which I find also convenient to use. In its place, I have used vaseline successfully. A very thin coat of vaselin is smeared on the slide before the smear is made and in this way numerous active forms were studied satisfactorily with an oil immersion objective for several hours. *Lophomonas blattarum* lives longer in an ordinary slide covered with a vaselined coverglass than in a sealed hanging drop slide, which was also experienced by KOFOID and SWEZY (1915) in their study of trichomonad flagellates.

---

<sup>1)</sup> YAKIMOFF and MILLER designated the flagellate probably by mistake as *Lophomonas blattae*.

For fixation Schaudinn's mixture, cold and warm; sublimate alcohol, cold and warm; Flemming's strong solution; the same modified by Gatenby; Bouin's fluid and Osmic acid were used. All the fixatives gave good results, showing the presence of glacial acetic acid does not hinder demonstration of the so-called parabasal apparatus of this flagellate of which mention will be made later. For staining, the usual cytological methods were employed, i. e., Heidenhain's iron haematoxylin, Dobell's alcoholic iron haematein, Giemsa's fluid and Delafield's haematoxylin. JANICKI stated that the last named stain did not bring out various organelles of the protozoon very distinctly. As will be stated later, my experience with this stain was totally different from JANICKI'S. Intra vitum staining with janus green B, neutral red and methyl blue was also tried. For observations, compensating binocular lenses were used exclusively, by which various structures both in fresh and stained conditions were made out with certainty, ease and distinctness.

### The trophic stage.

It seems unnecessary to give a historical review of the papers published by STEIN (1860, 1878), BÜTSCHLI (1878, 1887—1889) and GRASSI (1882) related to *Lophomonas blattarum*, since JANICKI (1910) gave an excellent account of them. I have made a brief remark upon the value of cockroach Protozoa as material for a class in parasitic Protozoology KUDO (1922). YAKIMOFF and MILLER (1922) made a survey of the intestinal fauna of the insect at Petrograd as stated elsewhere, but did not give special attention to any one of the organisms observed. Therefore our knowledge of *Lophomonas blattarum* has made little progress in the last fifteen years.

Form. — In its active trophic stage *Lophomonas blattarum* exhibits somewhat variable appearances. The free swimming individuals are as a rule spherical (Figs. 1, 4, 5) or oval (Figs. 2, 3, 9, 11). The anterior end is slightly flattened or drawn out, in which case the body assumes a pyriform shape (Fig. 3). The posterior extremity is usually broadly rounded, although when the axial structure extends beyond the surface of the body, the latter becomes slightly pointed at that end. When the flagellate stays in one place, its anterior region twists from left to right or up and down due to active movements of the flagella-tuft which is located at that extremity and consequently presents various appearances, while the posterior portion remains unchanged indifferent to this activity. When however

making its way through the masses of detritus present in the preparation, the organism shows remarkable change of form. When going straight through the detritus, it usually maintains a more or less pear shape, drawing out somewhat its anterior end, but when it turns round or encounters obstacles, it can assume almost endlessly manifold forms, interesting to watch. This latter state evidently demonstrates that the general protoplasm of this organism is extremely viscous and there is no specialized peripheral region to hinder the change in form.

The fact that the flagellate has unusual ability of undergoing changes in form, is manifested in Textfigure A which was drawn

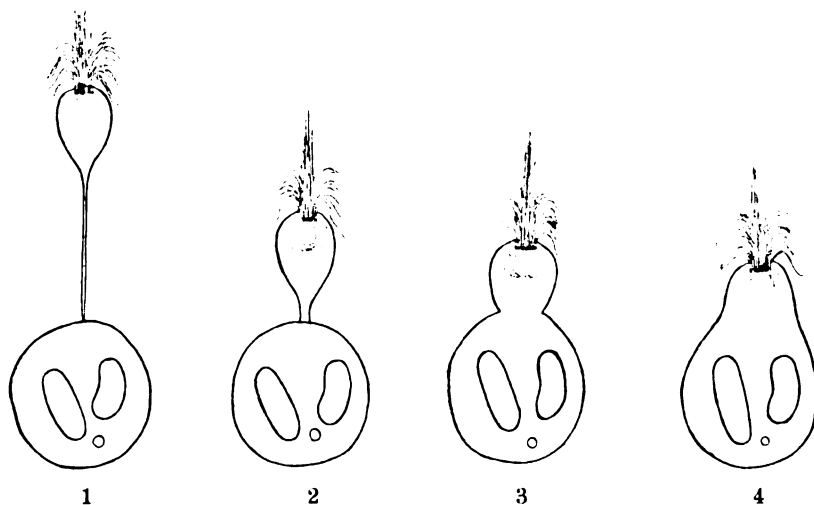


Fig. A. Four outline sketches of an active form of *Lophomonas blattarum*, showing the change of form due to the prolongation of the anterior region, as seen in a living individual.

from a single specimen. When found the larger portion of the body was rounded and from it extended a long „neck“ at the end of which was found a small rounded cytoplasmic mass possessing a nucleus and an actively motile flagella-taft (1). The flagellar movements were so highly active that the „neck“ bent right and left, up and down continuously. After about three minutes, the „neck“ began to shorten (2), in a minute it disappeared (3) and in another minute the outline of the body assumed a smoothly rounded ordinary pyriform shape (4). I have seen a number of individuals exhibiting such a change. JANICKI (1910) noticed a similar change in his material

and supposed therefrom that „doch ist es nicht unwahrscheinlich, daß einmal die schwache, noch übrig bleibende Verbindung reißt, und dann schwimmt die reduzierte Form selbständig von dannen“. I have been able to see frequently actual separation of the small nucleate and flagellate portion from the remaining general mass of cytoplasm in living individuals, and followed the former for several hours without noticing any unusual further behavior due to the reduction in the amount of cytoplasm. The remaining anucleate portion which is very often found and easily distinguished in stained preparations (Fig. 20), degenerates sooner or later. As to this peculiar reduction of cytoplasm during the nuclear division, I shall describe it later. The significance of this phenomenon is not fully understood by me. It does not result in increase in number of individuals and hence cannot be considered as a multiplication process. It is highly probable that this is merely an accidental decrease in the volume of cytoplasm. As far as I can see, the flagellate does not seem to suffer from the sudden breaking up of the ratio between the volumes of the nucleus and cytoplasm. Under crowded conditions in the host gut the elongated „neck“ may easily be cut off from the rest of the body due to the movements of the host body and consequent rapid disturbances of its contents or of nematodes, *Nyctotherus*, etc., which coexist in the same habitat.

Although larger specimens are as a rule broadly rounded at their posterior end, small individuals possess usually a more or less elongated cytoplasmic projection from the posterior end in which one can see faintly the axial structure. In some cases this projection is quite long and to it are attached many particles (Figs. 5, 7).

Food and method of feeding. — The cytoplasm is homogeneous and shows no special differentiation. Neutral red shows that there is a central, ill-defined area in the cytoplasm which becomes slightly stained reddish. When the flagellates are in active state, they contain numerous food particles of various kinds. The latter consist of, as were noted by former investigators, mainly starch grains, fungi and spores of *Coelosporidium periplanetae* which are ordinarily present in large numbers. Bacilli, spirilla or *Blastocystis* which abound the host's colon are rarely found in them. When smaller flagellates are present in abundance, they are also taken in by *Lophomonas blattarum* as food. JANICKI stated that bacilli were found in food vacuoles, but judging from the fact that in sixty-six figures of *Lophomonas blattarum*, he figured only two individuals in which bacilli were evidently observed, the majority of bacteria while

highly motile should be considered as seldom taken in by the flagellate. It is most probable that this flagellate can take only or at least in most cases immotile objects, although the reason why the *Blastocystis* escape the ingestion by the protozoon is not clear to me. The more active the animal, the greater the number of food particles therein. These food particles are, as were observed by BÜTSCHLI and JANICKI, located ordinarily in the posterior half of the body. Immediately after the flagellates are removed from the host colon, one sees the majority of them being loaded with various food particles. After being on the slide for some time, the food particles found in the flagellate become however reduced in number, due apparently to their ejection by the organism. In many cases this process was noted as is shown in Figures 6 and 7. The food particles surrounded by a thin coat of cytoplasm leaves the body at the posterior end. As the animal moves forward, this small mass becomes entirely separated from the body and finally left behind.

There is no cytostome in *Lophomonas blattarum*. STEIN (1860) thought that there was a small mouth opening at the anterior end where the basal ring of the flagella was broken. BÜTSCHLI and GRASSI did not recognize such a cell-organ. JANICKI holds that an erroneous observation was responsible for STEIN'S statement. As to the way in which the animal feeds upon solid food particles, BÜTSCHLI (1878) wrote that „auch sah ich zuweilen dem Hinterende unserer Tiere äußerlich zahlreiche Körner von ähnlicher Beschaffenheit wie die des Innern ankleben, so daß ich die Vermutung nicht ganz unterdrücken konnte, daß möglicherweise gerade das Hinterende eine Rolle bei der Nahrungsaufnahme spielt, eine Vermutung, die auch darin noch eine Stütze findet, daß das so eigentümlich gebaute Vorderende stets ganz frei von Nahrungseinschlüssen gefunden wird“. JANICKI (1910) observed more definitely the process of ingestion of food particles by *Lophomonas blattarum* and stated that „das Tier sucht mit seiner seitlichen Körperfläche sich dem Nahrungsobjekt anzuschmiegen, bildet unmittelbar unter diesen letzteren eine kleine Delle aus, und umfließt mit dem freien Körperwand die Beute, alles Vorgänge, die sich mit außerordentlicher Schnelligkeit abspielen“. For illustration this author gave a figure of a fixed and stained individual.

With the material from several hundred hosts, I have watched living *Lophomonas blattarum* and succeeded only on a few occasions in convincing myself that I saw the process of feeding on solid particles. The difficulties involved in the present case, are mainly



comparative smallness and great activity of the organism. The active locomotion of the flagellate is remarkable, and when it ceases to move, it is in or round masses of detritus where the body changes in form continuously by the ever active flagellar movements and protoplasmic contraction. The entire body becomes in the mean time covered with onrushing particles due to the flagellar activities. When such an individual comes out into open space, it may carry with it a large number of solid matters (Fig. 5). Not infrequently were seen individuals dragging behind them potato starch grains which were twice as large as their body. I have so far not seen such free swimming forms taking food in, although observations were carried on numerous specimens for from one to four hours at a time.

The actual taking in of the food particles has only been noticed in animals located in or round masses of detritus and without much change in location. In such a situation, if the detritus is thin and the circumstance favorable enough to allow observation, one can see that the food particle is first firmly attached to posterior surface of the protozoon as if it was glued (Textfig. B, 1), that the

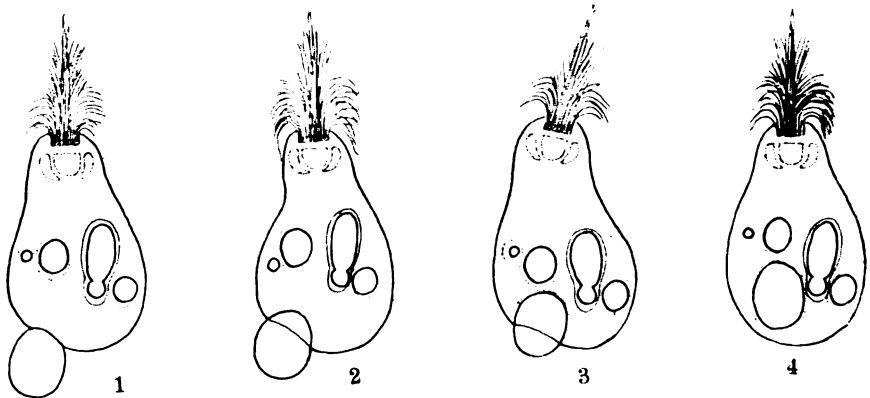


Fig. B. Four stages in taking in a food particle by *Lophomonas blattarum* as sketched from in a living individual.

cytoplasm is drawn in at the point of contact with the solid matter (2), which depression becomes deeper (3) and that finally it is completely included inside the body (4). The process here figured took approximately five minutes. How the solid matter is held so strong by the animal, is not clear. In stained smears, stages in the process of feeding are often met with (Figs. 11—13, 30, 48). In many cases the part of cytoplasm which partly surrounds the food

particle is marked with a deep coloration (Figs. 11, 30). I interpret this as due to either secretion of viscous substances by or to a temporary specialization of the cytoplasm in that region. Thus aside from the absence of myonemes and the range of body surface through which food matters are taken in in the present flagellate, the method of feeding is somewhat similar to that of *Trichonympha campanula* of termites as described recently by CLEVELAND (1925). The long protoplasmic projection such as shown in Figures 6 and 7 may suggest that a pseudopodial method occurs also; both in both cases the structure was left behind the animal when the latter moved forward.

**Structure.** — A tuft of flagella is always located at the anterior extremity. These flagella are arranged so close to one another and so large in number that to determine their exact number is a matter of great difficulty. JANICKI (1910) suggested that they number over fifty. I believe there are more than sixty in normal active stage. These flagella are of unequal length with a definite arrangement as were noted by BÜTSCHLI and JANICKI and arise apparently from a ring of blepharoplasts which is regularly broken at one place (Figs. 14, 17, 18, 21), conditions recognized by STEIN, BÜTSCHLI and JANICKI. Careful examinations of slightly compressed living individuals with an oil immersion objective show however that each flagellum extends further down below the blepharoplast (Fig. 8) and becomes fine, although the posterior end is hard to make out. In stained specimens, one can frequently notice that this fine intracytoplasmic extension of the flagellum which I may call axial filament extends further down. The axial filaments unite into one bundle to form the so-called axostyle of JANICKI (Textfig. C, Figs. 10, 21, 24, 25, 34). This fibrillar bundle seems to be of same optical character as the cytoplasm and consequently cannot be observed in living state even with an oil immersion objective. When its posterior tip protrudes through the body surface, it may however be seen comparatively easily as noted by JANICKI. When seen in life it is straight, but it appears to be quite flexible viewed from the findings in the smears (Figs. 13, 16, 21, 25). JANICKI (1910) apparently observed this fibrillar nature of the structure, but could not interpret reasonably, stating that during the nuclear division when the nucleus is not located in its normal place, „beobachtet man vielfach, aber nicht immer, daß ein Bündel von zentral verlaufenden Fibrillen des Achsenstabes sich geradlinig an dem Kelchrand nach vorn fortsetzt und an der Stelle, wo die unteren Basal-

körner in ihrer kreisförmigen Anordnungslinie die Lücke frei lassen, in einer nicht näher analysierbaren Weise endet“. This observation is faulty, but he seems to have seen the fibrillar character of the axial structure which he called axostyle, since he wrote that „dieses axiale Gebilde, an dem man bei geeigneten Präparaten längsfibrilläre Struktur erkennen kann, ist biegsam, aber, wie es auch GRASSI und A. FOÀ (1904) für *Joenia* hervorheben, wahrscheinlich nicht elastisch“. This bundle of axial filaments stains deeply with various stains including Delafield's haematoxylin which according to JANICKI did not stain the structure, and is a structure quite different from the so-called axostyle found in trichomonad flagellates. JANICKI (1911, 1912, 1915) described a number of interesting flagellates of termites. In *Stephanonympha silvestrii*, he observed that one to three flagella grew from each of the numerous scattered blepharoplasts from which an „Achsenfaden“ run through the center to the posterior margin of the body. Each animal possessed thus „ein stattliches Achsenfadenbündel“. In *Calonympha grassii*, he (1915) further saw that „aus einem jeden Blepharoplasten entspringt nach Innen ein feiner, mit Eisen-Hämatoxylin gut darstellbarer Achsenfaden; in einem Bogen begibt er sich gegen die Körpermitte, wo die Gesamtheit der Fäden zu einem mächtigen, lockeren, geradlinig verlaufenden und über die hintere Körperbegrenzung nicht hinausragenden Achsenfadenbündel zusammentritt“. Thus it appears that the structure here mentioned in these two species of termite flagellates are homologous — and most likely analogous — structure with the compact bundle of axial filaments found in *Lophomonas blattarum*.

JANICKI (1910) was of the opinion that each flagellum had two unequal basal granules, of which proximal granule was large, but hard to see *in vivo*, while the distal one was not „immer sichtbar zu machen“ and was „feinsten punktförmigen Gebilden“. My observations do not agree with JANICKI on this point. There is only one somewhat elongated blepharoplast for each flagellum, which can be made out distinctly in living material without any treatment (Fig. 8). The distal granule seen by JANICKI seems to be in all probability none other than the point where the flagellum leaves the anterior margin of the body. On the flagella that are attached to the surface of slide these points present a granular appearance due to imperfect washing off of dyes at these particular points. That this view seems to be reasonably true is shown by focusing upon the upper half of the flagella tuft which is not in direct contact with the slide where these granules have never been found.

JANICKI states that Delafield's haematoxylin does not stain the blepharoplasts, but I find it stains the flagella as well as blepharoplasts fairly distinctly though not so clean-cut as those stained by Heidenhain's iron haematoxylin. But carefully controlled decolorization gave several good preparations with Delafield's haematoxylin.

The anterior end of the bundle of axial filaments forms a sort of a funnel to which JANICKI gave the name Calyx („Kelch“). As was stated before, this calyx is formed by the axial filaments and shows typically a longitudinal gap which is in a line with the broken space of the blepharoplast-ring (Textfig. C, Figs. 21, 24, 25, 34). The clear zone round the calyx which JANICKI thought always present, is not to be seen in living individuals (Figs. 1—8), but is observed in some fixed specimens, which state is without doubt due to the shrinkage of the general mass of cytoplasm caused by fixation (Figs. 9—12). When a slightly compressed active form is examined with an oil immersion objective, one frequently sees the rotatory movements of the calyx with its nucleus, due to flagellar movements, while the rest of the body shows only contraction.

A nucleus is located within the calyx (Textfig. C). In living specimen it appears as a homogeneous structure found just below the ring of blepharoplasts. In most cases it is semispherical in form, the flattened surface facing the anterior end (Figs. 1—3, 5, 6, 8), but it may be of different forms such as triangular (Fig. 4), oblong (Fig. 7), etc. Under an oil immersion objective it is of somewhat different optical texture compared with the general cytoplasm. When stained the nucleus shows a distinct membrane. In the resting nucleus, there is a narrow clear peripheral zone of nuclear sap and a central more or less compact mass composed of both chromatin and achromatin elements, the former appearing in granular form. In thinly made smears one can see numerous radiating achromatic threads running between

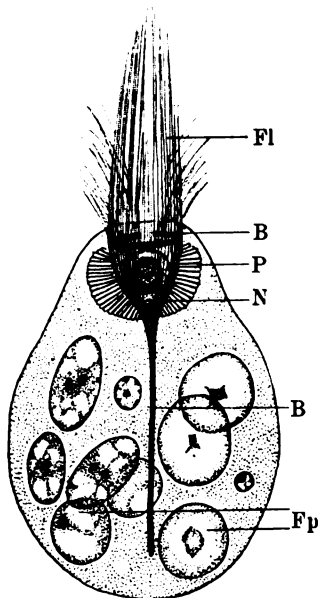


Fig. C. A schematic drawing of a stained *Lophomonas blattarum*. A, the bundle of axial filaments;

B, ring of blepharoplasts; Fl, flagellata tuft; Fp, food particles; N, nucleus; P, parabasal apparatus.

the membrane and the central mass (Fig. 9). As a rule, there are no chromatin granules attached to the nuclear membrane, but occasionally one or two chromatin granules may be seen located directly under the nuclear membrane (Fig. 19). As JANICKI noted a portion of the chromatic substances becomes condensed into usually one or sometimes two large bodies (Figs. 49—52). These latter may be spherical, oval or irregularly rod-like and are separated from the central mass by an achromatic zone. At present I do not understand their significance, although JANICKI supposed them to be „Stoffwechselumsatz des Kernes“.

Around the calyx there occurs a specialized protoplasm which is distinctly visible in living specimens (Figs. 1—8). A high power objective reveals that this structure is composed of rod-like minute elements which are arranged radially round the calyx (Fig. 8). BÜTSCHLI (1887—1889) recognized it. JANICKI first called it a “collare” (1910) as composed of „einer großen Menge von feinen, dicht aneinander gedrängten, radial angeordneten Stäbchen“, but later called it parabasal apparatus (1911). Of the so-called parabasal apparatus occurring in different genera of flagellates, which JANICKI (1911, 1912, 1915) attempted to homologize, I believe the present flagellate possesses one which is greatly different from others with a probable exception of that of *Joenia annectens*. In coining the term, JANICKI (1911) wrote that „als Parabasalapparat bezeichne ich ein zuerst von GRASSI bei *Joenia annectens* unter dem Namen Collare beschriebenes Organell, welches nach Untersuchungen von GRASSI, A. FOÁ sowie den meinigen bei parasitischen Flagellaten weite Verbreitung und recht mannigfache Ausbildung findet“. More recent investigators report findings of a structure in different groups of flagellates which they termed parabasal body and which apparently seems to be entirely different from that of *Joenia annectens*. The parabasal apparatus of *Joenia* is composed of „Stäbchen- bzw. blättchenförmigen Parabasalia“ and is somewhat similar to the structure found in *Lophomonas blattarum*. But its relations to the nucleus and to the axial structure are entirely different. In *Lophomonas blattarum* these rod-like structures are in direct contact with and centered around the calyx. Contrary to JANICKI's observation, I find the structure is lacking along the gap of the calyx (Fig. 15) of which mention was made before. That the parabasal apparatus is different chemically from other organelles is easily demonstrated by staining with Giemsa's mixture. With this stain this structure is bluish, while the nucleus, blepharoplasts, flagella and bundle of

axial filaments take various reddish colorations. The presence of glacial acetic acid in the fixatives such as Schaudinn's, Bouin's or Flemming's fluid, does not obscure this structure in smears. This is not the case, according to some authors, for instances, CUTLER (1919) on *Ditrichomonas termitis* and WENRICH (1921) on *Trichomonas muris*, with the so-called parabasal body in other flagellates which seems to be different from the parabasal apparatus of *Lophomonas blattarum* in form, structure, location and probably in function. In discord with JANICKI, I find that Delafield's haematoxylin stains the structure in my material.

Concerning the nature of the so-called parabasal apparatus found in various genera of flagellates, many suggestions have been published, none of which seems to be based upon evidences. With reference to the parabasal body of *Devescovina striata*, a termite flagellate, JANICKI (1911) writes that „die Anordnung des spiralförmigen Parabasale um den Achsenstab von *Devescovina* erinnert unwillkürlich an den aus Mitochondrien entstehenden Spiralfaden am Mittelstück vieler Spermatozoen“. This suggestion does not apply to the parabasal apparatus of *Lophomonas blattarum* since it gives negative results with intra vitam stains or with Mann-Kopsch method. On the other hand, I agree with JANICKI (1915) in holding the parabasal apparatus of the present flagellate as protective organelle for the nucleus. It is interesting to note here that another species of the genus, *Lophomonas striata* which occurs in the same habitat, is covered with tough filamentous ectoplasm and is of definite form, does not possess any structure which can be compared with the parabasal apparatus of *L. blattarum* here described. In the latter form which is highly capable of undergoing very active changes in form and location amid the contents of the host colon, the nucleus seems to be fairly well protected by the parabasal apparatus. Semewhat similar structure was figured in the „männlicher Geschlechtskern“ of *Didinium nasutum* by PRANDTL (1906). There seems to be a closer resemblance between the structure under consideration and the „radiation cytoplasmique“ around the flagellum-bearing nucleus of *Mastigina hylae* observed by COLLIN (1913).

Size. Active forms of *Lophomonas blattarum* vary considerably in size. In fresh state they vary from 16 to 30  $\mu$  in largest diameter which runs usually in antero-posterior direction. Mingled with normal active forms with a variable number of food particles, one always finds extremely small individuals highly active with a long projecting protoplasmic thread. These are most probably formed

by the separation of the nucleate and flagellate portion from the rest of the body as described elsewhere in this paper. They do not exceed 8 or 10  $\mu$  in diameter, excluding the posterior projection.

**Multiplication.** Although I succeeded in following the nuclear division in living *Endamoeba blattae* (Kudo, 1925), it has been impossible to do so in the present flagellate which is comparatively small and highly active in trophic stage. The changes during the nuclear division and of other organelles, were therefore constructed from observations in smears fixed and stained with various stains.

The first indication of nuclear division is a slight enlargement of the nucleus and the peculiar bending down of one end of the ring of blepharoplasts. The achromatic elements of the nucleus become transformed into filiform structure which winds round inside the nuclear membrane. The chromatin granules become enlarged and conspicuous and lodged on the threads in spherical form (Fig. 23). One end of the blepharoplast-ring bends down and becomes attached to the anterior region of the nuclear membrane (Figs. 22—24). This structure becomes separated completely from the remaining part of the ring and firmly attached to the nuclear membrane. The nucleus now leaves its normal location and emerges into the cytoplasm through the gap in the calyx where no axial filament nor parabasal apparatus is present (Fig. 24). JANICKI (1910) however thought that the nucleus breaks through the calyx wall, since he saw „nicht selten eine Art Narbe in der Kelchmembran“, which in my opinion is due to his overlooking the natural gap of the calyx. After the nucleus left the calyx, one can see numerous hexagonal or round markings on the wall of calyx which are apparently the end views of part of the parabasal apparatus located on the lower side of the calyx as was suggested by Janicki. JANICKI apparently observed the detached piece of blepharoplast-ring without seeing how it was formed and called it “Central spindle”, but stated that „Beziehungen zwischen Spindelanlage und Basalkörpern wurden nicht beobachtet“. The term central spindle is not applicable here, because the structure is a part of extranuclear blepharoplasts. According to my observations, this extranuclear deeply staining rod-like structure originates in the blepharoplast ring as stated above. In a few individuals, I have noticed that each flagellum appeared to possess two equally large blepharoplasts located very close to the nucleus, thus exhibiting two rings of blepharoplasts parallel to each other (Fig. 21). Such an individual gave me im-

pression that in preparation of nuclear division, each blepharoplast divided into two and one group moved down upon the nucleus to form the structure under consideration; but because of the rarity of this stage compared with the one in which one end of the blepharoplast-ring comes in contact with the nucleus, I am unable to determine whether this division of blepharoplasts is normal process or not.

The nucleus which migrated into the cytoplasm from the calyx shows usually a slight elongation in the direction of the elongating mass of blepharoplasts, which seems to be identical with the paradesmose coined by KOFORD and SWEZY (1915) for the structure connecting the divided daughter blepharoplasts in trichomonad flagellates, and proposed in place of blepharoplastdesmose of ALEXEIEFF (1914). The paradesmose and consequently the entire nucleus become elongated. The chromatin granules aggregate into rounded chromosomes which are usually six or rarely eight in number. JANICKI stated that the number of chromosomes ranged from ten to sixteen and also remarked that he found centrioles at the ends of the paradesmose, not connected with the latter, although he did not mention them in or on the nucleus at the resting stage. In the nuclear division in a trophic stage, I have very seldom seen any granule located at the ends of the paradesmose and when present, it was almost always noticeable at one of the poles only (Fig. 27).

When the elongation of the nucleus reaches a stage such as shown in Figure 27, several achromatic spindle fibers become prominent parallel to the paradesmose, over which the chromosomes become attached and each divides into two — a typical metaphase — is realized. These two groups of chromosomes move toward the opposite poles (Figs. 28, 29). Up to this stage, the paradesmose is a straight uniformly thick rod, but when the nuclear division is at anaphase, the ends of the paradesmose thicken conspicuously, resulting in forming a short rod-like structure, whose axis is usually at right angles to the paradesmose (Figs. 29, 31), and in many cases a new flagella tuft grows out from each of them (Figs. 31, 34). This however is not always true as will be seen in Fig. 33 where the paradesmose is still a uniform rod, while the nuclear division is in an advanced stage of anaphase. As the chromosomes approach the opposite poles, they may break up into numerous smaller granules (Figs. 32, 33, 34, 38), a condition noticed by JANICKI also, although they may retain their individuality until later stages (Fig. 40). JANICKI stated that late stages in nuclear division were found in



the posterior end of the body and the central spindle (paradesmose) was at right angles to the old axostyle, which is not always the case (Figs. 34, 37, 38, 42). The nuclear membrane persists throughout these changes and at telophase appears as a fine connecting thread between the daughter nuclei (Figs. 35—37).

The paradesmose is now less deeply stainable and at either end becomes broadened to form a calyx; the blepharoplasts circle round the extreme end of the calyx with a broken space (Figs. 35, 36). During the course of further construction of the nucleus, the calyx encases the daughter nucleus (Figs. 36, 39, 40). In Figure 40 one sees two constructed daughter nuclei with a still faintly visible connecting thread between them and the paradesmose whose ends become widened and surrounded the nuclei. In the mean time a parabasal apparatus becomes differentiated anew around each of the nuclei which now become widely separated from each other as the flagella grow longer and more active (Figs. 41, 42).

Finally the paradesmose divides through the middle portion and each of these develops into the bundle of axial filaments (Figs. 45—48). There have been diverse observations as to the fate of the old and origin of the new so-called axostyles in trichomonad flagellates a full discussion of which is beyond the scope of the present paper. As I have already stated elsewhere, the bundle of axial filaments in *Lophomonas blattarum* is not homologous with the axostyle of trichomonad flagellates. In *Lophomonas blattarum* as was described by JANICKI (1910) the new bundles of axial filaments develop from the paradesmose. The old flagella-tuft, blepharoplast-ring, calyx and the bundle of axial filaments persist until such a stage as shown in Figure 43 is reached, when they start to degenerate (Fig. 45) and finally disappear completely (Figs. 46—48). But in many cases during the various stages of nuclear division, the old organelles here mentioned appear to become separated from the general mass of cytoplasm in which the dividing nucleus or two daughter nuclei are situated. I have already stated that the anterior region of an actively motile individual of this flagellate breaks off with a little mass of cytoplasm from the rest of the body. A similar phenomenon was also noted during the nuclear division. One of the cases is shown in Textfigure D. This individual when first noted had three tufts of flagella (1), one located at the somewhat drawnout end of the body, apparently being the old organelle, and the other two were situated at the extremes of the opposite side. The somewhat solitary tuft bearing end was seen to extend to a considerable

extent (2) and it was seen busily thrusting itself into the mass of detritus, when suddenly it became disconnected with the main part of the body. Immediately the remaining portion with two apparently new tufts became stretched, the flagella-tufts occupying opposite ends (3) and the whole mass underwent manifold changes in form. After about ten minutes, the body showed a slight constriction midway between the two flagella tufts (4) and before I placed my

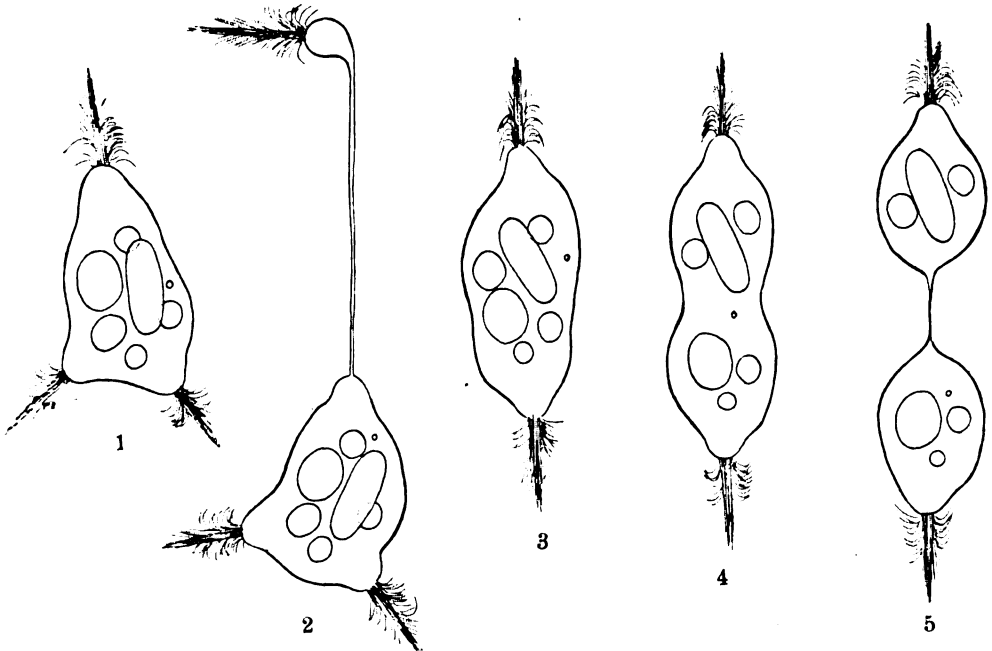


Fig. D. Five outline sketches of a dividing individual in life. 1. The two daughter nuclei are probably completely formed and the anucleated old calyx with its flagella tuft (above) is seen still actively motile. 2. The old calyx is elongating itself, before breaking off completely from the rest of the body. 3. The two daughter nuclei now occupy the opposite extremities. 4. The constriction of the body has started. 5. A stage just before complete separation of the two daughter individuals.

eyes upon the oculars, the body was almost completely separated in two masses, only a fine protoplasmic thread existing between them (5). In a minute, they were completely separated from each other. This breaking way of old organelles probably takes place almost at any time, and would bring out forms such as shown in Figures 33 and 44, where the old organelles are entirely lacking. In the earlier part of my study, I saw a comparatively large number

of the stages shown in Figures 20, 33 and 44, especially in smears made from the host colon filled with *Lophomonas blattarum* and was puzzled about their significance; but after observing the accidental separation between the active and passive parts of the flagellate, these forms were fully explained as formed by this peculiar phenomenon here noted.

As to the fate of old organelles which stay on the body and degenerate, I am inclined to think that they are most probably absorbed by the cytoplasm. JANICKI (1910) stated in this connection that „ob diese Teile (old axostyle and flagella-tuft) als Ganzes ausgestoßen oder im Plasma resorbiert werden, kann nicht bestimmt entschieden werden, die erstere Möglichkeit erscheint aber wahrscheinlich, indem in wenigen Fällen alte, vollständig über den Körperand hinausragende Kelche an zweikernigen Formen beobachtet worden sind.“ The constriction of the body is completed in such a short length of time that such a competent observer as JANICKI failed to notice. JANICKI writes that „eine regelmäßige Durchschnürung des Plasmakörper in zwei gleiche Hälften, nachdem die Kernteilung vollendet, habe ich weder im Leben noch an konservierten Präparaten je beobachten können“. JANICKI on the other hand, observed individuals with from four to eight nuclei. Compared with numerous other species of flagellates, one would naturally expect a multiple division in *Lophomonas blattarum*. The material I have studied, however, is in striking contrast with that of JANICKI in that I have failed to see a single active trophic stage with more than two nuclei. Therefore I hold that a binary fission is the main multiplication method of *Lophomonas blattarum* in the colon of a host.

### The encysted stage.

As JANICK (1910) noted, the encysted forms of *Lophomonas blattarum* are found throughout the year. The feces of a cockroach which harbors a large number of this flagellate contain usually numerous cysts.

Precystic stage. — The precystic stage is characterized by a more spherical form, a small number of food particles, highly alveolated protoplasm and a comparatively large calyx. In life it is less active compared with a trophic stage. The parabasal apparatus degenerates first so that it is not to be recognized in smears (Figs. 53—55). The end of the blepharoplast-ring becomes bent down toward the nucleus (Figs. 53, 54, 57, 58) as in the case of the trophic stage and

finally this portion becomes separated from the rest. It is now very closely attached to the nuclear membrane (Figs. 55, 59). The remaining portion of the blepharoplast-ring as well as bundle of axial filament are absorbed by the cytoplasm. As to the fate of the flagella tuft, I am inclined to think that it is also absorbed by the body, comparing with the corresponding stages in *L. striata* in which the flagella-tuft is completely taken inside of the body at the time of encystation (KUDO, 1925 a).

**Nuclear division.** — The nucleus when stained is much more conspicuous than that in the trophic stage. The achromatic substances form at the beginning a coiled thread on which one sees that six to eight chromosomes are distributed (Figs. 53—55). Occasionally every two of them seem to be connected with an achromatic thread (Fig. 56). The chromosomes are frequently paired (Fig. 59) which I interpret as due to a premature division. JANICKI writes that he observed „acht große, rundliche bis ovale Chromosomen ohne besondere Anordnung verteilt.“ In the mean time, the piece of blepharoplast-rod grows conspicuously and together with the nucleus falls more deeply into the cytoplasm (Figs. 60—63). This paradesmose is so close to and apparently exercise so strong a pressure upon the nucleus that in an end view it appears as shown in Figure 63. The paradesmose become elongated and a few achromatic fibers appear inside the nuclear membrane parallel to it (Fig. 65). I have not seen a typical metaphase with an equatorial plate as I have described for the trophic stage; the chromosomes become broadly arranged in the intranuclear space (Figs. 64—67) and each sooner or later divides into two (Fig. 68). Contrary to the circumstances noted in the trophic stage, here one finds often a distinct granule at the end of the paradesmose (Figs. 66, 71) or two compact granules (Fig. 68), which seem to correspond with the granules which JANICKI called centrioles. After passing through the anaphase (Figs. 70, 71), the daughter nuclei are formed (Figs. 72—75) in which at the beginning six or rarely eight peripheral chromosomes are to be distinguished. These chromosomes finally become condensed into a more or less compact mass staining deeply and assuming a central position. This chromatin mass appears to be connected with the extranuclear structure compared above with JANICKI's centriole, by an achromatic thread (Fig. 75).

Ordinarily in the host colon as well as in the fecal matter, these binucleated cysts appear to be the final stage in development. Occasionally, however, one finds each of the two nuclei undergoing

division at approximately right angles to the direction of the first division (Figs. 76—78). This division appears to be also mitotic in which three chromosomes can in most cases be distinguished (Fig. 77). The original paradesmose persists throughout the changes, although it is now less stainable (Fig. 78).

JANICKI suggested that the ultimate number of nuclei in the cyst was eight. JANICKI failed to determine how the flagellate gained entrance to a new host colon in experimental animals, but thought that probably cyst contents break up into eight uninucleated individuals before leaving the cyst membrane in the gut of a new host. Neither have I been successful in determining this point. There however does not seem to be any doubt in maintaining that the encysted stage serves as source of infection in a new host. Experiments and observations are now being carried on with the hope of bringing out the life cycle of *Lophomonas blattarum*.

Size. — The fully formed cyst is covered by a homogenous membrane of uniform thickness and varies in size as does the trophic stage. In fresh condition the cysts range from 12 to 20  $\mu$  in diameter. The cyst membrane may show undulation as was also observed by JANICKI.

As to the relation between the cockroach and the flagellate, I do not see any harm done by the flagellate upon the host. The organism lives on indigestible starch grains and other objects which are present in the host colon and which are apparently of no more use to the host, and furthermore they have never been found in a host tissue, being always present in the lumen of the colon. CLEVELAND (1925a) recently removed „two kinds of flagellate Protozoa“<sup>1)</sup> from the hindgut by confining the cockroaches in oxygen and found that the confinement did not injure the insects at all. On the other hand, the flagellates cannot live outside of the host colon where they find ample supply of food and are well protected from unfavorable external circumstances. Therefore, *Lophomonas blattarum* should be considered as a commensal of *Blatta orientalis*.

### Summary.

1. *Lophomonas blattarum* was found in 32 per cent of 1400 *Blatta orientalis* examined, the largest incidence occurring in the summer months, which is associated with the food habit of the host.

---

<sup>1)</sup> CLEVELAND gives no specific names; but it is supposed that he observed the largest flagellates in the habitat, *Lophomonas blattarum* and *L. striata*.

2. The active individual possesses a remarkable power of locomotion and of change in form.

3. The food consists of solid particles especially starch grains. No cytostome is present. The food matter is taken in through the entire body surface except the anterior extremity. The manner with which the food is taken in inside of the body is described.

4. The axial structure is a bundle of axial filaments, each of which is continuous with the anterior flagellum. Its anterior end opens into a funnel-like calyx inside of which a nucleus and outside parabasal apparatus are located. The latter structure is a protective organelle of the nucleus. The calyx has a gap which corresponds with the broken space in the ring of blepharoplasts located anterior to the nucleus. Each flagellum passes through an elongated blepharoplast.

5. The nuclear division is mitotic in which six or rarely eight chromosomes and spindle fibers become prominent. A part of the blepharoplast-ring becomes attached to the nuclear membrane and then completely separated from the rest. It is extranuclear and very closely attached to the nucleus. It elongates itself as the nucleus elongates. No regular centrioles are present.

6. The parademes encase the newly divided nuclei and later when it divides into two, it develops into the bundles of axial filaments. During the nuclear division the calyx from which the nucleus had emerged, bundle of axial filaments, blepharoplasts, flagella-tuft and parabasal apparatus, persist and become absorbed by the general mass of cytoplasm or break off from the main part of the body and disintegrate.

7. Multiple division was not observed.

8. In cysts, a part of blepharoplast becomes detached from the blepharoplast-ring and attached to the nuclear membrane. The nucleus divides mitotically in which six or rarely eight chromosomes, achromatic spindle fibers and possibly centrioles are apparent. In the second division, there appear ordinarily three chromosomes. Cysts with more than four nuclei were not noted.

9. *Lophomonas blattarum* is a commensal and multiplies by a binary fission in trophic stage in the host colon after gaining entrance to the latter in encysted forms.

## Bibliography.

- ALEXEIEFF, A. (1913): Notes protistologiques. Zool. Anz. Bd. 43 p. 515—524.
- BÜTSCHLI, O. (1878): Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten und einiger verwandten Organismen. I. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 30 p. 205—281.
- (1887—1889): Protozoa. in: BRONN'S Klassen u. Ordn. des Tierreiches Bd. 1.
- CLEVELAND, L. R. (1925): The method by which *Trichonympha campanula*, a protozoon in the intestine of termites, ingests solid particles of wood for food. Biol. Bull. Vol. 48 p. 282—287.
- (1925 a): The symbiosis between termites and their intestinal Protozoa, and the toxicity of oxygen for Protozoa. Science Vol. 61 p. 520—521.
- COLLIN, B. (1913): Sur un ensemble de Protistes parasites des batraciens (Note préliminaire). Arch. zool. exp. gen. T. 51, Notes et revue, p. 59—76.
- CUTLER, D. W. (1919): Observations on the Protozoa parasitic in the hind gut of *Archotermopsis wroughtoni* DRSN. Part. I. *Ditrichomonas* (*Trichomonas*) *termitis* IMM. Quart. Journ. Micr. Sci. Vol. 63 p. 555—588.
- GRASSI, B. (1882): Sur quelques protistes endoparasites appartenant aux Classes des Flagellata, Lobosa, Sporozoa et Ciliata. Arch. ital. biol. Vol. 2 p. 402—444.
- GRASSI, B. et A. FOÀ (1904): Ricerche sulla riproduzione dei Flagellati. — I. Processo di divisione delle Joenia e forme affini. Nota preliminare. Att. d. R. Accad. Lincei, Rend. Cl. sci. etc., T. 13 (2 sem.) p. 241—253.
- JANICKI, C. v. (1908): Contribuzione alla conoscenza di alcuni protozoi parasitic della *Periplaneta orientalis* (*Lophomonas blattarum* STEIN, *L. striata* BÜTSCHLI, *Amoeba blattae* BÜTSCHLI). Atti R. Accad. Lincei, Rend. Cl. etc. Vol. 17 p. 140—151.
- (1910): Untersuchungen an parasitischen Flagellaten. I. Teil. *Lophomonas blattarum* STEIN, *L. striata* BÜTSCHLI. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 95 p. 243—315.
- (1911): Zur Kenntnis des Parabasalapparats bei parasitischen Flagellaten. Biol. Zentralbl. Bd. 31 p. 321—330.
- (1912): Bemerkungen zum Kernteilungsvorgang bei Flagellaten, namentlich bei parasitischen Formen. Verh. d. naturf. Ges. Basel Bd. 23 p. 1—30.
- (1915): Untersuchungen an parasitischen Flagellaten. II. Teil. Die Gattungen *Devescovina*, *Parajoenia*, *Stephanonympha*, *Calonympha*. — Über den Parabasalapparat. — Über Kernkonstitution und Kernteilung. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 112 p. 573—691.
- KOFOID, C. A. and OLIVE SWEZY (1915): Mitosis and multiple fission in trichomonad flagellates. Proc. Amer. Acad. Arts and Sci. Vol. 51 p. 289—378.
- KUDO, R. (1922): The parasitic Protozoa of *Blatta orientalis* and their value as the material for use in a class of parasitic Protozoa. Anat. Rec. Vol. 23 p. 113.
- (1925): Observations on *Endamoeba blattae*. Amer. Journ. Hyg. (in press).
- (1925 a): Observations on *Lophomonas striata* (in press).
- PRANDTL, H. (1906): Die Conjugation von *Didinium nasatum* O. F. M. Arch. f. Protistenk. Bd. 7 S. 229—258.
- STEIN, F. (1860): Über *Leucophrys patula* und über zwei neue Infusoriengattungen *Gyrocoris* und *Lophomonas*. Sitz.-Ber. d. königl. böhm. Ges. d. Wiss. zu Prag p. 44—50.
- (1878): Der Organismus der Infusionsthier. II. Abt., p. 184. Leipzig.

WENRICH, D. H. (1921): The structure and division of *Trichomonas muris* (HARTMAN). Journ. Morph. Vol. 36 p. 119—154.

YAKIMOFF, W. L. et G. A. MILLER (1922): Les Protozoaires de l'intestin de l'homme en dehors de l'organisme de l'homme. L'examen de l'intestin du *Periplaneta orientalis*. Bull. Soc. Path. Exot. Vol. 15 p. 8—11.

### Explanation of figures.

All the figures are related to *Lophomonas blattarum* found in the colon of *Blatta orientalis* and were made by means of Abbe's drawing apparatus attached to one of the oculars. Figs. 1—8 are from life, while the rest taken from stained smears or sections. The scale placed under Figs. 1 and 2 is to be applied for Figs. 1—7 which were originally magnified 1050 times; Figs. 9—78 were originally magnified 2300 times and should be measured by the scales placed under Figs. 36 and 43.

#### Plate 7.

Figs 1—3. Actively motile individuals with food particles.

Fig. 4. A somewhat smaller individual with the protruding bundle of axial filaments.

Fig. 5. An individual just emerged from the masses of detritus present in the host colon, with numerous solid matters attached to it.

Figs. 6, 7. Individuals with a long protoplasmic projection.

Fig. 8. A living individual, slightly compressed under the coverglass, showing the flagella tuft, blepharoplasts, the beginning of axial filaments which form the calyx, nucleus and parabasal apparatus.

Figs. 9, 10. Stained specimens showing various structures.

Figs. 11—13. Individuals fixed in the course of feeding.

Fig. 14. An end view of the anterior part of a trophic stage, showing the broken ring of blepharoplasts and the nucleus.

Figs. 15. A similar view to the last, showing besides the absence of parabasal body below the broken space of the blepharoplast-ring.

Figs. 16—19. Small individuals, probably formed by separation of the nucleate portion from the rest of the body.

Fig. 20. A rounded mass of cytoplasm with two food particles, in all probability, the part left behind when the nucleate portion broke off from the body and destined to disintegrate sooner or later.

Fig. 21. A highly compressed individual, showing the gap and fibrillar condition of the calyx.

Figs. 22—40. Stages in nuclear division.

Figs. 22, 23. Formation of the extranuclear body from the blepharoplast-ring.

Fig. 24. Emergence of the nucleus through the gap of the calyx.

Figs. 25, 26. Prophase.

Fig. 27. Metaphase.

Figs. 28—34. Anaphase.

Figs. 35, 36. Telophase, the ends of parademesse enlarging to form calyx.

Figs. 37—39. Telophase.

Fig. 40. The two daughter nuclei are completely formed and included inside of the calyx formed by divided parademesse.



## Plate 8.

Fig. 41. Further development of organelles; parabasal apparatus is formed round each of the nuclei.

Fig. 42. A stage just before division of the parademeso into two.

Fig. 43. Two daughter nuclei, each possessing independent organelles.

Fig. 44. Two daughter nuclei are completely formed. The old organelles broke off sometime before this stage was reached.

Fig. 45. The degeneration of the old organelles.

Figs. 46—48. Stages in binary fission.

Figs. 49—52. Different aspects of nuclei.

Figs. 53—59. Precystic stages.

Figs. 60—75. Stages of the first nuclear division in cysts.

Figs. 76—78. Stages in the second nuclear division in cysts.

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

## **Die Reinkultur von Conjugaten.**

Von  
**Viktor Czurda** (Prag).

(Hierzu 6 Textfiguren und Tafel 9 u. 10.)

Für eine ganze Reihe chlorophyllführender Microorganismen ist die Kultivierbarkeit und die Möglichkeit der Erzielung absoluter Reinkulturen bereits gezeigt worden. Es handelt sich um Vertreter der Protococcalen, Flagellaten, Cyanophyceen, Diatomeen. Als schwer oder gar unkultivierbar galten bis zu den Untersuchungen PRINGSHEIM's (1912, 1918) die Vertreter der Conjugaten. Erst PRINGSHEIM hat gezeigt, daß sich viele Desmidiaceen, Mesotaeniaceen und gewisse Zygnemaceen durchaus sicher kultivieren lassen. Daß seine Angaben tatsächlich recht brauchbare Bedingungen enthalten, beweist am besten die Tatsache, daß seine Algenstämme viele Jahre hindurch erhalten werden konnten. So konnte beispielsweise ein *Zygnema*-Stamm vom Jahre 1911 bis heute fortgezüchtet werden. Aber *Spirogyra*, ein so häufiges Untersuchungsobjekt, gilt auch heute noch (PRINGSHEIM 1912, SCHRAMM 1914, HEMLEBEN 1922, BENECKE 1925) als unkultivierbar, obwohl es nicht an Versuchen gefehlt hat, jene Kulturbedingungen zu finden, die eine Dauerkultur ermöglichen. Die dauernden Mißerfolge mit anorganischen Lösungen führten manchen, der sich um die Kultur bemühte, sogar zur Annahme, daß zu ihrer Kultur bestimmte organische Stoffe nötig seien.

Wir finden zwar an vielen anderen Stellen der Literatur auch für *Spirogyra* die Angabe, daß sie kultiviert werden konnte [KLEBS (1897, p. 232), GERASIMOFF (1902, 1904), STRASBURGER (1921, p. 402), SCHNEIDER-ZIMMERMANN (1922, p. 406) u. a.], so daß ein Uneingeweihter

die Kulturfrage als gelöst betrachten könnte. Dem ist aber anders. Wenn wir zunächst von den jüngsten, erfolgreichen Versuchen (USPENSKI'S (1924)), die die Dauerkultur aller Spirogyren in den Bereich der Möglichkeit rückten, absehen, so finden wir, daß alle übrigen Autoren den Begriff „kultivierbar“ etwas weiter faßten, als es heute bei den gesteigerten Ansprüchen der Methodik zweckmäßig erscheint. Als „kultivierbar“ wollen wir einen Organismus erst dann ansehen, wenn es gelungen ist, soweit präzisierbare Wachstumsbedingungen zu finden, daß eine beliebig oft fortsetzbare Aufzucht eines größeren Zellenmaterials aus wenigen, im besten Falle aus einem Individuum, sicher gelingt. Und das war bei *Spirogyra* wenigstens bisher nicht möglich. Man konnte die Watten nur in größeren Gefäßen (meist Aquarien) mit Standortswasser lebend erhalten, bisweilen auch zur Vermehrung bringen (KLEBS, STRASBURGER, GERASIMOFF, SCHNEIDER-ZIMMERMANN). Nicht nur die Platzmangelfrage, sondern auch die Unmöglichkeit der Beschaffung von Kulturmedium gleicher Beschaffenheit, die Undurchführbarkeit genauer mikro- und makroskopischer Kontrolle erfordern die Verwendung kleinerer Kulturgefäße mit Lösungen bekannter Zusammensetzung. Wir müssen zunächst also bestrebt sein, die Kultur in kleinen Gefäßen (in den in der Kulturtechnik bewährten Eprouvetten) mit kleinen Flüssigkeits- oder Substratmengen durchführbar zu machen.

Weiters muß die Speziesreinheit angestrebt werden. Selbst das reinste Rohmaterial eines natürlichen Standortes, das zu verschiedenartigen Untersuchungen bereits gedient hat, birgt noch eine Fülle anderer chlorophyllführender Organismen, die Unklarheiten von Versuchsergebnissen bedingen können.

Schließlich mußte der Versuch unternommen werden, auch Vertreter der Conjugaten in absoluter Reinheit zu züchten. Dies wurde zwar schon versucht (SCHRAMM (1914)) allerdings ohne Erfolg. Der genannte Forscher versuchte von keimfrei gemachten Zygoten (*Spirogyra setiformis*) zu absoluten Reinkulturen zu gelangen, da ihm wie vorher auch schon PRINGSHEIM (1912) die Gewinnung solcher Kulturen von vegetativen Fäden nicht erfolgreich schien.

TREBOUX (1904) behauptet allerdings, daß er unter den 40 reingezüchteten Algen auch eine Art von *Mesocarpus* und eine Art von *Cosmarium* zu seinen Experimenten verwendet hat. Da weder in diesem Bericht noch meines Wissens später geschildert worden ist, wie der Züchtungsvorgang, die Reinigung von Bakterien, die Prüfung auf absolute Reinheit vorgenommen wurde, so ist diese Angabe als völlig unzuverlässig zu betrachten.

Diese Sachlage veranlaßte mich vor drei Jahren, die Kulturmöglichkeit einiger Conjugaten systematisch zu verfolgen. Die Versuche führten bei fünf Vertretern zur Erzielung absoluter Reinkulturen und zu einigen für die Züchtung wichtigen Ergebnissen, die im folgenden beschrieben werden.

Bei meinen Züchtungsversuchen mit Conjugaten erwies sich für kleinzellige Vertreter (*Mesotaenium*, *Closterium*, *Cosmarium* bis zu 60  $\mu$  Zelllänge, *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Zygnema* bis zu 60  $\mu$  Zelldicke) ein Agar von folgender Zusammensetzung als geeignet:

1,5	Proz. Agar
0,02	„ Kaliumnitrat
0,002	„ Kaliumphosphat
0,001	„ Magnesiumsulfat
0,00005	„ Ferrichlorid oder Ferrosulfat.

Calcium ist in hinreichender Menge im Agar enthalten. Die Nährlösung gleicher Zusammensetzung erwies sich für *Zygnemales*, solange Bakterien mit vorkamen, nicht verwendbar. Als Nährlösung eignet sich bei diesen Organismen Erddekot mit etwa 0,02 Proz. Kaliumnitrat.

Die angegebene Salzkombination des Nähragars deckt sich im Prinzip mit der, die sich mit geringen Modifizierungen als Lösung für viele chlorophyllführende Microorganismen als geeignet erwiesen hat.

MOLISCH (1897) *Spirogyra*, *Vaucheria*, *Cladophora* *Oedogonium*, *Oscillaria*. (Rohkultur.)

BENECKE (1908) *Spirogyra*. (Rohkultur.)

RICHTER (1911) Süßwasserdiatomeen. (Reinkultur.)

PRINGSHEIM (1914) Cyanophyceen. (Reinkultur.)

MAERTENS (1914) Cyanophyceen. (Reinkultur.)

GLADE (1914) Cyanophyceen. (Reinkultur.)

HARDER (1917) Cyanophyceen. (Reinkultur.)

USPENSKI (1924) *Spirogyra crassa*, *Volvox*. (Rohkultur.)

SCHREIBER (1925) Volvocineen. (Reinkultur.)

USPENSKI-USPENSKAJA (1925) *Volvox*. (Reinkultur.)

Eine Lösung dieser Salze in festem Substrat erwies sich PRINGSHEIM (1918) für die Kultur von Desmidiaceen geeignet.

Das verwendete Wasser war durchwegs zweimal destilliert worden; das zweite Mal aus Jenaer Normalglas durch Platin in Jenaer Normalglas. Für die Züchtung der im folgenden zu behandelnden Arten ist das nicht unbedingt nötig, wenn das einfach destillierte Wasser sorgfältig hergestellt worden ist. Auch das einfach aus Kupferkessel durch Zinnkühler in gewöhnliches Glas

destillierte Wasser des hiesigen Instituts eignet sich für Züchtungsversuche vollkommen. Bei der Zubereitung des Nähragars wurden die Nährsalze in der oben angegebenen Konzentration vor dem Aufkochen des gut gewässerten Agars hinzugefügt (vgl. PRINGSHEIM (1921)). Als Nährsalze wurden KAHLBAUM- und MERCK-Präparate verwendet.

Die Züchtung großzelliger Formen brachte noch nicht den gewünschten Erfolg. Aber die ausgezeichneten Vermehrungsergebnisse, die USPENSKI (1924)<sup>1)</sup> an *Spirogyra crassa* durch besondere Dosierung des Eisens erhalten hat, lassen auch hier auf Erfolg hoffen.

### Herkunft und Beschreibung der reingezüchteten Conjugaten.

Von einer größeren Anzahl teils bestimmbarer, teils unbestimmbarer *Mesotaenium*-, *Cosmarium*-, *Closterium*-, *Spirogyra*-, *Zygnema*- und *Mougeotia*-Arten<sup>2)</sup> gelang die Erzielung absoluter Reinkulturen bisher bei 5 Vertretern, nämlich

*Mesotaenium caldariorum* (LAGRH.) HANSGIRG,

*Cosmarium Botrytis* MENEGH.,

*Zygnema* sp.,

*Zygnema peliosporum* WITTR. und

*Spirogyra varians* KÜTZ.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die drei Erstgenannten und *Spirogyra varians*. *Zygnema peliosporum* wurde erst während der Niederschrift des Manuskriptes rein erhalten.

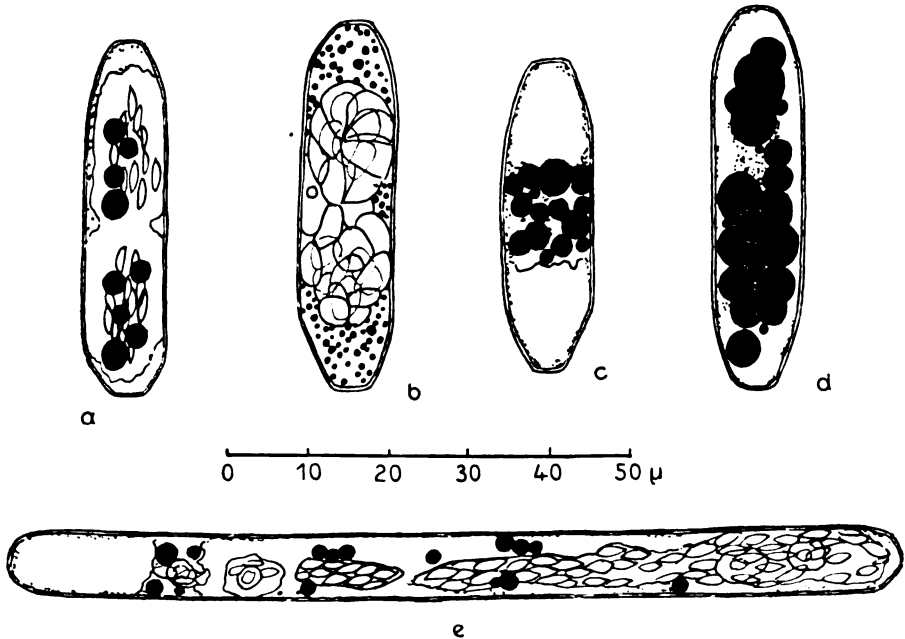
Das Ausgangsmaterial von *Mesotaenium*, dessen Kultivierbarkeit schon PRINGSHEIM (1918) festgestellt hat, stammte von feuchten Mauerstellen des Hofes Czaskowetz (Klobouk) bei Brünn, wo ich es gemeinsam mit *Porphyridium cruentum*, verschiedenen *Oscillaria*-Arten und Diatomeen vorgefunden habe. Es stellt einen Organismus dar, der zur Lebensweise der „Luftalgen“ übergegangen ist. Auf den unter einer Glasglocke feuchtgehaltenen Ziegelsteinen entwickelten sich stellenweise große, schleimige Beläge, in denen fremde Algen kaum aufkommen konnten. Von solchen Stellen wurde etwas in halbverdünnte KNOP'sche Nährlösung und auf Agar mit anorganischen

<sup>1)</sup> Die Übersetzung der russisch geschriebenen Publikation verdanke ich Herrn Direktor SCHÖPPKE, Lektor an der deutschen technischen Hochschule Prag. Es sei ihm an dieser Stelle mein bester Dank abgestattet.

<sup>2)</sup> Herrn Prof. Dr. V. LANGHANS, Vorstand der Forschungsstation für Fischzucht und Hydrobiologie in Hirschberg i. B., danke ich für das freundliche Entgegenkommen beim Sammeln von Material in der Hirschberger Umgebung.

Salzen der oben mitgeteilten Kombination übertragen. Als besonders geeignet erwiesen sich feste Substrate. Auf ihnen gelingt die Fortführung der Rohkultur durchaus sicher.

Die Zellen zeigen im ausgewachsenen Zustand (in den Nachmittagsstunden) auf nährstoffhaltigen Substraten meist gerade zylindrische Form. Bisweilen sind sie schwach gekrümmt. Die Enden sind etwas zugespitzt, an den Polen abgerundet. Kurz nach der Zellteilung ist das jüngere Ende einfach abgerundet (Textfig. A a).

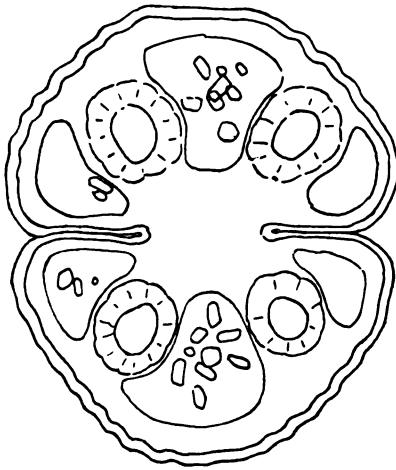


Textfig. A. *Mesotaenium caldariorum* a) Ältere Zelle aus einem im Licht auf Agar erwachsenen Kulturmaterial. b) Zelle aus einem im Dunkeln auf 1proz. Glukose in 3½ Monaten erwachsenem Material. c) 20 Tage alte Zelle aus stickstofffreier Nährlösung. d) Zelle vom Grunde einer 3 Monate alten Lösungskultur. e) Zelle aus einem im Licht auf 10proz. Glukose 30 Tage kultivierten Material. Öl ist schwarz dargestellt. Mit Zeichenapparat. Originalzeichnung ist auf  $\frac{2}{3}$  verkl.

Die Breite beträgt 11–14  $\mu$ , die Länge 34–38  $\mu$ . Auf alten, erschöpften oder ungünstig zusammengesetzten Substraten ändert sich die Breite um ein Geringes, beträchtlich aber ihre Länge. Unter gewissen Umständen erfährt auch die Form eine Veränderung, und die sonst einzeln auftretenden Zellen können in lockerem, fädigem Zusammenhang verbleiben (Taf. 9 Fig. 2 u. 3). Geschlechtliche Fortpflanzung wurde weder in der Natur noch in der Kultur bisher

beobachtet, so daß die Bestimmung lediglich nach den vegetativen Zellen vorgenommen wurde (HANS GIBG (1886), WEST (1904)). Nach WEST sind Zygoten von *Mesotaenium caldariorum* überhaupt noch unbekannt.

*Cosmarium Botrytis* MENEGH, (bestimmt nach WEST (1912)) verdanke ich Herrn Prof. Dr. PRINGSHEIM. Er hat mir diesen Stamm in Speziesreinkultur mit zwei anderen Stämmen dieses *Cosmariums* für die Versuche zur Verfügung gestellt. Die Kulturdauer dieser



0 10 20 30 40  $\mu$

Textfig. B. *Cosmarium Botrytis*, vegetative Zelle im optischen Schnitt.

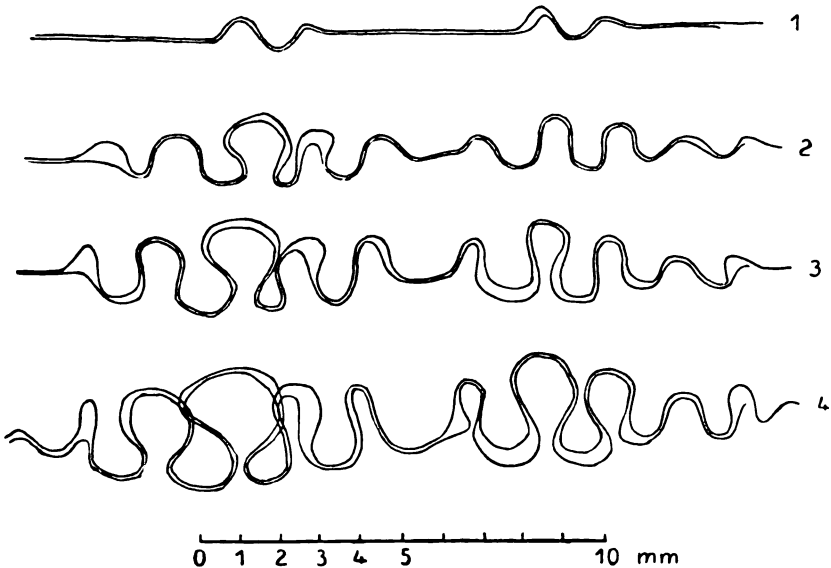
Pyrenoide, Vakuolen mit Kristallen. Mit Zeichenapparat. Original auf  $\frac{2}{3}$  verkl.

Dieser Stamm wurde seinerzeit aus einem Rohmaterial von Töltz (Oberbayern) isoliert (vgl. PRINGSHEIM (1912)). Trotz der 14jährigen Kultur wurde nie Copulation bemerkt. Auch in der Natur wurden seinerzeit solche nicht gesehen, so daß unbekannt ist, welche der dickfädigen Spezies hier in Kultur vorliegt. Die Dimensionen der vegetativen Fäden allein lassen nicht zwischen *Zygnema cruciatum* und *Zygnema stellinum* unterscheiden. Die Zellen besitzen auf

<sup>1)</sup> An dieser Stelle danke ich Herrn Prof. Dr. PRINGSHEIM wärmstens für das mir erwiesene Entgegenkommen und für zahlreiche Ratschläge während der Untersuchung.

nährstoffhaltigen Substraten eine durchschnittliche Breite von  $32\ \mu$  und eine Länge von  $50\text{--}60\ \mu$ . Die mächtige Gallertscheide ermöglicht dieser Alge, genau so wie die Schleimmassen dem *Cosmarium*, amphibische Lebensweise.

Das Ausgangsmaterial der reingezüchteten *Spirogyra varians* stammte aus einem Graben in der Nähe von Reichstadt in Böhmen, wo diese Art jährlich festgestellt werden konnte. Sowohl in der Natur als auch später in der Kultur erlaubten vorgefundene Copulationsstadien eine genaue Bestimmung der Art (nach BORGE-PASCHER

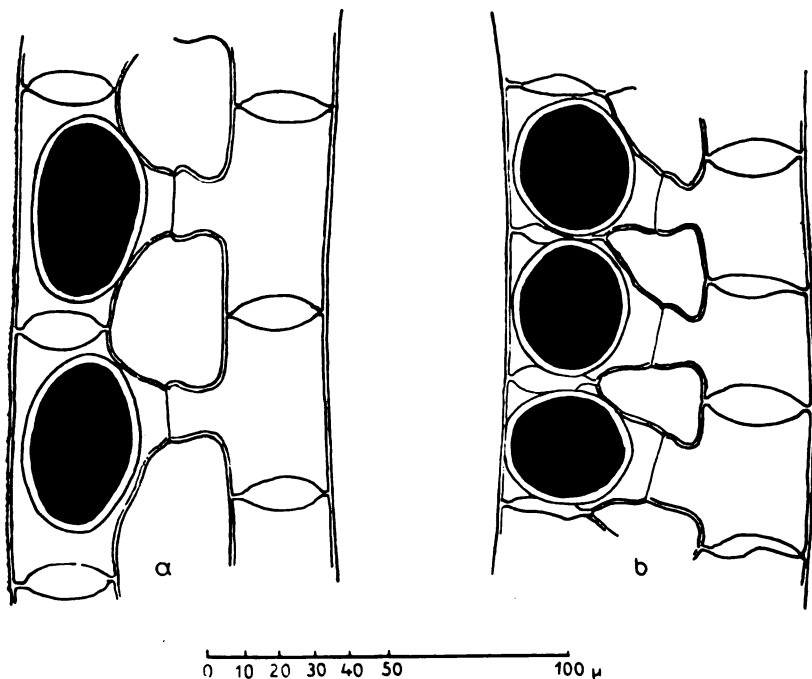


Textfig. C. Lagerung eines Fadenpaares von *Zygnema* sp. auf der Agaroberfläche bei stattfindender Zellvermehrung. 1. Situation 16 Stunden nach der Übertragung am 20./12. 1924, 2. am 21./12., 3. am 23./12., 4. am 24./12. Mit Zeichenapparat. Original auf  $\frac{2}{3}$  verkl.

(1913)). Die vegetativen Fäden sind meist  $32\ \mu$  dick und in nährstoffreichen Medien meist  $1\frac{1}{2}$  mal so lang. Der meist in der Einzahl (aber auch öfters in der Zweizahl) vorhandene Chromatophor ist unter guten Ernährungsbedingungen breit und zeigt  $2\text{--}2\frac{1}{2}$  Umgänge (Textfig. F b). Sein Rand ist stark gelappt. Bei der Copulation sind die weiblichen Zellen auf der Copulationsseite meist mehr oder weniger angeschwollen. Die Zygoten sind kurz- bis langellipsoidisch, bisweilen nähert sich ihre Gestalt stark der Kugelform. Das Volumen und damit die gewöhnlich angegebenen Dimensionen (Länge und



Breite) der Zygoten ist, wie ich (1925) gezeigt habe, von dem Volumen der beiden in Copulation getretenen Zellen abhängig und, da die Volumina der beiden Zellen zur Zeit der Copulation innerhalb weiter Grenzen schwanken können, von nicht allzu großer Bedeutung. Überdies können sie aus der Textfig. D (Copulationsstadien aus absoluten Reinkulturen) entnommen werden.



Textfig. D.

Copulierende Fadenpaare von *Spirogyra varians*, erhalten an absolut reinem Material in Lösungskultur. Mit Zeichenapparat. Original auf  $\frac{2}{3}$  verkl.

Aus dem Ausgangsmaterial wurden gesunde, stärkearme Fäden herausgeholt, in sterilisiertem Wasser abgespült und einzeln auf Agar mit anorganischen Salzen ( $\text{KNO}_3$  0,02 Proz.,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  0,002 Proz.  $\text{MgSO}_4$  0,001 Proz.,  $\text{FeCl}_3$  oder  $\text{FeSO}_4$  0,00005 Proz. aufgetragen). Die Fäden legen sich infolge des in den nächsten Tagen einsetzenden Längenwachstums in weite Maschen (Textfig. E). Durch weitere Überimpfung auf den gleichen Agar lassen sich dünnfädige Formen recht gut kultivieren. Die Kultur gelingt aber nicht bei Anwesenheit vieler Bakterien. Darauf ist es zurückzuführen, daß die von in der Natur eingesammelten Materialproben angelegten Erstlingskulturen, die anfangs eine geringere Anzahl von Keimen enthalten,

gewöhnlich angehen, nicht immer aber die von diesen angelegten Tochterkulturen. Der Bakterienbesatz des eben aus der Natur gehaltenen Materiales ist gering; er entwickelt sich erst in den Agarkulturen so reichlich, daß die daraus neuerlich übertragenen Fadestücke vielfach gleich vom ersten Augenblick an derart von den ebenfalls mit aufkommenden Bakterien überwuchert werden, daß ein intensives Wachstum der Alge unterbleibt und sie daher nie mehr aus dem Bakterienlager herauswachsen kann. Solche Kulturen sind also erfolglos. Es empfiehlt sich daher, Tochterkulturen immer in der Mehrzahl anzulegen, um die Kontinuität der Stämme zu erhalten.

In Lösungskulturen von gleicher Zusammensetzung war es zwar möglich, Fäden von *Spirogyra varians* (auch anderer Arten) über Wochen, auch Monate zu erhalten, sogar Vermehrung zu erzielen, aber die Zellen zeigten immer ein mehr oder weniger krankhaftes Aussehen (vergilbte Chromatophoren mit großer Menge an Pyrenoid- und Stromastärke (CZURDA (1924)). Die bessere Eignung fester Substrate für die Rohkultur fädiger Formen mag vielleicht unter anderem, wie Veränderung der Lösung durch die Lebenstätigkeit der Bakterien, darauf beruhen, daß es bei der räumlichen Fixierung der Organismen auf der Agaroberfläche den fadenförmigen Algen möglich ist, sich durch Fortwachsen von der Impfstelle ziemlich bakterienfrei zu erhalten, wogegen die Fäden in Lösungen überall und in allen Teilen ihrer Gallertoberfläche der Infektion unterliegen. Für diesen Zusammenhang scheint die Tatsache zu sprechen, daß die Fäden von *Spirogyra* bei Erzielung absoluter Reinheit in Lösungen, in denen sie vor ihrer Befreiung von Bakterien kaum fort kamen, weitaus besser gedeihen als in den Agarkulturen, selbst bei völliger Abwesenheit von Bakterien.

### Die Gewinnung der absoluten Reinkulturen.

Der einzuschlagende Vorgang der Reinzüchtung war bei allen vier genannten Algen durch die Beobachtung gegeben, daß die in verflüssigten Agar eingeschlossenen Zellen sich ebenso rasch vermehren, wie die auf der Oberfläche befindlichen. Siehe bereits PRINGSHEIM (1912).

Bei *Mesotaenium* wurden möglichst reine Zellenmassen aus Rohkulturen durch kräftiges Schütteln in keimfreiem, destilliertem Wasser aufgeschwemmt. Durch das Schütteln wurden die in Schleimmassen befindlichen Zellen voneinander isoliert. Etwas von dieser Aufschwemmung wurde nun verflüssigtem Agar (mit den schon

genannten Salzzutaten) zugesetzt und dieser in Petrischalen nach der in der Bakteriologie üblichen Weise erstarren gelassen. Schon in etwa 10 Tagen sah man mit freiem Auge grüne, punktförmige Kolonien auftreten. Bei mikroskopischer Kontrolle erwiesen sich aber viele Kolonien noch unrein. Von reinaussehenden Kolonien, die an der Oberfläche erwachsen oder an diese erst hervorgebrochen waren, wurde in Schrägagarröhrchen abgeimpft und die Entwicklung einer reichlichen Zellenmasse abgewartet. Nach 6 Wochen, während der ansehnliche Kolonien herangewachsen waren, wurden mit diesem Material abermals Plattengüsse vorgenommen. Von mehreren Kolonien des zweiten Plattengusses wurden am 26. Mai 1923 Schrägagarkulturen angelegt und ihre Entwicklung abgewartet. Da das Zellenmaterial auch bei mikroskopischer Untersuchung völlig rein aussah, wurden zunächst davon je zwei Tochterkulturen angelegt. Dann wurde in die Röhrchen der Mutterkulturen Bouillon (0,5 Proz. Pepton Witte, 0,5 Proz. Chlornatrium, 0,5 Proz. Liebig's Fleischextrakt, neutralisiert mit Natriumkarbonat) eingegossen, kräftig durchgeschüttelt, bis sich die Zellen gleichmäßig verteilt hatten. Zur Kontrolle wurden Bouillonröhrchen mit unreinem Zellenmaterial geimpft. Alle Röhrchen wurden dann im Brutschrank bei 30° C untergebracht. In den Kontrollröhrchen mit dem absichtlich unreinen Impfmateriale war bereits nach 18 Stunden eine starke Trübung eingetreten. Die zu untersuchenden Röhrchen (sechs Stück) blieben aber auch nach 6tägigem Verweilen im Brutschrank vollkommen klar. Die Tochterkulturen, die von diesem Zellenmaterial vorher angelegt worden waren, wurden als absolut rein angesehen.

*Cosmarium Botrytis* wurde in der gleichen Weise behandelt und trotz der hier vorhandenen mächtigen Gallertmassen rein erhalten. Von einer Rohkultur in synthetischer Nährlösung der oben bereits genannten Zusammensetzung, in der eine reichliche Bakterienflora mitvegetierte, wurde ein Stück der gallertigen Masse in sterilem Wasser durch kräftiges Schütteln aufgeschwemmt, mit geringer Tourenzahl zentrifugiert, dann abermals mit sterilem Wasser aufgeschwemmt und schließlich nach einigen Wiederholungen dieses Vorganges mit Agar in der bekannten Weise in Petrischalen ausgegossen. Aus der Aussaat entwickelten sich in 4 Wochen größere Kolonien. Die von den Zellen reichlich ausgeschiedenen Gallertmassen durchbrechen leicht die Agargeschichte und quellen aus ihr kuppenförmig hervor. Die nach der Waschung des Ausgangsmateriales in wesentlich geringerer Zahl auftretenden Bakterienkolonien beweisen, daß die Keime nur oberflächlich den Gallerten

aufsitzen. Von den an die Agaroberfläche emporgelangten Kolonien wurde am 16. Juni 1924 mit lanzettlich geformter Nadel etwas in Schrägagarröhrchen abgeimpft und die Weiterentwicklung abgewartet. Das in 8 Wochen herangewachsene Zellenmaterial wurde ebenso wie bei *Mesotaenium*, nachdem je zwei Tochterkulturen angelegt worden waren, in Bouillon übertragen, kräftig durchgeschüttelt und bei 30° C 6 Tage lang im Brutschrank belassen. Die Tochterkulturen der ungetrübt gebliebenen Stammkulturen wurden als rein angesehen.

Um *Zygnema* und *Spirogyra* von den an ihren Gallerten haftenden Bakterien zu befreien, wurde der gleiche Weg eingeschlagen, auf dem es PRINGSHEIM (1914) gelungen war, fädige Cyanophyceen rein zu züchten. Es wurden kürzere Fadenstücke in den noch flüssigen Agar (1 $\frac{1}{2}$  Proz., 32° C) gemischt und dieser in Petrischalen erstarren gelassen. Ebenso wie die Cyanophyceen wachsen auch die dünnfädigen Vertreter der beiden genannten Gattungen unter reichlicher Schleifenbildung durch den Agar und brechen oft auf seine Oberfläche durch. Der an solchen Fäden auftretende Bakterienbesatz beschränkt sich, soweit man das mikroskopisch sehen kann, auf einen Abschnitt, der ungefähr der ursprünglichen Fadenlänge entspricht. Die in den Agar hinauswachsenden Fadenstücke sehen rein aus. Gelangt ein vom Ausgangspunkt entlegenerer Fadenabschnitt an die Agaroberfläche, so entwickelt sich auch hier unter reichlicher Schleifenbildung ein Fadenstück, das vollkommen rein aussieht. Solche an die Oberfläche emporgewachsene Fadenstücke lassen sich bei dünnfädigen Formen relativ leicht bei mikroskopischer Kontrolle isolieren, ohne das im Agar befindliche Stück mitzureißen. Bei dickfädigen Formen (30–60  $\mu$ ), deren Zusammenhang viel fester ist, muß das Fadenstück bei Beobachtung der Sterilität erst mittels einer Nagelschere zerlegt werden, da sonst das ganze, auch im Agar befindliche Fadenstück mit herausgezogen wird. Die Verwendung flachgeschliffener Nadeln bringt infolge der großen Zähigkeit der Zellmembranen und der geringen Widerstandsfähigkeit des Substrates nicht den gewünschten Erfolg. Manchmal ist die Übertragung auch ohne Schere rasch und bequem zu bewerkstelligen, weil die Fäden von selbst zerfallen. Das von der Platte übertragene *Zygnema*-Material (23. Juni 1924) hat die Probe auf Reinheit, die in der gleichen Weise wie bei den beiden vorhergenannten vorgenommen wurde, schon nach dem ersten Plattenguß bestanden. Ebenso gelang es bei *Zygnema peliosporum* (17./7. 25).

Fäden von *Spirogyra varians* wurden zwar ebenfalls in dieser Weise rein erhalten, aber die von der Platte übertragenen Faden-

stücke starben auf dem neuen Substrat sofort ab, obwohl dieses hinsichtlich seiner Zusammensetzung vollkommen identisch war mit dem der Petrischalen, da beide aus der gleichen vorrätig gehaltenen Agarmenge genommen waren. Nach vielen erfolglosen Wiederholungen und nach der Vergewisserung, daß Giftwirkung vonseiten der Impfnadel (Platinit) nicht vorliegen könne, wurde der Mißerfolg der großen Empfindlichkeit der Fäden gegen Austrocknung zugeschrieben; es ist offenbar der Mangel an mächtigeren Gallerthüllen, der sie im Gegensatz zu drei anderen Vertretern diese Manipulationen nicht überdauern läßt. Als auch die rascheste Übertragung erfolglos geblieben war, die Übertragung mehrerer Fäden aber nicht ratsam schien, wurde die Reinigung der Fäden durch Waschung versucht. Zu diesem Zweck wurde eine ganze Reihe von Eprouvetten mit ca. 5 ccm doppeltdestillierten Wasser beschickt und sterilisiert. Das Rohmaterial, ein kleines Stückchen der Algenwatte, wurde in das erste Röhrchen eingetragen, kräftig geschüttelt, mit steriler Nadel wiederum herausgeholt und nach Abfließen des überschüssigen Wassers in das zweite übertragen. Hier erfuhr die Watte die gleiche Behandlung. Nach einer 10–15 maligen Wiederholung des gleichen Vorganges wurden schließlich nur einzelne Fadenstückchen herausgeholt und auf einer in Petrischalen erstarrten Agarschicht ausgelegt. Das auf der Nadel haftende Wasser schützte anscheinend den Faden vor allzu rascher Austrocknung. Nach 24 Stunden waren die Faden bereits so geschlängelt, wie es in Textfig. E 2 dargestellt ist. Die von diesen Fäden gewonnenen Kulturen sahen wohl bakterienrein aus, mußten aber der gleichen Reinigung nochmals unterworfen werden. Erst bei Fäden der nächsten Plattenkultur ist die Probe auf Bakterienfreiheit positiv ausgefallen (19. November 1925). Die weitere Kultur der isolierten Stämme erfolgte zunächst ebenfalls auf Agar.

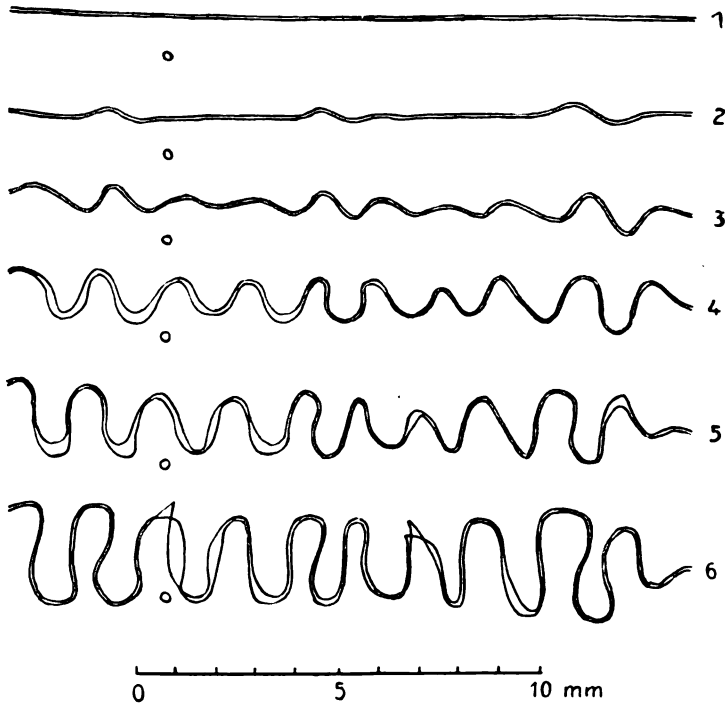
Damit bin ich in den Besitz eines Materiales von fünf Conjugatenvertretern gelangt, das immer sicher und bequem kultivierbar ist und daher jederzeit in gleicher, natürlicher Beschaffenheit für Versuche zur Verfügung steht und das absolut rein ist.

### **Die Kulturversuche mit absolut reinem Material.**

#### **1. Die Fortführung der Stammkulturen.**

Die Fortzüchtung der von *Mesotaenium* rein gewonnenen Stämme erfolgte, wie schon bemerkt wurde, zunächst auf dem Agar, dessen Zusammensetzung bereits genannt wurde. Die damit geschaffenen

Milieubedingungen gestatten ein ausgezeichnetes Wachstum. An Stelle von Gips (PRINGSHEIM (1912)) hat sich für die Kultur auch asche- und stärkefreies Filterpapier (hergestellt von Max Drevershoffs, Dresden), das in Form von ca. 1,5 cm breiten und ca. 8 cm langen Streifen der Eprouvettenwand angelegt wird und das von ca. 5 cm Mineralsalzlösung (wie im Agar) gleichmäßig feucht gehalten wird, wegen seiner einfachen Zurichtung sehr bewährt.



Textfig. E. Lagerung eines Fadenpaares von *Spirogyra varians* auf der Agaroberfläche bei stattfindender Zellvermehrung. 1. Situation kurz nach der Übertragung am 25./2. 1925, 2—5, in den aufeinanderfolgenden Tagen, 6. am 2./3. Mit Zeichenapparat. Original auf  $\frac{2}{3}$  verkl.

Dieses Kulturverfahren, das bereits von CORRENS (1899), BECQUEREL (1906), SERVETTAZ (1913) und PRINGSHEIM (1921), dort die diesbezüglichen Literaturzitate, für die Kultur von Moosen verwendet wurde, wird besonders dort anzuwenden sein, wo es sich um Beschaffung größerer Materialmengen handelt. Da das genannte Filterpapier, wie besondere Kulturversuche gezeigt haben, keinen als Stickstoff- oder als Kohlenstoffquelle in Betracht kommenden Stoff enthält, so

kann es auch in manchen eingehenderen Versuchen Verwendung finden. Die Lösung allein ist zwar auch verwendbar, aber man wird, da Impfungen in Lösungen nur einen geringen Ernteertrag liefern, die Kultur auf feuchtgehaltenen Oberflächen vorziehen, wenn die Fragestellung die Verwendung dieses Hilfsmittels zuläßt. Das bessere Gedeihen dieses *Mesotaenium* auf Oberflächen dürfte mit der Anpassung an die Existenzbedingungen „auf dem Lande“ (Luftalge) zusammenhängen (vgl. FRITSCH (1922, 1923)). Die Impfungen wurden dort, wo es sich um den Vergleich von Ernteerträgen gehandelt hat, mit Tropfen von Aufschwemmungen vorgenommen. Für die Aufschwemmungen wurden 3—4 Wochen alte Agarkulturen in Eproutetten genommen, die nach Beschickung mit sterilem Wasser kräftig durchgeschüttelt wurden. Wo eine möglichst gleichmäßige Dosierung des Impfmateriales nicht notwendig war, wurde mit der Nadel geimpft. Die Stammkulturen auf Agar wurden stets nach 4 Wochen erneuert; sie bleiben aber viel länger 3—4 Monate lebensfähig.

Die Fortführung der von *Cosmarium*, *Zygnema* und *Spirogyra* isolierten Stämme erfolgte ebenfalls wegen der bequemeren Kontrolle von etwa nachträglich erfolgenden Infektionen durch Luftkeime auf Agarsubstrat. Das Wachstum von *Cosmarium* geht aber unter diesen Umständen sehr langsam und unsicher vor sich. Die Impfungen in Nährlösung gleicher Zusammensetzung ist ertragreicher; am besten eignet sich wiederum das mit dieser Lösung durchtränkte Filtrierpapier, auf dem mächtige grüne Gallertmassen in Entwicklung gelangen. Die Erneuerung solcher Eproutettenkulturen braucht nur alle zwei Monate vorgenommen zu werden. Das Zellenmaterial solcher Kulturen ist ziemlich gleichartig. Die Überimpfung geschah durch Übertragung eines Stückchens des Gallertlagers.

Das Wachstum der auf den Agar aufgetragenen Fäden von *Zygnema* und *Spirogyra*, die beide annähernd die gleiche Fadendicke besitzen, verursacht eine geschlängelte Verlagerung der Fäden. Die Schlängelung geht in der Weise vor sich, daß ein völlig gestreckter Faden nach 18 Stunden in regelmäßigen Abständen welligen Verlauf annimmt, wie es in Textfig. C u. E von einem Fadenpaar dargestellt ist. In den gewellten Fadenabschnitten war Zellvermehrung erfolgt. Mit dieser Versuchsanordnung läßt sich also einfach die Verteilung der Zellvermehrungszonen im Faden zur Darstellung bringen, diese auffallende Verteilung des Wachstums im Faden ließ sich auch bei meinen noch unveröffentlichten Untersuchungen über das Vorkommen von Kern- und Zellteilungen im Faden an anderen Arten beobachten. Von anfänglichen Krümmungen schreitet die Schlängelung des Fadens

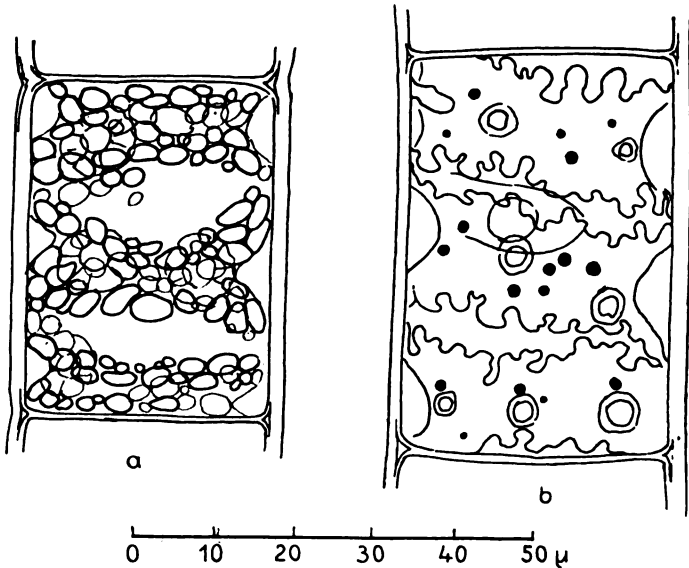
mehr oder weniger regelmäßig nach beiden Seiten fort, wobei sich die ersten Krümmungen zu größeren Bogen erweitern. Solange Knickung, Zerfall längs der Mittellamelle und Überschiebungen des Fadens nicht eintreten, bleiben die Stellen anfänglicher Krümmung mehrere Tage kenntlich. Knickung und darauf folgender Zerfall des Fadens infolge des Absterbens der geknickten Zelle tritt bei dieser *Spirogyra*-Art im Gegensatz zu *Zygnema* sp. sehr leicht ein. Denn es leisten die durchschnittlich größere Zelllänge und die zartere Membran Vorschub. Der bei *Zygnema* spärlicher vorkommende Fadenzerfall erfolgt durch Lockerung des Zusammenhanges längs der Mittellamelle. Werden zwei Fadenabschnitte parallel dicht nebeneinander gestreckt aufgelegt, was leicht zu bewerkstelligen ist, wenn ein längerer Faden in seiner Mitte mit hakenförmiger Nadel aufgenommen und über die Agaroberfläche dahingezogen wird, so erfolgt die erste Einkrümmung der beiden Fadenabschnitte auffallenderweise immer an gemeinsamen Stellen, die ebenfalls in regelmäßigen Abständen voneinander liegen (Textfig. C u. E). Das gleichartige Ergebnis einer Reihe derartiger Versuche schließt aus, daß die Abschnitte der Zellvermehrung beider Fadenabschnitte zufällig nebeneinander fielen. Da diese Erscheinungen für andere Fragen nicht unwesentliche Beiträge liefern können, soll ihre Behandlung später ausführlich erfolgen.

Die Chromatophoren der auf Agar kurzgliederigen Zellen von *Spirogyra* sind breit und intensiv grüngefärbt, wie bei dem aus der Natur stammenden Material. Aber sie enthalten viel Pyrenoid- und Stromastärke (Textfig. F). Es sind also die auf dem Agar gegebenen Bedingungen für das Gedeihen von *Spirogyra* nicht völlig entsprechend. Denn die Untersuchung von Fäden natürlicher Standorte ergibt, daß zur Zeit intensivster Zellvermehrung, die wir im Interesse der Kultivierbarkeit anstreben, Stärke nur in Form einer Hülle um die Pyrenoide herum vorfindet. Wenn auch die Agaroberflächenkultur demnach nicht natürliche Existenzbedingungen schafft, so ist doch mit ihr eine derartige Annäherung an solche gegeben, daß wir im Interesse der Übersichtlichkeit Agar als Kulturmedium für die Stämme beibehalten haben. Allerdings muß eine Erneuerung der Kulturen stets nach 3—4 Wochen vorgenommen werden, weil sich nach Ablauf dieser Zeiträume zu dem an sich nicht schädlichen Stärkeüberfluß Degenerationen des Chromatophors zugesellen, die durch Darbietung natürlicher Lebensbedingungen nicht mehr wett gemacht werden können. Bisweilen tritt in älteren Kulturen Copulation auf. Die Bildung von rhizoidartigen Auswüchsen, die bei anderen Arten auf Agar leicht erhalten werden, wurde in diesen



Kulturen nicht beobachtet, obwohl *Spirogyra varians* dazu befähigt ist (CZURDA 1925).

Da wir aber in *Spirogyra* einen typischen Wasserbewohner vor uns haben, wurden nochmals trotz der früheren erfolglosen Versuche Lösungskulturen, diesmal aber mit absolut reinem Material, versucht. Lösungen mit den gleichen Nährsalzzutaten wie der Agar gestatteten jetzt eine sehr gute Zellvermehrung bei völlig natürlicher Färbung und normalem Stärkegehalt der Chromatophoren. Durch die inzwischen



Textfig. F. Das Aussehen der Zellen von *Spirogyra varians* in absoluter Reinkultur. a) Zelle aus 21tägiger Kultur auf Agar. b) Zelle aus 42tägiger Kultur in 10 ccm Nährlösung. Mit Zeichenapparat. Original auf  $\frac{1}{3}$  verkl.

von USPENSKI (1924) publizierten und mir damals erst zur Verfügung stehenden Untersuchungsergebnisse angeregt, setzte ich in der bis zu diesem Zeitpunkt mit Eisenchlorid versehenen Lösung Ferrosulfat als Eisenquelle zu und fand die Lösung ein ausgezeichneteres Kulturmedium für *Spirogyra varians*. Trotz der kleinen Flüssigkeitsmengen (10 ccm) erfolgt eine üppige Entwicklung des Impfmateri- als. Das in solchen Kulturen vorhandene Material bleibt über einen Monat in seiner natürlichen Beschaffenheit. In 2 Monate alten Kulturen tritt Degeneration und Fadenzерfall mit gleichzeitiger Bräunung der Flüssigkeit ein. In den Lösungskulturen tritt aber eine bemerkenswerte Erscheinung auf. Das Impfmateri- als, bei *Spirogyra* und *Zygnema* eine mit hakenförmiger Nadel aus der Ausgangskultur herausgehobene

kleine Fadenmenge, geht bei *Spirogyra* innerhalb der ersten 5 Tage fast immer in Copulation über. Erst aus den übrigbleibenden vegetativen Fäden entwickelt sich in der Folgezeit eine üppige Watte. Tabelle I soll die Häufigkeit des Copulationseintrittes zeigen. Gleichzeitig ist aus ihr ersichtlich, daß die Lösungskultur durchaus verläßlich ist.

Tabelle I.

4 Serien von Lösungskulturen (*Spirogyra varians*). 10 ccm Nährlösung (KNO<sub>3</sub> 0,02 Proz., K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0,002 Proz., MgSO<sub>4</sub> 0,001 Proz., FeSO<sub>4</sub> 0,00005 Proz.) in böhmischem Kaliglas (Eprovette). Anfangs pH 6,0, nach 4 Wochen pH 7,6—7,9 (mit Indikatoren nach MICHAËLIS). Temperatur 18—22° C, diffuses Tageslicht am Nordfenster.

Versuchsnummern der Kulturserie	Alter dieser Stammkultur in Tagen	Impftag der hiervon angesetzten Lösungskulturen	Anzahl der Lösungskulturen	Anzahl der Kulturen mit Copulation	Tag der Beobachtung	Anzahl der nicht angegangenen Lösungskulturen
8	30	23./5.	27	24	2./6.	0
12	22	16./6.	17	13	21./6.	1
13	22	16./6.	16	16	21./6.	0
14	22	16./6.	13	9	21./6.	0

Auf die Copulation auslösenden Faktoren kann hier noch nicht eingegangen werden. Vorläufig sei nur bemerkt, daß ein gewisser indirekter Zusammenhang mit der chemischen Beschaffenheit der Gefäßwände vorliegt. Wie für *Mesotaenium*, *Cosmarium* und *Zygnema*, so wurden nämlich auch für *Spirogyra* Kulturgefäße aus böhmischem Kaliglas verwendet und erwiesen sich als durchaus brauchbar. Der Verwendung dieser Glassorte ist es zuzuschreiben, daß bei Lösungskulturen das Calcium nicht gesondert zugesetzt werden mußte. Es geht in ausreichendem Maße aus diesem Glas in Lösung. Wird Jenaer Glas in Verwendung genommen, so ist ein Zusatz eines Calciumsalzes notwendig. Für *Spirogyra* genügt es, 2 Proz. einer gesättigten Gipslösung nach der Sterilisation zuzusetzen, um die Entwicklung zu ermöglichen. Wird für die Lösungskulturen Jenaer Glas verwendet, so unterbleibt auch die Copulation von *Spirogyra*.

Für die Kultur von *Zygnema* sp. eignet sich am besten Agar oder das mit der Nährlösung getränkte Filterpapier. In der Lösung selbst ist die Zellvermehrung sehr gering im Verhältnis zu den Kulturerträgen auf befeuchteten Oberflächen.

Die Beleuchtung der Kulturen erfolgt in den lichtarmen Wintermonaten in 12stündigen Perioden durch eine 300 Watt Azoglühbirne, deren Wärmestrahlung durch fließendes Wasser in einer ca. 5 cm dicken Schicht ausgeschaltet wird. Die Kulturen befinden sich in einer 50—90 cm weiten Entfernung vom Glühdraht. Diese Lichtintensität ist vollkommen ausreichend (siehe Taf. 10 Fig. 4 u. 5), um ein ständig üppiges Wachstum zu unterhalten. PLÄTZER (1917) fand für eine dünnfädige *Spirogyra*-Spezies bei 174 H-Kerzen (20° C) jene Bedingungen, bei denen sich Assimilation und Atmung die Wagschale halten. Im Sommerhalbjahr sind die Kulturen an einem Nordfenster dem diffusen Tageslicht ausgesetzt. Die Wachstumsgeschwindigkeit und das morphologische Aussehen des Winter- und Sommermaterials läßt unter diesen Umständen keinen Unterschied erkennen.

## 2. Orientierende Ernährungsversuche.

Wenn auch durch diesen Kulturerfolg bereits eine ganze Reihe von Untersuchungsmöglichkeiten geschaffen ist, bleibt doch ernährungsphysiologisch manches offen. So interessiert, inwieweit diese als geeignet befundenen Milieubedingungen abgeändert werden können, um noch Wachstum zu gestatten und in welcher Weise die reingezüchteten Conjugaten auf Veränderungen ihres Milieus reagieren. Die Fülle des hierher Gehörigen ist zu groß und umfangreich, als daß sie in der bisher verfügbaren Zeit hätte erledigt werden können. Es handelt sich daher vorläufig um orientierende Versuche.

Eine hervorragende Rolle beansprucht die Frage, welche Verbindungen als Stickstoffquelle in Betracht kommen. Die Prüfung erfolgte in der Weise, daß der zu untersuchende Stoff in geeigneter Konzentration in der im ganzen hergestellten Grundlösung an Stelle des sonst verwendeten Kaliumnitrates eingeführt wurde. *Mesotaenium*, *Cosmarium* und *Zygnema* sp. wurden auf ein mit diesen Lösungen getränktes Filterpapierstreifen (5 ccm Lösung), *Spirogyra* in die Lösung (10 ccm) geimpft. Die in der Tabelle II unter I—VII aufgeführten Stoffe sind bei jedem einzelnen Organismus jeweils immer gleichzeitig geprüft worden, damit Ertragsverschiedenheiten, bedingt durch Verschiedenheit der Temperatur und Lichtintensität ausgeschaltet wurden. Durch Vergleich der Kulturen nach Verlauf von 4 Wochen wurde die Eignung des betreffenden Stoffes ermittelt. Nitrat und Ammonstickstoff sind von allen vier Vertretern gleich gut verwertbar. Die vorgefundenen Differenzen sind durch Reaktion der Nährlösung bedingt, da die optimale  $p_{\text{H}}$ -Konzentration für jeden dieser Organismen

Tabelle II.

Kulturversuche mit verschiedenen Stickstoffquellen; die Grundlösung:  $K_2HPO_4$  0,002,  $MgSO_4$  0,001 Proz.,  $FeSO_4$  0,0002 Proz.; Kulturgefäße aus böhm. Kaliglas.  
 + Zuwachs, ○ kein Zuwachs, × geschlechtliche Fortpflanzung. Künstliche Beleuchtung.

		<i>Mesotaenium</i>	<i>Cosmarium</i>	<i>Zygnema</i>	<i>Spirogyra</i>
		16./1.—10./2. 22./2.—18./3. 23./4.—25./5. 1924	5./12—31./12. 1924	5./12.—31./12. 1924	21./4.—10./5. 1925
Kaliumnitrat	0,02 Proz.	+++	+++	+++	+++
Calciumnitrat	0,02 Proz.	++	++	++	++
Ammoniumsulfat	0,02 Proz.	+++	++	+++	++ später Absterben
Glykokoll	0,02 Proz.	+++	○	○	○(×)
Asparagin	0,02 Proz.	+++	○	○	+++
Leucin, racem.	0,02 Proz.	○	○	○	○(×)
Kontrollversuch ohne Stickstoff		○	○	○	○(×)

an verschiedener Stelle liegt (Tab. III). Von den geprüften organischen Stickstoffquellen erwies sich bei *Mesotaenium* Glykokoll und Asparagin als ausgezeichnete Stickstoffquelle, und bei *Spirogyra* nur Asparagin. Dieser Befund steht nicht im Einklang mit der Angabe BOKORNÝ's (1896), daß „*Spirogyra*“ Glykokoll als Stickstoffquelle auswerten kann. Außer den genannten, organischen Stickstoffquellen von bekannter Zusammensetzung wurde noch Fleischextrakt (LIEBIG), Pepton (WITTE) und Trypsingelatine, jedoch mit negativem Erfolg versucht. In Glykokoll, Leucin und im stickstofffreien Kontrollversuch trat bei *Spirogyra* in den ersten Tagen Copulation ein. Das Zellenmaterial der gut gewachsenen Lager von *Mesotaenium* im Ammonsulfatversuch zeigte aber bei mikroskopischer Kontrolle ein verändertes Aussehen, wie es in Taf. 9 Fig. 3 dargestellt ist. Die Zellen sind stark verlängert und vielfach gekrümmt und bleiben nach der Zellteilung miteinander in Verbindung. Die Veränderung ist wohl durch die frei werdende Säure bedingt. Kontrollkulturen mit einem überschüssigen Zusatz an Calciumkarbonat zur Bindung der frei werdenden Säure zeigten nämlich unter sonst völlig gleichen Kulturbedingungen normales Aussehen der Zellen (Taf. 9 Fig. 2). Da sich bei *Spirogyra* auch nach 3 Wochen in den Ammonsulfatkulturen die Säurewirkung bemerkbar machte, wurde hier die Abstumpfung der Säure in gleicher

Weise versucht. Ein Erfolg war insofern aber nicht zu verzeichnen, als die Ammonsulfatkulturen ohne Calciumkarbonat bedeutend länger und üppiger wuchsen als die Kontrollkulturen mit diesem Zusatz, offenbar durch zu starke Erhöhung des  $p_H$ -Wertes.

Tabelle III.

Das Wachstum bei verschiedener  $p_H$ -Konzentration. + Wachstum, ○ Absterben, × Copulation. Die innerhalb der fetten Linie eingetragenen Daten sind von Versuchsreihen mit Phosphatmischungen in der üblichen Nährlösung mit 2 Proz. gesättigter Calciumsulfatlösung gewonnen. Die übrigen durch Beobachtung der Reaktionsveränderungen in Nährlösungen ohne Phosphatgemische. Kulturgefäße aus Jenaer Glas. Versuchstemperatur 21—26° C. Die Werte von  $p_H$  der Phosphatgemische sind mit Indikatoren nach MICHAELIS kontrolliert worden.

Diffuses Tageslicht am Nordfenster.

	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,9	7,2	7,3	7,5	7,7	7,9
Filterpapier <i>Mesotaenium</i> $\frac{n}{100}$ Phosphat		+	+++			+++		+++	+++		++	++	+
Filterpapier <i>Cosmarium</i> $\frac{n}{100}$ Phosphat		○	○			+		++	++		+	○	
Lösung <i>Zygnema</i> $\frac{n}{100}$ Phosphat	+		++			++		++	+		+	+	+
Lösung <i>Spirogyra</i> $\frac{n}{500}$ Phosphat		○		+++	+++		++	++	×	×	noch Wachstum möglich		

Ein besonderes Augenmerk war, wie schon die Stickstoffversuche zeigten, der Reaktion zuzuwenden. Die Feststellung der optimalen  $p_H$ -Konzentration wurde mit den gestellten Gemischen von primären und sekundären Kaliumphosphat versucht, das bei *Mesotaenium*, *Cosmarium* und *Zygnema* in  $n/100$ , bei *Spirogyra* in  $n/500$  Konzentration nach der Sterilisation zu der verwendeten Lösung zugesetzt wurde. Das Ergebnis ist nach dem Augenschein in Tabelle III zur Darstellung gebracht. Bei der notwendigen Verdünnung des Phosphatgemisches wird nicht der nötige  $p_H$ -Bereich umfaßt, so daß zur Ergänzung noch  $p_H$ -Wertbestimmungen in anderen Lösungen vorgenommen wurden und in der Tabelle mit berücksichtigt sind (außerhalb der fetten Linie). Die tabellarische Zusammenstellung zeigt, daß der Wachstum-ermöglichende  $p_H$ -Bereich

bei *Mesotaenium* und *Zygnema* ein sehr weiter, bei *Spirogyra* etwas enger ist, wenn wir nur das Ergebnis der Phosphatlösungen berücksichtigen, und am engsten bei *Cosmarium*. Die mit Phosphatgemischen gewonnenen Ergebnisse sind besonders bei *Spirogyra* wiederholt mit  $p_H$ -Messungen von Nährlösungen ohne Phosphatgemischzusatz verglichen worden. Dabei ergab sich, daß das vegetative Wachstum seinen obersten Grenzwert nicht bei 7,0 hat, wie aus der Phosphatreihe hervorzugehen scheint, sondern auch bei höheren Werten (7,9) noch in der gewöhnlich verwendeten Nährlösung vor sich geht. Diese Verhältnisse werden zurzeit untersucht und sollen später gesondert eine eingehende Behandlung erfahren und mit den Ergebnissen BENECKE'S (1908, 1925) und ULEHLA'S (1924) verglichen werden. Auch bei *Cosmarium* ist der optimale Ertrag bei  $p_H$  7,0 nur ein Bruchteil des Ertrages einer Nährlösung ohne puffernde Phosphate von gleichen  $p_H$ -Wert. Der Zusatz der Phosphate in einer Konzentration, wie sie zur Pufferung nötig ist, bewirkt also eine Schädigung.

Das Calcium ist ein notwendiger Bestandteil der Nährlösung für alle vier Vertreter, wenn es auch bei Kultur in böhmischen Kaliglasgefäßen nicht besonders zugesetzt werden muß. Für eine unbestimmte *Spirogyra*-Art hat bereits MOLISCH (1895) die Notwendigkeit des Calciums gefunden. Bei Verwendung des böhmischen Kaliglases geht die für das Wachstum notwendige Menge aus den Gefäßwänden in Lösung. Wo sich das kultivierte Material den Calciumbedarf in dieser Weise nicht decken kann, wie beispielsweise bei Verwendung von Jenaglas, erwies sich für *Spirogyra* die verwendete Nährlösung bei einem Zusatz von 2—5 Proz. gesättigter Calciumsulfatlösung nach der Sterilisation der Lösung als ausreichend.

Über die Bedeutung des Eisens hat USPENSKI (1924) eine eingehende Untersuchung angestellt (vgl. auch REED (1924)). Er hat gefunden, daß die Kulturmißerfolge bei den dickfädigen Formen (*Spirogyra crassa*) offenbar nur darauf zurückzuführen sind, daß die für das Gedeihen notwendige Menge an in Lösung befindlichem Eisen in den Lösungen wie sie bis dahin verwendet worden sind, nicht vorgelegen hat. Um eine hinreichende Menge Eisen in der Lösung dauernd zu erhalten, verwendet er mit ausgezeichnetem Erfolg ein Gemisch von Eisen- und Natriumcitrat. Auch bei *Spirogyra varians* habe ich diese Methode versucht, ohne jedoch ein genügend klares Ergebnis zu erhalten. Der Ernteertrag und die Beschaffenheit der Zellen war schlechter als in der von mir sonst verwendeten Nährlösung. Bedeutend zuverlässiger und ergebnisreicher erwies

sich die von mir verwendete Nährlösung bei Zusatz von 0,0005 bis 0,00005 Proz. Ferrosulfat, wie die photographische Wiedergabe eines Teiles einer Kulturserie mit verschiedenen Zusätzen von Eisen (Taf. 10 Fig. 5) zeigt. Diese Lösung deckt sich mit der, die USPENSKI (1924, 1925) für *Volvox* angewendet hat. Die Ergebnislosigkeit meines Versuches mit Eisencitrat beruht anscheinend nicht nur darauf, daß ich mit einer etwas weniger empfindlichen Art als es *Spirogyra crassa* ist, experimentiert habe, sondern auch darauf, daß die von USPENSKI angewandte Lösung einen anfänglichen  $p_H$ -Wert von ungefähr 7,3 besitzt, während der optimale  $p_H$ -Wert von *Spirogyra varians* um 6,0—6,2 herum liegt. Bei  $p_H$  7,2 beginnt der  $p_H$ -Bereich der Copulation und daher wohl die Ergebnislosigkeit des Versuches mit *Spirogyra varians*, infolge Einsetzens der Copulation. Bei den in meinen Kulturen gegebenen Bedingungen macht sich auch schon beim makroskopischen Vergleich, ohne quantitative Feststellung, die Notwendigkeit einer genauen Bemessung der Eisenmenge auffallend bemerkbar, eine Erscheinung, auf die USPENSKI zum erstenmal ausführlich hingewiesen hat. Die Prüfung der gleichen Versuchsanordnung an *Mesotaenium*, *Cosmarium* und *Zygnema* sp. ergab keinen sichtbaren Unterschied zwischen den einzelnen Konzentrationsstufen. Von den beiden Erstgenannten sind alle Kulturen bis auf die eisenlose Kontrollkultur üppig angegangen. Bei *Zygnema* erfolgt in allen Stufen dieser Lösung gleichartiger Fadenzerfall mit morphologischen Veränderungen. Auch hier anscheinend wegen der zu hohen  $p_H$ -Konzentration, da das Wachstumsoptimum dieser Alge unterhalb von  $p_H$  6,9 liegt.

Da für eine ganze Reihe von Chlorophyceen an absoluten Reinulturen nachgewiesen ist, daß sie ihren Kohlenstoffbedarf teilweise oder gänzlich auch aus organischen Verbindungen decken können, war es schließlich von Interesse, zu untersuchen, inwieweit die nun in absoluter Reinheit vorliegenden vier Vertreter der Conjugaten zur Ausnützung organischer Kohlenstoffquellen befähigt sind. Es haben zwar LÖW und BOKORNY in zahlreichen Publikationen viele Stoffe besonders für *Spirogyra* genannt, die von dieser Alge als Kohlenstoffquelle benützt werden können. Aber die diesen Angaben zugrunde liegenden Versuche sind durchwegs mit Rohmaterial vorgenommen worden und damit unzuverlässig. Auf die Brauchbarkeit dieser Angaben ist von mir schon (1925) näher eingegangen worden. Schon beim genaueren Vergleich der Versuchsergebnisse BOKORNY'S mit Dunkelkulturen und kohlenstofffreien Kulturen wird man in der Skepsis noch weiter bestärkt, daß positive Resultate mit „kohlenstofffreien Lichtkulturen“ nur deshalb erzielt wurden, weil die

verwendeten Spirogyren die von den mitanwesenden Bakterien abgeschiedene Kohlensäure im Licht assimiliert haben, während in den Dunkelversuchen, die durchwegs negativ ausgefallen waren, die Stärkebildung infolge Lichtmangels unterblieben war. Solange in derartigen Versuchen bakterienhaltiges Versuchsmaterial vorliegt, sind positive Resultate nur von Dunkelkulturen zuverlässig. Als Kriterium für die Brauchbarkeit eines Stoffes als Kohlenstoffquelle wurde von mir das Wachstum herangezogen, nicht aber, wie von früheren Autoren, die Bildung von Stärke. Die Stärkebildung wird zurzeit untersucht und später behandelt werden.

Meine Versuchsanordnung war in folgender Weise getroffen worden. Die Kulturen wurden in der gleichen Weise wie für die Untersuchung der Stickstoffquellen vorbereitet, nur wurde der kompletten Nährlösung der zu untersuchende Stoff in der in Tabelle IV und V verzeichneten Konzentration noch hinzugefügt. Es wurde also *Mesotaenium*, *Cosmarium* und *Zygnema* auf Filterpapier, *Spirogyra* in die Lösung selbst geimpft. Von den jeweils so vollkommen gleichartig vorbereiteten Eprovettenkulturen wurden zwei im kohlenstofffreien Raum, zwei in kohlenstoffhaltiger Luft, beide bei der gleichen Lichtquelle, und zwei im Dunkeln bei der gleichen Zimmertemperatur untergebracht. Zur Erzielung des kohlenstofffreien Raumes wurde über die in einer Ebene angeordneten Kulturen eine große Glasglocke auf eine Glasplatte gesetzt und mit Luftpumpenfett abgedichtet. Die im eingeschlossenen Luftvolumen (ca. 8 Liter mit 18 Kulturen) vorhandene Kohlensäure wurde mit stark konzentrierter Kalilauge entfernt. Das Absorbens war in flachen Schalen in Mengen von 50—100 ccm verteilt und war zwecks Vergrößerung seiner Oberfläche an um schmale Zylinder gewickelte Filterpapierstreifen emporgesaugt worden. Um den Kohlenstoffentzug wenigstens einigermaßen kontrollieren zu können, wurde in einer Eprovette gleicher Größe wie die Kulturgefäße Phenolphthalein in einem geeigneten Gemisch von Natriumkarbonat und -bikarbonat untergebracht und mit den Kulturen unter der Glasglocke eingeschlossen. Die maximalste Rötung dieser Lösung, welche anzeigt, daß die Kohlenstoffentension auf ein Minimum herabgedrückt ist, tritt erst in einigen Tagen ein.

Versucht wurden vorläufig die in der Tabelle IV und V zusammengestellten Stoffe. Von diesen erwiesen sich Glukose und etwas weniger ertragreich Rohrzucker nur bei *Mesotaenium* als brauchbare Kohlenstoffquellen. Kulturen mit diesen Zuckern zeigten sowohl im kohlenstofffreien Raum als auch im Dunkeln eine recht gute Entwicklung von Zellenmaterial, die natürlich einen geringeren



Tabelle IV.

Kulturversuche mit organischen Kohlenstoffquellen im kohlenstofffreien Raum; 300 Watt-Azoglühbirne in ca. 75 cm Entfernung; Versuchstemperatur 18–22° C; Eintragungen nach 30 Tagen: + Zuwachs, ○ kein Zuwachs, ⊕ abgestorbenes Material. Siehe dazu Tabelle V. Jeder Stoff immer mit zwei Epruvettenkulturen geprüft. Die Dunkelkulturversuche ergaben das gleiche Resultat.

	Proz.	<i>Mesotaenium</i>	<i>Cosmarium</i>	<i>Zygnema</i>	<i>Spirogyra</i>
		24./1.—25./2., 21./2.—28./3. 1924	14./1.—13./2. 1925	14./1.—13./2. 1925	20./2.—19./3., 28./3.—7./5. 1925
Glukose	1	+++	○	○	⊕
Saccharose	2	+++	○	○	○
Fruktose	1	○	⊕	⊕	⊕
Mannose	1	○	⊕	○	⊕
Mannit	1	○	○	○	○
Galaktose	1	⊕	⊕	○	○
Dulzit	1	⊕	○	○	○
Laktose	1	○	○	⊕	⊕
Kontrollversuch Nährlösung allein		○	○	○	○

Tabelle V.

Kontrollversuche bei Zutritt CO<sub>2</sub>-haltiger Luft; 300 Watt-Glühbirne in ca. 75 cm Entfernung; Versuchstemperatur 18–22° C; Eintragungen nach 30 Tagen: + Zuwachs, ○ kein Zuwachs, ⊕ abgestorbenes Material. Siehe dazu Tabelle IV. Jeder Stoff immer mit zwei Epruvettenkulturen geprüft.

	Proz.	<i>Mesotaenium</i>	<i>Cosmarium</i>	<i>Zygnema</i>	<i>Spirogyra</i>
		24./1.—25./2., 21./2.—28./3. 1924	14./1.—13./2. 1925	14./1.—13./2. 1925	20./2.—19./3., 28./3.—7./5. 1925
Glukose	1	++++	++++	++++	++++
Saccharose	2	++++	++++	++++	++++
Fruktose	1	++++	⊕	++++	⊕
Mannose	1	++++	++++	++++	○
Mannit	1	++++	++++	++++	++++
Galaktose	1	○	○	++++	○
Dulzit	1	++++	++++	++++	++++
Laktose	1	+	++++	⊕	Copulation ○
Die verwendete Nährlösung allein		++++	++++	++++	++++

Ernteertrag als bei Zutritt von CO<sub>2</sub> und bei Beleuchtung ergaben. Kohlenstofffreie Kulturen zeigten ganzrandige, trocken aussehende, intensiv gefärbte, die Dunkelkulturen schleimige, grünlichgelbe Kolonien. *Cosmarium*, *Zygnema* und *Spirogyra* erwiesen sich bei Ver-

wendung der genannten Stoffe in bezug auf Kohlenstoff streng autotroph. Die von BOKORNY mehrmals (zuletzt 1917) wiederholten Angaben, daß „*Spirogyra*“ Glycerin und Saccharose als Kohlenstoffquelle auswerten kann, sind für meine Art in bezug auf die Vermehrung direkt widerlegt. Auch die weiteren Versuch an *Mesotaenium* mit Glykokoll, Asparagin, racem. Leucin, Calciumazetat, Calciumtartrat, Calciumlaktat sind negativ verlaufen. Die nähere Untersuchung dieser Frage, im besonderen die Stärkebildung ist zurzeit im Gange und wird später behandelt werden.

### Zusammenfassung.

1. Es wird der Vorgang der Reinzüchtung von 5 Conjugaten, nämlich *Mesotaenium caldariorum*, *Cosmarium Botrytis*, *Zygnema* sp., *Zygnema peliosporum* und *Spirogyra varians*, beschrieben, der im wesentlichen darin bestand, daß vegetatives Zellenmaterial nach mehrmaligen Waschungen in sterilem, destilliertem Wasser im Agar eingeschlossen oder auf den Agar aufgelegt wurde.

2. Zur vollständigen Ernährung reichen anorganische Salze vollkommen aus. Bei Verwendung der Salzkombination:  $\text{KNO}_3$  0,02 Proz.,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  0,002 Proz.,  $\text{MgSO}_4$  0,001 Proz.,  $\text{FeSO}_4$  0,00002 Proz.,  $\text{CaSO}_4$  2 Proz. einer gesättigten Lösung, ist Zellenmaterial der oben genannten Arten von morphologisch und physiologisch natürlicher Beschaffenheit kultivierbar.

3. Wenn auch diese Salzkombination für alle genannten Arten geeignet ist, so ist immerhin ein gewisser Unterschied im ernährungsphysiologischen Verhalten des Genannten zu beobachten, das hauptsächlich darin besteht, daß der günstige Konzentrationsbereich der einzelnen Nährsalze und der Wasserstoffionen ein verschiedenes weiter ist und sein Optimum an verschiedenen Stellen liegt.

4. Die bisherige Untersuchung der Möglichkeit von Ernährung mit organischen Kohlenstoffverbindungen ergab, daß nur *Mesotaenium* Zucker und zwar Glukose und in geringem Maße Saccharose verwenden kann. Die übrigen Arten sind, soweit es sich nach den wenigen Versuchen behaupten läßt, in bezug auf den Kohlenstoff autotroph.

5. Von organischen Stickstoffverbindungen vermag *Mesotaenium* nur Glykokoll und Asparagin, nicht aber Leuzin, *Spirogyra* nur Asparagin auszunützen. *Cosmarium* und *Zygnema* sp. erweisen sich bei Anwendung dieser Stoffe auch in dieser Beziehung als autotroph.

Pflanzenphysiologisches Institut der deutschen Universität  
Prag II, Viničná 3a.

**Literaturverzeichnis.**

- ANDRESEN, A. (1909): Beiträge z. Kenntnis d. Physiologie d. Desmidiaceen. Flora Bd. 99.
- BENECKE, W. (1898): Über die Kulturbedingungen einiger Algen. Bot. Ztg. Bd. 56.
- (1908): Über die Ursachen der Periodizität im Auftreten der Algen usw. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiologie u. Hydrographie Bd. 1.
- (1925): Zur Frage nach den Bedingungen der Conjugation bei der Gattung Spirogyra. Flora, GOEBEL-Festschrift.
- BOKORNY, Th. (1896): Einige Versuche über die Stickstoffernährung grüner Pflanzen. Chemikerzeitung.
- (1917): Organische Kohlenstoffernährung der Pflanzen. Bakteriolog. Zentralbl. Abt. II Bd. 47. Dort weitere Literaturangaben über diese Frage.
- BORGE, O. (1913): Zygnemales. in: PASCHER's Süßwasserflora Deutschlands usw. Jena.
- CZURDA, V. (1924): Über die Kultur von Conjugaten. „Lotos“, Prag.
- (1924): Zur Kenntnis der Geschlechtsverhältnisse bei Spirogyra. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 42.
- (1925): Zur Kenntnis der Copulationsvorgänge bei Spirogyra. Arch. f. Prot. Bd. 51.
- FRITSCH, F. E. (1922): The moisture relations of terrestrial algae I. Somme general observations and experiments. Annals of Bot. Vol. 36.
- FRITSCH, F. E. and HAINES, F. M. (1923): II. The changes during exposure to drought and treatment with hypertonic solutions. Ibid. Vol. 37.
- GERASIMOFF (1902): Die Abhängigkeit der Größe der Zelle von ihrer Menge an Kernmasse. Zeitschr. f. allgem. Physiol. Bd. 1.
- (1904): Zur Physiologie der Zelle. Bull. soc. imp. Nat. Moscou.
- GILLIS, J. (1923): Zetmeelvorming bij Spirogyra onder den invloed van organischen Stoffen. Naturwet. Tijdschrift Bd. 5. War mir bisher nicht zugänglich.
- GLADE, R. (1914): Zur Kenntnis der Gattung Cylindrospermum. COHN's Beitr. Bd. 12.
- HANSGIRG, A. (1886): Algenflora von Böhmen. Prag.
- HARDER, R. (1917): Ernährungsphys. Untersuch. an Cyanophyceen. Z. f. Bot. Bd. 9.
- HEMLEBEN, H. (1922): Über den Copulationsakt und die Geschlechtsverhältnisse der Zygnemales. Bot. Arch. Bd. 2.
- KLEBS, G. (1888): Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. Tübinger Unters.
- (1897): Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena.
- KOSTKA, G. (1924): Praktische Anleitung zur Kultur der Microorganismen. Stuttgart.
- KÜSTER, E. (1921): Kultur der Microorganismen. 3. Aufl. Leipzig.
- LÖWE, O. und BOKORNY, Th. (1887): Chemisch-physiologische Studien über Algen. Jahrb. f. prakt. Chemie, N. F. Bd. 36.
- MAERTENS, H. (1914): Das Wachstum von Blaualgen in mineralischen Nährlösungen. COHN's Beiträge Bd. 12.
- MOLISCH, H. (1896): Die Ernährung der Algen. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. Wien Bd. 105.
- PLAETZER, H. (1917): Untersuchungen über die Assimilation und Atmung von Wasserpflanzen. Verh. d. phys.-med. Ges. Würzburg N. F. Bd. 45.
- PRINGSHEIM, E. G. (1912): Kulturversuche mit chlorophyllführenden Microorganismen. COHN's Beiträge z. Biol. d. Pflanzen Bd. 11.
- (1914): Zur Physiologie der Schizophyceen. COHN's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen Bd. 12.
- (1918): Die Kultur der Desmidiaceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 36.
- (1921): Algenkultur. Abderhald. Handb. d. biol. Arbeitsmeth. Abt. XI, 2.
- PRINGSHEIM, H. und MÜLLER, O. (1922): Zur Physiologie der „Polyamylosen“ I. Zeitschr. f. phys. Chemie Bd. 118.

- REED, H. S. and HAAS, A. R. C. (1924): Iron supply in a nutrient medium. Bot. Gaz. Vol. 77.
- RICHTER, O. (1911): Die Ernährung der Algen. Monographie zur Intern. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie Bd. 2. Dort weitere Literaturangaben.
- ROSA, K. (1924): Přehled českých řas šroubatkovitých časop. národ. musea, Prag.
- SAKAMURA, T. (1922): Über die Selbstvergiftung der Spirogyren in destilliertem Wasser. The Bot. Magazine Tokyo.
- SCHRAMM, J. R. (1914): Some pure culture methods in the algae. Ann. of the Miss. bot. Garden Bd. I.
- SCHNEIDER, H.-ZIMMERMANN, A. (1922): Botanische Microtechnik. Jena.
- SCHREIBER, E. (1925): Zur Kenntnis der Physiologie und Sexualität höherer Volvocales. Zeitschr. f. Bot. Bd. 17.
- STRASBURGER, E. (1921): Botan. Praktikum, VI. Aufl. Jena.
- ÚLEHLA, V. (1923): Über CO<sub>2</sub>- und pH-Regulation des Süßwassers durch einige Süßwasseralgen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 41.
- (1923): Über den Einfluß der Wasserstoffionen auf einige niedere Pflanzen (tschechisch). Studia Mendeliana, Brünn.
- USPENSKI, E. E. (1924): Contributions to the study of the action of different quantities of iron. Scientific-technical departement of the supreme council of nat. economy, Moskau (russisch).
- USPENSKI, E. E. und USPENSKAJA, W. J. (1925): Reinkultur und ungeschlechtliche Fortpflanzung d. Volvox minor usw. Zeitschr. f. Bot. Bd. 17.
- TREBOUX, O. (1904): Zur Stickstoffernährung der grünen Pflanzen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 22.
- (1905): Organische Säuren als Kohlenstoffquelle bei Algen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 23.
- WEST, W. and WEST, G. S. (1904—1912): British Desmidiaceae. London.

### Berichtigung

zu V. CZURDA, Die Reinkultur von Conjugaten.

Bei einer Prüfung des kultivierten Algenmaterials mittels Ausstriches auf den Objektträger, Fixierung durch Erhitzen und Färbung mittels Fuchsinlösung ergab sich, daß in einigen der jüngsten Stammkulturen von *Cosmarium Botrytis*, *Zygnema* sp. und *Spirogyra varians*, deren Kulturmaterial durch 12 Monate auf Grund der kulturellen Kontrolle als rein angesehen wurden, doch kleine Bakteriengruppen vorkommen. Bei den beiden letztgenannten finden sich die lebhaft beweglichen Keime in der dünnen Flüssigkeitlamelle zwischen der Agaroberfläche und den Fäden, bei *Cosmarium* liegen die Bakterien in kleinen, in Schleim eingehüllten Gruppen in der Gallerte der Alge. Da die beim Fortwachsen der Fäden auf der blanken Agaroberfläche zurückbleibenden Keime, wohl infolge ungünstiger Ernährungsbedingungen, nicht zur Kolonienbildung gelangen, bleiben sie bei der üblichen mikroskopischen Kontrolle unbemerkt. Da

sich aber auch in Bouillon und in anderen Nährsubstraten mit organischen Substanzen, wie Zucker, Aminosäuren usw., keine Bakterienentwicklung bemerkbar gemacht hatte, auch dann nicht, wenn ihr Vorhandensein mittels Färbung nachgewiesen war, so dürfte es sich um Bakterien mit besonderem Stoffwechsel handeln. Für deren Nachweis sind demnach die bisherigen biologischen Prüfungsmethoden unzureichend. Die Vernachlässigung dieser Möglichkeit hat den Irrtum bedingt. Infolge des Druckabschlusses konnte diese unerwartete Tatsache im Text selbst leider nicht mehr berücksichtigt werden. Inwieweit die ernährungsphysiologischen Ergebnisse bei Ausschaltung dieser Keime eine Änderung erfahren werden, soll, falls möglich, geprüft werden. Von meinen Conjugatenkulturen erwiesen sich auch mit der obengenannten Färbemethode geprüft die Kulturen von *Mesotaenium caldariorum*, *Zygnema peliosporum* und *Cosmarium impressulum* ELEV., das während der Drucklegung rein gezüchtet worden ist, als bakterienrein.

### Tafelerklärung.

#### Tafel 9.

Fig. 1. *Mesotaenium caldariorum*. Zellenmaterial aus 40 tägiger Agarkultur (Stammkultur). ZEISS Homog. Imm. 90, ZEISS Projekt. Ocul. 4.

Fig. 2. Dasselbe. Zellenmaterial erwachsen auf Filterpapier; Ammonsulfat als Stickstoffquelle, Calciumkarbonat zur Bindung der frei werdenden Säure; ZEISS Obj. 40, Projekt. Ocul. 4.

Fig. 3. Dasselbe. Ein mit dem vorhergehenden gleichaltes Zellenmaterial erwachsen auf Filterpapier. Ammonsulfat als Stickstoffquelle, aber ohne Zusatz von Calciumkarbonat. Gleich stark vergrößert wie die vorhergehende Aufnahme.

Fig. 4. Dasselbe. Eine Agarkultur nach 42 Tagen; Asparagin als Stickstoffquelle.

Fig. 5. *Cosmarium Botrytis*. 60 Tage alte Agarkultur.

#### Tafel 10.

Fig. 1. *Zygnema* sp. 5 Tage alte Agarkultur.

Fig. 2. *Spirogyra varians*. 5 Tage alte Agarkultur.

Fig. 3. *Mesotaenium caldariorum*. Zellenmaterial aus einer 49 Tage alten Dunkelkultur auf 1proz. Glukoseagar. Vergrößerung wie in Fig. 1 der Taf. 1.

Fig. 4. *Cosmarium Botrytis*. Ein Teil der Versuchsserie mit verschiedenen Stickstoffquellen und zwar von links nach rechts: Kaliumnitrat, Ammonsulfat Calciumnitrat, Glykokoll. Filterpapier als Unterlage. Kulturdauer vom 5./12. 1924 bis 6./1. 1925, also 32 Tage.

Fig. 5. *Spirogyra varians*. Ein Teil der Versuchsreihe mit Lösungen verschiedener Ferrosulfatkonzentrationen und zwar von links nach rechts; 0,05, 0,005, 0,0005, 0,00005, und 0 Proz. Kulturdauer vom 5./2. bis 27./3. 1925, also 50 Tage.

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Laboratorium des Zool. Museums der Universität Moskau.)

## **Über die Kernprozesse der getrennten Conjuganten der *Stylonychia mytilus* und *Paramaecium caudatum*.**

Von

**S. A. Ilowaisky †.**

(Hierzu 12 Textfiguren.)

Bei Erforschung des Lebenscyclus der *Stylonychia mytilus* im besonderen der Conjugation, als eines der Kardinalglieder dieses Cyclus, konnte ich vielfach an meinen Präparaten einige Variationen in der Entwicklung der Kernprozesse bei verschiedenen Individuen dieses Infusoriums verzeichnen. Dabei ging es zuweilen so weit, daß es mir möglich schien, ein Ausfallen einzelner Etappen der Kernverwandlungen zu bemerken.

Bei besonders aufmerksamem Studium, besonders mit Zeitdauerkorrektur und bei Berücksichtigung der Temperaturbedingungen, mußte ich von einer solchen Möglichkeit Abstand nehmen und mich davon überzeugen, daß im allgemeinen der Prozeß ziemlich normal vor sich geht, und daß nur von verhältnismäßig geringen, das Wesen der Sache nichts angehenden Variationen die Rede sein kann. Über einen Punkt jedoch, und zwar den aus theoretischer Überlegung weitaus wichtigsten, bin ich mir nicht vollständig klar geworden. Ich spreche von dem „Wesen des Prozesses der Conjugation“ — das Verschmelzen von Wander- und Stationärkernen (Befruchtung).

Mit Hilfe von Fixierungen, die in bestimmten Zeiträumen vorgenommen wurden, ist es mir gelungen ziemlich genau den Zeitpunkt zu bestimmen, da der Austausch und die Verschmelzung der Kerne stattfindet.

Eine große Anzahl von Präparaten ist in diesen Stadien angefertigt worden. In einigen Fällen konnte ich allerdings Vorgänge beobachten, die für gewöhnlich als Verschmelzung gedeutet werden, welche jedoch, meiner Meinung nach, nicht genügend überzeugend sind. Es waren diese Vorgänge, wie sie gewöhnlich von vielen Autoren beschrieben werden: die Kerne, welche die Form einer Spindel haben (Mitose?), mit deutlich ausgesprochenen Fäden welche bisweilen Chromatinkörnchenträger-Chromosomen, treten in nahe Berührung zueinander. Dabei stellen einige Forscher diese Chromosomen in Form einer Äquatorialplatte dar (z. B. PROWAZEK) und andere wieder als näherliegende zu den Polen der Spindel. Nicht vollständig überzeugt von der Notwendigkeit einer Verschmelzung und die Arbeiten einiger Forscher im Auge behaltend<sup>1)</sup>, machte ich es mir zur Aufgabe zu sehen, — ob es möglich sei, bei einmal begonnener Conjugation (der Anlaß zur Entwicklung der Kernverwandlungen ist gegeben) mit Ausschaltung der Möglichkeit eines Übertrittes und einer Verschmelzung der Kerne (Befruchtung) eine Erneuerung des Kernapparates zu erlangen. Solche Bedingungen lassen sich leicht verwirklichen bei gewaltsamer Trennung der Conjugationspaare in früheren Stadien der Conjugation. Derartige Versuche mit gewaltsamer Trennung der Conjugationsinfusorien sind von PROWAZEK<sup>2)</sup> angestellt worden, jedoch meint der Autor, nachdem er flüchtig von einer Bildung von „Großkernanlagen“ gesprochen, daß das Aussehen einiger Spindeln zur Erkenntnis eines Auseinanderreißen nach der Befruchtung zwingt u. dgl. m.; vermutlich ist der Autor zu keinen einigermaßen bestimmten Ergebnissen gelangt.

Als Objekt meiner Versuche dienten mir *Stylonychia mytilus* und *Paramecium caudatum*. Ich wählte diese deshalb, weil der Prozeß der Conjugation für *Stylonychia* mir besonders gut bekannt ist, da

<sup>1)</sup> HOYER, H., Über das Verhalten der Kerne bei der Conjugation des Infusors *Colpidium colpoda*. Arch. f. Anat., Bd. 54, 1899.

DEHORNE, A.: La non-copulation du noyau échangé et du noyau stationnaire et la disparition de ce dernier dans la conjugaison de *Paramecium caudatum*. C. R. d. L'Acad. d. S. T. 152 1911.

DEHORNE, A.: La permutation nucleaire dans la conjugaison *Colpidium colpoda*. Ibid., T. 152 1911.

<sup>2)</sup> PROWAZEK, S.: Protozoenstudien. Arbeiten aus d. Universität Wien. T. XI 1895—1899.

ich mich bereits seit langem mit der Bearbeitung des Materials für die Conjugation dieser Form beschäftige, und *Paramaecium caudatum* von anderen Forschern am besten studiert worden ist.

Die Trennung wurde in dem Stadium vollführt, das auf Fig. A zu sehen ist. Anfangs fixierte ich, nachdem ich das Paar getrennt, sofort eines der Individuen zur Kontrolle, das andere nach dieser oder jener Anzahl von Stunden. Späterhin wählte ich, um möglichst viel Material zu sammeln, das Anfangsstadium mit Hilfe eines dunklen Feldes, was ohne viel Mühe und ziemlich prägnant gelingt.

Schon bei den ersten Versuchen konnte ich mich davon überzeugen, daß, ungeachtet der Trennung, der Prozeß in den Kernen weiter-schreitet und in einer Erneuerung des Kern-apparates seinen Ab-

schluß findet, ebenso wie bei der normalen Conjugation. Die alten Micronuclei werden vernichtet und resorbiert und neue rekonstruieren sich, wie immer, auf Rechnung der Teilprodukte der kleinen Kerne (Micronucleus). Die Versuchsordnung schließt also die Möglichkeit eines Kernaustausches aus, und was die theoretisch mögliche Selbstbefruchtung anlangt, so halte ich sie auf Grund meines Materials für wenig wahrscheinlich.

Auf Fig. A <sup>1)</sup> ist das erste Stadium dargestellt, von welchem ich bei der Mehrzahl meiner Versuche ausging. Die Kleinkerne haben sich von den Großkernen entfernt und bereits erheblich aufgebläht; im Zentrum beginnt Chromatin sich anzusammeln. Die Großkerne schicken sich zur Teilung an — sind gestreckt <sup>2)</sup>.



Fig. A.

<sup>1)</sup> Alle Abbildungen sind mit Hilfe eines Zeichenapparates Abbe verfertigt. Fig. E, F, L, M sind halbschematisch, Macronuclei sind schwarz, Micronuclei — grau.

<sup>2)</sup> Bemerkt sei, daß die Macronuclei der *Stylonychia mytilus* sich nicht einfach fragmentieren, sondern sich vorher sehr regelrecht teilen.



Fig. B (2 Stunden 10 Minuten nach der Trennung) zeigt die folgenden Stadien der Entwicklung: die Micronuclei blähen sich noch mehr auf, von der zentralen Chromatinanhäufung teilen sich Körnchen ab, welche sich näher zur Peripherie des Kernes entfernen, um ein für *Hypotricha* sehr charakteristisches Vorstadium der Teilung — „Paraschut“ zu konstruieren (Fig. C 4 Stunden nach Trennung).

Auf Fig. D (5 Stunden 33 Minuten nach der Trennung) sehen wir die erste Teilung der Kleinkerne; die Micronuclei teilen sich weiter (Fig. E, 9 Stunden nach der Trennung und Fig. F, 13 Stunden nach der Trennung) und es ergeben sich 16 Teilprodukte (Fig. G, 22 Std. nach der Trennung). Die Großkerne gehen allmählich zugrunde (werden resorbiert).

In Anbetracht der großen Anzahl der sich neubildenden Kerne habe ich bisher noch nicht feststellen können, ob sich alle Micronuclei nur zweimal teilen, oder ob einige von ihnen (wie in der Norm bei Conjugation im allgemeinen) sich mehrmals teilen. Für die letzte Annahme dürften die Stadien, die auf Fig. E und F dargestellt sind, sprechen. Bei der Möglichkeit einer Asynchronie der Teilung

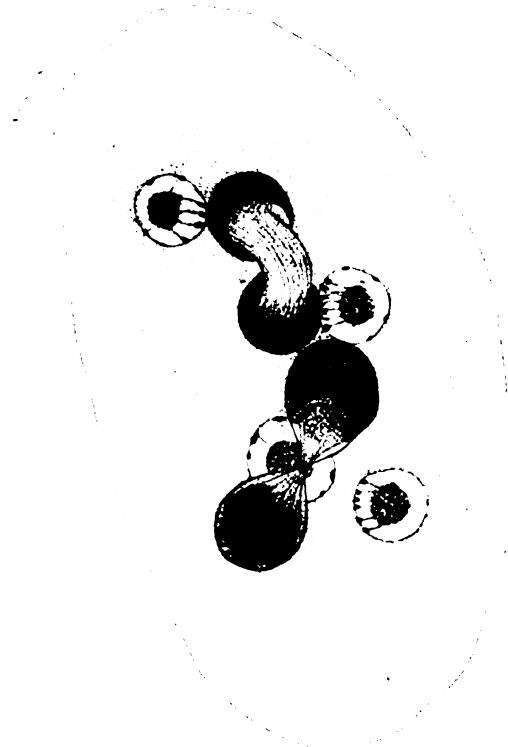


Fig. B.

möchte ich nur ein Urteil vorbehalten und versuchen, dieses in der nächsten Zeit aufzuklären. Einer der Kleinkerne auf Fig. G beginnt bereits sich in einen Macronucleus zu verwandeln — ist stark aufgebläht und feinkörnig.

Auf Fig. H, J und K (27 Stunden, 36 Stunden, 48 Stunden) sind die folgenden Stadien der Neubildung eines Kernapparates zu sehen. Die Kleinkerne, außer zweien — der künftigen Kleinkerne eines vegetativen Individuum, gehen zugrunde, auch die alten Groß-

kerne werden in diesen Stadien endgültig resorbiert. Schließlich erhalten wir die vollkommen typische Form eines Exconjuganten. Der Kernapparat besteht aus einem vorläufig noch nicht geteilten neuen Macronucleus und zwei Kleinkernen.

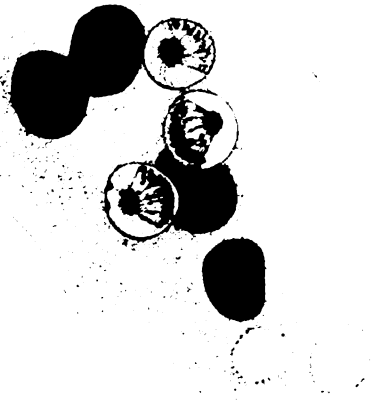


Fig. C.

Alsdann zerfällt mein Material in drei Gruppen:

I. Gruppe. Die zu dieser Gruppe gehörenden Infusorien degenerieren und gehen schließlich zugrunde, was ungefähr 0,2 meiner Versuche ausmachte. Hauptsächlich gehen solche Exemplare zugrunde, die nach dem Auseinanderreißen die kleinere Größe haben.

Hierbei muß bemerkt werden, daß bei dieser Operation die Infusorien in ihrer Größe nach verschiedene Individuen getrennt werden, was von den Besonderheiten des Aneinanderhaftens abhängt.

II. Gruppe. Der Macronucleus teilt sich in zwei Teile, es entsteht der typische Kernapparat. Die Infusorien teilen sich, wachsen und unterscheiden sich überhaupt nicht von gewöhnlichen Individuen. Diese Formen wurden ziemlich lange beobachtet, einige von ihnen gaben Cysten. Zu dieser Gruppe gehört die größte Zahl der Fälle meiner Serien.



Fig. D.

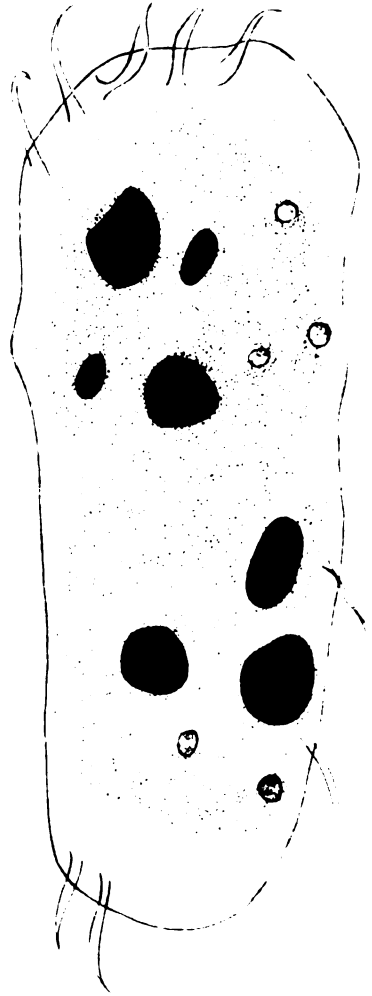


Fig. E.

III. Gruppe. Nach dem Stadium, dargestellt auf Fig. K, d. h. ein Macronucleus und zwei Kleinkerne, verschwinden bei einigen Formen die Kleinkerne und es entstehen Individuen mit einem einzigen Macronucleus (Fig. L, 96 Stunden nach der Trennung).

Darauf teilt sich der Macronucleus und es entsteht die für *Stylonychia* gewöhnliche Anzahl Großkerne (2), von Kleinkernen ist jedoch jegliche Spur verschwunden. Bei anderen Formen läßt sich das Verschwinden der Kleinkerne erst nach vollständiger Herstellung des Kernapparates zu beobachten. (Der Macronucleus hat sich in zwei Teile geteilt, wir haben zwei Groß- und zwei Kleinkerne und erst dann verschwinden die letzteren). Ich habe diese Formen sehr aufmerksam untersucht und schließe die Möglichkeit eines der Micronuclei aus.

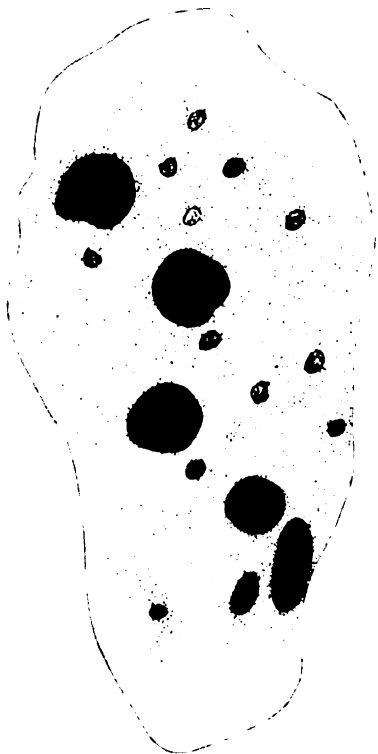


Fig. F.

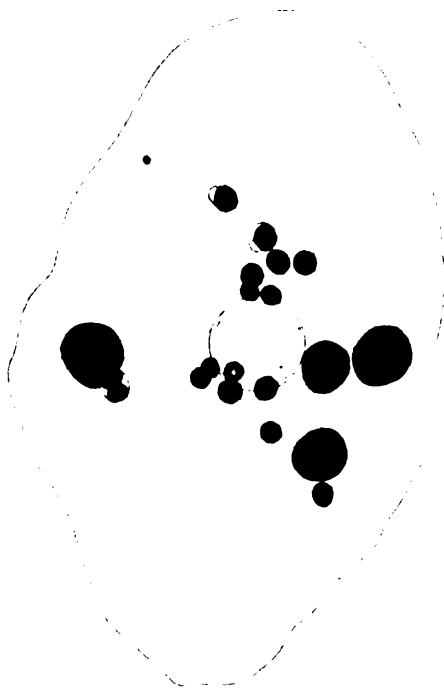


Fig. G.

Diese Infusorien, „ohne Kleinkerne“ lebten, teilten sich und sind von mir im Laufe von  $3\frac{1}{2}$  Wochen beobachtet worden. Auf Fig. M ist eine solche Form dargestellt. (13 Tage nach der Trennung, die 4. Generation). Solche in dieser Gruppe beschriebene Formen erhielt ich mehrere Exemplare.

Das Obengesagte zusammenfassend, komme ich zu dem Schluß, daß unter beschriebenen Verhältnissen sich die Erneuerung des

Kernapparates ohne Kernwanderung und -verschmelzung vollzieht; es bleibt auf diese Weise nur übrig, festzustellen, inwiefern diese Formen lebensfähig sind, besonders die in der dritten Gruppe erwähnten.

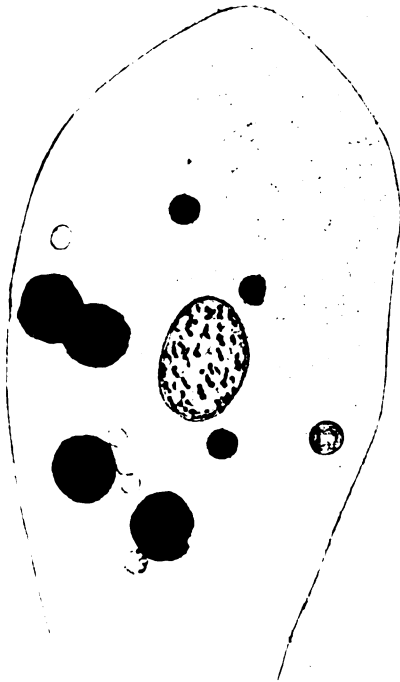


Fig. H.

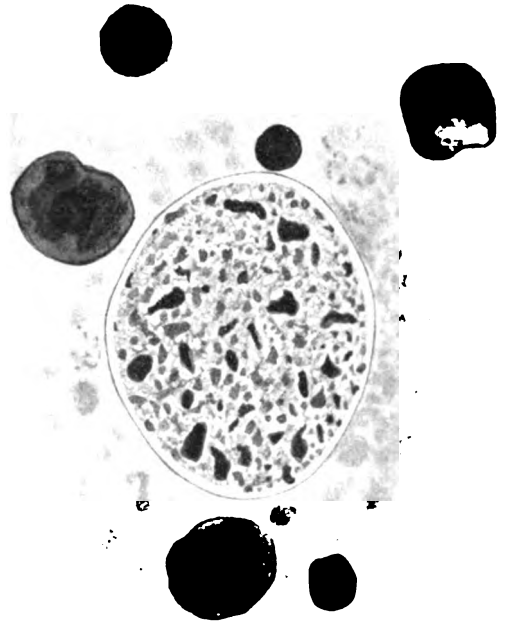


Fig. J.

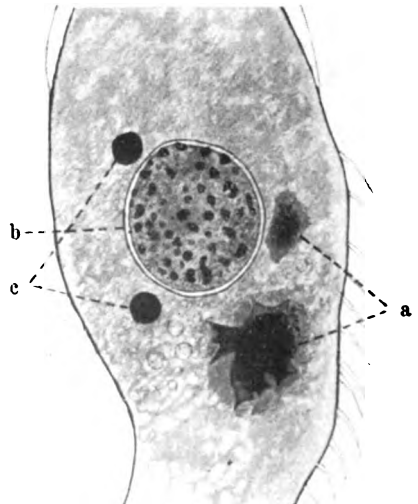


Fig. K.

Indem ich fortfahre, die Einzelheiten der eben beschriebenen Prozesse zu studieren, habe ich mir u. a. folgende Aufgaben gestellt:

1. Das Stadium der Entwicklung festzustellen (wenn ein solches überhaupt existiert) aus welchem eine Rückkehr möglich ist, d. h. Groß- und Kleinkerne erhalten (oder zurückkehren) im vegetativen Zustand bleiben, mit anderen Worten — das vegetative Leben fort dauert.

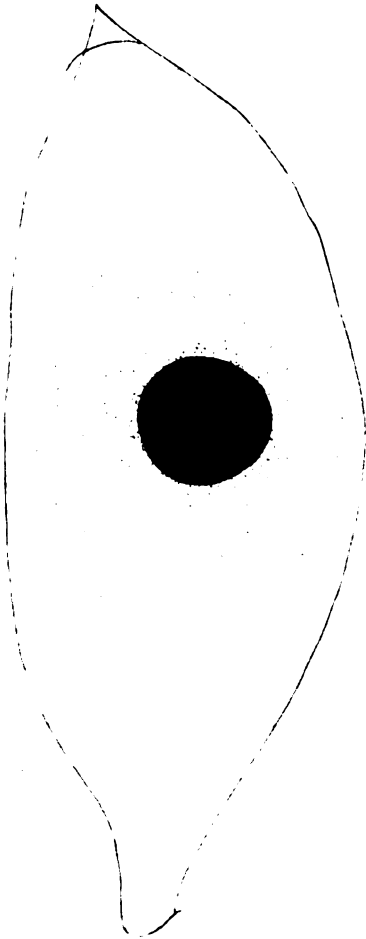


Fig. L.



Fig. M.

2. Festzustellen, ob die Grenzpunkte der Verwandlungen synchronistisch für die Groß- und Kleinkerne sind, nach welchen eine Rückkehr zum vegetativen Zustande nicht mehr möglich ist, und die Erneuerung des Kernapparates beginnt, wie das oben beschrieben.

Ich besitze einige Hinweise darauf, daß die Großkerne nicht etwa einfach vernichtet werden, sondern daß zuerst in ihnen irgendwelche Prozesse vor sich gehen, welche abhängig von dem Allgemeinzustande des Protoplasmas und den Kleinkernverwandlungen sind. Diese Prozesse sind gewöhnlich gleichzeitig mit den in den Kleinkernen vorsichgehenden Verwandlungen; nimmt man jedoch die Trennung in einem bisher noch nicht genau festgestellten Stadium vor, so kann man folgende Erscheinungen sehen; die Kleinkerne in einem Stadium, das auf Fig. D dargestellt ist, die Großkerne ohne Veränderung. Was das andere Objekt meiner Forschungen anbetrifft, *Paramaecium caudatum*, so habe ich mich bei diesen überzeugen können, daß sich der Kernapparat erneuert, gleichzeitig aber habe ich dabei Besonderheiten beobachtet, die eines weiteren Studiums bedürfen.

Moskau 1917.

Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem zoologischen Institut München.)

## Beiträge zur Reizphysiologie von *Spirostomum ambiguum* EHRENBERG.

Von

H. Blättner.

(Hierzu 25 Textfiguren.)

### Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung . . . . .	254
I. Morphologisches . . . . .	255
Körpergestalt S. 255, Peristom S. 255, kontraktile Vakuole S. 256, Kerne S. 256, Pellicula S. 256, Cilien S. 257, adorale Cilien S. 257, Myoneme S. 259, die 2 Hauptformen S. 259.	
II. Normales Verhalten . . . . .	260
1. Vorkommen und Kultur . . . . .	260
2. Bewegungsformen . . . . .	260
a) Vorwärtsschwimmen . . . . .	261
b) Rückwärtsschwimmen . . . . .	262
c) Suchbewegung . . . . .	262
d) Zuckbewegung . . . . .	263
e) Bewegungen im Uhrschildchen . . . . .	264
3. Nahrungsaufnahme und Defäkation . . . . .	265
4. Schleimabscheidung . . . . .	267
III. Experimentelles . . . . .	269
1. Quetschversuch (Koordinationsfrage) . . . . .	269
2. Durchschneidung . . . . .	274
3. Chemotaxis . . . . .	275
Destilliertes Wasser S. 278, Leitungswasser S. 278, Säuren: Essigsäure S. 279, Salz-, Schwefel-, Salpeter-, Chromsäure S. 282, Pikrinsäure S. 282, Kohlensäure S. 283, Basen: Kali-, Natronlauge S. 285, Alkohol S. 285, Rohrzucker S. 285, O-mose S. 285, Photochemotaxis und Topochemotaxis S. 288.	



4. Thermotaxis . . . . .	288
5. Thigmotaxis . . . . .	291
6. Mechanische Reize . . . . .	291
7. Geotaxis . . . . .	293
8. Rheotaxis . . . . .	299
9. Interferenz zwischen Rheotaxis und Geotaxis . . . . .	301
10. Phototaxis . . . . .	302

### Einleitung.

Ein günstiger Zufall spielte mir ein großes Material von *Spirostomum ambiguum* in die Hand. Bei einem übrigens erfolglosen Versuche, die Tiere unkontrahiert mit Pikrinsäure abzutöten, wurde ich auf die äußerst merkwürdige und abweichende Reaktionsart dieses Infusors gegen die Pikrinsäuretropfen, die unten (S. 282) eingehend behandelt werden soll, aufmerksam. Da auch sonstige reizphysiologische Fragen, so die nach der Geotaxis und Rheotaxis und ihrem wechselseitigen physiologischen Wert, bei *Spirostomum* noch gar nicht aufgeworfen, geschweige denn beantwortet sind, schlug mir Prof. KOEHLER vor, durch ein eingehendes Studium von *Spirostomum* diese Lücken auszufüllen.

Ich danke meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat von HERTWIG, für seinen ungemein anregenden Unterricht. Herr Prof. KOEHLER, unter dessen Aufsicht und Leitung die vorliegende Arbeit entstanden ist, schulde ich vielen Dank für seine Unterstützung und zahlreichen Anregungen.

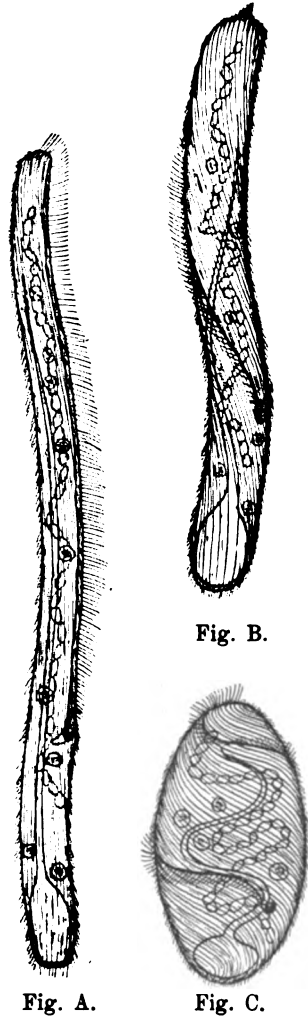
Auch den Herren Prof. GOETSCH und Dr. BOZLER sage ich meinen Dank.

Die vorhandene Literatur über *Spirostomum ambiguum* ist verhältnismäßig klein. STEIN hat sich vor allem mit morphologischen Fragen beschäftigt. BÜTSCHLI u. DOFLEIN stützen sich in ihren wenigen Angaben großenteils auf STEIN. NERESHEIMER (1903) und vor allem MEIER (1902) ergänzten die morphologischen Angaben durch mikroskopische Schnittuntersuchungen. Einzelne reizphysiologische Daten finden sich bei ALVERDES, PÜTTER und JENNINGS. WALLENGREEN (1902, 1903) untersuchte ausführlich das Verhalten von *Spirostomum ambiguum* gegen elektrische Ströme. Die jüngst erschienenen Arbeiten von SAUNDERS u. BISHOP wurden mir erst lange Zeit nach Abschluß meiner Versuche bekannt.

### I. Morphologisches.

*Spirostomum ambiguum* gehört zu den heterotrichen Ciliaten. Da es bis zu 4,5 mm lang werden kann (DOFLEIN), ähnelt es bei Betrachtung mit bloßem Auge kleinen rhabdocölen Turbellarien. *Spirostomum ambiguum* ist drehrund, im allgemeinen durchgehend gleich dick und 10—12 mal so lang wie breit. Die Pellicula des ganzen Körpers zeigt eine feine Längsstreifung, die „Rippenstreifen“ (BÜTSCHLI), die je nach dem Kontraktionszustande des Tieres (vgl. S. 259) mehr oder weniger schraubig gewunden sind und zwar, vom Beschauer aus gesehen, von vorn links nach hinten rechts (vgl. Fig. A—C). Je besser das Medium, in dem *Spirostomum ambiguum* lebt, seinen Anforderungen entspricht, desto länger und dünner erscheint der Körper (Fig. A). Entfernen sich die Lebensbedingungen stark vom Optimum, so kontrahiert sich das Tier teilweise oder ganz (Fig. B u. C). Dabei zeigen dann die Rippenstreifen bedeutend stärkere Schraubenwindungen als im normalen langgestreckten Zustand.

- Fig. A. *Spirostomum ambiguum*.
- Fig. B. *Spirostomum ambiguum* halb kontrahiert.
- Fig. C. *Spirostomum ambiguum* ganz kontrahiert.



Das Peristomfeld ist eine lange, fast gerade Rinne, die nicht genau parallel zu den Rippenstreifen läuft, sondern in einem sehr kleinen Winkel von diesen getroffen wird, weil sie sich noch mehr einer Geraden nähert als die Rippenstreifen in gestrecktem Zustand. Die Peristomrinne beginnt am Vorderende und verläuft bei manchen Tieren kaum bis zur Körpermitte, bei vielen aber bis in das letzte Körperviertel.

Das Peristom geht nach hinten in einen kurzen Schlund über, der die Form eines gebogenen Trichters hat. Um den Eingang des Schlundes herum ist die Pellicula leicht wulstig gewölbt.

Das Hinterende des Körpers läßt sich leicht vom Vorderende unterscheiden, erstens dadurch, daß es etwas abgestutzt und nicht wie das Vorderende abgerundet ist, zweitens dadurch, daß die kontraktile Vakuole es deutlich aufhellt. Die kontraktile Vakuole liegt ganz am Ende des Körpers. Sie ist meist etwas länger als breit und sendet von ihrem vorderen, etwas zugespitzten Ende einen feinen Längskanal bis in das Kopfende. Vakuole und Kanal sind von einem dünnen Häutchen umschlossen, wie später nachgewiesen werden wird (S. 273). Unter außergewöhnlichen Umständen kann man den Kanal bandartig zusammenfallen oder auch zahlreiche blasige Auftreibungen bilden sehen.

Im ganzen Entoplasma findet man runde Nahrungsvakuolen unregelmäßig verteilt. In Zuchten, denen gekochte Salatblätter beigegeben waren, sah ich die Vakuolen mit Bakterien erfüllt. Enthielt das Wasser Algen, so fanden auch diese sich häufig in den Nahrungsvakuolen. Ganz entsprechende Beobachtungen machte BISHOP (1923).

*Spirostomum ambiguum* läßt sich von *Spirostomum teres* nur durch die Form seines Macronucleus unterscheiden. Bei *ambiguum* ist er rosenkranzförmig und aus sehr verschieden zahlreichen, mannigfaltig gestalteten Kernsegmenten zusammengesetzt (vgl. S. 259 STEIN'S Hauptformen). Die Micronuclei sind so unansehnlich, daß sie nur der verfeinerten Beobachtung an günstig gefärbten Präparaten zugänglich sind. Beide Kernarten sind von BISHOP genau untersucht worden.

Der Körper des Tieres ist mit einer glasklaren, dünnen, sehr wenig widerstandsfähigen Pellicula bedeckt, die den ganzen Körper (mit Ausnahme des Peristoms) mit den schon erwähnten feinen Rippenstreifen überzieht. Diese Pellicula ist so zart, daß schon die Oberflächenspannung des Wassers genügt, um das Tier zu zerreißen. Unter den Wölbungen der Rippenstreifen gibt MEIER (1902, vgl. Fig. D) ein besonderes Cortikalplasma an. Trichocysten sind nicht vorhanden.

Wie die Fig. D zeigt, sitzen in den Rinnen zwischen den Rippenstreifen die Körpercilien mit ihren Basalkörnern. Morphologisch scheinen bei *Spirostomum ambiguum* alle Körpercilien gleich zu sein, physiologisch kann man aber die Cilien, die an dem abgestutzten Körperende hinter der Vakuole sitzen, von den übrigen

unterscheiden. Nach PÜTTER (1904 a) schlagen sie immer unbekümmert um die Schlagrichtung der übrigen Cilien senkrecht vom Körper weg (d. h. so, als ob sie das Tier nach vorn treiben wollten); auch sieht man sie oft noch arbeiten, wenn das absterbende Tier den Cilienschlag sonst überall eingestellt hat, und überdies sind diese Cilien die am meisten thigmotaktisch wirksamen, worauf später genauer einzugehen sein wird.

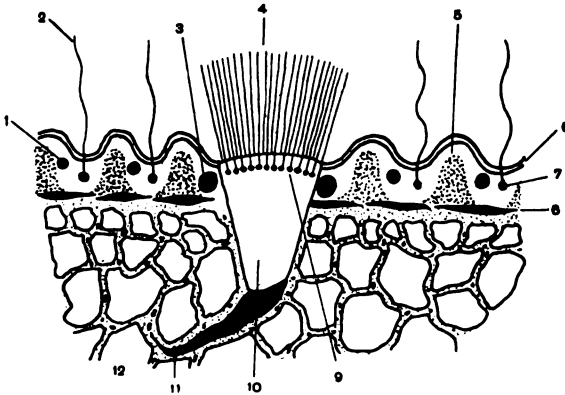


Fig. D. Schnitt durch die adorale Zone von *Spirostomum ambiguum* (nach MEIER). 1. Myonem. 2. Cilie. 3. Adorales Myonem. 4. Adorale Membranelle. 5. Cortikalplasma. 6. Pellicula. 7. Basalkorn. 8. Ringfaser. 9. Doppelte Basalkornreihe der adoralen Membranelle. 10. Basallamelle. 11. Endfaden der Basallamelle. 12. Entoplasma.

Die adoralen Membranellen sitzen auf einer dreieckigen Basallamelle, deren breiterer Teil an der Körperoberfläche liegt, während die Spitze des gleichschenkeligen Dreiecks in das Entoplasma eingesenkt ist. Von dieser Spitze aus geht ein Endfaden noch weiter in das Entoplasma hinein. MEIER nimmt an, daß diese Endfäden aller Membranellen untereinander verbunden sind. In der leichtgewölbten Basis des gleichschenkeligen Dreiecks ist eine nach MEIER doppelte Reihe von Basalkörnern versenkt, aus denen eine doppelte Reihe von feinen Cilienfäden entspringt, die auf der MEIER'schen Zeichnung eine Art von Fächer darstellen. Auffällig ist, daß diese Membranellencilien von MEIER kürzer gezeichnet sind, als die Körpercilien. Die einfache mikroskopische Betrachtung und noch mehr die Untersuchungen WEBER's (1912) mit den dort gegebenen Photographien (Nr. 3 u. 7) beweisen, daß jede Membranelle äußerlich das Bild einer einheitlichen, sehr starken Cilie bietet, die mindestens dreimal so lang ist, als die Körpercilien. Der Widerspruch zwischen dem Präparat MEIER's und der Wirklichkeit läßt sich vielleicht

folgendermaßen lösen: Wie meine Zeichnung Fig. E zeigt, könnte den zusammengeneigten Cilienfädchen, von der Basallamelle ausgehend, ein starkes, cirrenähnliches Gebilde aus einer gallertartigen Substanz aufsitzen, das bei den Fixierungsprozessen und beim Absterben des Tieres verloren geht. Es würden daher im fixierten und gefärbten Präparat nur die aufgespaltenen Cilienfasern erhalten bleiben, die zudem vielleicht noch einen Teil ihrer ursprünglichen Länge eingebüßt hätten. Diese adoralen Membranellen wären also ein Mittelding zwischen den Cilien und den Cirren der hypotrichen Ciliaten. Ich stütze mich bei diesen Vermutungen auf die Untersuchungen TAYLOR'S (1919) an *Euplotes patella*. Dieser fand, daß die Cirren von *Euplotes* einen aus mehreren Fäden bestehenden, beim Fixieren sich aufspaltenden Achsenfaden enthielten, der von einer gallertartigen Hülle umgeben war, welche beim Ab-

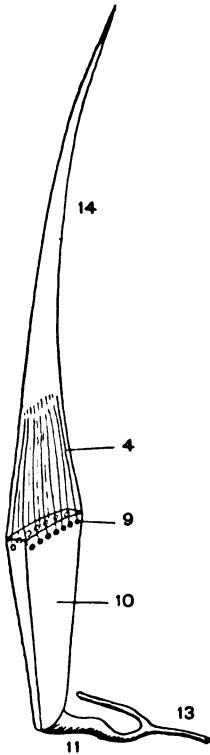


Fig. E.

Fig. E. Hypothetische Darstellung einer Peristomcilie.  
Ziffer 1—12 wie in Fig. 4. — 13. Basalfibrille des Endfadens. 14. Gallertiger Fortsatz.

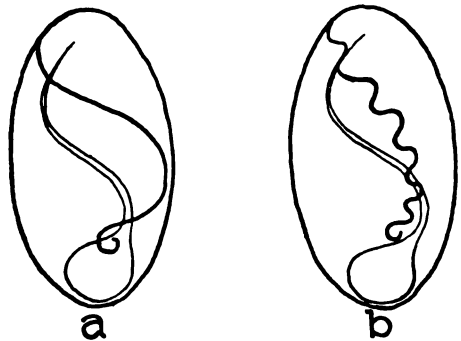


Fig. F.

Fig. F. Kontraktionsbilder nach PÜTTER.  
a Peristommyoneme kontrahiert. b Peristommyoneme nicht kontrahiert.

sterben des Tieres oder beim Abtrennen der Cirre sich in kleinen Tröpfchen zusammenballte. Es ist nicht unmöglich, daß mittels der von TAYLOR angewandten mikrurgischen Technik auch bei *Spirostomum ambiguum* die Entscheidung zu erzwingen wäre. Gleichwohl dürfte die ungemein große Zartheit von *Spirostomum* die genauere Untersuchung dieser Tiere beträchtlich erschweren.

Die auffälligste Eigentümlichkeit von *Spirostomum ambiguum* ist seine starke Kontraktilität. Die kontraktilen Elemente sind nicht die Rippenstreifen der Pellicula, sondern die darunter im Plasma liegenden Fasern, die BÜTSCHLI „Myoneme“ nennt (Fig. D 1). Diese Myoneme liegen unter den Rippenstreifen im Plasma und zwar nicht genau unter der Mitte der Wölbung, sondern scharf an die zwischen den Rippenstreifen gelegene Rinne herangerückt, dicht unter der Pellicula. Rechts und links von der adoralen Zone verläuft je ein Myonem, das sich durch seine Dicke von den übrigen Myonemen des Körpers unterscheidet. Unter den längsverlaufenden Myonemen erstrecken sich Fasern, die in der Mitte verdickt sind und eine Art von Ringmuskelsystem darstellen. Diese beiden Systeme dürften als Antagonisten wirksam sein.

Wer jemals längere Zeit mit *Spirostomum ambiguum* gearbeitet hat, dem wird aufgefallen sein, daß sich mit der Zeit sein Untersuchungsmaterial änderte, so daß man fast glauben könnte, mindestens zwei verschiedene Rassen vor sich zu haben. STEIN hat sich näher mit dieser Frage beschäftigt. Er gibt an, daß es sich nicht um verschiedene Rassen handele, sondern um die gleiche Rasse, deren Habitus durch irgendwelche Verhältnisse, über die er keine Angaben macht, verändert worden ist. STEIN stellte zwei Hauptformen auf, die er etwa folgendermaßen charakterisiert:

1. Hauptform („Die gewöhnlichste Form“):

Körper 12—16mal so lang als breit, an beiden Enden etwas verengert, das vordere Ende gleichmäßig gerundet. Peristom reicht nicht ganz bis zur Mitte, manchmal nur ein Drittel der Körperlänge. Kegelförmiges Cilienbüschel am Vorderende. Vorkommen geschwänzter und grüner Exemplare. Anzahl der Kernsegmente bis 50.

2. Hauptform: 3—5mal so lang wie die erste Form, Körper durchgehend gleichbreit. Vorderende auf der Peristomseite gerade. (Schnabelbildung nach ALVERDES.) Peristom reicht oft bis in das letzte Viertel des Körpers. Nie geschwänzte oder grüne Formen. Vakuole mit langem Faden. Kernsegmente 10—30.

Zwischen diesen beiden Extremen gibt es alle Übergänge.

Meine eigenen Beobachtungen decken sich fast völlig mit denen STEIN'S. Nur geschwänzte oder grüne Spirostomen sah ich nie. Mein erstes Untersuchungsmaterial trat in einer seit Wochen im Institut stehenden Kultur und zwar bald in riesigen Massen auf. Es waren ausgesprochen Tiere von der STEIN'Schen ersten Haupt-

form. Neues Futter gab ich nie zu. Die Tiere vermehrten sich trotzdem aufs lebhafteste, wurden dabei aber immer kleiner (oft kaum länger als ein halbes Millimeter) und waren plötzlich alle verschwunden. Ein neuer Fang aus dem sog. Nixenteich bei Starnberg brachte mir Tiere von nie gesehener Größe; es waren Tiere von der STEIN'schen zweiten Hauptform. Bei dieser größeren Form fand ich nie Kernanomalien, die bei der kleineren Art, besonders in späterer Zeit, sehr häufig waren. Teilungsstadien waren nicht allzu selten. Auch sah ich jetzt zum erstenmal den Vakuolenkanal, der bei der kleineren Art nicht zu erkennen gewesen war. Die Tiere der zweiten Hauptform wurden dauernd gefüttert und behielten ihre Größe bei. Den Ursachen der Entstehung der ersten Hauptform bin ich nicht nachgegangen. Nach BISHOP liegt sie allein in einer erhöhten Teilungstendenz, hervorgerufen durch Züchtung in Kulturwasser von etwa 20° C.

## II. Normales Verhalten von *Spirostomum ambiguum*.

### 1. Vorkommen und Kultur.

*Spirostomum ambiguum* findet sich zumeist in stagnierendem Wasser, in dem Holz, Laub und Pflanzenreste faulen. Mooriges Wasser mit etwas Gehalt an Humussäure scheint den Tieren am meisten zuzusagen. *Spirostomum ambiguum* ist auch mehrere Male im Meer beobachtet worden. Will man die Tiere kultivieren, so muß man die Lebensbedingungen den natürlichen möglichst angleichen. Künstliche Zucht im Kulturglas ist äußerst schwierig und von vielen Mißerfolgen begleitet. Der Klage über die Unbeständigkeit des Tiermaterials begegnet man bei vielen Forschern, die mit *Spirostomum* gearbeitet haben. Die Aufzucht in Heuinfusionen ist unmöglich. Das Kulturwasser entnimmt man am besten dem Orte des natürlichen Vorkommens und sorgt durch Zugabe weniger durrer Buchenblätter dafür, daß es immer möglichst klar und frei von fauligem Geruch bleibt. Eine Kahmhaut an der Oberfläche des Wassers ist schädlich. Zum Füttern läßt man am besten kleine Stücke Salatblatt, die vorher mit kochendem Wasser abgebrüht wurden, im Kulturwasser faulen. Sonnenlicht schadet den Tieren nicht, wenn sie Schlamm und Buchenblätter genug haben, um sich verstecken zu können.

### 2. Bewegungsformen.

Die Bewegungsmöglichkeiten von *Spirostomum ambiguum* sind weit mannigfaltiger als bei *Paramecium caudatum*. Zu der Tätig-

keit der Körper- und Peristomcilien kommt bei *Spirostomum* noch die außerordentliche Biagsamkeit des Körpers und seine Fähigkeit zu starker Kontraktion.

a) Vorwärtsschwimmen.

Wird ein horizontal schwimmendes Tier durch eine ebene Unterlage thigmotaktisch beeinflußt, so tritt die einfachste Form des Vorwärtsschwimmens auf. Der gleichsinnige Schlag von Körper- und Peristomcilien treibt das Tier vorwärts. Dabei wird fast immer eine Rotation um die Längsachse nach links, vom Beschauer aus gesehen, ausgeführt. Lag also bei Beginn der Rotation das Peristom rechts, so verschwindet es dann unter der linken Körperkontur, um an der rechten Seite wieder zu erscheinen. Denkt man sich das rotierende Tier so gestellt, daß man genau in der Richtung der Rotationsachse (Längsachse des Tieres) auf das Vorderende blickt, so ist die Drehrichtung

Fig. G. Entstehung der Doppelspirale bei aufsteigenden Tieren. a Seitliche Ansicht (etwas übertrieben). b In senkrechter Projektion. Der innere Kreis zeigt das schwingende Hinterende H, der äußere Kreis das weiter ausschwingende Vorderende V mit Peristomcilien P in 4 Phasen.

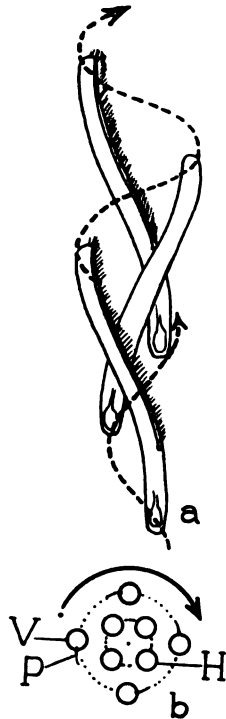


Fig. G.

im Sinne des Uhrzeigers (Fig. G). Diese normale Rotation kommt dadurch zustande, daß die Körpercilien nicht genau von vorn nach hinten in der Längsachse des Körpers schlagen, sondern etwas schräg dazu, mit einer kleinen Abweichung nach hinten rechts, in der gleichen Richtung wie die Rippenstreifen der Pellicula verlaufen. An sehr langsam schwimmenden Tieren läßt sich nach Zugabe von etwas Milch deutlich beobachten, wie die Fettkügelchen durch den schrägen Cilienschlag in einem kleinen Winkel vom Körper weggetrieben werden. In vielen Fällen bleibt aber eine Rotation völlig aus, ja man findet sogar manchmal Tiere, die zeitweise nur nach rechts rotieren. Die Körpercilien sind also nicht unbedingt an die eine Schlagebene gebunden, sondern besitzen eine recht große Bewegungsfreiheit. Daß sie sogar direkt seitwärts (also im Winkel von fast



90 Grad zur normalen Schlagebene) arbeiten können, beweist die Tatsache, daß Tiere, die unter einem dünnen Glasfaden eingeklemmt sind, mit dem freien Ende heftige Rotationen am Platz ausführen können, die dann zu Torsionen der Pellicula in der Nähe des Glasfadens führen (vgl. S. 270 ff.).

Im freien Wasser, ohne thigmotaktische Beeinflussung, werden die Bewegungen verwickelter. Das Tier beschreibt dann eine enge, einfache oder doppelte Spirale. Die doppelte Spirale kommt nur dann zustande, wenn der Körper stark durchgebogen ist (Fig. G). Der Körper von *Spirostomum ambiguum* ist fast nie ganz gerade gestreckt, wie ihn PÜTTER (1904a) darstellt. Wie schon ALVERDES betont, ist (vom Vorderende abgesehen) die Ventralseite, also die Seite, die die Schlundöffnung trägt, konvex, die Dorsalseite konkav gewölbt. Außerdem ist das Vorderende nicht symmetrisch drehrund, sondern auf der Peristomseite (Ventralseite) geradlinig abgestutzt. Es entsteht so die Form, die ALVERDES bei *Paramaecium* als „Schnabel“ bezeichnet hat. Sind diese Krümmungen deutlich erkennbar (was nicht immer der Fall ist), so ist die Linie der Fortbewegung im freien Wasser eine Doppelspirale. Diese kommt dadurch zustande, daß das stärker gekrümmte Vorderende weiter ausschwingt, als das Hinterende (Fig. G a, b).

Besonders deutlich tritt die Doppelspirale dann in Erscheinung, wenn die Tiere, durch starke Kohlensäurezufuhr negativ geotaktisch gemacht, gerichtet nach oben steigen (vgl. S. 297 ff.). Bei stärkerer Streckung des Körpers (im normalen Medium) kann an Stelle der Doppelspirale eine einfache Spirale treten.

#### b) Rückwärtsschwimmen.

Werden vorwärtsschwimmende Tiere an beliebiger Stelle von einem nicht zu starken Reiz getroffen, so schwimmen sie mehr oder weniger rasch nach rückwärts, meist in der gleichen Linie, in der sie angekommen sind. Dabei wird meist die Rotationsrichtung beibehalten, manchmal aber auch umgekehrt. Bei langsamem Rückwärtsschwimmen arbeiten die Peristomcilien zumeist in ihrer alten Richtung weiter, also der Schlagrichtung der Körpercilien entgegen. Ist der Reiz heftiger gewesen, so kehren auch die Peristomcilien ihren Schlag um und arbeiten im gleichen Sinne wie die Körpercilien. Das Rückwärtsschwimmen wird dadurch stark beschleunigt.

#### c) Suchbewegung.

Bei schwachem Reiz währt das Rückwärtsschwimmen meist nur kurze Zeit. Dann schwimmt das Tier gleich wieder vorwärts

geradeaus. Sehr oft aber sieht man das Tier, bevor es zum Vorwärtsschwimmen übergeht, mit der vorderen Körperhälfte eigentümlich schwingende Bewegungen ausführen. Besonders charakteristisch sind diese Bewegungen, die ich Suchbewegungen nennen möchte, wenn sich das Tier mit dem Hinterende thigmotaktisch festgesetzt hat (Fig. H). In diesem Falle beteiligt sich der ganze Körper daran. Diese Suchbewegungen stimmen mit dem Beschreiben von Kegelmanteln bei *Paramecium* insofern nicht völlig überein, als zu der beiden Formen in gleicher Weise eigenen Bewegung des ganzen Körpers noch die starke Metabolie des Vorderendes kommt. Die biologische Bedeutung der Reaktion aber ist wohl in beiden Fällen die gleiche: Das Tier wird in immer neue Lagen und Richtungen gebracht, unter denen manche das Tier bei Wiederaufnahme der Vorwärtsbewegung in günstigere Bedingungen führen. Diese Verhaltensweise: Zurückschwimmen, Beschreiben eines Kegelmantels und Vorwärtsschwimmen in neuer Richtung darf wohl als Schreckreaktion bezeichnet werden, da sie dem so benannten Verhalten von *Paramecium* (JENNING's motor reaction) grundsätzlich ähnelt.

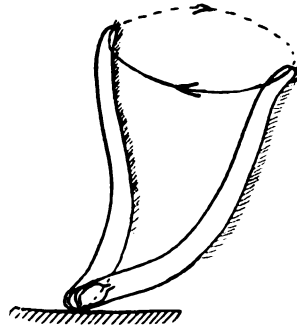


Fig. H.  
Normale Suchbewegung.

#### d) Zuckbewegung.

Auf stärkere Reize reagiert *Spirostomum ambiguum* durch plötzliche starke und äußerst rasche Kontraktion des ganzen Körpers. Sehr rasch ansetzende taktile Reize lösen diese Reaktion aus, selbst dann, wenn ihre mechanische Energie an sich sehr gering ist. Leise, aber rasche Berührung mit einer Glasnadel, geringe Erschütterung der Wasseroberfläche im Uhrschildchen durch Berührung mit einer Nadelspitze, Zusammenzucken eines anderen *Spirostomum* oder eines *Carchesium* in der Nähe ohne unmittelbare Berührung, geringe Erschütterung des Tisches genügen, um die Reaktion hervorzurufen. Der Körper des Tieres verkürzt sich dabei bis auf etwa ein Drittel der gewöhnlichen Länge und wird dadurch entsprechend dicker, so daß ein länglich ovaler Körperumriß entsteht (Fig. C). Diese Kontraktion wird durch die Myoneme herbeigeführt, wobei die beiden Myoneme der adoralen Zone eine gewisse Selbständigkeit besitzen. Das Peristom kann sich im gleichen Maße kontrahieren wie der

übrige Körper oder aber weniger und muß sich dann in wellige Falten legen (Fig. F b u. S. 275). Die Wiederausdehnung geht meist von der Körpermitte aus nach beiden Körperenden zu gleichmäßig vor sich. Es kommt aber auch vor, daß bei der Expansion das Hinterende oder das Vorderende am Platze bleibt und sich dann der übrige Körper von hier aus dehnt. Die Ursache liegt dann oft darin, daß das eine Ende durch Schleim oder, bei zu heftiger Kontraktion, durch ausgepreßtes Protoplasma an der Unterlage festgeklebt wurde.

PÜTTER (1904 a) stellte die Zeit fest, die vom Beginn der Kontraktion bis zur völligen Wiederausdehnung verläuft. Er fand als durchschnittliche Dauer 1,098 Sekunden. Diese Zeit kann bei Schädigung des Tieres durch Chemikalien usw. stark verlängert werden. Während und nach der Ausdehnung erfolgt zumeist rasches Rückwärtsschwimmen unter lebhafter Rotation nach links. Einmal, bei den optischen Versuchen, beobachtete ich auch ein Vorwärtsschwimmen. Dieses Rückwärtsschwimmen erfolgt unabhängig von dem Ort am Körper, wo der auslösende Reiz ansetzt. So ergibt sich die merkwürdige Tatsache, daß *Spirostomum ambiguum*, wenn es am Hinterende stark chemisch gereizt wird (z. B. wenn während der Einführung des Reagens der sich ausbreitende Tropfen ein wegschwimmendes Tier einholt), rückwärts direkt in die Reizquelle hineinschwimmt und dort oft zugrunde geht. Auch auf entsprechende Berührungsreize am Hinterende reagiert das Tier durch Kontraktion und Rückwärtsschwimmen. Bei Berührung am Vorderende wird es natürlich durch die gleichen Reaktionen von der Reizquelle entfernt. Heftige Zuckungen unter Protoplasmaverlust, meist durch die Afteröffnung, sind ein deutliches Anzeichen baldigen Absterbens.

#### e) Bewegungen im Uhrschildchen.

Im Uhrschildchen sind die Bewegungen von *Spirostomum ambiguum* außerordentlich mannigfaltig und regellos. Meist ist es ein Gleiten auf dem Glasboden mit häufigem Richtungswechsel und zahlreichen Wiederholungen der Suchbewegungen. Auch das Vorwärtsschwimmen ist nur auf kurze Strecken geradlinig. Es werden meist Bogen und andere komplizierte Kurven geschwommen. Diese Abweichungen sind möglich durch die außerordentliche Biagsamkeit des langgestreckten Körpers. Die metabolischen Verrenkungen des Körpers können bis zu knotenartigen Figuren führen. Solche Einkrümmungen werden aber immer nur nach der dorsalen Seite ausgeführt, nie nach der Seite des Peristoms. Diese starke Metabolie und die

geringe Schwimgeschwindigkeit sind die Ursachen, weshalb bei vielen Versuchen (z. B. Thermotaxis, Rheotaxis) eine einheitliche Einstellung aller Versuchstiere wie bei *Paramecium* kaum zu erreichen ist. Die Schwimgeschwindigkeit ist nur ein geringer Bruchteil von der eines *Paramecium*. Genauere Angaben darüber werden bei Besprechung der Geotaxis gegeben werden.

### 3. Nahrungsaufnahme und Defäkation.

Der effektive Schlag der Peristomcilien ist normalerweise nach rückwärts gerichtet, so daß ein dem Peristomfeld entlang gleitender, nach rückwärts gegen den Schlund zugerichteter Wasserstrom entsteht. Unter den schon erwähnten Umständen kann dieser Cilienschlag zu lokomotorischen Zwecken umgekehrt werden. Bei geeigneter Abblendung des Mikroskopes und günstiger Lage eines *Spirostomum* kann man manchmal beobachten, wie eine Anzahl zum Körperend etwas schräg gestellter Verdichtungswellen vom Schlunde zum Vorderende oder umgekehrt verlaufen (Fig. J). Diese Verdichtungen entstehen, wie aus den Darlegungen WEBER's (1912) hervorgeht, dadurch, daß die sich wiederaufrichtenden Cilien sich dichter zusammenlegen, als die ausschlagenden. Die Verdichtungswelle wandert in der gleichen Richtung, in der der effektive Schlag ausgeführt wird, also in der entgegengesetzten Richtung wie die Fortbewegung des Tieres. In Fig. J sind Vorderenden von *Spirostomum ambiguum* dargestellt und zwar in Fig. J a rückwärtsschwimmend mit kopfwärts verlaufenden Verdichtungswellen, in Fig. J b vorwärtsschwimmend

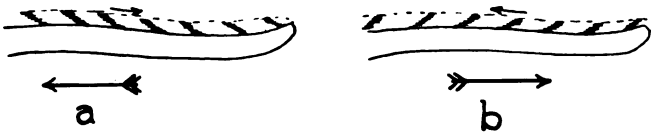


Fig. I. Verdichtungswellen an den schlagenden Peristomcilien. Die kleinen Pfeile geben die Richtung an, in der die Verdichtungen wandern und gleichzeitig die des effektiven Schlages der Peristomcilien. Die großen befiederten Pfeile zeigen die Schwimmrichtung.

mit cytostomwärts laufenden Verdichtungswellen. Die kleinen Pfeile geben die Richtung des effektiven Cilienschlages und die der Richtung an, in der die Verdichtungswellen wandern. Die großen befiederten Pfeile lassen die Schwimmrichtung erkennen. Beim festsitzenden und vorwärtsschwimmenden Tiere (Fig. K) geht der Schlag der Peristomcilien rückwärts und führt im Wasser suspendierte Tuscheteilchen gegen den Schlund. Kleinere Teilchen werden auf-

genommen und in Nahrungsvakuolen von verschiedenster Größe abgeschnürt. Größere Teilchen werden aus dem Schlund wieder herausgeschleudert (sie scheinen geradezu abzuprallen) und dann durch den Wasserstrom der Körpercilien nach hinten getrieben.

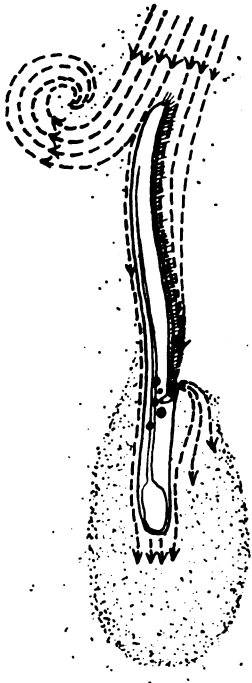


Fig. K. Nahrungsaufnahme und Schleimabsonderung.

Von der Defäkation behauptet STEIN, sie sei sehr selten. Ich habe sie bei gut genährten Tieren recht oft beobachten können. Die starke Bestrahlung mit Bogenlampenlicht, wie ich sie bei den Untersuchungen über das Verhalten gegen Licht verwandte, veranlaßte merkwürdigerweise sehr viele Tiere zu rascherem Abstoßen der Fäkalienkugeln. Während der Defäkation sieht man kleine runde Ballen mit weißlichem oder bräunlichem körnigem Inhalt (hauptsächlich wohl aus Resten verdauter Bakterien und Algen bestehend) dicht unter der Pellicula an der Wand der kontraktilen Vakuole entlang zum After gleiten (Fig. L). Diese Ballen sind dabei von einer Schicht hyalinen Plasmas umhüllt und bewegen sich, wenn sie einmal in die Zone der kontraktilen Vakuole gekommen sind, mit erhöhter Geschwindigkeit nach rückwärts, dabei oft kleine Einbuchtungen in dem Vakuolenraum erzeugend. In die Vakuole selbst treten sie niemals ein. Plötzlich rutscht der Ballen durch die Afteröffnung

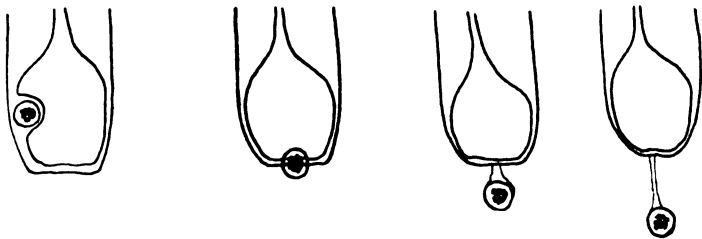


Fig. L. Defäkation.

(die sonst nur als kleine terminale Eindellung erkennbar ist) heraus und klebt zunächst mittels seiner hyalinen Umhüllungsmasse am Hinterende des Tieres fest. Beim Vorwärtsschwimmen zieht sich

die klebende Masse zu einem hellen Faden aus, der immer dünner wird und schließlich reißt.

#### 4. Schleimabscheidungen.

*Spirostomum ambiguum* scheidet dauernd (wahrscheinlich auf der ganzen Körperoberfläche, ausgenommen das Peristom) einen farblosen Schleim aus. Nachweis durch Färbung mit Methylenblau, wie er E. BRESSLAU (1924) bei *Paramaecium caudatum* gelang, ist infolge der starken Giftwirkung dieser Farbe hier nicht möglich. BRESSLAU untersuchte den abgeschiedenen Schleim von *Paramaecium caudatum* und bezeichnet ihn als ein chemisch zu den Mucinen gehöriges Tectin. Nach seinen Angaben bestehen auch die Trichocysten aus dem gleichen Material, einer optisch leeren, stark quellbaren Substanz mit großer Oberflächenaktivität. Auch der Schleim von *Spirostomum ambiguum* adsorbiert lebhaft Tuscheteilchen und läßt sich dadurch meist leicht sichtbar machen (Fig. K).

Nimmt man aus einer sehr dicht mit Spirostomen erster Hauptform besiedelten Kultur mittels einer weiten Pipette eine größere Anzahl Tiere heraus und bringt sie in ein Uhrsälchen oder auf einen Objektträger unter ein Deckglas, so kann man manchmal folgendes beobachten: Am tiefsten Punkt des Uhrsälchens oder an irgendeinem Punkte, der nicht so nahe am Rande des Deckglases liegt, entsteht in ganz kurzer Zeit eine spontane Ansammlung, die das Präparat auf dem Objektträger zu Versuchen über Chemotaxis untauglich macht. Zunächst führen die angesammelten Infusorien nur geringe, unregelmäßige Bewegungen aus. Bald sieht man jedoch, daß sie unermüdlich vorwärts und wieder rückwärts schwimmen, wobei sie ständig ungefähr die gleiche Richtung beibehalten. Anfangs ist die Strecke des Vor- und Rückwärtsschwimmens kurz, erreicht aber bald Körperlänge. Schließlich löst sich ein Exemplar ganz aus der Ansammlung und schwimmt weg. Bei genauem Zusehen erkennt man, daß alle Tiere der Ansammlung mit dem Hinterende in einem farblosen Schleimklumpen stecken, dessen Grenze durch zahlreiche eingewirkte Fäkalienklümpchen markiert ist. Durch das Vor- und Rückwärtsschwimmen befreit sich das Tier allmählich von der Schleimfessel. Ähnliche Beobachtungen machte auch BRESSLAU (1924) an *Paramaecium caudatum*.

Wie entstehen nun diese merkwürdigen Ansammlungen? JENNINGS (1897, 1899 u. 1902 a) wies unter Verwendung von Rosolsäure als Indikator nach, daß ähnliche spontane Ansammlungen durch die anlockende Wirkung ausgeschiedener Kohlensäure verursacht werden

und gibt an, daß ein oder mehrere Tiere sich thigmotaktisch festsetzten und dann durch ihre Ausatmung das umgebende Wasser mit Kohlensäure anreicherten. Geraten neue Tiere in diese Zone, so sind sie alsbald darin wie in einer Falle gefangen und neigen außerdem dazu sich ebenfalls festzusetzen.

Solche Ansammlungen um Schleimmassen lösen sich im Uhrsälchen, wo die Wasseroberfläche sehr groß und nahe ist, nach 10—15 Minuten auf. Die Auflösung kann sehr beschleunigt werden, wenn man durch das Wasser im Uhrsälchen mittels einer Pipette Luft bläst. Unter dem Deckglas halten sich die Ansammlungen stundenlang. All das läßt es wahrscheinlich erscheinen, daß auch hier die Kohlensäureanreicherung entscheidend mitsprach und nicht etwa reine Thigmotaxis am Schleimklümpchen vorlag.

In gut bevölkerten Kulturgläsern kann man manchmal große Schleimklümpchen mit anhängenden Tieren schwimmen sehen. Die Grenzen des an sich unsichtbaren Schleimballens werden durch eingeschlossene Fäkalkügelchen dem bloßen Auge erkennbar. Hier sind die Bewegungen der Tiere nicht so deutlich gerichtet, jedenfalls weil sie sich in allen drei Dimensionen bewegen können. Dann findet man manchmal zwei bis vier Tiere, die an den Hinterenden durch Schleimfäden verbunden sind, und entweder in paralleler Richtung (meist Vorderende nach oben) im Wasser schweben, oder sternförmige Figuren bildend, auseinanderstreben. Oft, besonders bei kühlerer Temperatur, sieht man die Tiere massenhaft am Boden versammelt, alle mit dem Hinterende festsitzend und mit dem nach oben gerichteten Vorderende langsam schwingende Bewegungen ausführend, so daß Bilder entstehen, die an ein wogendes Kornfeld oder, wenn die Gruppen kleiner sind, an Seeanemonen erinnern. PFEFFER (1888) glaubt derartige Ansammlungen auf Berührungsreize zurückführen zu können, die die aneinander vorbeistreichenden Tiere sich gegenseitig beibringen. Ich halte es durchaus für möglich, daß dergleichen eine gewisse Rolle spielt. Man kann sehr oft beobachten, daß zwei Tiere, die sich ursprünglich nur mit einer kleinen Körperstelle berührten, allmählich sich immer enger aneinanderschmiegen und dann dicht und möglichst mit der ganzen Körperlänge aneinander vorbeistreichend weiterschwimmen.

*Spirostomum ambiguum* hinterläßt, wenn es über eine feste Unterlage streicht, eine feine Schleimspur, ähnlich wie eine kriechende Planarie oder eine Schnecke. Ich konnte das in der Dunkelkammer bei seitlicher Betrachtung eines *Spirostomum* enthaltenden, von unten her stark beleuchteten Uhrsälchens, einwandfrei beobachten.

Tiere, die bei Anwesenheit von Tuschekörnchen stillliegen, haben, wie schon früher erwähnt, bald an ihrem Hinterende eine Wolke von Tuscheteilchen, die von der Schleimmasse adsorbiert sind (Fig. K). Daß diese Schleimwolke hier nur am Hinterende zu beobachten ist, kann verschiedene Gründe haben. Entweder wurde der Schleim nur von der hinteren Körperpartie abgesondert; oder die ganze Körperoberfläche, ausgenommen das Peristom scheidet ihn aus, doch wurde er durch den Cilienschlag selber bzw. durch das dadurch veranlaßte langsame Vorwärtsschwimmen des Tieres nach hinten getrieben. Beginnt das Tier wieder seine normale Vorwärtsbewegung, so sieht man es einen langen Schleimfaden nachziehen, der aber bald abreißt. Über das Vorhandensein dieses Schleimfadens berichtet auch JENNINGS (1910, p. 178—229). Er läßt sich auch sehr leicht dadurch nachweisen, daß man mit einer Glasnadel dicht am Hinterende des Tieres vorbeifährt. Der Schleimfaden hängt sich dann so fest an die Nadel, daß man das Tier, ohne mit ihm direkt in Berührung zu kommen, an dem Faden lange Zeit im Wasser umherziehen kann.

### III. Experimentelles.

#### 1. Quetschversuch.

Da *Spirostomum ambiguum* sehr lang ist, so läßt sich verhältnismäßig leicht ein dünner Glasfaden quer über die Körpermitte legen und das Tier durch das Gewicht des Fadens an der berührten Stelle quetschen. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, den Glasfaden nicht zu dünn zu wählen, weil er sonst sehr leicht das Tier zerschneidet. Am besten bewährten sich Glasfäden, die ungefähr ebenso dick waren wie das ausgestreckte Tier und dabei eine Länge von 2—4 cm besaßen. Der Druck des Deckgläschens muß durch Plastilin- oder Wachsfüßchen ausgeschaltet werden, weil er sonst die Zerschneidung des Tieres veranlassen würde. Das gequetschte Tier zuckt zunächst oft und heftig zusammen, wobei es manchmal ganz oder teilweise durchreißt. Ist das nicht geschehen und hat sich das Tier beruhigt, so ist unter dem Glasfaden bald nur noch die gestreifte, glasklare Pellicula zu sehen. Die Kernkette reißt an der gequetschten Stelle infolge der Zuckungen durch und das körnige Protoplasma ist aus dem gequetschten Teile anscheinend völlig verdrängt. Abgesehen von sicherlich nur verschwindenden Protoplasma-



mengen vermitteln offenbar nur noch die Pellicula mitsamt den Myonemen die morphologische Kontinuität zwischen Vorder- und Hinterende. Somit scheinen hier günstige Bedingungen gegeben, um den Fragen der Erregungsleitung in der Protistenzelle nachzugehen, wobei in erster Linie die Frage nach der Koordination der Cilientätigkeit, zweitens die nach der Koordination der metabolischen Bewegungen zu stellen ist.

Zur Erkennung des Cilienschlages erwies sich chinesische Tusche als unbrauchbar, weil die suspendierten Tuscheteilchen meist schon in wenigen Sekunden sich am Objektträger absetzten, so daß das Wasser fast völlig frei von ihnen war. Ungekochte, stark verdünnte Milch lieferte schöne Suspensionen. Die Milch schädigt die Tiere nicht und die kleinen Fettkügelchen markieren durch ihre Bewegungsrichtung sehr gut den Cilienschlag. Die Ausführung der notwendigen Beobachtungen war nicht leicht. Die Dicke des Glasfadens, unter die man nicht gehen darf, um das Tier nicht durchzuschneiden, ist so beträchtlich, daß sie bei starken Vergrößerungen den größten Teil des Gesichtsfeldes ausfüllt und damit die gleichzeitige Beobachtung des Vorder- und Hintertieres sehr erschwert. Es kann deswegen nur bei schwachen Vergrößerungen beobachtet werden. Selbst dann aber erfordert das Studium der zeitlichen Beziehungen in den Reaktionen beider Körperteile, die durch den Glasfaden voneinander getrennt sind, eine besondere Schulung der Aufmerksamkeit, die sich zwar durch Übung steigern läßt, aber doch zum Schluß nicht völlig befriedigt. Das einzige Mittel, um zu wirklich bindenden Beobachtungstatsachen zu kommen, wären kinematographische Zeitlupenaufnahmen bei schwacher, aber doch hinreichender Vergrößerung. Mangels geeigneter Apparatur mußte ich darauf verzichten und beschränke mich darauf, mit der gebotenen Zurückhaltung mitzuteilen, was mich der bloße Augenschein gelehrt hat.

Zur Beurteilung der Versuchsergebnisse ist es sehr wichtig festzustellen, ob und wie weit die Pellicula unter dem quetschenden Glasfaden eingerissen ist.

Ein Tier, das ungefähr in der Körpermitte so leicht gequetscht wird, daß es zwar nicht ent schlüpfen kann und nicht einreißt, aber doch so stark, daß Kerne und Entoplasma unter dem Glasfaden nicht mehr zu sehen sind, gibt die eindeutigsten Ergebnisse. Die zuerst auftretenden Zuckungen finden an beiden Enden mit gleicher Stärke und augenscheinlich auch gleichzeitig statt. Bei den Befreiungsversuchen kehrt das Tier von Zeit zu Zeit seine Schwimm-

richtung um. Die Umkehr des Cilienschlages erfolgt an beiden Enden augenscheinlich im selben Moment und immer im gleichen Sinne. Der Schlag an beiden Enden ist von gleicher Intensität. Die Peristomecilien zeigen das gleiche Verhalten. Sie unterstützen aufs lebhafteste die Arbeit der Körpercilien durch entsprechende Schlagrichtung. Nach einiger Zeit tritt meist eine neue Bewegungsform auf (Fig. M). Das eine Ende streckt sich gerade aus vom Glasfaden weg und strebt durch stärksten Cilienschlag in dieser Richtung vom Glasstab fort. Der andere Teil des Tieres, jenseits des Glasstabes, unterstützt diese Zug-



Fig. M. Quetschversuch.

bewegung durch eigentümliche metabolische Schlangelbewegung, die, wenn der Glasfaden nicht festhielte, den Körper in der gleichen Richtung unter dem Hindernis durchdrücken würde, in der das andere Ende ihn durchzuziehen versucht. Zugwirkung des einen und Druckwirkung des anderen Endes arbeiten also gleichsinnig und unterstützen einander. Dabei schlagen die Cilien des drückenden Teiles bedeutend schwächer als die des ziehenden, aber doch im gleichen Sinne. Von Zeit zu Zeit wechseln die beiden Enden ihre Rollen. Der Beginn dieses komplizierten Bewegungsvorganges und die jeweilige Umkehr der Richtung erfolgt stets durchaus gleichzeitig. Ohne Annahme einer vorzüglichen Erregungsleitung zwischen beiden Körperenden ist weder die komplizierte, wohlkoordinierte Zusammenarbeit beider Teile, noch die simultane Umkehr des ganzen Bewegungskomplexes verständlich.

Reißt beim Quetschen der unter dem Glasfaden liegende Teil der Pellicula mehr oder weniger tief ein, so ist die Koordination der Bewegungen zwischen den beiden Teilen in um so höherem Maße gestört, als der Riß tiefer wird. Wenn auch nie geradezu ein Gegeneinanderarbeiten der Körpercilien beobachtet werden kann, so sieht man doch oft, daß die Cilien des Hinterendes heftig arbeiten, während die des Vorderendes fast völlig ruhen und umgekehrt. Oder es kommt vor, daß das Hinterende zuckt, das Vorderende da-

gegen nicht. In Fällen, bei denen der Riß in der Pellicula weniger tief ist, beschränkt sich dessen Wirkung vor allem auf eine geringe Verlangsamung der Erregungsleitung und Minderung der Intensität des Impulses. Bei Schlagumkehr fangen also die Cilien z. B. des Vorderendes etwas später zu schlagen an und schlagen etwas weniger lebhaft als die des Hinterendes. Sitzt der quetschende Faden zu nahe an einem Körperende, so ist das kürzere Ende trotz häufiger Richtungsumkehr bald durch das eingequetschte Plasma zu einer dicken Kugel angeschwollen und kann sich an den Zuckungen des längeren Teiles nicht mehr oder nur schwach beteiligen.

ALVERDES (1922 u. 1923 a) hat ähnliche Versuche an *Paramecium caudatum* angestellt. Er fand auch eine gewisse Koordination in den Cilienbewegungen beider Teile. Doch glaubt er sie dahin deuten zu dürfen, daß eine physiologische Erregungsleitung zwischen beiden Tierhälften im Quetschversuche nicht bestehe. Vielmehr arbeite jede Hälfte als ihr eigenes „Zentrum“ und gebe seinen Cilien gesonderte Impulse. Durch Zug- und Druckwirkungen, die sich durch das eingequetschte Stück der Pellicula fortpflanzen (das also nicht vermöge seiner vitalen Fähigkeiten als Koordinationsbrücke wirkt, sondern nur etwa wie der Faden in FRIEDLÄNDER's Regenwurmversuche), soll ein Teilstück von den Bewegungen des anderen unterrichtet werden. Aus meinen Experimenten an einem viel geeigneteren Objekt glaube ich, wenigstens für *Spirostomum ambiguum*, andere Schlüsse ziehen zu dürfen. Wenn man nicht doch noch einen kleinen erregungsleitenden Rest von Entoplasma in dem eingequetschten Teile annehmen will (durch die häufige Bewegungsumkehr wird das eingeklemmte Stück so oft hin- und hergezogen, daß das Entoplasma dabei bald nahezu vollständig herausgedrängt sein dürfte), so kann ich nicht anders schließen, als daß eine Erregungsleitung auch ohne Entoplasmabrücke, also allein durch die Pellicula möglich ist und tatsächlich stattfindet.

Daß eine Mitwirkung von Zug- und Druckerscheinung im Sinne von ALVERDES möglich ist, kann nicht geleugnet werden. Wählt man die mikroskopische Vergrößerung genügend stark, aber doch so, daß man zu beiden Seiten des Fadens die Anfänge des Vorder- und Hinterendes noch im Gesichtsfeld hat (z. B. LEITZ Ocul. 3 Obj. 5), so kann man durch den Glasfaden hindurch deutlich die durch die Cilienbasen verursachte Körnelung der Pellicula erkennen und somit verfolgen, ob der eingequetschte Teil der Pellicula völlig ruhig bleibt oder bewegt wird. Arbeiten nun bei einem nicht zu stark gequetschten Tier beide Körperhälften, z. B. nach dem Vorder-

ende zu, so sieht man die Pellicula ein Stück weit unter dem Glasfaden in der gleichen Richtung weitergleiten. Kehren nun beide Teile ihre Bewegungsrichtung um, dann kehrt auch das genannte Stück Pellicula seine Gleitrichtung um. Man sieht aber manchmal, daß bereits ein Stillstand des gleitenden Stückes eintritt, bevor es noch durch den Zug bzw. Schub der beiden freien Enden in die entgegengesetzte Richtung mitgenommen wird. Also der Impuls zur Bewegungsumkehr war schon durch das ganze Tier geleitet, bevor die Umkehr des eingeklemmten Pelliculateiles begann. Das Gleiten des eingeklemmten Teiles der Pellicula ist also rein passiv, es leitet den Impuls zur Schlagumkehr und wird dann nach erfolgtem Cilienumschlag passiv mit fortgezogen, bzw. geschoben. Bei einem einzigen Tier gelang es mir sogar, mittels eines sehr dicken Fadens die Quetschung ohne Verletzung so weit zu treiben, daß ich keine Bewegung der eingeklemmten Pellicula mehr wahrnehmen konnte, wenn die Bewegungsumkehr nicht zu heftig und nicht ruckartig war. Trotzdem waren die Erscheinungen an den freien Enden die gleichen. Noch beweiskräftiger für die Fähigkeit der Pellicula, Erregungen zu leiten, ist folgende Beobachtung, die ich einem glücklichen Zufalle veranke. Bei einem Tier, das etwas vor dem Schlunde eingequetscht und von der dorsalen Seite her etwas (ca. ein Drittel der Breite) eingerissen und daher von mir wieder befreit worden war, war nach etwa 2 Stunden offenbar durch den Riß das Plasma des Hintertieres ausgeflossen, auf welche Weise habe ich nicht beobachtet. Der Riß war nach dieser Zeit nicht mehr zu sehen. Das ganze Hinterende war jetzt bandartig eingefallen und völlig glasklar. Die kontraktile Vakuole mit ihrem Kanal war völlig erhalten und funktionsfähig. Alle 10 Minuten etwa erfolgte eine Entleerung. Die Kernkette war unterbrochen. Die Cilien des hinteren Teiles schlugen im gleichen Sinne wie die des vorderen, aber auffällig viel schwächer. Auch die Umkehrungen des Schlages erfolgten gleichzeitig. Leider waren Beobachtungen über die Art, wie die Schlagwellen der Körpercilien weiterlaufen, bei den anwendbaren Vergrößerungen unmöglich. An den Peristomcilien passierten diese Wellen die ursprüngliche Quetschstelle. Auch die Kontraktionen des Tieres waren normal. Hier ist wohl eine Mitwirkung von Zug- und Druckreizen ausgeschlossen. Wie wir somit wohl schließen dürfen, besitzt die unverletzte Pellicula, ohne der Unterstützung des Entoplasmas zu bedürfen, die Fähigkeit der Erregungsleitung dergestalt, daß durch sie sowohl die Koordination

des Cilienschlages wie auch die gewisser metabolischer Bewegungen und endlich die der Zuckbewegungen gewährleistet ist.

## 2. Durchschneidung.

*Spirostomum ambiguum* läßt sich infolge seiner Länge mit einem feinen Messerchen leicht durchschneiden. Auch bei den soeben beschriebenen Quetschversuchen erhielt ich unfreiwillig oftmals anstatt der Quetschung Durchschneidung. ALVERDES (1922 u. 1923 a) hat auch derartige Versuche an *Spirostomum* beschrieben. Was die lokomotorischen Fähigkeiten der Teilstücke angeht, so lassen sich die Beobachtungsergebnisse aus zahlreichen Versuchen dahin zusammenfassen: Sind die Teilstücke nicht zu klein, so besitzen sie noch alle Bewegungsmöglichkeiten wie das ganze Tier, einschließlich der Kontraktionsfähigkeit.

Im Augenblick der Durchschneidung kontrahiert sich das Tier aufs heftigste. Nachher dehnen sich die Teilstücke aus, kontrahieren sich meist noch einige Male und schwimmen in verschiedener Richtung davon. Plasmaverluste beobachtete ich beim Zerschneiden nie. Die Pellicula schloß sofort die Schnittwunde und der oft stark gezackte Rand derselben rundete sich meist bald völlig ab. Das Hinterende zeigte im allgemeinen normale Lokomotion. Beim Vorderende lag eine deutliche Neigung zum Kreisschwimmen vor, wobei das Peristom immer gegen die Peripherie, die Dorsalseite gegen den Kreismittelpunkt gerichtet war. Der Grund zu dieser Bewegungsform ist leicht einzusehen. Die Peristomcilien haben infolge ihrer Größe eine stärkere Schlagwirkung als die Körpercilien, die ja jetzt durch Fortfall des Hinterkörpers in ihrer Zahl stärker vermindert sind als die Peristomcilien. Dazu fällt noch der die Geradeausbewegung begünstigende Formwiderstand des Hinterkörpers fort. Trotz alledem ist vorübergehend ein einigermaßen geradliniges Vor- und Rückwärtsschwimmen (auf kürzeste Strecken) möglich, wie die Fig. N zeigt. Ich habe in dieser Figur das Tierstück an allen Stellen eingezeichnet, wo es längere Zeit stilllag. Nach 15 Minuten hatte sich am hinteren Ende dieses Vorderteiles eine neue kontraktile Vakuole gebildet. Man kann diese Neubildung bei allen Quetsch- und Durchschneidungsversuchen beobachten.

Das hintere Ende hatte unterdessen drei ungefähr gleich große blasige Auftreibungen im Vakuolenkanal erzeugt. Es schwamm träge in ziemlich geradliniger Bahn vor- und rückwärts. Seine Kontraktionsfähigkeit war stark beeinträchtigt. Es konnte sich

nur noch bis zu zwei Drittel seiner Körperlänge kontrahieren, wobei das Peristom eine wellige Linie bildete. Anscheinend versagten also die beiden zonaren Peristommyoneme (vgl. S. 263 u. Fig. Fb).

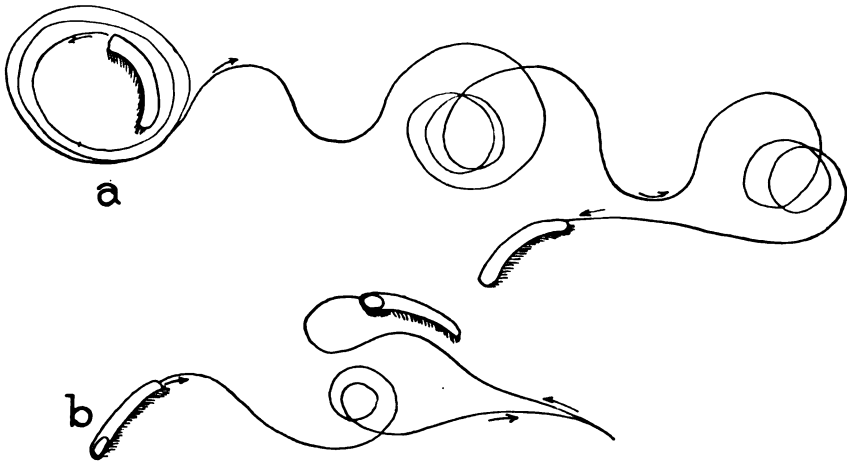


Fig. N. Bewegungen des abgeschnittenen Vorderteiles.  
a Beginn. b 15 Minuten später.

Über das Verhalten der beiden Teilstücke gegen Reize sind eine Anzahl Versuche gemacht worden. ALVERDES (1922) stellte fest, daß auf thermische Reize nur das Vorderende durch Fluchtbewegung reagiert, das Hinterende dagegen reaktionslos bleibt. Meine Beobachtungen stimmen im wesentlichen damit überein. Auch beobachtete ich einen Fall, wo das abgetrennte Hinterende reaktionslos in Pikrinsäure hineinschwamm und dort getötet wurde.

### 3. Chemotaxis.

Die Wirkung der verschiedensten Chemikalien auf Infusorien, insbesondere auf *Paramecium caudatum*, ist in systematischer Weise vor allem von JENNINGS (1897, 1899 a, 1902 a, 1910) untersucht worden. Da ich mich in meinen Untersuchungen im wesentlichen an JENNINGS angelehnt habe, so ist es notwendig, die Ergebnisse seiner Arbeiten kurz darzulegen.

Er untersuchte die Reizwirkung von stark verdünnten Chemikalien aus den verschiedensten Gruppen auf *Paramecium*. Dabei fand er bei gewissen Konzentrationen zwei Hauptreaktionsarten der Tiere, eine Abstoßung, die er als negative und eine Anziehung, die er als positive Chemotaxis bezeichnete. Dabei will „Anziehung“

nicht etwa sagen, daß die Tiere gerichtet zum Diffusionszentrum hinschwammen. Das Bestehen derartiger Topochemotaxis (KÜHN) leugnet JENNINGS mit aller Bestimmtheit. Vielmehr kommen seiner Meinung nach die „positiven“ Ansammlungen zustande, indem das Tier reaktionslos in die chemisch wirksame Zone hineinschwimmt, an ihrer Grenze gegen das indifferente Medium dagegen die Schreckreaktion ausführt. Alle Chemotaxis beruht nach JENNINGS ausschließlich auf Schreckreaktionen (Phobotaxis KÜHN's).

Endlich gibt es auch Chemikalien, die weder deutlich anziehend, noch deutlich abstoßend wirken. JENNINGS (1899) untersuchte dann, in welchem Verhältnis die abstoßende Wirkung zur schädigenden Wirkung steht. Die Ergebnisse gibt folgende Tabelle in gedrängter Form:

Abstoßende Kraft stark im Vergleich zur schädigenden Wirkung.	Abstoßende Kraft sehr schwach im Vergleich zur schädigenden Wirkung.
„Schützende Chemotaxis.“	„Nicht schützende Chemotaxis.“

#### A. Anziehende Substanzen.

NaF, KCrO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>CrO<sub>4</sub>, Kaliumferricyanid (KCl, KBr, RuCl, CsCl).

HF, HCl, HJ, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Essigsäure, Gerbsäure, Pikrinsäure, Chromsäure, KF, KMnO<sub>4</sub>, Ammonium-Alaun, Ammonium-Eisenalaun, Cr-Alaun, K-Alaun, CuSO<sub>4</sub>, CuCl<sub>2</sub>, ZnCl<sub>2</sub>, HgCl<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub>.

#### B. Abstoßende Substanzen.

Li(Na)Cl, Li(Na)Br, K(Na)J;  
Li<sub>2</sub>(Na<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>)CO<sub>3</sub>, Li(Na, K)NO<sub>3</sub>;  
K(Na)OH; KBrO<sub>3</sub>; NH<sub>4</sub>F (Cl, Br,  
J); Ca(Sr, Ba)Cl<sub>2</sub>; Ca(Sr, Ba)NO<sub>3</sub>.

Rohrzucker, Lactose, Mannose,  
Dextrose, Mannit, Glycerin, Harnstoff.

Die Wirkungen der Halogensäuren, der Alkalihydroxyde und der Salze aus den Verbindungen beider hat JENNINGS ganz besonders gründlich durchforscht. Er faßt die Ergebnisse in nebenstehender Tabelle zusammen.

Die rechts von dem schrägen Strich stehenden Verbindungen wirken anziehend, die links davon abstoßend auf *Paramaecium*.

Aus diesen Aufstellungen leitet JENNINGS folgende Regeln für die chemotaktische Wirkung der Chemikalien ab:

1. Die Kationen der Alkalien und Erdalkalien erregen kräftige Fluchtreaktionen.

	Li(7)	Na(23)	K(39)	Ru(85)	Cs(133)	Säuren
F(19)		NaF	KF			HF
Cl(35)	LiCl	NaCl	KCl	RuCl	CsCl	HCl
Br(80)	LiBr	NaBr	KBr			HBr
J(127)	LiJ	NaJ	KJ			HJ
Basen		NaOH	KOH			—

2. Die Anionen aller Säuren erzeugen nur dann Fluchtreaktionen, wenn sie in so starker Konzentration vorhanden sind, daß sie sofort zerstörend wirken. Sind sie sehr stark verdünnt, so schrecken die Paramäcien an der anionfreien Zone zurück. Auf diese Weise entstehen Ansammlungen.

3. Bei entsprechend verdünnten Verbindungen von Anion und Kation entsteht das Bild, das der Wirkung des stärkeren Teiles in der Verbindung entspricht. Ein Salz aus einer starken Säure und einer schwachen Base wirkt wie eine Säure und umgekehrt.

4. Die abstoßende Kraft der Alkalimetalle nimmt mit zunehmendem Atomgewicht ab (JENNINGS 1899, p. 370).

Meine Untersuchungen am *Spirostomum ambiguum*, die nur den Wert von Stichproben haben, da ich nur wenige Chemikalien durchprüfen konnte, führten zu entsprechenden Ergebnissen mit einigen kleinen Modifikationen, die sich aus den Unterschieden in Gestalt, Fortbewegungsweise und Empfindlichkeit des Untersuchungsobjekts ergaben. Die im folgenden angegebenen Konzentrationen können nur als angenäherte Werte genommen werden. Eine quantitativ genaue Angabe der Konzentrationen ist unmöglich, was übrigens auch JENNINGS für seine Untersuchungen zugibt. Schon die Grundbedingung dazu, das Ansetzen der Lösungen mit destilliertem Wasser, war unerfüllbar, weil *Spirostomum ambiguum* destilliertes Wasser nicht verträgt. Es mußte also, um eine Fälschung der Ergebnisse zu vermeiden, entweder filtriertes Kulturwasser oder abgestandenes Leitungswasser verwandt werden. Ferner haben wir bei der angewandten Methode keine genaue Kenntnis von der Steilheit des Diffusionsgefälles, in dem wir die Tiere ihre Schreckreaktionen ausführen sehen. Außerdem beeinflußt die „Stimmung“ die Empfindlichkeit des Tieres in hohem Maße.



Die Methode der chemotaktischen Versuche war die JENNINGS'sche. Eine größere Anzahl Tiere wurde in Kulturflüssigkeit auf den Objektträger gebracht, mit einem großen, durch Wachsfüßchen gestützten Deckglas bedeckt und dann die Reizlösung mittels einer Kapillarpipette von der Seite her unter das Deckglas eingeführt. Im Interesse einer störungsfreien Arbeit liegt es, die Spitze der Pipette nicht allzulang und zu fein auszuziehen und Gummihütchen zu verwenden. Nimmt man die Tiere aus sehr stark bevölkerten Kulturen, so ist, ganz entsprechend den Anweisungen von JENNINGS für *Paramaecium*, eine unmittelbare Übertragung aus der Kultur auf den Objektträger unbedingt zu vermeiden. Die mitgenommenen Schleimklümpchen veranlassen spontane Ansammlungen und dadurch wird eine Fälschung der Resultate verursacht. Man muß die Tiere, bevor man sie zu den Versuchen verwendet, entweder in ein tiefes Uhrschildchen bringen und dort mittels einer Pipette gründlich durchlüften oder sie in flachen Uhrschildchen längere Zeit stehen lassen, bis sich die anfangs entstandenen Ansammlungen von selbst aufgelöst haben.

### 1. Destilliertes Wasser.

Während *Paramaecium* destilliertes Wasser ganz gut verträgt, wird *Spirostomum* sofort stark von ihm geschädigt. Bringt man unter das Deckglas einen Tropfen destilliertes Wasser, so zeigt sich folgendes: Die Tiere schwimmen reaktionslos in den Tropfen hinein. Sofort tritt heftige Kontraktion ein, manche Tiere zerfallen sehr rasch, manche zucken zehn- bis zwanzigmal, ehe sie sterben, andere verstümmeln sich durch Auseinanderreißen in der Mitte. Die widerstandsfähigsten Tiere zucken lange Zeit, dann hört das Zucken fast völlig auf und die Tiere sehen jetzt bandartig abgeplattet aus. Dann biegen sie sich stark nach der dorsalen Seite durch, sie ringeln sich geradezu und tanzen auf dem gleichen Fleck lebhaft um sich selbst. Fast alle Individuen sterben in dem Tropfen; nur selten entrinnt ein Tier der Gefahrzone und zwar nur dann, wenn es nur ganz kurze Zeit darin gewesen war. Beim Versuch, aus dem Tropfen herauszuschwimmen, führen die Spirostomen deutliche Schreckreaktionen an der Grenze gegen das Kulturwasser aus. Schließlich sind fast alle in mehr oder weniger geschädigtem Zustand im Tropfen gefangen, es entsteht also das Bild der positiven Phobochemotaxis.

### 2. Durchlüftetes Leitungswasser.

In durchlüftetes Leitungswasser schwimmen die Tiere reaktionslos hinein. Kommen sie aber von innen heraus wieder an die

Grenze gegen Kulturwasser, so sieht man sie zumeist die charakteristischen Suchbewegungen ausführen und dann meist geradeaus weiterschwimmen. Manche halten an der Grenze einen Augenblick an und schwimmen dann rückwärts. Man kann die Abstoßungen durch das Kulturmedium vielleicht in erster Linie auf dessen alkalische Reaktion zurückführen (vgl. S. 294). Doch sind die Reaktionen an der Grenze Leitungswasser - Kulturmedium so schwach und verwischen sich so rasch, daß einer Verwendung von Leitungswasser als Verdünnungsmittel viel weniger Bedenken entgegenstehen als der Verwendung von destilliertem Wasser.

Fig. O. Chemotaxis.

a Vor Einführung von Chemikalien.  
 b Die vordringende Flüssigkeit hat die Tiere verdrängt, einige getötet.  
 c Ringbildung.  
 d Der Ring ist mit fortschreitender Diffusion gewandert.  
 e Ansammlung im Tropfen.  
 f Abnormes Bild bei 0,01 Proz. Pikrinsäure.  
 g Abnormes Bild bei 0,002 Proz. Essigsäure.

### 3. Säuren.

Untersucht wurden folgende Säuren: Essigsäure,  $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $HNO_3$ , Kohlensäure, Chromsäure und Pikrinsäure. Die Wirkung war bei allen Säuren im wesentlichen die gleiche. Es war überall bei geeigneter Konzentration positive Chemotaxis zu beobachten, indem an Grenzen gegen über-

und unteroptimale Zonen Schreckreaktionen ausgelöst wurden. Die Erscheinungen sollen bei der Essigsäure als Musterbeispiel näher geschildert werden. Bei den anderen Säuren, mit Ausnahme der Pikrinsäure, kann ich mich dann kürzer fassen.

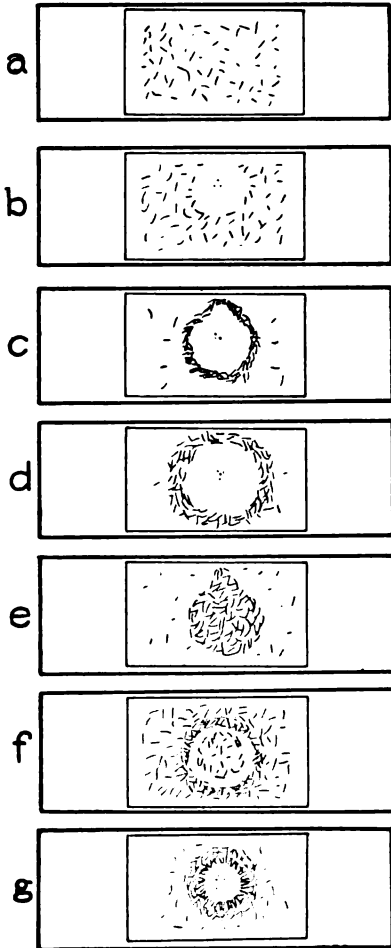


Fig. O.

## Essigsäure.

0,5 Proz. Tiere, die in zu großer Nähe des eingepreßten Säuretropfens sind, retten sich zumeist durch rasche Flucht (Rückwärtsschwimmen). Eine ganze Anzahl aber gerät durch das Rückwärtsschwimmen erst recht in den Säurebereich, wo sie mit den anderen Tieren, die von der Säure in zu hoher Konzentration überrascht wurden, sofort abgetötet werden. Infolge der Flucht der Tiere aus dem Gebiet zu hoher Säurekonzentration und zugleich durch die rein mechanisch zurücktreibende Wirkung des einströmenden Säuretropfens entsteht sofort eine leere Zone, in der einige Tote liegen (Fig. Ob). Schon nach fünf Minuten sieht man eine deutlich ringförmige Ansammlung um den Tropfen. Im Gebiet der optimalen Konzentration haben sich alle Tiere gefangen. Außerhalb des Ringes sind bald nur noch vereinzelt Tiere (Fig. Oc).

0,1 Proz. Die Erscheinungen sind die gleichen wie oben, nur gibt es weniger Tote.

0,05—0,002 Proz. Die Bilder bleiben die gleichen, keine Toten mehr.

0,001 Proz. Jetzt sammeln sich die Tiere nicht mehr in Ringform um den Tropfen, sondern in dem Tropfen selbst an (Fig. Oe). Die Ansammlung markiert also genau die Ausdehnung des Säuretropfens und man kann die fortschreitende Diffusion der Säure an dem allmählichen Größerwerden der Ansammlung verfolgen. Die Grenzen der Ansammlung werden bald immer undeutlicher und verschwinden schließlich völlig. Wir haben also mit höchstens 0,001 Proz. das Gebiet der optimalen Konzentration getroffen.

Wenn man im einzelnen beobachtet, welche Individualreaktionen die hier beschriebenen groben Verteilungsbilder zustande kommen lassen, wie sie für positive Chemotaxis kennzeichnend sind (Ringbildung, wenn der Tropfen überoptimal, Ansammlung im Tropfen, wenn er optimal konzentriert ist), so findet sich weitgehende Übereinstimmung mit den Beobachtungen JENNINGS an *Paramecium*. Das Tier schwimmt reaktionslos in die Diffusionszone des Säuretropfens hinein. In dem Augenblick, wo es in zu hohe Konzentration gerät, führt es eine Schreckreaktion aus, es schwimmt rückwärts. Kommt es bei länger andauerndem Rückwärtsschwimmen im Diffusionsringe in eine gewisse zu niedere Konzentration, so wird eine neue Schreckreaktion ausgelöst, die nun nicht (mit ganz seltenen Ausnahmen) nochmalige Umkehr der Bewegungsrichtung, also Vorwärtsschwimmen wie bei *Paramecium* veranlaßt, sondern einen erneuten Antrieb zum

Rückwärtsschwimmen gibt. Das Tier kommt auf diese Art völlig aus dem Säurebereich heraus. Aus diesem Grunde findet man bei Versuchen zur Chemotaxis von *Spirostomum ambiguum* nie alle Tiere im Ring oder Tropfen angesammelt, sondern sieht immer wieder vereinzelte Tiere, die sich aus der Ansammlung herausbewegen.

Daß trotzdem immer sehr deutliche Ansammlungen entstehen, erklärt sich dadurch, daß der Verlauf der Reaktionen meist etwas variiert. War der Reiz, der die Schreckreaktion auslöste, nicht zu stark, so wird das Rückwärtsschwimmen bald eingestellt. Das *Spirostomum* biegt den Vorderkörper zur Seite und schwimmt in einem kleinen oder größeren Winkel zur alten Richtung wieder vorwärts, oder es steht nach dem Rückwärtsschwimmen einen Augenblick am Platz, führt die schon erwähnten Suchbewegungen aus, um dann nach vorwärts, zumeist in Bogen, wegzuschwimmen, ebenfalls in einer Richtung, die einen verschiedenen großen Winkel zur ursprünglichen Schwimmrichtung bildet. So kommt es, daß jetzt das Tier mit dem Vorderende in das unteroptimale Gebiet gerät. Die nun erfolgende Schreckreaktion führt das Tier unter ähnlichen Bewegungsvorgängen wieder gegen die überoptimale Grenze und das Spiel kann von neuem beginnen. In der Mehrzahl der Fälle aber ist es in der optimalen Zone gefangen.

Stößt das Tier sehr schräg an eine der Grenzen des Optimums, so kann man sehr oft beobachten, daß es dieser Grenze entlang schwimmt und wie an einem unsichtbaren Hindernis an der Peripherie des entsprechenden Konzentrationskreises entlang streicht. Bei diesem „Bogenschwimmen“, das auch ALVERDES (1922) für *Paramecium caudatum* ähnlich beschreibt, kann Rotation auftreten oder ausbleiben.

Sehr deutlich ist zu sehen, daß die Tiere im Gebiet der optimalen Konzentration sich viel lebhafter bewegen als in ihrem Kulturwasser. Die verdünnte Säure erhöht also die Schwimmgeschwindigkeit.

Bei niedrigen Konzentrationen beobachtet man oft Exemplare, die in optimalem Gebiet, mit dem Vorderende nach dem Zentrum des Tropfens gerichtet, still am Platz stehen. So konnte ich einmal bei Einführung von 0,002proz. Essigsäure im Ansammlungsgebiet geradezu zwei konzentrische Kreise unterscheiden: einen inneren, mit einer Ringbreite von der ungefähren Körperlänge eines *Spirostomums*, in dem die Tiere in radialstrahliger Anordnung, Vorderende nach innen, fast völlig stillstanden. Um diesen Ring herum war ein zweiter

breiterer Ring deutlich erkennbar, in dem die Tiere in allen möglichen Richtungen schwammen (Fig. Og).

#### HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, Chromsäure.

Die folgenden Säuren: Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure und Chromsäure stimmen in ihren Wirkungen untereinander mit der Essigsäure überein. Immer tritt bei gewissen starken Verdünnungen positive Chemotaxis auf. Die optimalen Konzentrationen liegen bei ungefähr 0,001 Proz. Bei 0,005proz. Chromsäure sammelt sich sogleich ein Teil der Tiere im Tropfen, während ein anderer Teil noch einen Ring bildet. Für einen Teil der Tiere beginnt also das optimale Gebiet (wenigstens für Chromsäure) schon bei 0,005 Proz. Ähnliche große Empfindlichkeitsunterschiede zeigten sich gegenüber der Pikrinsäure.

#### Pikrinsäure.

Bei den Versuchen mit Pikrinsäure traten verschiedene ganz neue Erscheinungen auf, so daß diese Säure eine gesonderte Besprechung verlangt.

Bei 0,001—0,005 Proz. treten Ansammlungen im Tropfen auf. Diese Konzentration ist also optimal.

Bei 0,01 Proz. entsteht ein Bild, wie es Fig. Of zeigt. Am Rande des gelben Tropfens bildet sich ein deutlicher Ring. Zugleich sieht man aber einige Tiere ins Innere des Tropfens eindringen. Von Minute zu Minute wird die Anzahl der eindringenden Tiere größer. Auf den äußeren Ring folgt nach innen zu eine fast leere Zone, endlich das innere Gebiet, in dem die Tiere ganz unregelmäßig verteilt sind. Nach 10 Minuten ist der Ring um den Tropfen verschwunden, weil jetzt der ganze Tropfen mit Tieren gefüllt ist. 30 Minuten später sind fast alle Tiere des Präparates in dem unterdes stark ausgebreiteten Tropfen angesammelt. Bei den übrigen Säuren war bei einer entsprechenden Konzentration von 0,01 Proz. nie ein Eindringen in den Tropfen zu Beginn des Versuches zu beobachten, sondern erst nach 5—10 Minuten.

Auch bei 0,03, 0,05 und 0,1 Proz. bleibt das Bild im großen ganzen dasselbe. Nur wird mit zunehmender Konzentration die Zahl der eindringenden und der den Tropfen durchschwimmenden Tiere immer geringer. Paramäcien, die unter den Spirostomen sind, gehen nicht in den Tropfen hinein, sondern schießen in starker Erregung im Ring umher. Nach 8 Minuten zeigen sich bei manchen Tieren im Ring deutliche Wirkungen des Giftes. Sie zucken heftig

zusammen, manche mehrmals. Unter den Tieren im Tropfen selbst sieht man seltener Zuckungen.

Bei 0,15 Proz. gibt es zum erstenmal Tote. Es bildet sich wieder ein Ring, in dem bei dieser Konzentration das früher erwähnte Bogenschwimmen besonders deutlich erkennbar ist. Die Pikrinsäure besitzt auch in dieser Konzentration eine stark anziehende Wirkung. Einige Tiere versuchen immer wieder unter langsamem Vorwärtsschwimmen in die Säure einzudringen, kommen auch oft bis in die Zone der Toten hinein, weichen dann aber durch Umkehr des Cilienschlages in der gleichen Linie zurück. Ein *Stentor*, der hineingeschwommen war, wurde sofort getötet. Nach 10 Minuten sieht man schon einzelne Tiere im Tropfen schwimmen.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich offenbar dreierlei:

1. Die Pikrinsäure übt eine besonders starke Anziehungskraft auf *Spirostomum ambiguum* aus.

2. Sie wirkt auf *Spirostomum ambiguum* viel weniger giftig als auf *Paramecium* und *Stentor*, obwohl sonst *Spirostomum ambiguum* gegen chemische Reize äußerst empfindlich ist.

3. Die Empfindlichkeit der einzelnen Spirostomen ist sehr verschieden, eine Erfahrung, die man auch bei anderen Chemotaxisversuchen machen kann, selten aber in diesem Ausmaße.

#### Kohlensäure.

Die Kohlensäure nimmt im Leben der Protozoen eine eigene Stellung ein, weil sie als Stoffwechselprodukt ausgeschieden wird, und ihr Auftreten in gewissen Konzentrationen nach JENNINGS die Hauptursache der spontanen Ansammlungen bei verschiedenen Protozoen bildet. Destilliertes Wasser mit Kohlensäure gesättigt wirkt ähnlich wie eine andere Säure von der ungefähren Konzentration von 0,1 Proz. Im Tropfen sind Tote, darumherum ein deutlicher Ring. Gibt man  $\text{CO}_2$ -gesättigtes Leitungswasser hinzu, so findet man, im Gegensatz zu dem vorigen Experiment, niemals Tote. Die Tiere, die sich nicht rasch genug aus dem Bereich des eindringenden Tropfens retten können, sterben nicht ab, sondern zeigen nur eine starke Lähmung. Ihre Schwimgeschwindigkeit ist stark herabgesetzt, der Körper ist starrer, weniger durchsichtig und teilweise kontrahiert, etwa wie Fig. B zeigt. Im Verlaufe von etwa 5 Minuten haben sie sich jedoch fast sämtlich in den Ring gerettet, der sich auch hier um den Tropfen gebildet hat. Im Ringe erholen sie sich rasch. Drei Stentoren sind der Säure zum Opfer gefallen.

Bringt man mittels einer Pipette eine  $\text{CO}_2$ -Gasblase unter das

Deckglas, so bildet sich um sie herum sofort ein dicht anschließender Ring von meist tangential anliegenden oder ebenso im Bogen schwimmenden Spirostomen (Fig. Pa). Viele Tiere bewegen sich in der bekannten Weise im Ring. Schon nach kurzer Zeit, mit fortschreitender Diffusion des Kohlensäuregases in das umgebende Wasser, rückt der Ring von der Blase ab, und nach ungefähr 15 Minuten sind seine Grenzen stark verwaschen (Fig. Pa, b, c).

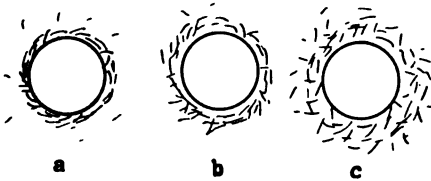


Fig. P.

Chemotaxis gegen eine Kohlensäureblase.

eindringen und dort unter Überwindung der Oberflächenspannung bis zu 30 Sekunden stillstehen.

Alle angegebenen Säuren wurden in den Konzentrationen von 0,5—0,001 Proz. durchgeprüft. Im allgemeinen liegt für *Spirostomum* bei 0,001 Proz. das Optimum. Die niedrigste Grenze (Schwellenkonzentration), bei der gerade noch Reaktionen erfolgen, wurde für Schwefelsäure bei 0,0005 Proz., also der halben Konzentration des Optimums gefunden.

Die schädigenden Wirkungen zu hoher Säurekonzentration sind bei den verschiedenen Säuren recht einheitlich. Die Absterbeerscheinungen seien an Hand eines Beispiels beschrieben. Gerät ein Tier zu nahe an einen Tropfen von 1proz. Salzsäure heran, so zuckt es scharf zusammen und dehnt sich sofort wieder aus. Gelingt es ihm nicht, rasch wieder aus dem gefährlichen Bereich zu kommen, so wiederholen sich die Kontraktionen. Das Tier scheint die Fähigkeit verloren zu haben, in einer bestimmten Richtung zu schwimmen, obwohl die Körper- und Peristomcilien noch arbeiten. Es plattet sich oft bandartig ab. Bei festliegendem Hinterkörper führt nun das Vorderende stark windende Bewegungen aus, so daß oft knotenförmige Gebilde entstehen, das deutlichste Zeichen beginnender Schädigung bei *Spirostomum ambiguum*. Fäkalienballen werden ausgestoßen. Schließlich liegt das Tier fast völlig still. Die Peristomcilien arbeiten krampfhaft unter Erschütterung des ganzen Vorderteils. Das Plasma wird langsam immer durchsichtiger. Nach einiger Zeit verbreitert und verkürzt sich der Körper langsam, und

Gibt man unter das Deckglas Leitungswasser, das so stark mit CO<sub>2</sub> durchgast ist, daß sich bald kleine Gasbläschen am Deckglas festsetzen, so kann man öfters Tiere sehen, die mit dem Vorderende tief in ein Gasbläschen

es tritt unter ständigen, rhythmischen, ganz kleinen Zuckungen meist zuerst am Hinterende, dann an anderen Stellen, Plasma aus. Noch am sterbenden Tier sieht man einzelne Teile der Pellicula leichte Zuckungen ausführen. Bald schwimmen Nahrungsbällen mit Plasmaströmen fort und schließlich bleibt nur die meist recht gut erhaltene Kernkette inmitten einer strukturlosen Masse übrig. Die ersten Stadien können viele Minuten lang dauern, die letzten, das eigentliche Absterben und Sichauflösen, laufen in wenigen Sekunden ab.

#### Basen.

Von Basen wurde Kali- und Natronlauge untersucht. Die Resultate sind die gleichen wie sie JENNINGS bei *Paramaecium* fand. In den Konzentrationsgrenzen von 0,1—0,006 Proz. trat immer negative Chemotaxis auf, d. h. die Tiere wichen vor der herandiffundierenden Lösung aus. Es entstehen so Bilder wie Fig. Ob zeigt. Die Schwellenkonzentration, d. h. die Grenze, bei der gerade noch eine Reaktion zu erkennen ist, liegt bei 0,006 Proz.

#### Salze.

Es wurden untersucht: NaCl und Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Bei den Salzen war die Reaktion auf Lösungen von 0,1—0,002 Proz. deutlich negativ. Die Schwellenkonzentration liegt bei 0,002—0,001 Proz.

#### Alkohol.

0,1 Proz. (Volumenprozent). Die Reaktionen sind weder bei Alkohol noch bei Rohrzucker so deutlich, wie bei den bisher untersuchten Chemikalien. Bei 0,1 Proz. zeigt sich eine positive Chemotaxis, wenn auch nicht sehr deutlich. Dabei ist eine Schädigung der Tiere unverkennbar. Das hintere Körperdrittel ist bei allen Tieren stark abgeplattet. Höhere Konzentrationen ergeben auch keine typischeren Bilder. Die Schwellenkonzentration ist 0,02 Volumenprozent.

#### Rohrzucker.

Bei Rohrzucker muß man zu recht hohen Konzentrationen greifen um Reaktionen zu erhalten. Bei einer Lösung von 5 Proz. reagiert *Spirostomum* negativ. Die Schwellenkonzentration liegt bei 3 Proz.

#### Osmose.

Welche Rolle spielen nun bei der Reizwirkung der Chemikalien osmotische Vorgänge? Wenn es möglich wäre, gewisse Zusammenhänge zwischen dem osmotischen Druck und der Reizwirkung der



untersuchten Chemikalien zu finden, so wäre damit erwiesen, daß der osmotische Druck bei der Auslösung der Reizantwortungen entscheidend mitspricht. JENNINGS (1897) hat diese Frage auf Grund eingehender Untersuchungen verneint. Seine Methode, der ich mich anschloß, war bei diesen Untersuchungen folgende: Man sucht die niedrigste Konzentration einer Lösung A, die eben noch eine Reaktion bei den Versuchstieren auslöst, ebenso von einer Lösung B und vergleicht die Größen des osmotischen Druckes beider Lösungen. Ergibt die Berechnung, daß die beiden Lösungen isotonisch sind, so wäre damit die Abhängigkeit vom osmotischen Druck erwiesen. Um die prozentuale Verdünnung einer Substanz B zu finden, die isotonisch mit einer gegebenen prozentualen Verdünnung einer Substanz A sein soll, verwendet JENNINGS folgende Formel:

$$\% \text{ von A} \times \frac{(\text{Mol. Gew. von B}) \times (i \text{ von A})}{(\text{Mol. Gew. von A}) \times (i \text{ von B})} = \% \text{ v. B}$$

*i* ist der Ionisationsfaktor der betreffenden Substanz. Ich suchte zuerst eine Vergleichslösung (Standardlösung) von Kochsalz zu gewinnen, d. h. eine Lösung, die eben noch eine Reaktion bei *Spirostomum* auslöste, also die Schwellenkonzentration darstellte. Mit dieser Standardlösung wurden dann alle anderen Lösungen rechnerisch verglichen. Die Untersuchungen führte ich nach der gleichen Methode aus, wie die Chemotaxisversuche. Auf einen Objektträger wurden unter ein großes Deckglas viele Tiere in Kulturwasser gebracht und die zu untersuchende Substanz mittels einer Kapillarpipette eingeführt. Ich stellte so für jede zu untersuchende Substanz die Schwellenkonzentration fest. Die Schwellenkonzentration der Standardlösung ergab sich zu 0,003 Proz. NaCl. Die Resultate meiner Untersuchungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

	Molek. Gew.	Schwellen- konzentra- tion in Proz.	Umrechnung in Normal- lösung	zu 0,003 Proz. NaCl isot., Lösg. in Proz.	Umrechnung in Normal- lösung	Verhältnis 2:4 bzw. 3:5
	1	2	3	4	5	6
NaCl	58,5	0,003 = 0,0005	n			
KOH	56	0,006 = 0,001	n	0,00286 = 0,0005	n	1: 0,5
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	0,001 = 0,0001	n	0,0054 = 0,0005	n	1: 5
HCl	36,5	0,001 = 0,00027	n	0,00186 = 0,0005	n	1: 2
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	0,005 = 0,0005	n	0,005 = 0,0005	n	1: 10
Alkohol	46	0,02 = 0,0044	n	0,0047 = 0,001	n	10: 2,3
Rohrzucker	342	3 = 0,09	n	0,0349 = 0,001	n	100: 1,1

Wären die Reizantwortungen allein vom osmotischen Druck abhängig, so müßten die Verhältnisse in Kolonne 6 bei allen Chemikalien die gleichen sein. Diese Verhältnisse sind aber derart ungleich, daß ein Zusammenhang zwischen osmotischem Druck und physiologischem Reizwert kaum anzunehmen ist. Recht augenfällig zeigt sich das Fehlen dieses Zusammenhanges in der beigegebenen graphischen Darstellung (Fig. Q). Auf der Abszisse sind die Molekulargewichte, auf der Ordinate die negativen Logarithmen der

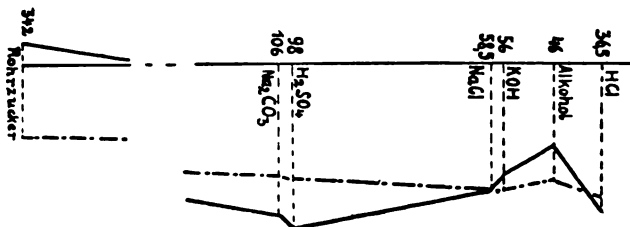


Fig. Q. Osmose und Chemotaxis.

— = Kurve der gefundenen Schwellenkonzentrationen.

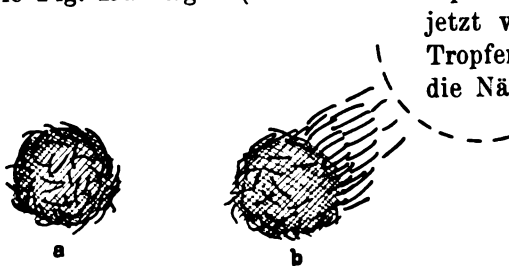
- - - = Kurve der zu 0,003 Proz. NaCl-Lösung isotonischen Konzentrationen.

Konzentration in Prozent angegeben. Die Abszisse ist nach links und zwischen der Ordinate von  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  und der von Rohrzucker stark gekürzt. Die ausgezogene Linie ist die Kurve der gefundenen Schwellenkonzentrationen, die strichpunktirte die Kurve der zur Standardlösung isotonischen Konzentrationen. Hinge der physiologische Reizwert der Chemikalien lediglich vom osmotischen Druck der verwendeten Lösungen ab, so müßten beide Kurven zusammenfallen; wie die Abbildung zeigt, tun sie das (von 2 Schnittpunkten abgesehen) nicht. Demnach liegt die Reizwirkung der untersuchten Chemikalien sicher nicht ausschließlich im osmotischen Druck der Lösungen begründet.

Die Umrechnung in Normallösungen zeigt die ungeheuren Verdünnungsgrade. Diese Zahlen berechtigen uns, für die Elektrolyte eine praktisch vollständige Dissoziation in Rechnung zu setzen. Der von JENNINGS benützte Faktor  $i$  wird also ohne nennenswerten Fehler für die Elektrolyte mit 2 anzunehmen sein. Die Erscheinung, daß bei den organischen Substanzen in Kolonne 5 die doppelte Konzentration der organischen auftritt, erklärt sich eben aus dem Fehlen der Dissoziation.

Während hinsichtlich der Wirksamkeit der einzelnen Reagentien *Spirostomum* sich recht ähnlich wie *Paramecium* verhielt, möchte ich ein Ergebnis als neuartig besonders unterstreichen.

Wie einleitend erwähnt, beschreibt JENNINGS sämtliche chemotaktische Orientierungen der Protisten als rein phobisch. Ich habe dagegen in einigen Fällen Anzeichen von Topochemotaxis gesehen, nämlich in den Versuchen mit Essigsäure (vgl. S. 281) und Pikrinsäure (vgl. S. 282) und Fig. Of u. g). In einem Falle endlich liegt eine völlig gerichtete Einstellung auf ein Diffusionszentrum zu vor, und es kommt sogar zu gut gerichteten Ortsbewegungen gegen das Zentrum hin. Unter dem Deckglas hatten sich an einem größeren Detritusklumpen unter dem Einfluß von chemischen und Berührungsreizen die meisten Tiere des Präparates angesammelt, wie Fig. Ra zeigt. (Es waren Exemplare der kleineren Art.) Als



jetzt von rechts oben her ein Tropfen 0,01 proz. Salzsäure in die Nähe gebracht wurde, trat eine auffällige Erscheinung ein (Fig. Rb): Die der herandiffundierenden Säure am nächsten liegenden Tiere

Fig. R. Topochemotaxis von Spirostomen, die sich an einem Detritusklümpchen angesammelt hatten.

wandten, zunächst ohne den Detritusklumpen zu verlassen, ihre Vorder-

enden dem Diffusionszentrum zu. In dieser Stellung, mit dem Hinterende am Detritus, verharrten sie einige Sekunden und schwammen dann in der gleichen Stellung gerichtet gegen den Säuretropfen zu, wo sie mit anderen, immer zahlreicher werdenden Tieren den bekannten Ring bildeten. Bald war das Detritusklümpchen auf diese Weise völlig verlassen und alle Tiere im Ring. Nach 25 Minuten hatten sich wieder die Tiere um das Detritusklümpchen gesammelt.

Nur ein analoger Fall ist mir aus der Protozoenliteratur bekannt geworden. ALVERDES beschrieb nämlich bei hungernden Paramäcien ein gerichtetes Losschwimmen auf einen Zoogloeahaufen zu, ebenfalls auf Grund einmaliger Beobachtung.

JENNINGS hat demnach mit seiner Behauptung von der rein phobischen Natur der Chemotaxis bei Infusorien nicht recht. Es gibt auch gerichtete Reaktionen auf chemische Reize, es gibt Topochemotaxis bei Infusorien.

#### 4. Thermotaxis.

Folgende einfache Apparatur diente zu den Versuchen. Eine dünnwandige Glasröhre von 4 mm lichter Weite und 55 cm

Länge, in die in Abständen von 6 cm, 15 cm vom Ende beginnend, 5 kleine, 2 cm lange, schornsteinartige Tuben von gleicher Größe eingeschmolzen worden waren (Fig. S), füllte ich mit Kulturflüssigkeit und Tieren, worauf beide Enden geschlossen und die Röhre wagrecht an einem Stativ befestigt wurde. Beide Rohrenden tauchten (durch durchbohrte Korke) in das Innere von 2 Thermosflaschen; die linke enthielt Eis mit etwas Kochsalz, die rechte Wasser von etwa 40–50° C.

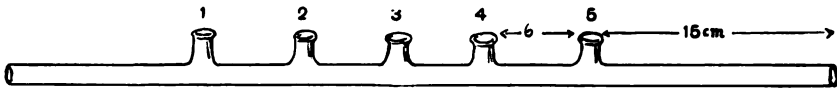


Fig. S. Röhre zum Thermotaxisversuch.

In Vorversuchen stellte ich Genaueres über entstehende Strömungen fest. In das Wasser, das ich in die Röhre füllte, gab ich etwas Holzkohlepulver. Ließ ich dann auf die Glasröhre (Fig. T) recht heißes Wasser auftropfen, so entstanden langsame Strömungen.

Das Wasser mit den Holzkohleteilchen stieg unter der Stelle, wo außen das heiße Wasser auftropfte, auf, zog von unten her Teilchen nach und verteilte sich an der oberen Wand nach beiden Seiten. Es entstehen also an der

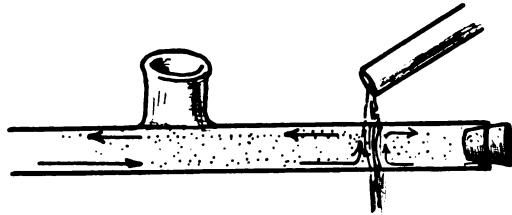


Fig. T. Entstehung von Strömungen beim Auftropfen von heißem Wasser.

oberen und unteren Glaswand leichte Strömungen in entgegengesetzten Richtungen, deren Geschwindigkeit mit der Entfernung vom Entstehungsort rasch abnimmt. Bei Verwendung von Thermosflaschen waren ähnliche Ströme festzustellen, jedoch nicht so deutlich. Trotz sorgfältigster Beobachtung sah ich nie, daß sich die Versuchstiere durch die schwachen, im Vergleich zur eigenen Schwimgeschwindigkeit langsamen Ströme hätten beeinflussen lassen. Da die stärkeren Ströme immer von der Seite der höheren Temperatur ausgehen, so ließe sich annehmen, daß dadurch die Ansammlung, die das Temperaturoptimum anzeigt, nach der kälteren Seite (nach links) verschoben werden müßte. Dem steht aber die negativ rheotaktische Neigung der Tiere gegenüber, die sie bei gewissen Stromstärken veranlaßt, gegen den Strom zu schwimmen, also nach der wärmeren Seite

(nach rechts) hin. Somit müßten sich die beiden Wirkungen bis zu einem gewissen Grade aufheben. Zum mindesten wird die störende Wirkung der Strömung, die auf keine Weise zu verhindern ist, dadurch stark herabgemindert.

Es ist zweckmäßig, zuerst die Kühlflasche (links) und erst etwa 10 Minuten später die viel rascher wirkende Wärmeflasche (rechts) an die gefüllte und verschlossene Versuchsröhre anzuschließen. Nach etwa 15 Minuten zeigte sich eine deutliche Ansammlung zwischen Tube 3 und 4. In Tube 3 wurden 22° C, in Tube 4 25° C gemessen. Das Optimum lag, wie zahlreiche Versuche bewiesen, um 24° C. Deutliche Schreckreaktionen traten weder gegen die kühlere, noch gegen die wärmere Zone auf. In die wärmere Zone schwammen die Infusorien hinein, hielten langsam an, manche schwammen rückwärts, die meisten drehten aber völlig um und schwammen mit dem Vorderende voran in die Gegend des Optimums zurück. Auf manche Tiere wirkte jedoch der Wärmereiz nicht stark genug, um Umkehr zu veranlassen. Sie schwammen über die Zone von 35° bis fast gegen 40°. Dort gingen sie rasch zugrunde, besonders wenn sie mit der noch wärmeren Glaswand (meist mit dem Hinterende) in Berührung kamen. An der Berührungsstelle gerann sofort das Plasma und das Spirostomum klebte fest. Der übrige Teil des Tieres behielt noch einige Zeit seine Form und Beweglichkeit, um schließlich, meist ohne Zuckungen, zu einem formlosen Klumpen zusammenzuschrumpfen.

Gegen die kühlere Zone sind die Reaktionen noch weniger entschieden. In der Zone von 10° hielten sich einige Tiere recht lange auf. Ihre Bewegungen waren deutlich träger als in der wärmeren Zone. Gerieten einzelne Exemplare noch weiter in die kalte Zone herein, so wurden sie schließlich kleiner und weißlicher (d. h. weniger durchsichtig), krümmten sich stark ein und sanken langsam zu Boden. Abgestorben waren sie jedoch nicht, wie eine Überführung in wärmeres Wasser bewies. Daß *Spirostomum ambiguum* leicht 0° vertragen kann, beweist die Tatsache, daß man an Orten ihres natürlichen Vorkommens im Winter im Schlamm unter dem Eise Tiere findet, die zwar stark kontrahiert sind, sich aber im warmen Zimmer nach einigen Tagen zu völliger Lebendigkeit erholen.

Zum Nachweis, daß die Ansammlung bei 24° C nicht zufällig, vielleicht durch Kohlensäureanreicherung entstanden ist, dienten folgende Kontrollversuche:

Mit Hilfe einer Pipette nahm ich die angesammelten Tiere aus der der Ansammlung am nächsten liegenden Tube heraus und verteilte sie auf die Tuben 1 bis 4 (5 lag schon zu nahe bei der

Wärmeflasche). Nach 15 Minuten war das alte Bild wieder hergestellt. Andererseits läßt sich die im Temperaturgefälle entstandene Ansammlung in zwei Hälften auseinandertreiben, indem man an der Stelle der Ansammlung stark gekühltes oder noch besser recht warmes Wasser auf das Glasrohr auftropfen läßt.

### 5. Thigmotaxis.

Daß *Spirostomum ambiguum* unter gewissen Umständen deutlich thigmotaktisch reagieren kann, geht schon aus meinen Ausführungen S. 268 u. 288 und Fig. R hervor. Über das thigmotaktische Verhalten von *Spirostomum* habe ich fernerhin folgende Beobachtungen gemacht:

1. Am Ort ihres natürlichen Vorkommens sah ich sie an Sonnentagen unter Blättern vor allzu starker Bestrahlung geschützt an kleinen Zweigen mit den Hinterenden thigmotaktisch festsitzen. Die ungeheuren Anhäufungen erinnerten an dichte Schimmelrasen. Auch an Blatträndern und Blattunterseiten kann man ähnliches sehen.

2. Rührt man die mit *Spirostomum* bevölkerte Kulturflüssigkeit mittels eines Glasstabes langsam um, so werden die schwimmenden Infusorien von dem entstehenden Wirbel mitgerissen. Kommt dabei ein Tier an die Glaswand, so heftet es sich sofort thigmotaktisch fest und stellt sich zumeist mit dem Vorderende gegen den Strom ein. Auch bei den Rheotaxisversuchen kann man diese Beobachtung machen.

Nach PÜTTER sind die Cilien, die am abgestutzten Hinterende von *Spirostomum ambiguum* sitzen, besonders leicht thigmotaktisch lähmbar. Nach meinen Beobachtungen gilt dies fast noch mehr für die Cilien des Teiles der Pellicula, der um die kontraktile Vakuole herum liegt. Diese Zone bis gegen den Schlund hin und bei senkrechter Haltung vor allem das abgestutzte Hinterende sind die Flächen, die durch starke Schleimabsonderung bei stillstehenden Cilien den Spirostomen ein Festhaften ermöglichen.

### 6. Mechanische Reize.

JENNINGS (1899b) untersuchte das Verhalten von *Spirostomum ambiguum* gegen Berührungsreize. Seine Untersuchungsergebnisse sind kurz folgende: Wird das Tier am Vorderende, seitlich oder am Hinterende mit der Glasnadel berührt, so zuckt es sofort heftig zusammen, wobei es zurückfährt. Wird es während der Wiederausdehnung von neuem gereizt, so fährt es fort rückwärts zu schwimmen. Schließlich erfolgt Bewegungsumkehr zum normalen Vorwärtsschwimmen. Auch unlokalisierte mechanische Reizung (Er-

schütterungen) hat dasselbe Verhalten zur Folge. Bemerkenswert ist, daß bei Reizung des Hinterendes das Tier also auf die Reizquelle zuschwimmt, ähnlich wie das bei chemischen Reizungen des Hinterendes auch beobachtet wurde (vgl. S. 280). Das Vorderende reagiert auf schwächere Reize als die übrigen Körperteile. Wird der gleiche Reiz wiederholt, so treten neue Erscheinungen auf. Beim ersten Reiz kontrahiert sich das Tier und schwimmt rückwärts. (JENNINGS gibt nicht an, wo er die wiederholten Reize ansetzte.) Reizt man zum zweitenmal, wenn das Infusor sich wieder gestreckt hat, aber noch rückwärts schwimmt, so kontrahiert es sich wieder und schwimmt wieder rückwärts. Beim dritten Reiz während des Rückwärtsschwimmens kehrt es seine Richtung um. Vom vierten bis fünften Reiz an ist der Effekt immer Umkehr. Nach fünf bis sechs Reizen reagiert das Versuchsobjekt überhaupt nicht mehr, sondern schwimmt unbeirrt weiter.

Ich habe das Verhalten gegen wiederholte Reize an zahlreichen Exemplaren untersucht und bin bei meinem Material zu anderen Ergebnissen gekommen. Ich reizte z. B. ein Tier hundertmal am Vorderende in der oben angegebenen Weise. Vierundsiebzigmal wurden Zuckungen ausgeführt. Etwa von der dreißigsten Zuckung an war eine Ermüdung deutlich wahrzunehmen. Die Expansion brauchte etwas mehr Zeit als am Anfang, auch wurde die Strecke des Rückwärtsschwimmens allmählich kürzer. Daß in 26 Fällen keine Kontraktion eintrat, lag wahrscheinlich daran, daß der gesetzte Reiz zu schwach gewesen war.

Wurden die Reize abwechselnd am Vorder- und Hinterende gesetzt, so trat meist vom dritten bis fünften Reiz an die neue Erscheinung auf, daß das Tier sich immer nach dem Ende wieder ausdehnte, das nicht gereizt worden war. So kann leicht der Eindruck der Bewegungsumkehr entstehen.

Seitliche Reize wirken viel schwächer als solche an den Körperenden. Wenn man Erschütterungen dabei vermeidet, so kann man die Spirostomen in der Körpermitte mit der Reiznadel stark durchbiegen, ja sogar etwas deformieren, ohne Kontraktion zu erregen. Ob die Empfindlichkeit gegen Berührungsreize am Vorderende größer ist als am Hinterende, wage ich trotz zahlreicher Versuche nicht zu entscheiden, doch erscheint es mir recht wahrscheinlich.

Manchmal beobachtet man auch bei leichten Reizen am Hinterende rasche Entleerung der Vakuole ohne Kontraktion des Zelleibes.

Die Art der Reaktion auf mechanische Reize ist in hohem Maße abhängig von der Geschwindigkeit, mit der die Nadel das

Tier anstößt. Diese Geschwindigkeit ist beim Arbeiten mit freier Hand kaum in wünschenswertem Maße zu regeln. Bei ruhigem Anrühren ist kaum eine andere Reaktion zu erhalten, als ein Umschwimmen der Nadel oder Ausbiegen des Körpers. Kommt dagegen die Nadel sehr rasch, oder gleitet sie, ohne den Zelleib zu berühren, auf dem Glasboden ab, oder zittert die Hand des Experimentators nur ein klein wenig, so erfolgt heftige Kontraktion. Aus allen diesen Gründen ergibt sich, daß eine genaue Untersuchung dieser Erscheinungen nur möglich ist, wenn man mit Hilfe eines geeigneten Apparates (Mikromanipulator) diese Fehlerquellen ausschalten und die Reizstärken genau dosieren kann. Leider stand mir ein solcher nicht zur Verfügung.

### 7. Geotaxis.

Die Einstellung von *Spirostomum* in der Vertikalausdehnung seines Wohnraumes ist äußerst variabel. Meine Tiere strebten in ihrem Kulturmedium bei Wassertemperaturen unter etwa 16°C häufig, das Vorderende nach unten gerichtet, in weiten Spiralen abwärts. Zwischen 16° und 20°C sah ich sie zumeist am Boden auf dem Schlamm und an Blättern festsitzen, das Vorderende senkrecht nach oben gerichtet, also in negativ geotaktischer Einstellung. Stieg die Temperatur über 20°C, so fanden sich im ganzen Kulturwasser Tiere verteilt, die sich in senkrechter Stellung, das Vorderende nach oben, schwebend im Wasser hielten. Höhenveränderungen waren selten und von geringem Betrage und fanden meist nicht in senkrechter Haltung, sondern in den verschiedensten Körperlagen statt. Nahm man von diesen negativ geotaktisch schwimmenden Tieren eine Anzahl mit der Pipette heraus und brachte sie in ein Reagensglas, so sanken sie sofort alle zu Boden, wo sie meist horizontal übereinanderlagen und schwammen. In dem veränderten Milieu verharrten sie in dieser positiven Geotaxis. — Kurz, es zeigte sich eine gewisse Abhängigkeit des Einstellungsverhaltens von der Temperatur. Doch war die beschriebene Abhängigkeit durchaus nicht konstant.

Erst lange nach Abschluß des Manuskriptes wurde mir die Arbeit von SAUNDERS bekannt, der die Höhenverteilung seiner *Spirostomen* weitgehend abhängig von der Wasserstoffionenkonzentration fand. Leider habe ich verabsäumt in den Kulturgläsern  $P_h$  fortlaufend zu kontrollieren, so daß meine Untersuchungen hier eine Lücke aufweisen. Da jedoch die Kulturflüssigkeit stets dieselbe war, und wesentliche Abänderungen des  $P_h$ , im Gegensatz



zu den SAUNDERS'schen Versuchen (abgesehen von den im folgenden mitzuteilenden  $\text{CO}_2$ -Versuchen), nicht stattfanden, so ist die Fehlerquelle vielleicht nicht allzu hoch einzuschätzen.

Ähnlich wie bei *Paramecium* (KOEHLER 1922), so ist auch bei *Spirostomum ambiguum* das geotaktische Verhalten durch Kohlensäure beeinflussbar, wie Versuche lehren, in denen ich dem Kulturwasser mit Kohlensäure gesättigtes filtriertes Kulturwasser zusetzte. Um ein Maß für die erzielte Veränderung des Mediums zu haben, maß ich den Wasserstoffexponenten  $P_h$  der Mischung (MICHAELIS) mittels des Hydrionometers von BRESSLAU.

Aus der schwach alkalischen Kulturflüssigkeit ohne Kohlensäurezusatz ( $P_h = 7,6$  Nitrophenol) genommene Tiere zeigen sich beim Übertragen in ein Reagenzglas deutlich positiv geotaktisch. Im Verlauf von 5 Minuten sammeln sie sich alle am Grunde an. Erst nach 15 Minuten beginnen einzelne Exemplare mit ungerichteten Bewegungen die Ansammlung am Boden zu verlassen. Sie kehren aber immer dahin zurück. Weiter als 3 cm entfernt sich keines vom Boden.

Nachdem durch Zugabe von etwas Kohlensäurewasser der Neutralpunkt ( $P_h = 7,0$ ) erreicht ist, zeigen die Spirostomen eine viel größere Lebhaftigkeit der Bewegungen. Nach wenigen Minuten schon haben sie sich alle gleichmäßig im Wasser verteilt. Doch besteht noch keine deutlich negativ geotaktische Einstellung.

Erst bei weiterer Kohlensäurezufuhr ( $P_h = 6,5$ ) tritt deutlich negative Geotaxis auf. Wenn zuerst auch nur bei einzelnen Tieren deutlich gerichtetes Schwimmen zu sehen ist, so sind sie doch nach einer halben Minute alle in den obersten 4 cm der Röhre versammelt. Dreht man die Röhre um, die natürlich sofort mit Plastilin unter Vermeidung von Luftblasen geschlossen wurde, so kann man die gleiche Erscheinung beobachten: die Spirostomen wenden auf der Stelle und schwimmen nach oben.

Wird  $P_h = 6,2$ , so richten alle Tiere sehr rasch das Vorderende nach oben und schwimmen deutlich langsamer als bisher aufwärts. Die Anzahl der deutlich gerichtet schwimmenden Infusorien ist auffällig viel größer als vorher (fast die Hälfte). Auch die am deutlichsten gerichteten Exemplare zeigen noch das charakteristische schlängelnde Suchen des Vorderendes.

Bei  $P_h = 5,9$  ist endlich das Optimum der Geotaxis fördern der Wirkung der Kohlensäure erreicht. Die Spirostomen schwimmen sehr viel langsamer als gewöhnlich. Bei steifer erscheinendem Körper richten sie langsam das Vorderende nach oben und schwimmen

langsam unter besonders starker Rotation und ohne schlängelnde Bewegung schön gerichtet nach oben. Die Rotation ist so rasch, daß eine ganze Umdrehung um  $360^\circ$  in zwei Sekunden ausgeführt wird, während normalerweise eine solche Umdrehung ein Mehrfaches dieser Zeit beansprucht. Wenn sie beim Aufsteigen mit der Glaswand in Berührung kommen, steigen sie ganz besonders deutlich geradlinig mit verminderter Rotation auf. In einer 12 cm langen Röhre sind nach 20 Minuten die meisten Tiere oben angesammelt. Läßt man die dicht geschlossene Röhre ungestört stehen, so rückt die allmählich etwas aufgelockerte Ansammlung nach 2 Stunden um 6 cm weiter nach unten. Dieses Absinken der Ansammlung ist wohl eine Folge der teilweisen Cilienlähmung durch die Kohlensäure.

Dreht man eine senkrecht stehende Glasröhre mit solchen geotaktisch gemachten Spirostomen ohne Erschütterung in eine horizontale Ebene, so stellen sich die Versuchsobjekte innerhalb 5 Sekunden abermals vertikal ein, also jetzt senkrecht zur Glaswand. Rotiert man nun diese Glasröhre in horizontaler Lage um ihre Längsachse um  $180^\circ$ , so daß jetzt die Tiere mit dem Vorderende nach unten stehen, so stellen sie sich alle im Verlauf von 10 Sekunden unter schwach konkaver Durchbiegung der Dorsalseite wieder mit dem Vorderende nach oben ein.

Erniedrigen wir  $P_h$  bis auf 5,75, so ist das Optimum überschritten. Die Bewegungen sind noch langsamer. Man sieht jetzt auffällig viele Spirostomen in senkrechter Haltung wieder absinken. Nach 15 Minuten ergibt sich folgendes Bild: ungefähr die Hälfte aller Tiere steht, Vorderende nach oben, im untersten Zentimeter der Röhre, einige liegen bewegungslos, kürzer und dicker als sonst auf dem Boden, die andere Hälfte füllt die oberen 6 cm der Steigröhre in gleichmäßiger Verteilung, Vorderende nach oben, fast bewegungslos. In dem dazwischen liegenden Raum sieht man einzelne aufsteigende und absinkende Exemplare. Bei  $P_h = 5,5$  zucken einige Versuchstiere in den ersten Sekunden zusammen, erholen sich aber bald wieder. Nach einer Minute sind alle Infusorien zu Boden gesunken und bewegen sich hier äußerst langsam nach allen Richtungen. Sie sind alle deutlich kontrahiert, etwa wie Fig. B zeigt. Ein weiteres Steigern des Kohlensäurezusatzes ist jetzt nicht mehr angängig.

Die Feststellung der Schwimgeschwindigkeit ist bei nicht-geotaktischen Spirostomen sehr schwierig, weil diese Tiere selten größere Strecken geradeaus und diese dann noch in sehr verschiedenen Geschwindigkeiten schwimmen. Nur so viel läßt sich,

wie schon gesagt, angeben, daß die Schwimgeschwindigkeit von *Spirostomum ambiguum* nicht nur relativ, sondern auch absolut nur einen geringen Bruchteil derjenigen von *Paramecium caudatum* beträgt. Bei optimal geotaktischem Verhalten, etwa bei  $P_h = 6$ , läßt sich dagegen recht gut die etwas gegen die normale Geschwindigkeit herabgesetzte Schnelligkeit des Aufsteigens messen. Kein Tier schwimmt allerdings ununterbrochen aufwärts. Verfolgt man ein aufsteigendes *Spirostomum*, so sieht man es plötzlich still halten. Dann führt es mit fast völlig steifem Körper eigentümlich pendelnde Suchbewegungen aus (Fig. U) und schwimmt dann in derselben aufrechten Stellung mit umgekehrtem Cilienschlag abwärts (vgl. S. 298). Allerdings ist die Strecke des Abwärtsschwimmens meist kürzer als die des Aufsteigens, so daß doch das Bild einer Ansammlung im oberen Teil der Röhre entstehen kann. Diese

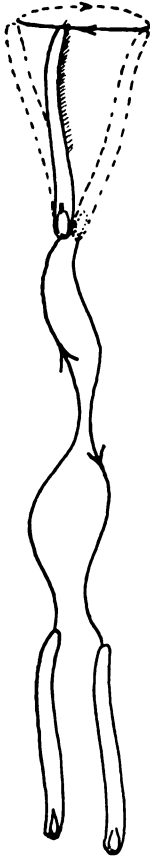


Fig. U.

Fig. U. Auf- und absteigendes, durch  $\text{CO}_2$  negativ geotaktisch gemachtes *Spirostomum*.

Ansammlungen sind aber aus den angegebenen Gründen nie geschlossen. Immer sind auf- und absteigende Tiere unterwegs. Die Geschwindigkeiten sind in beiden Richtungen annähernd gleich. Ich habe bei  $P_h = 6$  einige Beobachtungen über Aufsteigegeschwindigkeiten gemacht und in folgender Tabelle zusammengestellt:

Nr.	mm	Sekunden	Geschwindigkeit	Nr.	mm	Sekunden	Geschwindigkeit
1	6	24	0,25 mm/sec.	11	16	61	0,26 mm/sec.
2	8	35	0,23 "	12	13	55	0,24 "
3	9	30	0,30 "	13	21	95	0,22 "
4	12	43	0,28 "	14	7	21	0,33 "
5	32	105	0,30 "	15	28	83	0,30 "
6	38	130	0,32 "	16	12	44	0,27 "
7	33	107	0,31 "	17	17	50	0,34 "
8	18	54	0,33 "	18	8	35	0,23 "
9	10	32	0,31 "	19	32	108	0,30 "
10	7	23	0,30 "	20	6	23	0,26 "

Die Reihenfolge der Angaben ist die der Beobachtungen. Strecken unter 6 mm wurden nicht aufgezeichnet, waren aber gar nicht selten. Die größte ohne Anhalten und Umkehr zurückgelegte Strecke war 38 mm. Die Geschwindigkeiten bewegten sich zwischen 0,22 und 0,35 mm/sec. Aus den 20 Beobachtungen errechnet sich ein Mittelwert für die Steiggeschwindigkeit von 0,28 mm/sec., ein Wert, der zufälligerweise genau das arithmetische Mittel zwischen den beiden Extremen angibt. Die Geschwindigkeiten, welche KOEHLER bei *Paramecium* beobachtete, sind je nach Umständen etwa vier- bis achtmal höher.

Es fragt sich nun, ob das oben S. 296 bei  $P_h = 5,75$  beschriebene Absinken in aufrechter Stellung ein passives (Einstellen des Cilienschlages, Absinken in stabiler Gleichgewichtslage) oder aktives

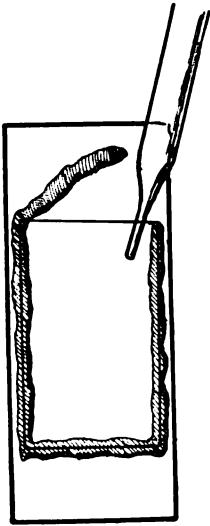


Fig. V.

Fig. V. Mikroaquarium zur Beobachtung der Cilientätigkeit bei  $CO_2$ -Tieren.

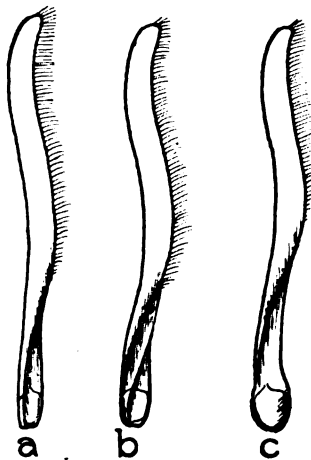


Fig. W.

Fig. W. Veränderungen der Körperform unter  $CO_2$ -Einfluß.

(Umkehr des Cilienschlages) sei. Zur Beantwortung dieser Frage führte folgende Anordnung. Auf einen Objektträger wurde mittels schmaler Klebwachsstreifen ein großes Deckglas mit den Rändern so aufgeklebt (Fig. V), daß zwischen beiden Gläsern ein Abstand von 2 mm blieb. Einer der kürzeren Seitenränder blieb offen. Diesen Objektträger klemmte ich, mit dem offenen Ende nach oben, auf den senkrecht gestellten Tisch eines Mikroskopes mit drehbarem Objektisch, füllte etwas Kulturwasser mit Spirostomen ein und

darüber Kohlensäurewasser mit etwas Milch. In dem dicht und blasenfrei geschlossenen Präparat ließ sich die Cilienarbeit gut beobachten. Es zeigte sich nun, daß beim Aufsteigen alle Körper- und Peristomcilien wohlkoordiniert arbeiteten, nur eine Spur weniger stark als normalerweise. Das Absinken geschah nicht passiv, sondern aktiv unter Umkehr des Schlages der Körper- und Peristomcilien. Alle Tiere zeigten eine auffällige Veränderung der Körperformen (Fig. Wa, b, c). Der Körper war stärker als normal nach der Ventralseite durchgebogen. Bei vielen Exemplaren war das Hinterende stark abgeplattet und meist verschieden stark schraubig gedreht. Bei einzelnen Spirostomen war trotz des abgeplatteten Leibes die Vakuole rund aufgetrieben (Fig. Wc). Nach JACOBS bewirkt  $\text{CO}_2$  eine Erhöhung der Viskosität des Protoplasmas und nach BOHN entzieht die Kohlensäure dem Plasma Wasser. Damit stehen die Beobachtungen an *Spirostomum ambiguum* im Einklang. Die Tiere sind viel steifer als in normalem Zustand. Eine Durchbiegung um  $180^\circ$  und mehr ist nicht mehr möglich. Der Körper kann sich nur noch so biegen, daß er einen Kreisbogen bildet, dessen Radius ungefähr der halben Körperlänge entspricht. Das Peristom liegt dann immer auf der Konvexseite der Biegung. Auch die eigentümlichen pendelnden Suchbewegungen beweisen die Einbuße des Körpers an Biegsamkeit. Unter dem wasserentziehenden Einfluß der Kohlensäure werden die Spirostomen undurchsichtiger, kürzer und dicker als gewöhnlich. In dieser Verkürzung des Körpers sehe ich auch die Ursache der stärkeren Rotation. Normalerweise liegt, wie schon früher gesagt, die Schlagebene der Cilien in der Richtung der Myoneme, daher immer etwas schief gegen die Längsachse des Tieres nach rechts hinten. Daraus resultiert die Rotation nach links. Bei der teilweisen Kontraktion unter dem Einfluß der Kohlensäure, wird die Schraubung stärker, der Winkel der Myoneme und des Peristoms und daher auch der der Schlagebene der Cilien gegen die Längsachse des Körpers ein größerer, infolgedessen muß auch die Rotation stärker werden. Eine Rechtsrotation oder sehr heftige Linksrotation, wie sie durch seitlichen Cilienschlag möglich ist, kommt bei Kohlensäuretieren nie vor.

Diese Geotaxisversuche wurden bei einer Mindestwassertemperatur von etwa  $20^\circ$  ausgeführt.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß meine Spirostomen in ihrem Kulturwasser deutlich negativ geotaktisch wurden, wenn man durch  $\text{CO}_2$ -Zugabe  $P_h$  bis gegen 6 erniedrigte. Weitere Erniedrigung, ebenfalls mittels  $\text{CO}_2$ , führte zur Umkehr des Cilienschlages, so daß

die Tiere sich mit dem Hinterende voran aktiv abwärts bewegten. Die Einstellung also war nach  $\text{CO}_2$ -Zufuhr stets negativ geotaktisch, die Bewegung dagegen nur bei und oberhalb  $P_h = 6$  aufwärts, unterhalb dieses Wertes dagegen vielfach abwärts gerichtet.

Im einzelnen boten sich zahlreiche Berührungspunkte mit SAUNDERS' Ergebnissen. Eine eingehende Besprechung der ganzen Frage muß jedoch aufgeschoben werden, bis weitere Versuche vorliegen, in denen den Spirostomen in senkrechten,  $P_h$ -freien Steigröhren Medien geboten werden, deren  $P_h$  nach SAUNDERS Vorbild auch auf anderen Wegen erniedrigt sind als durch  $\text{CO}_2$ -Zufuhr.

### 8. Rheotaxis.

Zur Untersuchung auf Rheotaxis diente die folgende Versuchsanordnung (Fig. X). Filtriertes Kulturwasser fließt aus dem Becherglas b durch den mit Quetschhahn versehenen Heber a in das mit Kulturwasser und Spirostomen gefüllte U-Rohr und tropft durch die Spitze ab. Für *Spirostomum ambiguum* mit seiner geringen Schwimgeschwindigkeit ist genaueste Abstufung der Stromstärke wichtig. Ist der Strom etwas zu stark, so werden die Tiere passiv mitgerissen, nimmt man ihn etwas schwächer, so ist bald die Reizschwelle unterschritten. Der zwischen beiden Extremen liegende Spielraum ist sehr gering und nicht leicht zu treffen. Bedenkt man ferner noch die verschiedene Größe der Tiere derselben Zucht und ihre verschiedene Empfindlichkeit gegen Reize aller Art, so wird verständlich, daß die bei den Strömungsversuchen auftretenden Bilder nicht sehr augenfällig werden. Eine gemeinsame Gesamteinstellung, wie sie JENNINGS von *Paramecium*

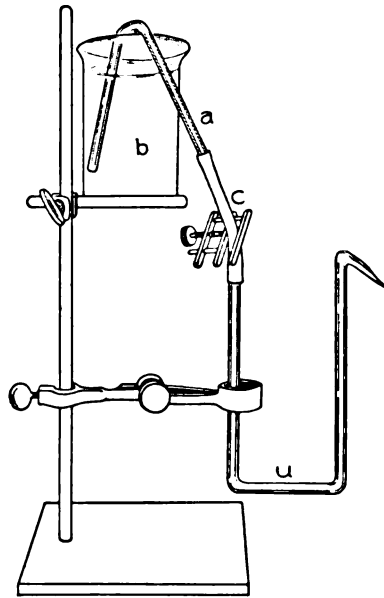


Fig. X.

Apparat zum Strömungsversuch.  
b Becherglas, a Heber mit Quetschhahn c,  
u U-Rohr,

berichtet, ist bei *Spirostomum* nicht zu erlangen. Ein Urteil über die Reaktionsweise von *Spirostomum ambiguum* gegen Strom läßt

sich nur gewinnen durch Summierung einer großen Zahl von Beobachtungen an Einzeltieren.

In einer engen Röhre (2,5 mm l. W.) sind die Ergebnisse am deutlichsten. In allen drei Schenkeln stellt sich bei einer Stromgeschwindigkeit von 2 cm pro Minute die Mehrzahl der Tiere mit dem Vorderende gegen den Strom, also im linken Schenkel Vorderende nach oben, im horizontalen Schenkel nach links und im rechten Schenkel nach unten. Die Tiere zeigen ein auffälliges Bestreben, sich an die Glaswand anzuheften, immer das Vorderende gegen den Strom gerichtet. Tiere, die im freien Wasser schwimmen, führen bei leichtdurchgekrümmtem Körper schraubige Drehungen gegen den Strom aus, die lediglich eine stark gebremste Spirale darstellen (Fig. Y).

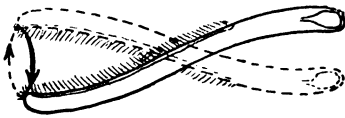


Fig. Y. Horizontal rotierendes, negativ geotaktisches Tier.

Im weiten U-Rohr von 5 mm l. W. sind bei der gleichen Stromgeschwindigkeit die Erscheinungen weit weniger auffällig. Man sieht zunächst Tiere in allen Richtungen

schwimmen. Die anscheinend mit dem Strom schwimmenden Exemplare aber zeigen bei näherem Zusehen fast alle das Vorderende gegen den Strom gerichtet, sie sind also positiv rheotaktisch eingestellt, kommen aber gegen den Strom nicht an, sondern werden passiv mitgerissen. Tieren in der Nähe der Glaswand gelingt es leichter, gegen den hier schwächeren Strom anzukämpfen. Meist setzen sie sich rasch an die Glaswand an. In der Mitte des Rohrquerschnittes befindliche Spirostomen führen die vorhin erwähnten schraubigen Drehungen aus, immer mit dem Vorderende gegen den Strom, sind aber meist nicht imstande, die angegebene Stromstärke zu überwinden. Die Gesamtmenge der Versuchsobjekte wird daher, wenn auch bedeutend langsamer als schwimmende Detritusstückchen oder eingestreute Holzkohleteilchen, mit dem Strome abgetrieben. Werden einzelne Exemplare von dem einsetzenden Strome so gepackt, daß sie mit dem Vorderende voran abgetrieben werden, so sieht man meistens schon nach 2—5 Sekunden, wie sie unter starker Durchbiegung des Körpers umdrehen, sich gegen den Strom stellen oder gegen die Glaswand streben.

Stellt man den Strom plötzlich ganz ab, so schwimmt die große Mehrzahl in der der früheren Stromrichtung entgegengesetzten Richtung ab, jedoch nicht mit deutlich gerichteter Bewegung. Noch klarer wird das Bild, wenn man den Strom kurz vor dem Abstellen stark gemacht hat. An der Glaswand sitzende Tiere reagieren schlechter.

*Spirostomum ambiguum* zeigt demnach eine, wenn auch nicht sehr augenfällige, positiv rheotaktische Einstellung.

Daß derartige Experimente bei *Spirostomum* an Augenfälligkeit zu wünschen übrig lassen, betont auch JENNINGS (1897) gelegentlich der Besprechung des Verhaltens gegen Wärme. Er schreibt p. 22: „Eine gemeinsame Orientierung aller Tiere in einem Zeitabschnitt ist jedoch kaum zu erkennen; das ist bedingt durch die Langsamkeit der Bewegungen und die Häufigkeit der Wiederholungen der motor reaction.“

### 9. Interferenz zwischen Geotaxis und Rheotaxis.

Wie die vorstehenden U-Rohrversuche zeigen, ist im Konkurrenzfalle normalerweise die positiv rheotaktische Stimmung stärker als die negativ geotaktische: gleichgültig ob aufwärts, abwärts oder wagrecht, stellt sich das im normalen Kulturmedium befindliche *Spirostomum* in die Stromrichtung ein, das Vorderende stromaufwärts. Genau das gleiche beweist auch folgende Gelegenheitsbeobachtung. Erzeugt man in einem Kulturglas, in dem viele Tiere, Vorderende nach oben, schweben oder schwimmen, durch Andrücken des warmen Daumens an die Glaswand aufsteigende warme Wasserströme, so drehen sie sich in der Strömungszone fast ohne Ausnahme mit dem Vorderende nach unten. Sie verhalten sich also hier und in den vorhergehenden Experimenten so, als ob bei vorhandenem optimalen Strömungsreiz der Wert des Schwerereizes gleich Null würde. So lag es nahe, mittels Kohlensäure die negativ geotaktische Neigung zu verstärken und sie dann nochmals mit dem Strömungsreiz interferieren zu lassen, um so mehr, als derartige Versuche meines Wissens auch bei *Paramecium* noch nicht ausgeführt wurden. Dort ist normalerweise die negativ geotaktische Neigung schwächer als alle anderen Einstellungsreaktionen. Bei entsprechender Behandlung mit Kohlensäure aber überwiegt die negative Geotaxis selbst die Galvanotaxis (KOEHLER).

Durchbläst man das Kulturwasser, das zu den Rheotaxisversuchen verwendet werden soll, so stark mit Kohlensäure, daß man mindestens einen Wasserstoffexponenten von  $P_h = 6$  messen kann (ein kleiner Überschuß ist notwendig, um den in der Zeit der Zusammenstellung des Apparates erfolgenden Verlust auszugleichen), so hat man die Spirostomen im optimalen negativ geotaktischen Zustande und es läßt sich nun folgendes beobachten.

Vor Einsetzen des Stromes stehen alle Spirostomen im linken Schenkel des U-Rohres senkrecht und steigen langsam nach oben.



Die übrigen Schenkel sind zunächst noch frei von ihnen. Treibt man durch starken Strom auch Tiere in die beiden anderen Schenkel und bringt dann den Strom auf die optimale Stärke, so sieht man im linken Schenkel (in dem der Strom abwärts geht) alle Versuchsobjekte deutlich mit dem Vorderende nach aufwärts stehen oder schwimmen. Hier addieren sich die Wirkungen der negativen Geotaxis und der positiven Rheotaxis.

Im horizontalen Schenkel stellen sich die Infusorien langsam gegen den Strom in der bekannten Weise ein, werden jedoch ziemlich stark mitgetrieben. Hört der Strom auf, so stellen sie sich wieder senkrecht.

Im rechten Schenkel, wo sich Geotaxis und Rheotaxis entgegenwirken, sieht man folgendes: Tiere, die thigmotaktisch an der Glaswand festsitzen, werden zunächst, mit dem Vorderende voran, vom Strome abgetrieben. Meist sieht man aber schon nach 1—3 Sekunden die ersten Bemühungen, sich gegen den Strom einzustellen. Dies gelingt natürlich nur dann, wenn der Strom nicht zu stark und die Lähmung und Versteifung durch Kohlensäure nicht zu weitgehend ist. Erhöht man den Kohlensäurezusatz über einen  $P_h = 6$  hinaus, so erhält man dadurch bei Beibehaltung der Stromstärken nicht etwa eine Verstärkung der negativen Geotaxis und damit eine Überwindung der Rheotaxis, sondern eine stärkere Lähmung und Schädigung der Tiere, so daß sie dann zu derartigen Versuchen völlig untauglich werden. Diese Tatsache und der schon erwähnte geringe Spielraum in den anwendbaren Strömungsreizen machen *Spirostomum ambiguum* zu einem wenig geeigneten Versuchsobjekt, um die an sich vermutlich komplizierten Verhältnisse der Interferenz zwischen Rheotaxis und Geotaxis zu klären.

Nach den bisher vorliegenden Versuchen neige ich zu der Annahme, daß auch bei den mit Kohlensäure behandelten Spirostomen letzten Endes die Rheotaxis doch die stärkere ist. Vor Eintritt der Strömung stehen die Tiere im wagrechten und in beiden senkrechten Schenkeln des U-Rohres in negativ geotaktischer Einstellung (Vorderende nach oben). Bald nach Einsetzen des Stromes stellen sie sich, so weit die durch Kohlensäure bedingte Lähmung es gestattet, negativ rheotaktisch ein, unabhängig von der dadurch entstehenden Raumlage.

## 10. Phototaxis.

KLEBS schreibt: „Jedes Protoplasma besitzt eine gewisse Lichtempfindung ebenso wie Kontraktilität“. Nach VERWORN (1889) ist da-

gegen Lichtreizbarkeit keine allgemeine Eigenschaft des Protoplasmas. Allgemein wird berichtet, daß die große Mehrzahl der farblosen Infusorien ziemlich unempfindlich gegen Licht des sichtbaren Spektrums sei. Für Menschenaugen unsichtbare kurze Wellenlängen schädigen bekanntermaßen auch unbehandelte Infusorien (HERTEL 1905 für *Paramaecium*). Aber auch gegen sichtbares Licht kann man Infusorien empfindlich machen, nämlich durch Behandlung mit gewissen fluoreszierenden Farbstoffen (TAPPEINER, RAAB, METZNER, MERKER).

Auf Lichtreaktionen von *Spirostomum ambiguum* im gewöhnlichen Kulturmedium wurde ich aufmerksam gelegentlich einer Untersuchung im Dunkelfeld. Tiere, die in das Lichtfeld gerieten, zeigten deutliche Schreckreaktionen. Bemerkenswerterweise verhielten sich einige Paramäcien im gleichen Präparat genau so. Es handelte sich damals um sehr kleine *Spirostomen* der sog. ersten Hauptform. Daraufhin setzte ich eben diese Tiere mittels einer Präparierlupe unter Vorlegen geeigneter Blenden dem Licht einer Bogenlampe aus. An der Grenze von Dunkel gegen Hell zeigte eine Anzahl Exemplare deutliche Schreckreaktionen. Bei einer späteren Wiederholung des gleichen Experimentes mit derselben Versuchsanordnung zeigten neue große Tiere (zweite Hauptform) nie eine Reaktion.

Auch SAUNDERS konnte bei *Spirostomum* negativ phototaktische Reaktionen hervorrufen, wenn er  $P_h$  auf den Wert 8 erhöhte. Wie schon auf S. 254 erwähnt, wurde mir diese Angabe erst nach Abschluß meiner Versuche bekannt. Übrigens waren in meinem Falle die Wärmewirkungen des Bogenlichtes nur unvollkommen ausgeschaltet worden.

Im Rahmen dieser Arbeit konnte es sich natürlich nicht darum handeln, *Spirostomum ambiguum* mit einer auch nur annähernd so großen Gründlichkeit zu untersuchen, wie das METZNER mit *Paramaecium* getan hat. Ich wollte im wesentlichen drei Fragen klären:

1. Reagiert *Spirostomum ambiguum* normalerweise (d. h. ohne vorherige Sensibilisierung) auf Licht?
2. Läßt sich *Spirostomum ambiguum* durch Farbstoffe sensibilisieren und welche Erscheinungen sind dabei zu beobachten?
3. Gibt es vielleicht noch andere Stoffe, die keine Farbstoffe sind und doch sensibilisieren?

Zur genaueren Untersuchung des Verhaltens von *Spirostomum* gegenüber dem Licht unter der Einwirkung verschiedener Reagentien, stellte ich mir in der Dunkelkammer folgende Apparatur zusammen, wie sie ähnlich neuerdings von verschiedenen Firmen zur Mikroprojektion für einen kleinen Zuschauerkreis empfohlen wird (Fig. Z).

Rechts stand eine kleine LEITZ-Bogenlampe für 4—5 Amp. (A) mit verschiebbarem Kondensator B. Dann folgte, ca. 25 cm vom Flammenbogen ab gemessen, eine Küvette C, gefüllt mit einer 6 cm dicken Schicht von konzentrierter Eisensulfatlösung, die durch einige Tropfen Schwefelsäure angesäuert war. Weitere 10 cm nach links befand sich die optische Achse des Mikroskops G. Das durch den Kondensator B zusammengefaßte Licht fiel durch die Kühlküvette auf den Planspiegel D des Mikroskops und ging von hier, konzentriert

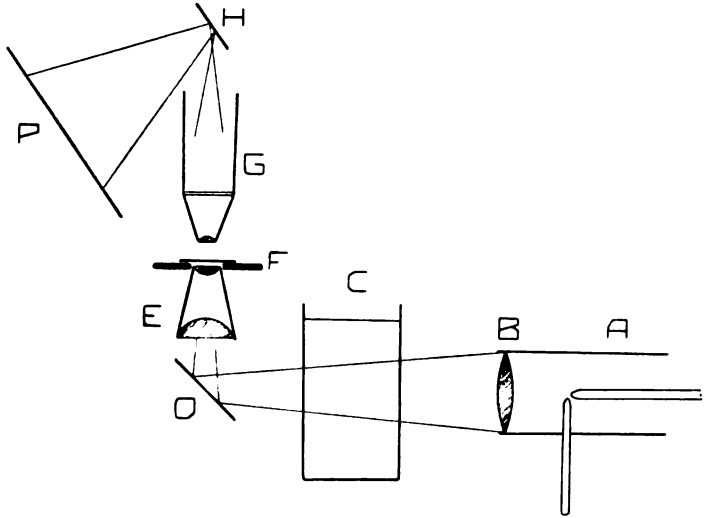


Fig. Z. Apparatur zu den Lichtversuchen.

A LEITZ-Bogenlampe. B Kondensorlinse. C Kühlküvette. D Mikroskopspiegel. E ABBÉ'scher Kondensator. F Objektisch. G Mikroskop. H Planspiegel. P Projektionsschirm.

durch den Abbé (E) durch das auf dem Objektisch F liegende Präparat, von hier aus durch Objektiv 3 (LEITZ) und das Ocular 1 (letzteres kann auch wegbleiben) auf den kleinen Spiegel H, der das Bild auf den Papierschirm P reflektierte. Durch entsprechendes Einstellen des Kondensors B und des Abbé E ließ sich ein gleichmäßig helles und scharfbegrenztes Bild der Öffnung von E in der Ebene des Präparates erzielen. Durch Beobachtung mittels Rauchgläsern, die auf das Ocular aufgelegt werden, überzeugt man sich davon, ob das auf dem Schirm entstehende Bild, besonders bei Verwendung des Oculars, auch den ganzen belichteten Kreis des Präparates umfaßt, das sonst ziemlich dunkel ist und nur durch einige vom Wasser und der Unterseite des Objektivs reflektierte Strahlen

erhellt wird. Notwendig ist die Anwendung eines Kreuztisches, um jederzeit eines dieser großen Tiere an die Grenze des Lichtkreises bringen zu können, ohne das Präparat merklich zu erschüttern. Die seitliche Beobachtung dieser Einstellung geschah durch ein Rauchglas, das ich in Augen- und Objektischhöhe an gleichem Stativ befestigte, das den Papierschirm trug. Der helle Lichtkreis auf dem Objekt war so groß, daß das größte Tier in voller Länge dem Lichte ausgesetzt werden konnte. Auf dem Schirm P trat das Bild in etwa 200facher Vergrößerung auf, bei der man alle notwendigen Einzelheiten mit wünschenswerter Deutlichkeit beobachten konnte.

Die zu untersuchenden Spirostomen brachte ich auf einen hohlgeschliffenen Objektträger. Aus dem Kulturglas wurden die Tiere mit ca. 4 ccm Flüssigkeit in ein Uhrschälchen übertragen. Dazu gab ich dann die zu prüfenden Flüssigkeiten in abgezählten Tropfen, verrührte gut und brachte sofort 4–5 Exemplare auf den Objektträger zur Untersuchung. Um den Einfluß längerer Einwirkung zu prüfen, wurden aus dem gleichen Uhrglas nach 10, 20, 30, 40 Minuten neue Infusorien untersucht. Bei den Versuchen mit Eosin und Erythrosin ergaben sich in Präparaten mit und ohne Deckglas viel geringere Unterschiede im Verhalten, als METZNER sie bei *Paramecium* beobachtete. Ich arbeitete daher mit den folgenden Farbstoffen der Bequemlichkeit halber immer nur im offenen Tropfen.

Bei dieser Versuchsanordnung reagierten meine Spirostomen in reiner Kulturflüssigkeit gar nicht auf Licht. Reaktionslos schwammen sie in den Lichtkreis hinein und wieder hinaus. Selbst wenn man ein und dasselbe Tier durch entsprechendes Nachstellen des Kreuztisches lange Zeit (10 Minuten und mehr) im Licht hielt, zeigte sich keinerlei Einwirkung. Damit ist auch zugleich festgestellt, daß die Wärme in erforderlichem Maße ausgeschaltet war. Nahm man die Kühlkuvette aus dem Strahlengang, so verfielen die Tiere einem raschen Wärmetod. Sie zuckten sofort zusammen, klebten an der Stelle an und starben unter heftigem Zerplatzen rasch ab.

Ganz anders sind die Erscheinungen bei Zusatz von Erythrosin zu dem Kulturmedium. In unbelichtetem Zustand traten bei Zusatz von 4 Tropfen einer Farblösung der Konzentration 1:1000 erst nach 2 Stunden bemerkenswerte Vergiftungserscheinungen auf. Beim Eindringen in den Lichtkreis dagegen starben die Tiere im offenen Präparat nach einer Sekunde, im bedeckten Präparat sofort unter heftigen Kontraktionen. Austretendes Protoplasma färbte sich

rasch rot, die lebenden Infusorien dagegen blieben ungefärbt. Ein Tropfen der Erythrosinlösung (1:1000) auf 4 ccm Kulturwasser hatte die gleichen Wirkungen. Verdünnte ich Erythrosin auf 1:10000 und gab einen Tropfen auf 4 ccm Kulturflüssigkeit, so erfolgte beim Eintreten in den Lichtkreis sofort Schreckreaktion. Schon Belichtung eines ganz kleinen Stückes des Körpers genügte um sie hervorzurufen. Zuckbewegungen traten zunächst nicht auf. Daß aber schon eine Belichtungsdauer von 1—2 Sekunden eine nachwirkende Schädigung verursachte, beweist die Tatsache, daß solche Tiere die Fähigkeit zum Geradeausschwimmen verloren hatten. Sie waren dorsal stark konkav durchgebogen und schwammen dieser Krümmung folgend, dauernd auf einer Kreisperipherie. In leichteren Fällen war eine Erholung möglich. Zumeist waren solche Tiere aber zu weiteren Untersuchungen unbrauchbar. Hielt man unbeschädigte Exemplare längere Zeit im Licht, so schwammen sie während der ganzen Zeit heftig rückwärts. Nach 10—20 Sekunden begannen Zuckreaktionen und bald trat der Tod ein.

Eine Verdünnungsstufe, welche die Spirostomen zu positiv phototaktischen Reaktionen gegenüber dem Lichtfleck veranlaßt hätte, konnte ich weder hier noch bei den anderen Farbstoffen auffinden. Die Schreckreaktionen wurden mit fortschreitender Verdünnung immer seltener und undeutlicher und waren schließlich kaum mehr einwandfrei zu erkennen. Worauf es beruht, daß *Spirostomum* durch keine Konzentrationsstufe der Sensibilatoren zu positiv phototaktischer Reaktion veranlaßt werden konnte, im Gegensatz zu *Paramecium* (METZNER), vermag ich nicht anzugeben.

Verwendete man Eosin (1:1000) 4, 2, 1 Tropfen auf 4 ccm Kulturflüssigkeit, so zeigten sich die gleichen Erscheinungen wie bei Erythrosin. Im unbedeckten Präparat war eine ganz geringe Verzögerung des Eintrittes der ersten Kontraktion gegenüber dem Deckglaspräparat festzustellen. Nachdem die Tiere 20, 30 und 40 Minuten in unbelichteter Lösung geblieben waren, trat ebenso wie bei Erythrosin keine Änderung der Reaktion ein. Im Dunkeln wurden die Spirostomen bei dieser Konzentration auch nach zwei Stunden kaum geschädigt. Das Verhalten bei einer Verdünnung von 1:10000 entsprach dem in der Erythrosinlösung der gleichen Konzentration.

In Lösungen von Neutralrot (1:10000; 2, 1 Tropfen auf 4 ccm Kulturflüssigkeit) zeigten unbelichtete Tiere schon nach 15 Minuten die ersten Schädigungen (Kreisschwimmen). Bei Belichtung wirkte Neutralrot etwas weniger heftig als die vorher ge-

nannten Farbstoffe. Die belichteten Infusorien standen 1—2 Sekunden mit fast völlig gelähmten Cilien still, zuckten dann einmal zusammen und starben sofort ab. Die Pellicula war schon am lebenden Tier stark braunrot gefärbt. Bei stärkeren Verdünnungsgraden traten die gleichen Erscheinungen auf, wie bei den anderen Farbstoffen: Rückwärtsschwimmen, mehrmalige Kontraktionen, Tod.

Mit Kongorot in Verdünnung 1:1000 trat selbst bei Zusatz von 10 Tropfen zu 4 ccm Kulturflüssigkeit keinerlei Reaktion gegen Licht auf. Diese Konzentration wurde im Dunkeln nur wenige Minuten ertragen.

Methylenblau schädigt die Spirostomen schon im Dunkeln so stark, daß die Lichtversuche nur mit Lösungen von 1:10000 angestellt werden konnten. Auch bei dieser Konzentration zeigten nach Zusatz von 1 Tropfen unbelichtete Tiere schon nach 10 Minuten die ersten Anzeichen von Schädigung. Wurde das Präparat in das Licht gebracht, so traten die Tiere reaktionslos in den Lichtkreis ein, kehrten sofort ihren Cilienschlag um und schwammen langsam um ca. eine Körperlänge rückwärts. Waren sie dadurch nicht völlig aus dem Lichtkreis herausgekommen, so standen sie plötzlich mit gelähmten Cilien still. Nach 20 Sekunden trat die erste Kontraktion auf, nach weiteren 20 Sekunden die zweite, dann wurden die Zwischenräume rasch kürzer, schließlich floß Plasma durch das Hinterende aus, worauf bald völlige Auflösung erfolgte.

Bei stärkerer Verdünnung wurden die Erscheinungen schwächer und undeutlicher. Tiere, die etwas länger unbelichtet im Methylenblau verblieben waren, schwammen im Lichte rascher und länger rückwärts, auch trat die erste Zuckung etwas früher ein.

Nilblausulfat wurde in der Konzentration 1:1000, 1 Tropfen auf 4 ccm, im Dunkeln sehr schlecht ertragen. Es traten sofort Anzeichen von Schädigung auf. Im Lichte schwamm ein Teil der Spirostomen rückwärts, ein anderer Teil wurde sofort gelähmt. Diese letzteren wurden ganz langsam dicker und kürzer, zuckten nach 5 Sekunden 4—8 mal schwach zusammen und starben dann. Auch die anfangs rückwärtsschwimmenden Exemplare gingen bei längerer Belichtung (3—5 Sekunden) auf gleiche Weise zugrunde.

Außergewöhnlich waren im Nilblausulfat die Auflösungsvorgänge bei sterbenden Spirostomen. Die Tiere konnten sich nicht so stark kontrahieren wie sonst. Sie blieben fast doppelt so lang. Plötzlich entquoll beiden Enden Plasma. Die Pellicula platzte heftig an vielen Stellen und nun spritzte das Plasma fontänenartig heraus. Die Nahrungsballen wurden geradezu herausgeschossen.

Auch der Rosenkranzkern wurde bei diesen Eruptionen in mehrere Teile zerrissen.

Nilblausulfat wurde auch in der Verdünnung 1 : 10 000, 1 Tropfen auf 4 ccm Kulturlösung im Dunkeln noch schlecht ertragen. Schon nach 10 Minuten sah man einige Tiere sich stark einkrümme. Das Verhalten im Lichte entsprach dem in Erythrosinlösung der gleichen Konzentration. Bei noch geringerer Konzentration ließ sich keine sensibilisierende Wirkung der Farblösung mehr nachweisen.

Methylgrün 1 : 1000, 1 Tropfen auf 4 ccm Kulturlösung, wirkte schon im Dunkeln stark chemisch reizend. Die Tiere zuckten mehrmals zusammen, erholten sich jedoch bald wieder und schwammen völlig gestreckt, jedoch langsamer umher. Nach einer halben Stunde waren noch keine Toten zu sehen. Die Wirkung der Belichtung war sehr merkwürdig. Nach 20 Sekunden begannen die Cilien des Vorderendes im Sinne der Schreckreaktion (Rückwärtsschwimmen) stark vorwärts zu schlagen, während das Hinterende die ursprüngliche Tendenz des Vorwärtsschwimmens beibehielt. Dadurch wurde der Körper in der Mitte stark s-förmig eingeknickt. Bald darauf folgten zwei bis drei Kontraktionen, dann Absterben. Während dieser Reaktion war das Infusor seiner ganzen Länge nach im Lichte. Manchmal zeigten sich zu Beginn der Belichtung kleine Ansätze zum Rückwärtsschwimmen. Bei der Konzentration 1 : 10 000, 1 Tropfen auf 4 ccm Kulturflüssigkeit, war sofort lebhaftes Rückwärtsschwimmen bei ungefähr der Hälfte aller Versuchsobjekte zu sehen, die anderen schwammen reaktionslos durch den Lichtkreis. Hielt man ein Tier 30 Sekunden lang im Lichte, so trat mehrmaliges Zucken und Tod ein. Viele Spirostomen schwammen während dieser 30 Sekunden andauernd rückwärts, andere gaben das Rückwärtsschwimmen bald auf und standen gelähmt an einer Stelle, bevor sie starben.

In entsprechenden Versuchen mit den fluoreszierenden Stoffen Äsculin und Chinin, ferner mit Schwefelsäure, Kalilauge, Kochsalz und Sublimat in entsprechender Verdünnung traten bei Belichtung ebensowenig Reaktionen ein, wie bei den Kontrolltieren im normalen Kulturmedium.

Überblicken wir die letzte Beobachtungsreihe, so zeigt sich erstens, daß Licht, das nicht allzuviel kurzwellige Strahlen enthält, in normalem Medium, abgesehen von Ausnahmefällen (SAUNDERS), keine Reaktion auslöst, wenn die Wärmewirkungen in genügendem Maße ausgeschaltet sind. Dagegen gelang es, die Spirostomen mittels der fluoreszierenden Farbstoffe Eosin und Erythrosin zu sensibilisieren: in Konzentrationen von 1 Tropfen 1 : 10 000 auf 4 ccm

Kulturflüssigkeit traten beim Eintritt ins Licht starke Reaktionen auf, bei längerem Aufenthalt im Lichte Zuckreaktionen, dann der Tod. Im Dunkeln wurden diese Lösungen zwei Stunden ohne Schädigung ertragen. Ganz ähnlich und zwar bei denselben Schwellenkonzentrationen wirkten die bekannten Vitalfarbstoffe Methylgrün und Methylenblau, in stärkeren Konzentrationen (1:1000) auch Nilblausulfat und Neutralrot, die alle im Dunkeln eine stärkere Giftwirkung haben, als die fluoreszierenden Farbstoffe. Die untersuchten fluoreszierenden Nichtfarbstoffe sensibilisierten nicht, ebensowenig wie einige andere anorganische Chemikalien. Die induzierte Phototaxis war stets negativ und phobisch.

### Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

1. Wie aus Quetschversuchen folgt, besteht bei *Spirostomum ambiguum* Erregungsleitung in der Pellicula oder in den unmittelbar darunterliegenden Schichten. Das Entoplasma ist daran nicht beteiligt. Das Vorder- und Hintertier sind eines koordinierten Verhaltens fähig, nicht nur infolge mechanischen Zusammenhängens, sondern vermöge gesonderter Erregungsleitung, welcher Myonemapparat und Cilientätigkeit unterstehen.

2. *Spirostomum ambiguum* reagiert auf die verschiedenen Gruppen chemischer Reize, ähnlich wie *Paramecium*, jedoch nicht nur mittels Schreckbewegungen, sondern auch gerichtet. Neben der vorherrschenden Phobotaxis kommt auch Topotaxis im chemischen Reizfelde vor.

3. *Spirostomum ambiguum* reagiert auf Temperaturreize, mechanische, Strömungs- und Schwerereize. Die Einstellung im Feld der Erdschwere kann positiv oder negativ sein. Die Rheotaxis ist positiv.

Normalerweise überwiegen sämtliche anderen Reize den Schwere-reiz. Erhöhung der Kohlensäurespannung verstärkt die geotaktische Stimmung, so daß auch hier einigermaßen gerichtete Einstellungen zustande kommen.

4. In normalem Medium fehlen Lichtreaktionen. Doch kann bei *Spirostomum ambiguum* durch gewisse Farbstoffe (fluoreszierende, wie nichtfluoreszierende) eine rein phobische negative Phototaxis induziert und die Widerstandskraft gegen Lichtschädigungen außerordentlich herabgesetzt werden.



### Literaturverzeichnis.

- ALVERDES, FR. (1922 a): Studien an Infusorien über Flimmerbewegung, Lokomotion und Reizbeantwortung. Berlin. Arb. a. d. Gebiete d. exper. Biol., herausgegeben von SCHAXEL, Heft 3.
- (1922 b): Neue Bahnen in der Lehre vom Verhalten der niederen Organismen. Berlin, Springer.
- (1923 a): Untersuchungen über begeißelte und befimmerte Organismen. Arch. f. Entwicklunsmech. Bd. 52 p. 281—312.
- (1923 b): Beobachtungen an *Paramecium putrinum* und *Spirostomum ambiguum*. Zool. Anz. Bd. 55 p. 277—287.
- (1923 c): Zur Lokalisation des chemischen und thermischen Sinnes bei *Paramecium* und *Stentor*. Zool. Anz. Bd. 55 p. 19—21.
- BISHOP, A. (1923): Some observations upon *Spirostomum ambiguum*. Quart. Journ. micr. Sci. Vol. 67 p. 392—434.
- BOHN, G. (1912): Die neue Tierpsychologie. Übersetzt von THESING, Leipzig.
- BRESSLAU, E. (1924): Die Ausscheidung von Schutzstoffen bei einzelligen Lebewesen. 54. Ber. d. Senckenb. nat. Ges. p. 51—66.
- BULLINGTON (1925): A Study of Spiral Movement in the Ciliate Infusoria. Arch. f. Protistenk. Bd. 50 p. 219—274.
- BÜTSCHLI, O. (1887—89): BRONN's Klassen u. Ordn. d. Tierreiches Bd. 1 Abt. III. Leipzig.
- DOFLEIN, F. (1909): Lehrbuch der Protozoenkunde. Jena.
- HERTEL, E. (1905): Über physiologische Wirkung von Strahlen verschiedener Wellenlänge. Zeitschr. f. allg. Physiol. Bd. 5 p. 95—122.
- JAKOBS, M. H. (1922): The effects of carbon dioxide on the consistency of protoplasm. Biol. Bull. Mar. Biol. labor. Woods Hole Mass. Vol. 42 p. 14.
- JENNINGS, H. S. (1897): Reactions of ciliate infusoria. Journ. of physiol. Vol. 21 p. 258.
- (1899 a): 1. Laws of chemotaxis in *Paramecium*, p. 355—379. 2. Mechanism of motor reaction in *Paramecium*, p. 311—341. Amer. Journ. Physiol. Vol. 2.
- (1899 b): Reactions to localized stimuli in *Spirostomum* and *Stentor*. Amer. naturalist Vol. 33 p. 372.
- (1902 a): On the reactions of infusoria to Carbonic and other acids. Amer. Journ. Physiol. Vol. 6 p. 233.
- (1902 b): The movements and reactions of pieces of ciliate infusoria. Biol. Bull. Vol. 3 p. 255—234.
- (1904): Reactions to heat and cold in the ciliate infusoria. Carnegie Inst. Washington Publ. Vol. 16.
- (1910): Verhalten der niederen Organismen. Übersetzt von MANGOLD, Leipzig.
- KLEBS, G. (1886): Über die Organisation einiger Flagellatengruppen. Arb. a. d. bot. Inst. Tübingen Bd. 1.
- KOEHLE, O. (1922): Über die Geotaxis von *Paramecium*. Arch. f. Protistenk. Bd. 45 p. 1—94.
- KÜHN, A. (1919): Die Orientierung der Tiere im Raum. Jena.

- MEIER, H. N. (1902): Über den feineren Bau des Wimperapparates der Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2 p. 73—179.
- MENDLSSOHN, M. (1895): Methode zur Thermotaxis. Arch. f. ges. Physiol. 1895.
- (1902a): Recherches sur la thermotaxie d. org. unicell. Journ. d. Physiol. et Path. gén. Vol. 4 p. 393—409.
- (1902b): Recherches sur l'interférence de la thermotaxie avec d'autres tactismes. Journ. d. Physiol. et Pathol. gén. T. 4 p. 475—486.
- MERKER, E. (1923): Das Verhalten feuchthäutiger Tiere im Licht. Zool. Anz. Bd. 57 p. 291—296.
- METZNER, P. (1922): Zur Kenntnis der photodynamischen Erscheinung: Die induzierte Phototaxis bei *Paramecium caudatum*. 2. Mitt. Biochem. Zeitschrift Bd. 113 p. 145—175.
- (1924): 3. Mitt. Biochem. Zeitschr. Bd. 148 p. 498—523.
- MICHAELIS, L. (1924): Die Wasserstoffionenkonzentration. Berlin.
- MOORE, A. (1903): Some facts concerning the geotropic gatherings of *Paramecium*. Amer. Journ. Physiol. Vol. 9 p. 238—244.
- PFEFFER, W. (1888): Über chemotaktische Bewegung von Bakterien, Flagellaten und Volvoceen. Unters. a. d. bot. Inst. Tübingen Bd. 2 p. 618.
- PÜTTER, A. (1904a): Reizbeantwortung der ciliaten Infusorien. Zeitschr. f. allg. Physiol., Phys. Abt., Suppl. p. 243—302.
- (1904b): Die Wirkung erhöhter Sauerstoffspannung auf die lebende Substanz. Zeitschr. f. allg. Physiol. 1905 Bd. 5 p. 566—612.
- RAAB, O. (1900—1902): Über die Wirkung fluoreszierender Stoffe auf Infusorien. Münch. med. Wochenschr. 1900 Bd. 33 p. 537, Bd. 44 p. 16.
- SAUNDERS, J. T. (1924): The effect of the hydrogen ion concentration on the behaviour, growth and occurrence of *Spirostomum*. Cambridge Philos. Soc. (Biol. Sci.) Vol. 1 p. 189—203.
- SOSNOWSKY, J. (1899): Untersuchungen über die Veränderung des Geotropismus bei *Paramecium aurelium*. Bull. Intern. Acad. Cracovie p. 130—136.
- STEIN, F. v. (1859—83): Der Organismus der Infusionstiere. III. Abt. Leipzig.
- TAPPEINER, v. (1900—1908): Die Wirkung fluoreszierender Farbstoffe auf Infusorien. Münch. med. Wochenschr. 1900 Bd. 47/1, 1901 Bd. 48/2, 1904 Bd. 51/1. Biochem. Zeitschr. Bd. 12 1908.
- TAYLOR, C. V. (1919): Demonstration of the neuromotor apparatus in *Euplotes* pat. by the method of microdissection. Univ. California Publ. in Zool. Vol. 19 p. 403.
- VERWORN, M. (1891): Studien zur Physiologie der Flimmerbewegung. PFLÜGER'S Archiv Bd. 48 p. 149—180.
- (1899): Psycho-physiologische Protistenstudien. Jena.
- WALLENGREEN, H.: Zur Kenntnis der Galvanotaxis. Zeitschr. f. allg. Physiol. 1902 Bd. 2 p. 341—384, 1903 Bd. 2 p. 516—555, 1903 Bd. 3 p. 22—37.
- WEBER, G. (1912): Die Bewegung der Peristomcilien bei den heterotrichen Infusorien. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. Wien Bd. 121 Abt. III p. 1.

Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.

## Kleinere Mitteilungen.

---

### Zur Cytologie von *Aggregata eberthi*.

(Bemerkungen zu der Arbeit „the life-history and chromosome cycle of *Aggregata eberthi*“ von C. C. DOBELL<sup>1</sup>.)

Von

**Karl Bělař**, Berlin-Dahlem

(Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie, Abt. HARTMANN).

(Hierzu 5 Textfiguren.)

---

Im März 1925 erschien die ausführliche Arbeit DOBELL's über *Aggregata*, eine Veröffentlichung, der man berechtigterweise mit Spannung entgegensehen durfte. Kann man doch ohne Übertreibung den Nachweis der Haploidie von *Aggregata* als die bedeutendste Leistung der letzten 10 Jahre auf dem Gebiet der Protistencytologie bezeichnen, eine Leistung, die vielleicht nur derjenige, der sich selbst bemüht hat, über den Chromosomencyclus von *Aggregata* ins Klare zu kommen, richtig einzuschätzen vermag.

Entspricht auch die vorliegende Arbeit durchaus allen Erwartungen, zumal was den Chromosomencyclus anbelangt, so enthält sie andererseits einige Angaben, deren kritische Besprechung mir gerade angesichts der Vorzüge dieser Arbeit angezeigt erscheint. Obgleich meine eigenen Untersuchungen an *Aggregata* nicht auf so umfangreichem Material fußen, wie die DOBELL's, so glaube ich

---

<sup>1</sup>) Parasitology Vol. 17 p. 1—136, 6 Taf., 3 Textfig.

doch genügend gut fixierte Stadien vor Augen gehabt zu haben, um mir eine Kritik erlauben zu können. Ich sage das, um dem Einwand, ich hätte mangelhaft fixiertes Material untersucht, von vornherein zu begegnen und will daher auch betonen, daß meine Textfiguren den Bau des Plasmas naturgetreu wiedergeben, so daß man sich aus den Figuren ein Urteil über den Erhaltungszustand meines Materials bilden kann.

Ich bediente mich sowohl der Ausstrich- wie auch der Schnittmethode; fixiert wurde mit Bouin-Duboscq und Flemming stark. Das Material habe ich in Neapel gesammelt.

### 1. Über den DOBELL'schen „Micronucleus“.

Nach DOBELL verläuft der Chromosomencyclus von *Aggregata* wie folgt:

Im Kern des jungen Merozoiten liegt neben dem Caryosom ein chromatisches Kügelchen, der sog. Micronucleus (Fig. A a, b. Ist der Merozoit etwas herangewachsen, dann wandert dieses Kügelchen in das (inzwischen hohl gewordene) Caryosom ein und zwar durch eine präformierte Öffnung in dessen „Rinde“, die sog. Micropyle (Fig. A c). Im Caryosom wandelt sich der Micronucleus in einen retikulären Körper um, der mit einem Kern ziemliche Ähnlichkeit hat. In diesem Zustand verharrt das Caryosom, bis der Parasit (männlich oder weiblich) völlig herangewachsen ist (Fig. A d, e, h). Nunmehr löst sich der Micronucleus auf, und sein Chromatin wandert in Form von feinen Granulationen und Fädchen aus dem Caryosom aus (Fig. A f, g). Auf diese Weise entsteht in dem bis dahin homogenen Aussenkern ein chromatisches Reticulum, welches sich in Chromosomen umwandelt. Beim Microgametocyten schließen sich hier die progamen Mitosen an; beim Macrogameten nimmt der Kern zunächst Spindelform an und die Chromosomen verschwinden auf kurze Zeit in einem feinen zentral gelegenen Reticulum. Erfolgt jetzt die Befruchtung, so folgen nunmehr auf die Caryogamie die synaptischen Phänomene und schließlich die Reduktionsteilung (erste Kernteilung der Sporogonie).

Nach der letzten Sporogonieteilung bilden sich die „chromatinreichen“ Sporozoitenkerne aus. Schlüpfen die Sporozoiten in dem Darm eines *Portunus* aus und dringen in die Submucosa ein, so spielt sich in dem Kern der Schizonten, zu denen sie heranwachsen, dasselbe ab, wie in den Gametocyten; ein Micronucleus wird neben dem Caryosom sichtbar, wandert durch die Micropyle in dieses ein

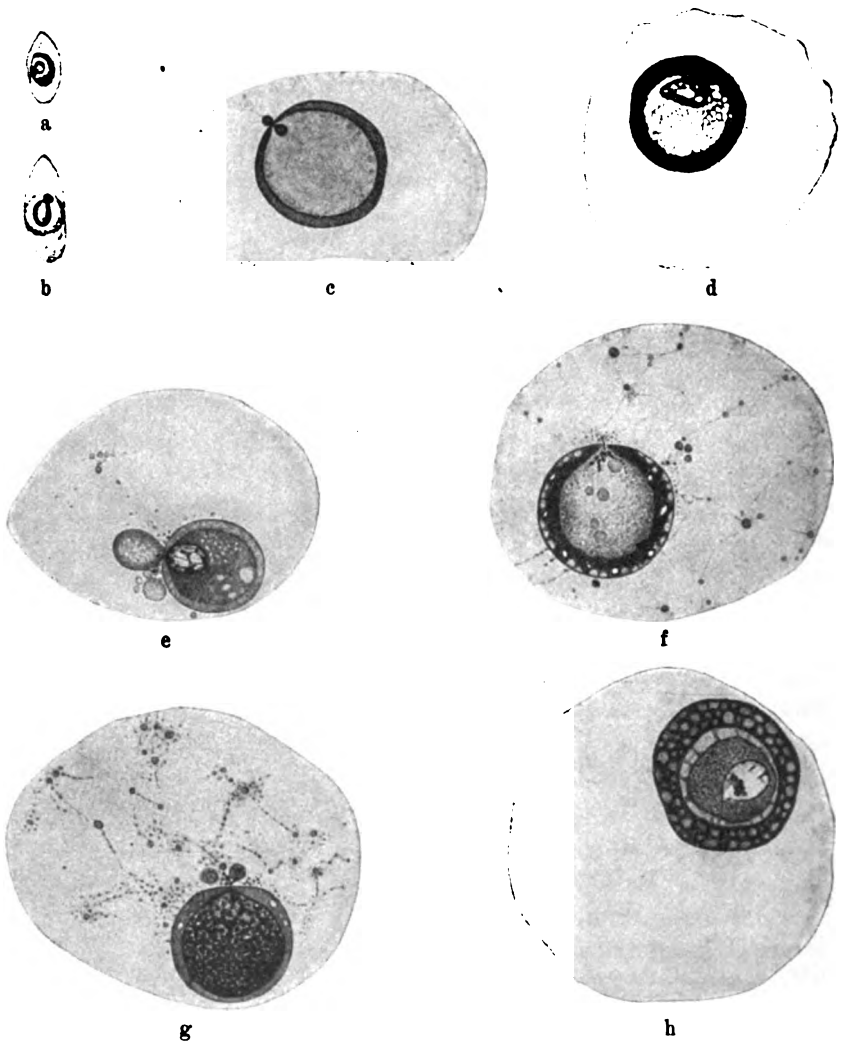


Fig. A. *Aggregata eberthi*.

„Micronucleus“entwicklung im Macrogameten (a—g) und im Schizonten (h).  
c—h stellen nur Kerne dar! a, b junge (noch nicht als ♀ oder ♂ erkennbare)

Parasiten „Micronucleus“ dem Caryosom anliegend (in a links, in b oben).  
c Eindringen des „Micronucleus“ ins Caryosom. d „Micronucleus“ auf der Höhe  
seiner Ausbildung. e Desgl.; Bildung von Tochtercaryosomen. f und g Auflösung  
des „Micronucleus“ und Auswanderung seiner Bestandteile ins Caryoplasma.

h) Kern eines mittelgroßen Schizonten mit Micronucleus.

a—c Ausstriche, Flemming, Safranin, d—h Schnitte, d und f Sublimatalkohol,  
Safranin Lichtgrün, e und g Sublimatalkohol, Delafield-Orange G, h Bouin, Paracarmin-  
Lichtgrün. c 2000fach, alles andere 1000fach vergrößert. Nach DOBELI 1925.

und nimmt Kernstruktur an (Fig. A h). Seine Auflösung und die Chromosomenausbildung aus dem Micronucleuschromatin, welches das Caryosom verläßt, verläuft in derselben Weise wie bei den Gametocyten. Dann folgen die Schizogonieteilungen und die Merozoitenbildung.

Soweit stützt sich die Darstellung auf tatsächliche Beobachtungen. DOBELL zieht nun weiterhin den nach dem Vorgegangenen völlig berechtigt erscheinenden Schluß, daß der generative Kernanteil — die Chromosomen — sich nach den letzten pro- resp. metagameten Teilungen in dem Micronucleus konzentriert; daß somit bei *Aggregata* ein generativer Kern, der Micronucleus, in einem somatischen Kern liegt. Wie man sieht, eine neue Form der Chromatindualismuslehre.

Sind wir nun wirklich genötigt, diese Deutung, derzufolge der Kernformwechsel von *Aggregata* so sehr aus dem Rahmen des sonst Bekannten fällt, als bewiesen anzuerkennen? Ich glaube es nicht und will im folgenden die Gründe anführen, die mich zu dieser Ablehnung bestimmen.

Vorausgeschickt sei, daß ich sämtliche wesentlichen Stadien, die DOBELL beschrieben hat, in meinen Präparaten gefunden habe und bestätigen kann, daß sie keineswegs Zufallsbefunde darstellen, sondern typisch sind.

Damit ist auch schon gesagt, daß ich die Präparate, die der DOBELL'schen Darstellung zugrunde liegen, keineswegs als schlecht fixiert bezeichnen will. Die Frage, ob und inwieweit die betreffenden Strukturen resp. Strukturveränderungen als Artefakte anzusehen sind oder nicht, ist jedoch damit keineswegs erledigt. „Gute Fixation“ ist ja schließlich immer nur relativ „gut“, denn solange das fixierte Präparat mehr zeigt, als das lebende Objekt, ist mit der Möglichkeit von Artefakten stets zu rechnen.

Nun spricht ja tatsächlich das regelmäßige Auftreten des Micronucleus gegen seine Artefaktnatur, wengleich auch das noch kein definitiver Beweis ist.

Was aber gänzlich unbewiesen und wie das Folgende zeigen soll, höchst unwahrscheinlich ist, das ist der genetische Zusammenhang zwischen Micronucleus und Chromosomen.

Die zeitliche Koinzidenz von Micronucleuszufall und Auftreten des chromatischen Reticulums im Außenkern beweist natürlich gar nichts, denn auf einer entsprechenden Koinzidenz beruhen ja die meisten, seither als irrtümlich erkannten, Angaben über die Lokalisation des Chromatins im Caryosom anderer Protozoen. Auch hier

verläuft sehr oft das Auftreten von Chromosomen vollkommen synchron mit dem Schwund des Caryosoms, so daß der Irrtum, dem die ersten Untersucher zum Opfer fielen, wohl begreiflich ist. Entsprechendes zeigt die Literatur über die Entstehung der Chromosomen im Kern des reifenden Eies, eine Parallele, auf die wir noch zurückkommen werden.

Aber das zeitliche Zusammentreffen von Micronucleuszerfall und Chromosomenbildung beweist nicht nur nichts, sondern es besteht nach meinen Erfahrungen keineswegs immer in dem Grade, wie man nach der Darstellung DOBELL's annehmen möchte. Wie die Fig. B zeigt, kann man — und nicht allzu selten — Caryosome mit wohl erhaltenen Micronucleis in Kernen finden, in denen die Chromosomenausbildung schon weit vorgeschritten ist.

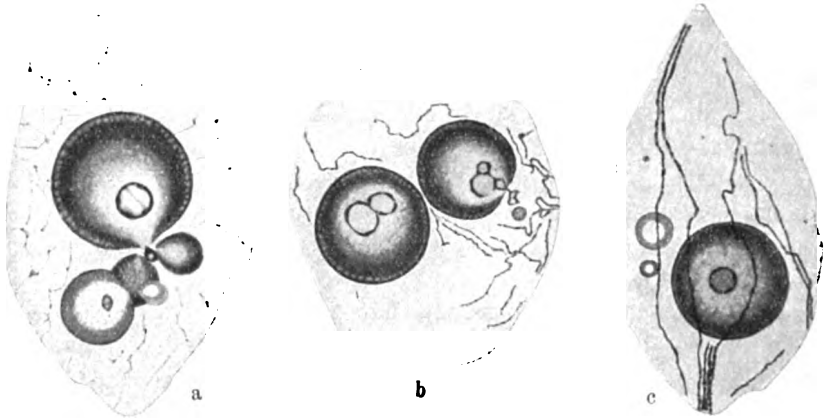


Fig. B. Macro- (a, b) und Microgametocytenkerne (c), die verschieden weit ausgebildete Chromosomen neben intakten „Micronucleis“ zeigen. Die jeweils benachbarten Schnitte enthielten keine großen Caryosome. Flemming, 6  $\mu$  Paraffinschnitte. Eisen-hämatoxylin. a, c Vergr. 1350fach, b 1000fach.

Ferner habe ich des öfteren in Kernen, die mehrere gleichgroße Caryosome enthielten, Micronuclei in mehr als einem Caryosom gefunden. DOBELL erwähnt nur Fälle, wo zwei Micronuclei in einem Caryosom steckten, gibt aber ausdrücklich an, in den Nebencaryosomen niemals Micronuclei und Micropylen beobachtet zu haben.

Demgegenüber muß ich feststellen, daß mir gar nicht selten Kerne vorgekommen sind, in denen jedes größere Caryosom eine Micropyle aufwies (Fig. Ba).

Die relative Häufigkeit dieser Abweichungen von dem von DOBELL aufgestellten Entwicklungsschema des Micronucleus scheint

mir die Richtigkeit der DOBELL'schen Auffassung doch sehr in Frage zu stellen, wo nicht gar zu widerlegen.

Der Micronucleus und besonders die Micropyle sind sicherlich nicht als Artefakte in gewöhnlichem Sinne aufzufassen. Wir müssen wohl annehmen, daß sie zumindest in irgendwelchen typisch wiederkehrenden Strukturveränderungen des Caryosoms ihre reale Grundlage besitzen; aber das können ebensogut Veränderungen derselben (ihrem Wesen nach unbekannt) Art sein, wie sie sich an Nucleolen heranwachsender Eizellen so oft abspielen<sup>1)</sup>, wie die von DOBELL angenommene Ein- und Wiederauswanderung des generativen Kernanteils.

Speziell scheint mir die Micropyle eine vital präformierte Lücke der Caryosomrinde zu sein; es spricht dafür die Lagebeziehung zwischen ihr und den Tochtercaryosomen (Fig. Ba).

Unbedingt abzulehnen ist jedoch meines Erachtens die Deutung des Micronucleus als eines echten Kernes, da die Tatsachen keine ausreichende Stütze dieser Deutung darstellen; vorderhand muß sie uns daher ebenso unwahrscheinlich erscheinen, wie die vielfach angenommene Entstehung der Chromosomen aus dem Nucleolus reifender Eier.

## 2. Multiple Teilung und Chromosomenindividualität.

Nach DOBELL verlaufen die ersten Teilungsschritte der Microgametogenese und der Sporogonie stets als multiple Mitose, der Art, daß nach der Trennung der Tochterchromosomen keine Interphase einsetzt, sondern sofort ein neuer Längsspalt an den Chromosomen sichtbar wird, und so die Prophase der nächsten Teilung beginnt. Dadurch kommt es dazu, daß die den Centrosomen abgekehrten Enden der Chromosomen auch auf späteren Teilungsschritten miteinander zusammenhängen. Erst nach einigen Teilungsschritten kommt es zu einer Sonderung der einzelnen Teilungsfiguren, die sich in „achromatische“ Ruhekerne umwandeln. Die nun folgenden Kernteilungen sind einfache Zweiteilungen.

Nach meinen Erfahrungen tritt auch in den allerersten Phasen der Sporogonie- und ♂ Gamogonieteilungen nach jedem Teilungsschritt eine Interphase ein, obwohl sich die Tochterchromosomen noch nicht völlig voneinander getrennt haben. Der Kernraum (besser gesagt der Raum, den vorher die Chromosomen eingenommen

<sup>1)</sup> Vergl. KOCH: Zeitschr. f. wiss. Biol. Abt. B. Bd. 2 p. 293 f.



haben) ist von einem fast achromatischen Reticulum erfüllt (Fig. C a). Offenbar ist diese Interphase von recht kurzer Dauer.

Weiterhin kann ich keine solche Regelmäßigkeit in dem Aufeinanderfolgen von multipler und binärer Teilung, wie sie DOBELL beschreibt, feststellen. Gelegentlich fand ich in meinen Präparaten eine völlige Trennung der Teilungsfiguren schon nach dem 2. Teilungsschritt (Fig. C b) und umgekehrt ein rasches Aufeinanderfolgen von zwei Teilungen, bei der die Interphase noch vor völliger Trennung der Tochterchromosomen einsetzte, auf viel späteren Stadien der Sporogonie.

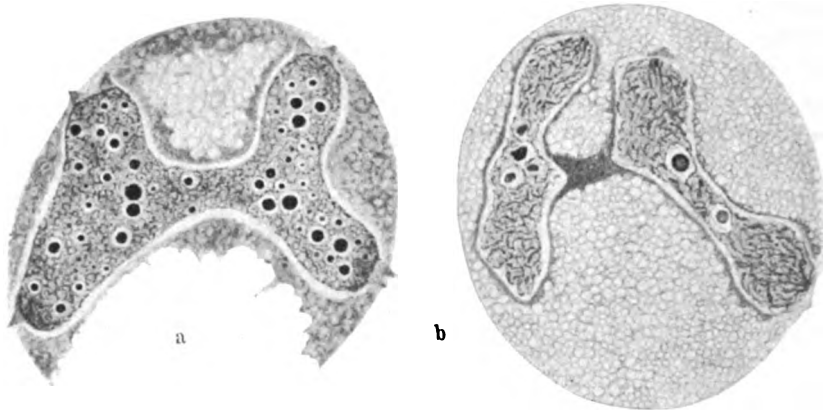


Fig. C. Microgametocyten. a Interphase zwischen dem zweiten und dritten Teilungsschritt, b Prophase der dritten Teilung. a Flemming, 6  $\mu$  Paraffinschnitt, Eisenhämatoxylin, b Bouin-Duboscq, Totalpräparat, EHRLICH's Hämatoxylin. Vergr. 1650 fach.

Der Grund, aus dem ich auf die Feststellung dieser scheinbar geringfügigen Tatsachen Gewicht lege, ist folgender:

Sehr oft findet man in den Anfangsstadien der Sporogonie und ♂ Gamogonie längsgespaltene Chromosomen, deren Hälften sich an den dem Centrosom zugewandten Enden schon voneinander zu trennen beginnen, während die distalen Enden mit den Enden der entsprechenden Chromosomen (also ihrer Geschwister) der anderen Kernteilungsfikuren in derselben Weise verbunden oder verwickelt sind, wie die Enden ihren eigenen Spalthälften untereinander (Fig. D).

Wäre nun zwischen je zwei aufeinanderfolgende Teilungsschritte keine Interphase eingeschaltet, so wären diese Figuren nichts Besonderes, sie würden eben nur zeigen, daß eine Teilung so schnell auf die andere folgte, daß die Tochterchromosomen zu einer Zeit noch nicht völlig voneinander getrennt sind, wo sie ihrerseits schon in die Enkelchromosomen zerfallen.

Mit dem Nachweis der zwischen die Teilungen eingeschalteten Kernruhestadien ändert sich aber die Sachlage; Figuren wie Fig. D beweisen dann die Erhaltung der Chromosomenindividualität in derselben Weise, wie die bekannten Stadien aus den Furchungsteilungen von *Ascaris* (BOVERI<sup>1)</sup>). Und der Umstand, daß dieser Nachweis bei einem „nichtzelligen“ Protozoon möglich ist, dürfte ihm einiges Gewicht verleihen.

Man könnte zwar gegen diese Auffassung einwenden, daß die angebliche Kernruhe keine wirkliche ist, daß die Chromosomen nicht völlig in der mehr oder

weniger homogenen Struktur verschwinden oder aufgehen, sondern daß sie bloß stark in die Länge wachsen<sup>2)</sup>. Dann würde das Reticulum der Figur bloß ein Konvolut sehr langer Chromosomen darstellen.

Gegen diesen Einwand läßt sich schwer etwas einwenden; höchstens das eine, daß in diesen Interphasen Nucleolen auftreten, was doch sonst eben nur beim Übergang von der Telo- zur Interphase stattzufinden pflegt (Fig. C a).

Aber selbst wenn wir den Einwand anerkennen, so ist er doch nur zum Teil imstande, die oben ausgeführte Deutung in Frage zu stellen. Ist doch das in-die-Längewachsen der Chromosomen ein Vorgang, den man vom Standpunkt der morphologischen Individualitätserhaltungslehre in jeder Interphase annimmt (Rhizopoden-

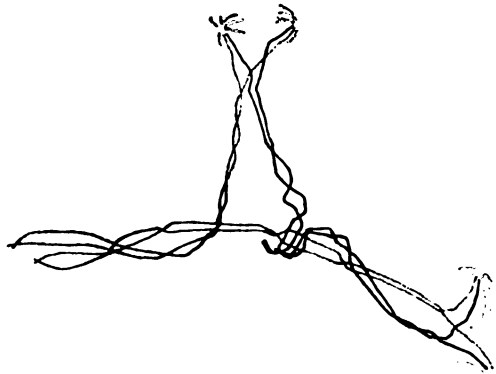


Fig. D.

Microgametocyt. Anaphase der dritten Teilung (der Microgametocyt enthielt also noch eine zweite derartige Kernteilungsfigur). Es sind nur die Chromosomen dargestellt; von den beiden großen Chromosomen (des haploiden Satzes) ist das längere punktiert, das kürzere schwarz gehalten.

Bouin-Duboscq, Totalpräparate.

EHRlich's Hämatoxylin. Vergr. 2000 fach.

<sup>1)</sup> Arch. f. Zellf. Bd. 3 1909.

<sup>2)</sup> Zumindest diese Tatsache darf als gesichert gelten, denn wenn auch Stadien wie Fig. C a nicht gerade häufig sind, so habe ich doch Prophasen multipler Mitosen (wo also der Kernraum von einem feinen Spirem erfüllt ist, wie es die Fig. C b zeigt), in genügender Zahl gefunden, um sie als typisch ansprechen zu können.

gleichnis BOVERI's). Und schon dieses Längenwachstum zwischen zwei rasch aufeinander folgenden Teilungen wäre an sich beachtenswert genug, da man es überall dort schon in der Telophase beginnen sieht, wo die Teilungen rasch aufeinanderfolgen<sup>1)</sup>: bei *Aggregata* und der Furchungsteilung von *Ascaris*<sup>2)</sup> und *Amblystoma*<sup>3)</sup>.

Man darf in diesen Tatsachen vielleicht einen Hinweis darauf erblicken, daß die Längsteilung sich nur an einem relativ langen Chromosomen abspielen kann.

### 3. Zur Centrosomenfrage.

Nach DOBELL finden sich in gut konserviertem und richtig gefärbtem *Aggregata*-Material keine richtigen Centrosomen oder Centriolen. Die Spindelpole sind nicht als solche anzusehen<sup>4)</sup>, weil bei richtiger Differenzierung die Farbresiduen, die bei Überfärbung in ihnen liegen bleiben und deren Größe vom Differenzierungsgrad abhängt, völlig verschwinden und vor allem kein abgegrenztes Granulum an dem Spindelpol nachweisbar ist. Wollte man trotzdem das Vorhandensein eines Centrosoms annehmen, so wäre man — nach DOBELL — genötigt, den gesamten achromatischen Apparat als dessen Homologon anzusehen.

Einwände dieser Art lassen sich natürlich auch gegen so manche Centrosomenbefunde in Metazoenzellen geltend machen. Vor allem aber basieren sie auf einer Fassung des Centrosomenbegriffs, die so eng ist, daß er damit beinahe unbrauchbar wird. Als Centrosom bezeichnen wir doch ein Protoplasteileichen, welches sich durch Zweiteilung vermehrt und die Fähigkeit hat, Spindel und Polstrahlung zu bilden. Und wenn man nicht Indizien, die das Vorhandensein dieser Eigenschaften wahrscheinlich machen, also Vorgänge, die als Wirkungen eines Centrosoms aufgefaßt werden können, als ausreichend ansieht, dann wird man wohl den meisten Metazoocentrosomen ihre Centrosomennatur absprechen müssen.

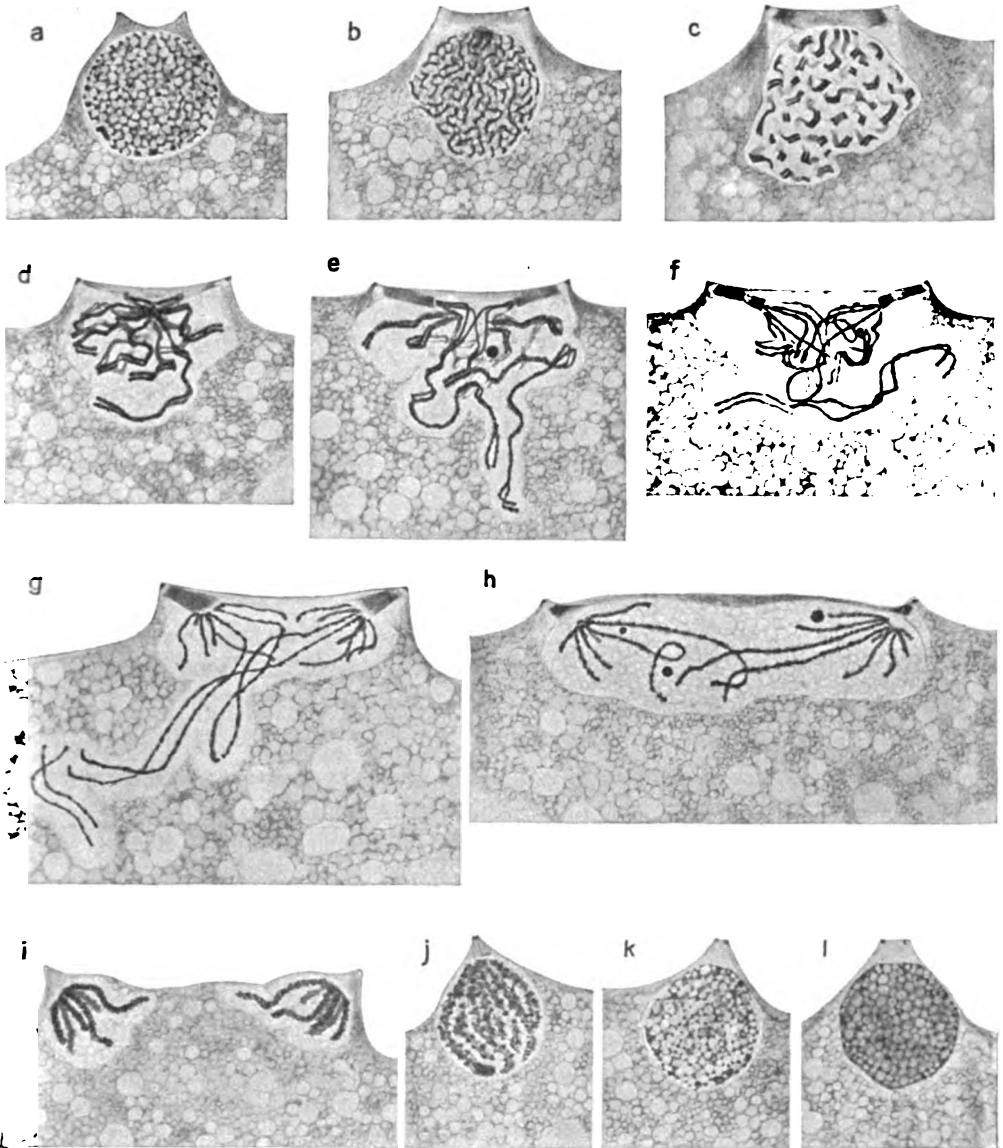
Ist es schließlich denn gar so unberechtigt, im Centrosom eines Asters, der sich teilt, und dessen Teilhälften auseinanderweichen, Gebilde anzunehmen, die den Aster hervorgerufen haben und teilungs-

<sup>1)</sup> DOBELL hat es ja auch bei *Aggregata* in der Telophase der Reduktionsteilung beschrieben.

<sup>2)</sup> BOVERI 1909 l. c.

<sup>3)</sup> Eigene unveröffentlichte Beobachtungen.

<sup>4)</sup> Wie dies MOROFF, LÉGER & DUBOSQ und PIXELL-GOODRICH getan haben.



**Fig. E.** Kernteilungsstadien aus der Sporogonie. **a** Interphase, **b** Prophase, **c** frühe Metaphase. Längsspalt. **d—g** Anaphase; das links unten sichtbar isolierte Stück eines Chromosomenpaares ist das Schwesterchromosom (von den vorhergehenden Teilungen) des ihm zunächstliegenden Chromosomenpaares der dargestellten Mitose. **h, i** Beginn der Telophase. **j** Teilung des Centrosoms. **k, l** Anfang der Interphase. Flemming (**c, d, i, k**) oder Bonin-Brasil (alle übrigen Stadien).  $5\ \mu$  Paraffinschnitt. Eisenhämatoxylin. Vergr. 2300fach.

fähig sind, auch wenn wir sie nicht als abgegrenzte Körper wahrnehmen können? <sup>1)</sup>).

Indizien der oben angeführten Art finden sich nun bei *Aggregata*. In den späten Telophasen jeder Teilung sehen wir eine Verbreiterung der Spindelpole und es ist unschwer nachzuweisen, daß auf diesen Stadien statt der bisher vorhandenen einen Spitze des „achromatischen Kegels“ (wie DOBELL die Polteile der Spindel nennt) deren zwei vorhanden sind (Fig. E j, k). Treibt man die Differenzierung nun so weit, daß etwas Eisenhämatoxylin im Spindelpol zurückbleibt, dann sieht man auf diesen Stadien zwei Körnchen am Spindelpol und kann deren allmähliche Entfernung voneinander leicht beobachten <sup>2)</sup>).

Es ist wohl nicht allzu gewagt, die Spitzen der „achromatic cones“ als Centrosomen aufzufassen, um so weniger, wenn man sieht, wie nach der Darstellung DOBELL's — die ich bestätigen konnte — nach der letzten Mitose der ♂ Gamogonie aus eben diesen Spitzen die beiden Geißeln der Microgameten anwachsen, also eine Geißelbildung vom Centrosom aus vor sich geht, die wir auch sonst im Organismenreich beobachten können.

#### 4. DOBELL's Kritik der Chromosomentheorie der Vererbung.

In seiner ausführlichen Arbeit beschränkt sich DOBELL darauf, im Anschluß an die Diskussion der haploiden Konstitution von *Aggregata* seinen Bedenken gegen die Richtigkeit der „chromosome theory of heredity“ in aller Kürze Ausdruck zu geben <sup>3)</sup>. Ausführlich hat er seinen Standpunkt in einem eigenen Artikel <sup>4)</sup> dargelegt.

DOBELL ist der Ansicht, daß der Chromosomencyclus von *Aggregata* wie überhaupt jedes Haplonten die Annahme

<sup>1)</sup> Weiteres zu diesen Fragen findet sich in meiner im Druck befindlichen zusammenfassenden Darstellung des Formwechsels der Protistenkerne (Erg. u. Fortschr. d. Zool.).

<sup>2)</sup> Ich möchte in diesem Zusammenhang darauf hinweisen, daß sich in der sonst so gründlichen Arbeit DOBELL's keine einzige lückenlose Serie der binären Mitose von *Aggregata*, wie sie die Fig. E zeigt, findet; von den früheren Prophasen ist nicht ein einziges Stadium dargestellt.

<sup>3)</sup> I will only beseech those who now confidently generalize about chromosomes and their function — especially in relation to the phenomena of heredity — to consider the case of *Aggregata* and similar haploid organisms before they build further upon their present precarious foundations (l. c. p. 123).

<sup>4)</sup> „The chromosome cycle of the sporozoa considered in relation to the chromosome theory of heredity“. Cellule Bd. 35.

der Erbträgeratur der Chromosomen ad absurdum führt.

Die Begründung findet er in folgender Überlegung.

1. Es gibt bei *Aggregata* vier verschiedene Arten von Individuen: Macrogametocyten, Microgametocyten, Sporonten und Schizonten. Jedes dieser Individuen enthält ein und dieselbe Garnitur von 6 Chromosomen. Die Annahme, daß eine bestimmte Eigenschaft, z. B. das Geschlecht durch eine Anlage bedingt ist, die in einem Chromosom lokalisiert ist, ist unhaltbar, denn dieses Chromosom kommt ja sowohl in männlichen, weiblichen und „asexuellen“ Individuen vor. Eine entsprechende Überlegung läßt sich für jede andere erbliche Eigenschaft durchführen. Faßt man z. B. die Anlage für Geißeln ins Auge, so zeigt es sich ebenso, daß Individuen, die keine Geißeln bilden, trotzdem das Chromosom enthalten, welches laut Annahme die Anlage für Geißelbildung enthält.

„It therefore seems justifiable to conclude that in *Aggregata* there is no correlation whatever between the presence of any particular character and the possession of any particular chromosome“ (p. 183).

2. „It appears to me impossible, indeed, to make a plausible „chromosome theory of heredity“ which will apply to *Aggregata*.“ (p. 184).

Als Hilfsannahmen, die die chromosome-theory retten könnten, kämen in Betracht: a) Die Annahme, daß die in einem Chromosom enthaltene Anlage nur in bestimmten Stadien des Entwicklungscyclus aktiv wird. Dann aber wäre der Faktor, der ihr Manifestwerden gestattet, die eigentliche Anlage. b) Die Chromosomen haben auf verschiedenen Stadien des Entwicklungscyclus verschiedene Eigenschaften; eine Annahme die mit der Chromosomentheorie der Vererbung selbst in Widerspruch steht.

3. Alle im Vorausgegangenen aufgezählten Überlegungen lassen sich auch für diploide Organismen geltend machen. Aus der Annahme, daß die Kombination X-+ Y-Chromosom bei *Drosophila* männchenbestimmend ist, würde folgen, daß jede Zelle, die den XY-Komplex enthält, männlich ist; das wäre aber „merely a confusion of ideas or a misuse of words“. Die gleiche Überlegung, auf einen somatischen Charakter (etwa Augenfarbe), angewandt, zeigt ebenso die Unhaltbarkeit der chromosome-theory. Auch hier zeigt sich, daß kein bestimmtes Chromosom eine „specific relation“ zu der Form oder Funktion der Zelle, hat, in der es steckt. Das könnte man

nur dann behaupten, wenn nur die betreffende Zelle oder Zellkategorie dieses Chromosom besäße.

4. Was die Zusammenhänge zwischen Reduktionsteilung und Mendelspaltung anbelangt, so erscheint es DOBELL schwer, wo nicht unmöglich, Schlüsse, die aus dem Verhalten eines Diplonten gezogen sind, auf einen Haplonten zu applizieren. „I cannot coordinate in terms of heritable factors associated with chromosomes, the two reduction divisions<sup>1)</sup> preceding fertilization in *Drosophila* with the single reduction division following fertilization in *Aggregata*“ (p. 178).

Die Nichtexistenz einer Aufspaltung (beispielsweise von Geschlechtsbestimmern) in der Reduktionsteilung von *Aggregata* geht daraus hervor, daß alle Abkömmlinge dieser Reduktionsteilung asexuell sind. Und schließlich: selbst wenn es nachgewiesen wäre, daß Faktorenaufspaltung und Reduktionsteilung gelegentlich („sometimes“) zeitlich zusammenfallen, dann wäre das „still no conclusive proof of the chromosome theory of heredity“ (p. 188).

5. Haploide „nicht-zellige“ Organismen beweisen also, a) daß die Chromosomen nicht die Träger der Erbfaktoren sein können; b) daß die Reduktionsphänomene nicht notwendigerweise als der Mechanismus der Mendelspaltung anzusehen sind.

Es kann nicht meine Absicht sein, hier das Tatsachenmaterial, welches zugunsten der „chromosome theory of heredity“ spricht, darzulegen (zumal ich dies kürzlich<sup>2)</sup> getan habe); es mag hier genügen, die Argumente DOBELL's auf ihre Berechtigung hin zu prüfen.

ad 1. Woher weiß DOBELL, daß die Sporozoiten Schizonten und Merozoiten „asexuell“ sind? Könnte man nicht mit demselben Recht eine meristematische Zelle des ♂ einer diözischen Pflanze, aus der unter gegebenen Umständen doch wieder nur eine männliche Pflanze wird, als asexuell bezeichnen? Oder man könnte mit demselben Recht, mit dem DOBELL den Sporozoiten den Faktor für die Geißelbildung der ♂ Gameten abspricht, der Eizelle die Erbanlage für irgendeinen somatischen Charakter, den sie selbst nicht besitzt, absprechen.

ad 2a. Wenn DOBELL den Wegfall eines Hemmungsfaktors, der die Wirksamkeit einer bestimmten Anlage ermöglicht, als die eigentliche Anlage bezeichnet, dann muß er auch die niedere Temperatur, die bei bestimmten *Antirrhinum*-Rassen einen bestimmten

<sup>1)</sup> Nebenbei bemerkt, eine unrichtige Ausdrucksweise, denn nach der „chromosome-theory of heredity“ ist nur eine der beiden Reifungsteilungen eine Reduktionsteilung!

<sup>2)</sup> Naturwissenschaften 13. Jahrg. Heft 34.

Blütenfarbfaktor manifest werden läßt, ebenfalls als die Anlage der betreffenden Farbe bezeichnen.

ad 3. Daß das Problem der Determination vor der Hand von seiner Lösung weit entfernt ist, wird niemand bestreiten wollen. DOBELL scheint sich aber nicht darüber klar geworden zu sein, daß das Vorhandensein einer Anlage bloß die Potenz zur Ausbildung des betreffenden Merkmals bedingt; und die Abwesenheit einer Potenz kann durch bloße Beobachtung nicht erwiesen werden. Der Satz DOBELL'S, daß „there is more virtue in one accurate observation than in ninety-nine inconclusive experiments“ (p. 189) mag zu Recht bestehen, doch erstreckt er sich nicht auf Schlußfolgerungen, für die die Beobachtung keine genügende Prämissen liefert, wie z. B. daß die Merozoiten „asexuell“ sind, denn dann könnte man ebensogut aus der morphologischen Übereinstimmung aller Sporen eines diözischen Mooses bestreiten, daß die eine Hälfte von ihnen zu männlichen, die andere Hälfte zu weiblichen Pflanzen wird.

ad 4. Was DOBELL unmöglich gewesen ist, nämlich die aus dem Verhalten der  $F_2$ -Generation von Bastarden diploider Organismen gezogenen Schlüsse auf die Beziehung zwischen Reduktionsteilung und Mendelspaltung bei Haplonten zu übertragen, ist anderen Autoren sehr wohl möglich gewesen. Man kann wohl sagen, daß DOBELL keinen sehr geeigneten Zeitpunkt für die Veröffentlichung seiner Kritik gewählt hat; denn kurz vorher ist der Nachweis, daß Beziehungen zwischen Mendelspaltung und Reduktionsteilung tatsächlich bestehen und als kausal in dem Sinne aufzufassen sind, daß die Chromosomen die Träger der Erbfaktoren darstellen, gerade an haploiden Organismen geglückt (v. WETTSTEIN 1924<sup>1)</sup>), daselbst weitere Literatur; vgl. außerdem ZATTLER 1925<sup>2)</sup>).

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererbgs. Bd. 33.

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. Bot. Bd. 16.



*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

## **Über Fortpflanzung, geißellose Gattungen und die Nomenklatur der Coccolithophoraceen nebst Mitteilung über Copulation bei *Dinobryon*.**

Von  
**J. Schiller (Wien).**

(Hierzu 8 Textfiguren.)

Vor kurzem wurde in einer hier erschienenen Arbeit<sup>1)</sup> darauf hingewiesen, daß die von LOHMANN<sup>2)</sup> schon 1902 gemachten Angaben über die Totalteilung der Individuen ungenügend sind<sup>3)</sup>. Ich führte dort l. c. p. 50 aus, daß bisher nach den bekannt gewordenen Abbildungen oder Beschreibungen von niemandem der Zellteilungsablauf beobachtet worden sein kann und daß ich selbst durch Jahre hindurch viele Tausende der verschiedensten Coccolithophoraceen sah, wobei eine Totalteilung der Individuen (Schale + Plasmaleib) nie auftrat. Wenn ich in Anbetracht der zu gleicher Zeit reichlich auftretenden Teilungen bei Bacillariaceen und Peridineen im Plankton der *Najade-Expedition* in der *Adria* 1911—1914 immer mehr an der erwähnten Teilung zweifelte, so war das insbesondere auch darin begründet, daß der Zellinhalt sehr oft in Teilung war, ohne daß damit eine Zerteilung der Schale einherging.

Im Adriatischen Meere sah ich z. B. bei *Syracosphaera pulchra* l. c. 1925 p. 51 Fig. V und bei anderen Gattungen und Arten den

<sup>1)</sup> SCHILLER, J.: Die planktonischen Vegetationen des Adriatischen Meeres. A. Die Coccolithophoriden-Vegetation in den Jahren 1911—14. Arch. f. Protistenk. 1925 Bd. 51 p. 50.

<sup>2)</sup> LOHMANN, H.: Die Coccolithophoriden. Arch. f. Protistenk. 1902 p. 89.

<sup>3)</sup> LOHMANN pflegt seine Beobachtungen, wie bekannt, sehr genau und ausführlich zu geben. Offenbar fehlte ihm das Tatsachenmaterial.

Plasmaleib zweigeteilt, während andere Formen, beispielsweise *Calyptrosphaera sphaeroidea* durch Mehrfachteilung 8 oder 16 Teilprodukte lieferten, deren Natur zwar nicht durch die Beobachtung direkt als Schwärmsporen nachgewiesen wurde, indirekt aber als solche sich dadurch ergaben, daß leere Schalen mitten unter solchen 16 Stadien lagen.

Zum Eingehen auf diese Spezialfragen nach den Modalitäten der Fortpflanzung bei den Kalkgeißlern blieben im Laufe der Terminfahrten nur die in einzelne günstig gelegene Häfen Dalmatiens verlegten Ruhe- und Rasttage. Das verchmutzte Hafenwasser gibt nur wenigen Formen die Lebensmöglichkeiten, manchen freilich in solchem Maße, daß sie zu enormer Entwicklung kommen können. Doch dauerten die Hafenaufenthalte meist nur 1 oder 2 Tage, wodurch ein systematisches Arbeiten behindert war.

Nach dem Kriege ging ich deshalb zuerst nach Helgoland (Juli 1923). Hier stand eine sehr gute Zentrifuge zur Verfügung und Herr Kustos Dr. WULFF veranlaßte in liebenswürdiger Weise, daß mir auch von Helgoland etwa 3—4 Seemeilen entfernten Gebieten zahlreiche Wasserproben aus verschiedenen Tiefen stets reichlich zur Verfügung standen. In der Zeit vom 7.—20. Juli 1923 untersuchte ich 42 Liter Wasser mittels der Zentrifugen- und Sedimentierungsmethode auf ihren Organismengehalt. Geringere Wassermengen prüfte ich im August (15.—30.) 1924 und im Juli (15.—30.) 1925.

Die Untersuchungen hatten das übereinstimmende Ergebnis, daß die Nordsee im Bereiche Helgolands während der angeführten Zeit so wenig Coccolithophoraceen enthielt, daß diese hier als Produzenten von organischer Substanz ganz ausschieden. Und damit kamen sie auch für meine entwicklungsgeschichtlichen Studien nicht in Betracht. Von *Pontosphaera Huxleyi*, einer kosmopolitischen Art, zählte ich 20 bis maximal 35 Individuen pro Liter und daneben trat noch ganz vereinzelt eine mir unbekanntere andere *Pontosphaera*-Art von größeren Dimensionen als vorige auf.

Dieses Resultat enttäuschte mich deswegen sehr, weil GRAN im Wasser des Oslo-Fjordes eine ungeheuer reiche Besiedlung mit *Pontosphaera Huxleyi* sah, OSTENFELD<sup>1)</sup> in den dänischen Gewässern die weit verbreitete *Acanthoica quattropsina* — er nennt sie *A.*

---

<sup>1)</sup> OSTENFELD, C. H.: De danske farvandes Plankton in Aarene 1898/1901. Phytoplankton og Protozoa. I. Phytoplanktonets Livskaar og Biologi samt de i nove farvande jakt. Phytopl. Kgl. Danske Vid. Skr. Naturw. og. Math. Afd. IX 2, 1—364, 1913 p. 340.

*brevispina* — und M. LÉBOUR<sup>1)</sup> im Wasser des Ärmelkanals *Coccolithophora pelagica* WALLICH nachwiesen.

Die Ursache des Fehlens der Coccolithophoraceen ist mir demnach rätselhaft. Vielleicht ist zu anderen Zeiten eine reichere Vegetation vorhanden. Übrigens hatte auch LOHMANN in den Helgoländer Gewässern nach mündlicher Mitteilung vergebens nach diesen Organismen gesucht.

Meine Blicke waren daher auf das Mittelmeer gerichtet und da im Laufe des Herbstes 1924 Österreich einen Platz an der Zoologischen Station in Neapel gemietet hatte, ging ich im April 1925 dorthin, wo mir alle technischen Hilfsmittel zur Untersuchung des Nannoplanktons zu Gebote standen.

Das Wasser für meine Anfang April begonnenen Untersuchungen wurde einige hundert Meter vom Mergellina-Hafen seewärts aus Tiefen von 0—10 m und 10—25 m mit einer MAYER'schen Schöpfflasche geschöpft. Es herrschte noch das Diatomeenmaximum des Frühjahrs. Wiederum zeigte sich, wie immer wenn man Netz- und Zentrifugenfänge zugleich ausführt, was für ein falsches Bild das Netz (Apsteinnetz Nr. 20) gegenüber dem tatsächlichen planktonischen Organismenbestande gibt. Das mir täglich gebrachte Netzplankton bestand zahlenmäßig zu 90 Proz. aus Kieselalgen, zu etwa 6 Proz. aus Peridineen, der Rest aus Tieren.

Das am gleichen Orte, wo die Netzfänge ausgeführt waren, geschöpfte und in der Station zentrifugierte Wasser enthielt in Wirklichkeit zu 52 Proz. Diatomeen mit *Skeletonema costatum* als Leitform, 40 Proz. Peridineen<sup>2)</sup>, der Rest setzte sich zusammen aus Coccolithophoraceen, Cryptomonaden, wenigen Chrysomonaden und Protozoen. Sonderbarerweise fehlten die grünen Protophyten fast völlig.

Die Kalkgeißler besiedelten das Wasser des Neapler Golfes im April nicht in den erwarteten großen Mengen, wie ich auf Grund meiner Erfahrungen im Adriatischen Meere annehmen durfte; ihre Hochzeit war noch nicht gekommen. Doch fanden sich die wichtigsten Formen. Meinen Studien über die Fortpflanzung kam besonders der Umstand zu statten, daß ihre Entwicklung gerade begann. Es bereitete sich besonders von Mitte April an der auch von der Adria her bekannte normale Umschlag vor, bei welchem die Diatomeen

<sup>1)</sup> LÉBOUR, M.: *Coccolithophora pelagica* (WALLICH) from the Channel. Journ. Mar. Biol. Assoc. of the United Kingdom N. S. Vol. 13 1923 p. 271.

<sup>2)</sup> Meine Beobachtungen über die Bacillariaceen und Peridineen werde ich in Kürze dieser Mitteilung folgen lassen.

rasch zurückgehen, an deren Stelle die Peridineen, Coccolithophoraceen und Chlorophyceen das Medium immer stärker beleben. Ich beobachtete folgende Kalkgeißler:

*Pontosphaera Huxleyi*  
 " *Syracusana*  
 " *inermis*  
 " spec. nov.  
*Syracosphaera pulchra*  
 " *mediterranea*  
*Discosphaera tubifer*  
*Rhabdosphaera claviger*  
 " *nigra* spec. nov.  
*Acanthoica lithostratos* spec. nov.  
*Calyptrorphaera oblonga*.

Die schon in der Adria mehrfach beobachtete Schwärmosporenbildung konnte ich bei mehreren der auftretenden Arten nachweisen. In den Zentrifugenfängen aus bei Tag geschöpftem Wasser war sie bei mühseliger und ermüdender Durchmusterung vieler Hunderter von Individuen, die in einer Unmenge von verschiedenartigen Organismen durcheinander lagen, nur selten zu beobachten. Daher erhoffte ich bei Nachtbeobachtung von Kulturen ein leichteres und erfolgreicherer Arbeiten.

Die Kulturen wurden in zweifacher Weise ausgeführt:

1. In flache runde Glasschalen von etwa 20 cm Durchmesser goß ich je 250 ccm des frischgeschöpften Seewassers, je 2 Proben aus 0—10 m und je 2 Proben aus 10—20 m Tiefe und gab einige Tropfen von KNOP'scher Nährlösung hinzu mit Bikaliumphosphat ( $K_2HPO_4$ ), um alkalische Reaktion zu erzielen. Um das Kulturwasser alkalisch zu erhalten, gab ich fein zerriebenes Pulver von toter *Corallina mediterranea* hinein. Diese Kulturen wurden mit einem Glasdeckel zugedeckt, so daß für Staubsicherheit gesorgt war. Diese so beschickten Glasschalen kamen in das beständig zirkulierende Meerwasser der Anstalt zu stehen, so daß eine nahezu gleichmäßige Temperatur bei Tag und bei Nacht gesichert war. Mein Arbeitszimmer war gegen Norden gelegen und damit standen auch günstige Lichtverhältnisse zu Gebote.

Nach 2 tägigen Stehen zentrifugierte ich von diesen Kulturen je 30 ccm Wasser, das beim Herausnehmen aufgewirbelt wurde. Nach 5—6 tägiger Kulturdauer fing ich mit der Pipette vom Boden der Glasschalen oft beträchtliche Mengen von Coccolithophoraceen, so daß in solchen Schalen das Zentrifugieren sich erübrigte.

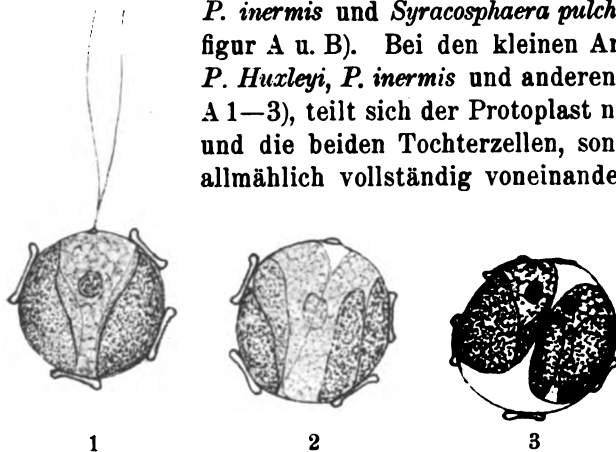
2. Mit Meerwasser wurde 1 proz. Agar-Agar hergestellt und zu 500 ccm 5 Tropfen einer 1 proz. KNOP'schen Nährlösung gegeben, dann wie gebräuchlich in Petrischalen gegossen. Nach dem Erstarren gab ich mittels feiner Pipette je einen Tropfen von dem verdünnten Zentrifugenfange mit reichlichem Gehalt an Coccolithophoraceen an drei Stellen des Agars in die Schale.

Es zeigte sich bald, daß für meine Zwecke nur die Wasserkulturen brauchbar waren, da die Agarkulturen fast nie Resultate erbrachten und überdies eine Durchmusterung nur mit schwacher für die meisten Kalkgeißler ganz unzureichenden Vergrößerung zuließen.

Da mir die Wasserkulturen in den obengenannten flachen Glasschalen nicht bloß bei den Coccolithophoraceen eine große Menge von interessanten Resultaten ergaben, die meine Zeit, die kurz bemessen war, voll in Anspruch nahmen, so sah ich diesmal von vergleichenden Versuchen ab, in welcher Weise der quantitative Gehalt an Nährlösung sowie verschieden starke Belichtung die Entwicklung der Coccolithophoraceen förderte.

I. Fortpflanzung durch Ausbildung von zweigleichen großen Schwärmsporen. Beobachtet bei *Pontosphaera Huxleyi*,

*P. inermis* und *Syracosphaera pulchra* (Textfigur A u. B). Bei den kleinen Arten, z. B. *P. Huxleyi*, *P. inermis* und anderen (Textfig. A 1—3), teilt sich der Protoplast nur einmal und die beiden Tochterzellen, sondern sich allmählich vollständig voneinander, zeigen



Textfig. A 1—3. *Pontosphaera Huxleyi* LOHM. Die Coccolithen in Profilsansicht. 1. Vegetative Zelle. 2, 3. Teilung des Protoplasten und Bildung von zwei gleichen Schwärmsporen, die durch eine Erweiterung der Geißelpore frei werden. Vergr. 2700  $\times$ . Lebend gezeichnet.

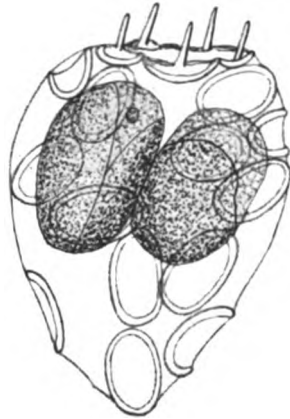
geringe Bewegung, die die Zellen kaum von ihrer Stelle bringt. Die Geißeln der Mutterzellen sind schon bei den dem Beobachter sich bemerkbar machenden ersten Vorbereitungen zur Teilung nicht mehr

vorhanden. Die Teilungsebene steht bisweilen etwas schief zur Längsachse (Textfig. A 2). Sobald die beiden Tochterzellen langsame aneinander hin und her gleitende Bewegungen auszuführen beginnen, bemerkt man am Geißelpol eine bedeutende ovale Erweiterung der Geißelpore, hervorgerufen durch chemische und morphologische Veränderungen, und das Ausschlüpfen der Tochterzellen geht dann nach etwa einer halben Stunde vor sich, wonach die Schale zugrunde geht.

Bei den kleinen *Pontosphaera*-Arten werden also zwei Tochterzellen gebildet und jede schwärmt aus. *P. syracusana* läßt den Zellinhalt durch die dicken und etwas opaken schüsselförmigen Coccolithen nicht erkennen. Da die größeren Arten wie *Pontosphaera discopora*, *P. echinofera* und *P. Haeckelii* fehlten bzw. nicht in Teilung gesehen wurden, kann ich nicht sagen, ob auch hier nur zwei Schwärmsporen gebildet

Textfig. B. *Syracosphaera pulchra*. Zwei reife gleichgroße Schwärmsporen.

Vergr. 1800  $\times$ . Lebend gezeichnet.



Textfig. B.

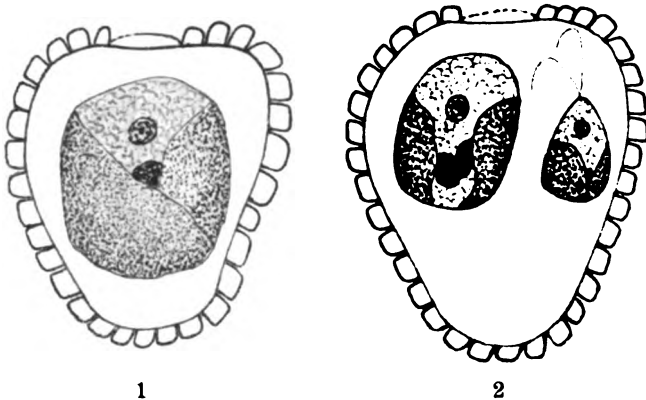
werden. Die Gattung *Syracosphaera* bildet ebenso wie *Pontosphaera* zwei Schwärmsporen aus (Textfig. B), die durch die meist schon genügend große Öffnung am Geißelpole austreten können. Diesen Vorgang sah ich bei *Syracosphaera pulchra*, *S. mediterranea* und anderen Arten. Es

kommt aber dabei auch häufig zur Zerstörung der Schalen, wobei sich zunächst die Coccolithen loslösen. Diesen Vorgang beobachtete ich bereits in der Adria bei *S. pulchra*, wie aus meiner Darstellung und Abbildung l. c. 1925 S. 51 hervorgeht.

II. Ausbildung von zwei ungleichgroßen Tochterzellen (Textfig. C 1, 2). Die Kulturen gaben Gelegenheit die Bildung und das weitere Schicksal der bei *Calypptosphaera sphaeroidea* von mir bereits während der Najade-Expedition beobachteten ungleichen Teilprodukte des Zellinhaltes weiter aufzuklären<sup>1)</sup>. Wenn der Plasmaleib bei *Calypptosphaera oblonga* zur Teilung schreitet, dann gehen zunächst die Geißeln verloren (Textfig. C 1). Hierauf zieht er sich zusammen, etwa auf ein Drittel seines früheren Volumens. Dank der großen Durchsichtigkeit der Schalen kann man hier die

<sup>1)</sup> SCHILLER, J., 1925 l. c. S. 50 ff.

Teilungsvorgänge gut verfolgen. Man erkennt leicht, daß zuerst die Chromatophoren sich spalten, dann erst teilt sich der Kern, der deutlich sichtbar bleibt. Bei lebenden Zellen sieht man während des Teilungsvorganges den Kern als hellen Fleck und erst die Tochterkerne treten wieder als prägnante Körperchen in Erscheinung. Von Färbungen nahm ich Abstand, da das Studium der lebenden Objekte zunächst wichtiger erschien.



Textfig. C. *Calyptrosphaera oblonga*. Schalen im optischen Längsschnitt.  
 1. Vegetative Zelle. 2. Bildung von zwei ungleichgroßen Teilungsprodukten, davon das größere die Mutterschale weiter benützt, das kleinere zur Schwärmospore wird und austritt. Vergr. 2000  $\times$ . Lebend gezeichnet.

Von den beiden gleichgroßen Kernen wandert der eine zu den beiden Chromatophoren auf die eine Seite, während der zweite etwa in der Mitte verbleibt. Sodann wird der Protoplast durch eine Längsteilung in eine größere und eine um etwa ein Drittel kleinere Portion geschieden und beide nehmen, indem sie sich voneinander trennen, eine mehr oder minder kugelige oder eiförmige Gestalt an. Die kleinere Tochterzelle bildet zwei Geißeln (Textfig. C2), bevor noch bei der größeren solche sichtbar werden, und durch sie erlangt sie langsame Bewegungen in der von ihr eingenommenen Schalenhälfte und zwängt sich schließlich durch die weite Geißelpore ins Freie durch. Die zurückgebliebene größere Tochterzelle wächst innerhalb einiger Stunden soweit heran, daß der Hohlraum der Mutterzelle ganz oder fast ganz ausgefüllt wird. Dabei werden zunächst besonders die Chromatophoren größer und die Vakuole erlangt bald den für die vegetativen Zellen charakteristischen bedeutenden Umfang. Die Geißeln kommen rasch durch die alte Geißelpore der Schale hervor, sobald der Zelleib den Hohlraum ausfüllt, doch

trat lebhaftere Bewegung nie sofort, sondern erst langsam und allmählich auf. Wie viel daran die jedenfalls von den natürlichen Verhältnissen sehr verschiedenen Kulturbedingungen schuld sind, läßt sich nicht beurteilen.

Diese in der Mutterschale verbliebene Tochterzelle benützt also jene als weiteren Wohnraum. Die Ausbildung einer besonderen Schale mit neuen Coccolithen um den Plasmaleib innerhalb der Mutterschale sah ich im Golfe von Neapel nicht, und kann somit durch die Kulturen keine Vervollständigung meiner im Adriatischen Meere gemachten Beobachtungen bringen, über die ich 1925 l. c. S. 51, 52 berichtete.

Das Schicksal der ausgeschwärmten kleineren Tochterzellen ließ sich in der zur Verfügung stehenden Zeit nur lückenhaft verfolgen. Schuld daran dürfte sein, daß sich in meinen Wasserkulturen diese Schwärmzellen nur zu einem geringen Prozentsatze weiter entwickelten. In den Zentrifugaten aus frisch geschöpftem Wasser trat *Calyptrophaera oblonga* nur spärlich auf, so daß auch hier keine Aussicht auf das Auffinden der entsprechenden Entwicklungsstadien bestand.

LOHMANN<sup>1)</sup> fand im Atlantischen Ozean am Geißelpol einer großen Zelle von *Calyptrophaera oblonga* eine weit kleinere aufsitzend, deren Ursprung und Entwicklungsgeschichte ihm unklar blieb. Es bestünde die Möglichkeit, daß diese kleineren Zellen einer solchen oben erwähnten ausgeschwärmten kleinen Spore ihre Entstehung verdankten.

Die Ausbildung verschieden großer Sporen ist bei den Flagellaten und Chlorophyceen keine Seltenheit. So sah z. B. PROWAZEK bei *Polytoma uvella* in der Zelle neben normalen Sporen Zwergsporen, über deren weiteres Schicksal der Autor nichts aussagt<sup>2)</sup>.

Durch die Kultur im Hängetrophen einer feuchten Kammer war das rasche Heranwachsen der ausgeschwärmten kleinen Tochterzellen wohl leicht festzustellen, aber selten lebten die Zellchen, die von 4—5  $\mu$  Größe bis zu 8—9  $\mu$  wuchsen, länger als 10—16 Stunden. Innerhalb dieser Zeit sah man nichts von der Ausbildung der Coccolithen, wiewohl sie fast die Größe der normalen Protoplasten erreicht hatten. Ich glaube nach früheren Erfahrungen, daß das durch ein

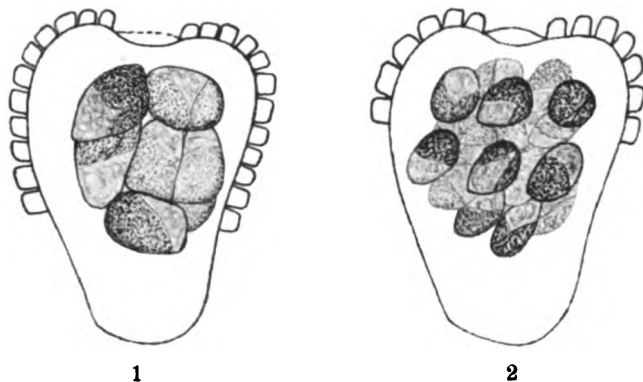
<sup>1)</sup> LOHMANN, H., Die Bevölkerung des Ozeans mit Plankton nach den Ergebnissen der Zentrifugenfänge während der Ausreise der Deutschland 1911. Teil I, II. Arch. f. Biontol. herausg. von der Ges. naturf. Freunde zu Berlin 1920 Bd. IV Heft 3 p. 1—470, 471—617. S. 85, 86.

<sup>2)</sup> PROWAZEK, S.: Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. 1903 Bd. 2 p. 195.



Rührwerk in den Kulturschalen in leichte Bewegung versetzte Wasser die volle Entwicklung herbeigeführt hätte. Zu dieser Annahme berechtigen mich Versuche über die Kultur des Meeresplanktons, die ich 1909 bei Diatomeen und Peridineen mit sehr guten Erfolgen an der Zoologischen Station in Rovigno vornahm. Wichtig ist jedoch dabei, daß die Wasserbewegung außerordentlich langsam vor sich geht.

III. Ausbildung von meist 16 Schwärmsporen (Gameten?) durch multiple Teilung (Textfig. D, E). In

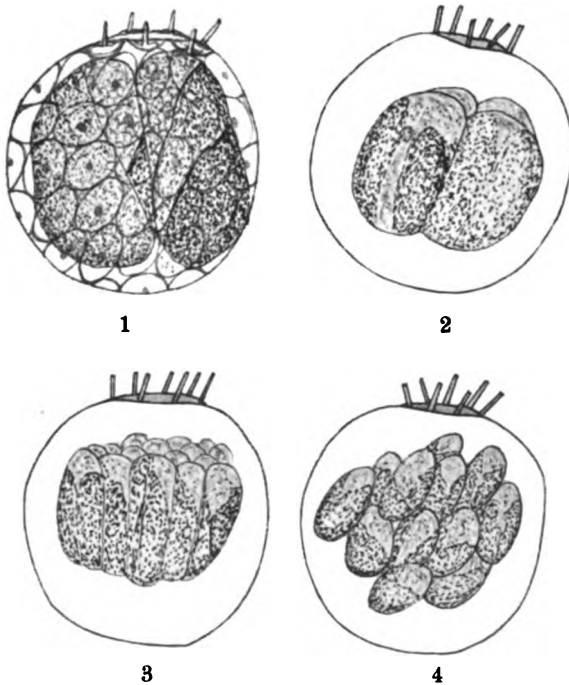


Textfig. D 1—2. *Calyptrosphaera oblonga*. Zellen im optischen Durchschnitt gezeichnet. Die Entstehung von 16 Schwärmsporen (Isogameten?). Vergr. 2000  $\times$ . Lebend gezeichnet.

meiner oben zitierten Arbeit (1925 p. 62) führte ich für die Kalkgeißler den ersten Fall vor, der das Vorhandensein von 16 Tochterzellen innerhalb einer Mutterzelle bei *Calyptrosphaera sphaeroidea* zeigte. Es war diesbezüglich sehr willkommen, bei den Neapler Studien nun auch analoge Stadien bei *Syracosphaera pulchra*, *S. mediterranea* und *Calyptrosphaera oblonga* zu sehen. Diese schönen Coccolithophoraceen traten an manchen Tagen häufig auf und dann stellte ich sofort Kulturen her. Schon von früher her wußte ich, daß diese Arten — insbesondere gilt dies für *S. pulchra* — gegen Verunreinigungen recht unempfindlich sind und somit für den Versuch ein günstiges Objekt darstellen müssen.

Tatsächlich hielten und vermehrten sie sich zufriedenstellend. Die Vermehrung durch zwei gleichgroße Schwärmsporen (Typus I), die ich oben S. 330 ff. schilderte, war die Regel. Kurz vor meiner Abreise fand ich bei der Durchmusterung eines Zentrifugenfanges in den Morgenstunden zwischen 5 und 6 Uhr bei *S. mediterranea* (Textfig. E) und *C. oblonga* (Textfig. D) Zellen mit 8, mit 10 und 16 Teilungsstadien.

welch letztere sich in zwei Zellen lebhaft bewegten und aus einer Zelle konnte ich bei *C. oblonga* das Ausschlüpfen direkt beobachten, das durch die Pore am Geißelpol gegen 6 Uhr früh erfolgte. Diese ist hinreichend groß, um einer solchen 3–4  $\mu$  großen Schwärmerspore das Ausschlüpfen ohne weiteres zu ermöglichen. Von zweien dieser ausgeschwärmten Zellchen bemerkte ich, wie sie nach etwa 6–8 Minuten, genau wie es bei den Cochlodinien u. v. a. Peridineen unter



Textfig. E 1–4. *Syracosphaera mediterranea*.

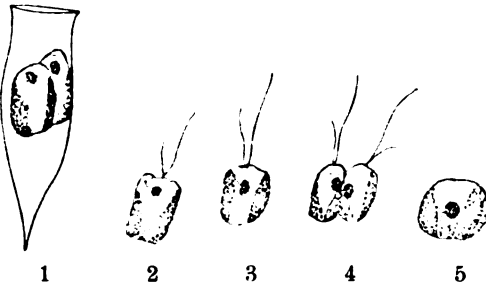
1. Vegetative Zelle. 2–4. Ausbildung von 16 Schwärmern, die wahrscheinlich copulieren (Isogameten). Vergr. 2200  $\times$ . Lebend gezeichnet.

dem Deckglas beobachtet werden kann, einfach zerflossen. Sie waren nackt, rundlich 3–4  $\mu$  groß, besaßen zwei gleichlange und sehr zarte Geißeln von ungefährender Körperlänge und zwei schwachgelbliche Chromatophoren. So sehr ich auch die Versuchsbedingungen änderte, es gelang mir doch niemals, diese Zellchen länger als einige Minuten am Leben zu erhalten. Blieb somit das weitere Schicksal dieser kleinen Zellen verborgen, so wird wohl niemand, der mit den Fortpflanzungserscheinungen der Flagellaten und Algen vertraut ist, und die oben geschilderten ungeschlechtlichen Vermehrungsvorgänge

berücksichtigt, den Gedanken zurückweisen können, daß diese kleinen Schwärmer Isogameten sein werden. Verläuft doch ganz konform bei *Chlamydomonas* die vegetative und geschlechtliche Vermehrung!

Wenn wir diese im Neapler Golfe gemachten Beobachtungen über die Fortpflanzungserscheinungen bei den Coccolithophoraceen überblicken und die in der Reihe der *Chrysomonadina* bis jetzt bekannten Fortpflanzungsmodi in Vergleich stellen, so zeigen sich recht interessante Parallelerscheinungen.

Es ist seit langem bekannt, daß nach der Teilung einer Dinobryonzelle die eine Tochterzelle, die nach den Beobachtungen auch häufig größer ist, im Gehäuse verbleibt, während die andere, häufig kleinere, dagegen an den oberen Rand des Gehäuses rückt und ein neues Gehäuse innerhalb und im Verbande mit dem Muttergehäuse aufbaut; oder aber, daß eine oder beide Zellen ausschwärmen und mindestens durch 2—6 Stunden nackt herumschwärmen. Im Juni 1923 sah ich in den Steinhofer Teichen bei Wien-Hetzendorf ein massenhaftes Ausschwärmen, so daß innerhalb 2 Tagen das früher reichlich in prächtigen Kolonien auftretende *Dinobryon sertularia* völlig aus dem Plankton verschwand. Meine Gewohnheit



1—3 nach dem Leben. 4, 5 fixiert mit 2proz. neutralem Formalin und mit Karmalaun gefärbt.

Textfig F1—5. *Dinobryon sertularia*. 1. Gehäuse mit zwei Schwärmern, deren Geißeln nicht gezeichnet sind. 2, 3. Zwei nackte ins Wasser geschwommene Gameten. 4. Zwei Gameten unmittelbar vor der Copulation. 5. Zygote. Vergr. 1000 $\times$ .

stets Netz- und Nannoplankton zugleich zu gewinnen, verhalf mir zu der Feststellung, die ich hier zum erstenmal bringe, daß die beiden Schwärmer einer jeden Zelle erst nach Mitternacht sich ganz ausbilden und bis 9 Uhr früh die Gehäuse sämtlich verlassen haben. Ferner ergab sich, daß diese Schwärmer Gameten (Isogameten) waren, deren Copulation zum größten Teile bis 11 Uhr vormittags beendet war. Die Zygoten verlieren sehr rasch die Geißeln und sinken zu Boden. Man findet spärlich auch nachmittags noch Copulationen, doch blieb an den beiden Tagen, wo ich die Erscheinung gerade fassen konnte, ein erheblicher Teil ledig. Am 19. Juni lieferte mir die Zentrifuge — durch das Netz gingen diese winzigen

nur 8—10  $\mu$  großen Schwärmer natürlich hindurch — keinen einzigen Schwärmer mehr. Es haben also die Dinobryen mit den Coccolithophoraceen die Bildung von zwei Schwärmsporen gemeinsam, von denen entweder nur eine oder beide ausschwärmen. Bei jenen sind die Schwärmsporen nachgewiesenermaßen Isogameten, bei letzteren kann dies mit aller Wahrscheinlichkeit bei den zu 16 gebildeten Schwärmern angenommen werden. Auch bei der Chryomonade *Stylopyxis mucicola* bleibt die eine Tochterzelle im Gehäuse, die andere schwärmt aus. Diese Parallelerscheinungen zwischen diesen beiden Chryomonadengruppen gestattet vielleicht für die bisher nur bei der Gattung *Coccolithophora* gefundene kettenförmige Aneinanderreihung von 2—4 Zellen, die besonders im Atlantischen Ozean von mehreren Seiten beobachtet wurden, eine Erklärung. Da eine Teilung des ganzen Individuums weder beobachtet noch möglich erscheint und daher auch die Aneinanderreihung der Tochterindividuen im Gefolge der Teilung nicht vor sich gehen kann, so bin ich der Ansicht, daß diese Aggregation dadurch eher zustande kommen könnte, daß die ausschwärmenden Tochterzellen sich an die alten Mutterzellen ansetzen und so die Ketten bilden, die im Atlantischen Ozean bei der Gattung *Coccolithophora* gesehen wurden. Hierfür spräche das Ansetzen der ausschwärmenden Tochterzellen bei *Dinobryon*, insbesondere das Verhalten derselben bei dem von mir gefundenen *Dinobryon coalescens*, wo die Tochterzellen nicht innen, sondern außen an die mütterlichen Schalen sich ansetzen.

II. Die zwei Organisationstypen der Coccolithophorales. In der Literatur herrschte bis vor kurzem die Ansicht, daß die einzelnen Arten der Kalkgeißler eine oder zwei Geißeln besäßen. Diese Ungewißheit rührte daher, weil diese Organismen schon während des Zentrifugierens oder später unter dem Deckgläschen die Geißeln abwerfen. Durch die reichlichen Funde im Adriatischen Meere sowie durch die Erfahrung, daß Fixierung des frisch geschöpften Wassers mit 2—3 Proz. neutralem Formalin die Organismen am Abwerfen der Geißeln hindert, konnte gezeigt werden, daß alle Arten, sofern ihnen überhaupt Geißeln zukommen, zwei gleich lange und stets fadenförmige Flagellen besitzen. Doch fand ich ebenso wenig wie z. B. schon seinerzeit LOHMANN bei den Gattungen *Rabdosphaera* und *Discosphaera* diese Bewegungsorgane, wiewohl ich es an speziellen Beobachtungen nicht fehlen ließ. Meinen Aufenthalt in Neapel benützte ich nun neuerdings zur Klärung der Frage, ob es wirklich in dieser sonst so typischen Flagellatengruppe geißellose Gattungen gäbe. Diesen Nachweis führte ich in zweifacher Art.

1. Es wurde festgestellt, welche Arten in einem lebenden Zentrifugenfange stets mit, welche stets ohne Geißeln auftraten.

2. Durch Einwirkung von Jodalkohol.

Jodalkohol ist meines Erachtens das beste und zugleich einfachste Färbemittel für die Geißeln. Man braucht ja nur einen Tropfen desselben dem auf dem Objektträger befindlichen Fange zuzusetzen, wobei eine dunkle Braunfärbung der Geißeln sofort auftritt. Durch diese Parallelbeobachtung lebenden und mit Jodalkohol behandelten toten Materials ließ sich feststellen, daß bei *Rabdosphaera* und *Discosphaera* nie Geißeln festgestellt werden konnten. Diese Beobachtung deckt sich völlig mit meinen schon in der Adria gemachten Wahrnehmungen. Wahrscheinlich hat auch die von OSTENFELD im westlichen Becken des Mittelmeeres entdeckte Gattung *Thorosphaera elegans*, die ich bis jetzt noch nicht sah, keine Geißeln und dasselbe glaube ich von dem im Adriatischen Meere gefundenen *Calcioconus vitreus* annehmen zu können.

So steht fest, daß innerhalb der außerordentlich einheitlich gebauten Gruppe der Coccolithophorales zwei Organisationstypen bestehen: die Flagellaten- und Protococcalen-Organisation. Dieses Vorkommen ist deswegen besonders interessant, weil der Zusammenhang der geißellosen und geißeltragenden Gattungen zellmorphologisch klar gegeben ist, besonders durch den Besitz der Coccolithen, der beiden gleichgefärbten und gleichgebauten Chromatophoren, so daß an abgeleitete Arten oder an eine Konvergenzerscheinung nicht gedacht werden kann. Damit präsentieren die Kalkgeißler ein schönes Beispiel für das direkte Übergehen der Flagellaten in die Protococcalen-Organisation.

Es taucht nun die Frage auf, wie die Vermehrung dieser geißellosen Gattungen vor sich geht, ob sporogam oder autogam, um den Abstand zu erkennen, den sie gegenüber flagellären Gattungen erreicht haben. Bei autogamer Fortpflanzung wäre dieser jedenfalls bedeutend. Meine daraufhin gerichteten Bemühungen blieben bis jetzt erfolglos. Der Herbst ist für solche Nachforschungen wahrscheinlich die günstige Zeit, weil die beiden Gattungen wenigstens in der Adria reichlich auftreten. Da ich bei *Rabdosphaera*-Arten oft leere Zellen traf, bei denen manchmal eine kleinere oder größere spaltförmige Öffnung sichtbar war (siehe SCHILLER 1925 *Rabdosphaera multistylis* Taf. 4 Fig. 41), nehme ich an, daß die protococcalen wie die geißeltragenden Gattungen sporogam sein dürften.

Vor kurzem hat PASCHER <sup>1)</sup> über die Wege der morphologischen Entwicklung der Flagellaten zu Algen berichtet und darauf verwiesen, daß bei den einzelligen Flagellatenreihen entweder über die zarte ruhende Zelle, oder über die bereits weitgehend modifizierte aus der zartwandigen Ruhezelle hervorgegangene Dauerzelle der Übergang vom Flagellaten zur einzelligen Alge stattfindet. Nun kennen wir bei den Coccolithophoraceen weder zarte ruhende noch dickwandige Dauerzellen. Solange dies der Fall ist, müssen wir annehmen, daß jene geißellosen Gattungen nicht über ein Ruhestadium, sondern direkt aus dem aktiven Flagellatenstadium einfach durch Verlust des lokomotorischen Apparates in das Algenstadium gelangten. Es kommt somit dieser Vorgang zu den beiden oben angeführten von PASCHER erkannten Wegen als dritter hinzu, dem sich gewiß noch andere anreihen lassen werden.

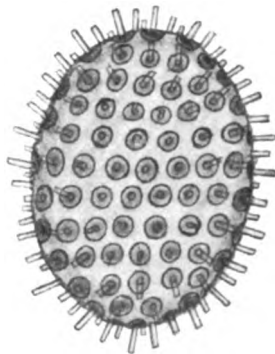
III. Systematische Bemerkungen. In meiner ausführlichen Arbeit 1925 wies ich darauf hin, daß trotz der in der Adria aufgefundenen zahlreichen neuen Coccolithophoraceen viele unbekannte Formen noch existieren werden. Das fand ich denn auch gleich bei Durchsicht der ersten Zentrifugensedimente bestätigt, darin eine große auffällige Form auftrat, die mit dunkel gefärbten Coccolithen dicht bedeckt war und keine Geißeln zeigte. Aus diesem Grunde lediglich achtete ich auf diese Form und gebe hier die Diagnose an:

*Rhabdosphaera nigra* spec. nov.

Testa oviformis, obscura, oblecta coccolithis rotundis bacillum verisimile quadriangulum ferentibus. Coccolithi 1,5—2  $\mu$  in diametro, bacilli 1—2  $\mu$  longi, testa 20—24 longa, 14—16  $\mu$  lata. Cellula tota chromatophoris magnis verisimile duobus flavo-bruneis colorata. Flagella desunt.

Textfig. G. *Rhabdosphaera nigra* spec. nov.  
Vergr. 1800  $\times$ . Schalenzeichnung nach dem Leben.

Schale eiförmig, bedeckt mit dunkel gefärbten, freie Zwischenräume lassenden Coccolithen, die rundlich und 1,5—2  $\mu$  groß sind. In ihrer Mitte erhebt sich ein 2—2,5  $\mu$  langer wahrscheinlich vierkantiger



Textfig. G.

<sup>1)</sup> PASCHER, A.: Über die morphologische Entwicklung der Flagellaten zu Algen (Ber. d. D. bot. Ges. 1924 Bd. 42 p. 148).

Fortsatz; durch die dunkle Schale erkennt man die braungelb gefärbten und fast die ganze Schalenfläche einnehmenden Chromatophoren, die dem ganzen Zellinhalte ein gelbbraunes Aussehen geben. Geißeln fehlen. Länge 20—24  $\mu$ , Breite der Zellen 14—16  $\mu$ .

Gefunden im Golf von Neapel, in Tiefen bis 15 m, April 1925.

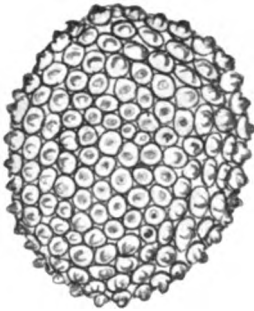
*Acanthoica lithostratos* spec. nov.

Testa oviformis, densissime obtecta coccolithis rotundis, umbonem ferentibus, chromatophoris binis, flavis, flagellis binis, cellula longioribus, tenerrimis.

Longit. 26—30  $\mu$ , lat. 22—25  $\mu$ .

Schale eiförmig, mit runden, gebuckelten Coccolithen dicht bedeckt, die sich berühren und nur selten freie Zwischenräume lassen.

Textfig. H. *Acanthoica lithostratos* spec. nov.  
Schalenzeichnung nach dem Leben. Vergr. 1200 $\times$ .



Textfig. H.

Chromatophoren gelbbraun, Geißeln 2, weit länger als die Schale. Schalendurchmesser 26—30  $\mu$ , 22—25  $\mu$  breit.

Gefunden im Golf von Neapel, bis 15 m Tiefe, April 1925.

Schon während der Challenger-Expedition 1852 erkannte HUXLEY richtig den pflanzlichen Charakter der Kalkgeißler, der in der Folgezeit auch nicht angezweifelt wurde. Trotzdem wurden die Namen mit für tierische Organismen bestimmten Endigungen gebraucht, Coccolithophoridae (LOHMANN 1902) Coccolithophoridales (SCHUSSNIG 1925), wiewohl diese Endigungen für tierische Organismen nach den Nomenklaturregeln reserviert sind. Auch ich habe in meinen früheren Arbeiten jene Bezeichnung gebraucht, da sie durch die LOHMANN'schen Arbeiten den Interessenten sozusagen in Fleisch und Blut übergegangen sind. In dieser Mitteilung halte ich jedoch die richtige Bezeichnung Coccolithophoraceae ein. In meiner Arbeit 1925 habe ich auch den neuen Namen Calciomonaden (infolge Druckfehlers Calciomonaden) und das deutsche Wort Kalkgeißler gebraucht und zwar hauptsächlich aus stilistischen Bedürfnissen, weil die oftmalige Anwendung des Namens „Coccolithophoriden“ in der Diktion auf die Dauer unerträglich wirkt. Es lag mir also fern damit einen „regelrechten“ nomenklatorischen

Ausdruck einzuführen, vielmehr soll nur eine sprachliche Abwechslung möglich gemacht werden, etwa wie bei den Bacillariaceen die Namen Diatomeen und Kieselalgen im Gebrauch sind.

### Zusammenfassung.

1. An der Zoologischen Station in Neapel gelang zum ersten Male die Kultur von Coccolithophoraceen in Glasschalen mit 350 ccm Seewasser, dem alkalisch reagierende KNOP'sche Nährsalzlösung und Pulver von *Corallina officinalis* zugesetzt war. Das Wasser reagierte stets schwach alkalisch. Agarkulturen blieben erfolglos.

2. Die Vermehrung der beobachteten Kalkgeißler erfolgte a) durch Teilung des Protoplasten und Ausbildung von zwei gleichgroßen, nackten Schwärmsporen, die bereits in der Mutterschale beweglich werden und durch eine gebildete bzw. vorhandene Öffnung (Geißelöffnung) ohne Coccolithen ins Freie gelangen.

Dieselbe Art der Fortpflanzung beschreibt eben R. CHODAT <sup>1)</sup> und A. RODRIGUEZ für die von ihnen in Süßwassertümpeln der Umgebung von Genf entdeckte erste Coccolithophoracee des süßen Wassers.

b) Durch Ausbildung von zwei ungleichgroßen Schwärmsporen, davon die größere im Muttergehäuse verbleibt, die kleinere aber nackt ausschwärmt.

c) Durch Entstehung von 16 Schwärmsporen, die in der Mutterzelle beweglich werden, ausschwärmen und wahrscheinlich copulieren. Diesfalls wären es Isogameten.

3. Im Anschluß an die Fortpflanzungsverhältnisse bei den Coccolithophoraceen weist Verf. auf analoge Verhältnisse bei *Dinobryon* hin und teilt eine 1923 gemachte Beobachtung mit, derzufolge die gebildeten beiden Tochterzellen aus den Gehäusen fast aller Kolonien im Laufe zweier Tage massenhaft ausschwärmten und dabei zahlreich im Laufe des Vormittags copulierten. Beobachtet bei *Dinobryon sertularia* am 17. VI. 1923.

4. Bei den Coccolithophoraceen gibt es zwei Organisationen: die Flagellaten- und Protococcale(Algen-)Organisation; denn es steht nun fest, daß wenigstens bei den Gattungen *Rhabdosphaera* und *Thorosphaera* im vegetativen Stadium Geißeln nicht vorkommen. Die Entwicklung des Flagellaten zur Alge geht hier nicht über

<sup>1)</sup> Sur une Coccolithophoridée d'eau douce. Compt. rend. de séances d. l. soc. de physique et d'histoire naturelle de Genève 1925 T. 42 No. 1, 11.



eine ruhende Zelle (Cyste), wie dies PASCHER für andere Flagellaten zeigte, sondern direkt ohne weitere morphologische Änderungen einfach durch Verlust der lokomotorischen Organe vor sich.

5. Im systematischen (III. Teil) der Arbeit werden die beiden neuen Arten *Rhabdosphaera nigra* und *Acanthoica lithostratos* aus dem Golf von Neapel beschrieben und gesagt, daß an Stelle des bisherigen von LOHMANN 1902 eingeführten Namens Coccolithophoridae der Name Coccolithophoraceae zu treten habe, da damit pflanzliche Organismen bezeichnet werden sollen, für die die Endigung -aceae eingeführt ist.

---

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus der Biologischen Station Lunz, Nieder-Österreich.)

## **Über Chromatophoren und Pyrenoide bei Peridineen.**

Von  
**Lothar Geitler** (Wien).

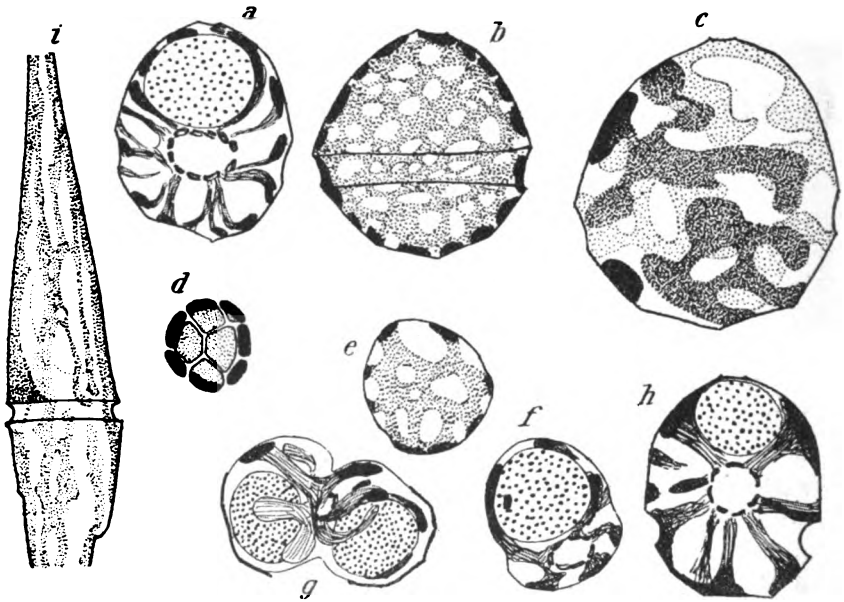
(Hierzu 1 Textfigur.)

Die Chromatophoren höherer Peridineen wurden bisher als kleine Scheibchen oder spindelförmige Gebilde geschildert. Über das Vorkommen von Pyrenoiden fehlen Angaben. In Wirklichkeit gibt es *Peridinium*-Arten, die anders gebaute Chromatophoren und Pyrenoide besitzen. Solche Formen sah ich mehrmals in Lunz und zwar in den schwimmenden Moorwiesen des Obersees und in Warmhaus- und Kalthausbecken der Biologischen Station. Bei weiterem Suchen wird sich vermutlich herausstellen, daß der im folgenden geschilderte Bau bei Peridineen weiter verbreitet ist und bisher wegen der Undurchsichtigkeit der Objekte bloß nicht beachtet wurde.

Der Chromatophor besteht aus einer großen Zahl von Lappen, die von einem Punkt ausstrahlen, sich an der Peripherie der Zelle umlegen und mehr oder weniger miteinander anastomosieren, so daß ein Gitter entsteht. Die Zellen bieten daher ein ganz verschiedenes Bild bei optischer Einstellung auf die Mitte (Fig. a, f, h) und auf die Oberfläche der Zelle (Fig. b, e) Die Maschen des peripheren Netzes sind bald eng (Fig. b), bald weit (Fig. e); das Verhalten schwankt innerhalb gewisser Grenzen von Individuum zu Individuum. Der durch die Assimilate der Zelle nicht immer deutliche Bau des Chromatophors wird oft beim Absterben der Zellen bei Beobachtung unter dem Deckglas gut wahrnehmbar (Fig. c), manchmal auch bei

der Zellteilung (Fig. g). Doch ist der Chromatophor immer etwas verändert.

In dem Punkt, von dem aus die Chromatophorenteile ausstrahlen, liegt ein Pyrenoid. Es ist im Leben an etwas durchsichtigen Zellen leicht kenntlich, wird bei Jodfärbung infolge seiner Stärkehülle aber noch deutlicher. Mit Kernfarbstoffen färbt es sich intensiv, mit MILLON's Reagens gibt sein Kern positive Reaktion. Es teilt sich durch einfache Durchschnürung.



a *Peridinium* sp. im optischen Durchschnitt; b, c *Peridinium* sp., b Oberflächenbild eines gesunden, c eines geschädigten Individuums, d Stärkeschale des Pyrenoids; e—f *Peridinium* sp., e Oberflächenbild, f optischer Durchschnitt, g Teilung; h *Peridinium umbonatum* var. *inaequale* im optischen Durchschnitt; i *Ceratium fusus*, Oberflächenbild. In allen Fig. sind die Panzerplatten nicht eingezeichnet.

Kerne grob punktiert.

Die Stärkehülle besteht aus zahlreichen kleinen, polygonal abgeplatteten Scheibchen (Fig. d). Sie scheinen dem Eiweißkern dicht aufzusitzen, wie dies etwa bei Chlorophyceen oder Desmidiaceen der Fall ist. Ob dies wirklich so ist, konnte ich nicht entscheiden. Da bei den Peridineen die Stärke nicht im Chromatophor, sondern wie bei den Florideen, Bangiaceen und Cryptomonaden neben ihm gebildet wird, bestehen zwei Möglichkeiten der Pyrenoidstärkebildung: entweder liegt das Pyrenoid im Chromatophor, dann wird die

Pyrenoidstärke in seiner Nähe, aber durch den Chromatophor getrennt, gebildet; oder die Stärke sitzt dem Pyrenoid unmittelbar auf, dann liegt das ganze Pyrenoid außerhalb des Chromatophors. Diese letztere Möglichkeit ist bei den Cryptomonaden, die erstere bei manchen Bangiaceen realisiert. Diese besitzen oft sternförmige Chromatophoren, in deren Zentrum das Pyrenoid liegt; hier ist aber der Chromatophor oft so dünn, daß die Stärke direkt dem Pyrenoidkern anzuliegen scheint<sup>1)</sup>. Die schwere Auflösbarkeit der Details sowohl an lebenden wie an künstlich gefärbten Individuen erlaubt keine sichere Entscheidung, welche Möglichkeit bei den Peridineen verwirklicht ist. Ich halte es aber für wahrscheinlich, daß das Pyrenoid im Cytoplasma liegt und daß die radiären Chromatophorenteile am Pyrenoid endigen, daß sie also nur an der Peripherie der Zelle miteinander zusammenhängen. Dafür spricht, daß die Stärke immer ganz dicht dem Eiweißkern aufsitzt, daß sich also niemals ein noch so feiner Chromatophorteil erkennen läßt, wie das nach den Befunden an Bangiaceen zu erwarten wäre. Es würde also derselbe Typus wie bei den Cryptomonaden vorliegen.

Nicht uninteressant ist es, daß ähnlich gebaute Chromatophoren auch vorkommen, ohne daß ein Pyrenoid vorhanden ist. Dies ist der Fall bei *Ceratium fusus* (Fig. i), wo ebenfalls peripher ein Gitter erscheint, welches — entsprechend der Längenausdehnung der Zellen — ganz so wie bei *Oedogonium* in die Länge gezogen ist. Bemerkenswert ist, daß andere Arten derselben Gattung (*C. hirundinella*, *cornutum*, *tripos*) typische Scheibchen besitzen.

Erwähnt sei, daß bei den beobachteten *Peridinium*-Arten gelegentlich der Chromatophor zerfallen kann. Diese Erscheinung ist auch von anderen Algen bekannt (z. B. von *Trentepohlia*). Bei den Peridineen ist dadurch die radiale Anordnung der Chromatophorenscheibchen erklärbar, wie sie besonders deutlich z. B. an *Gymnodinium fuscum* sichtbar ist. Ich glaube nicht, daß die Chromatophoren bei diesen Formen in radiären Reihen liegen, weil die Trichocysten so liegen, sondern daß umgekehrt die Trichocysten zwangsweise zwischen den Armen des sternförmigen Chromatophor, bzw. den Reihen der aus ihm entstandenen Scheibchen, stehen. Doch ist das nur eine Annahme.

Was die Namen der Arten, bei denen ich den geschilderten Bau

<sup>1)</sup> Dieses Verhalten zeigt z. B. *Asterocytis (Allogonium) smaragdina*. Vgl. die Abb. in GEITLER: Über einige wenig bekannte Süßwasserorganismen mit roten oder blaugrünen Chromatophoren. Revue algologique 1924, und Fig. 2—2b in PASCHER'S Süßwasserflora, Heft 11.

beobachtete, anlangt, so kann ich bloß einen einzigen mitteilen. Nur *Peridinium umbonatum* var. *inaequale* war mit Sicherheit zu bestimmen. Die übrigen vier Arten „gingen“ beim Bestimmen nicht „aus“. Es handelte sich durchwegs um Vertreter der Sektion *Poroperidinium*. Eine Form fand ich zusammen mit *P. umbonatum* var. *inaequale* in den schwimmenden Moorwiesen des Obersees bei Lunz (Fig. a), eine Form in einem Warmhausbecken (Fig. b, c) und zwei Formen in einem Kalthausbecken der Biologischen Station. Davon ist die eine durch ihre geringe Größe (12  $\mu$  lang) und durch die sehr undeutliche Tafelung auffallend (Fig. e—g). Im ganzen sind dies also fünf Arten.

Die fehlenden Namen und wahrscheinlich noch andere wird man erfahren, wenn die Peridineen-Systematiker auch dem Bau des Chromatophors ihre Aufmerksamkeit schenken werden.

---

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

## Über die Bedeutung der Variabilität in der Gattung *Closterium* NITZSCH.

Von  
N. N. Woronichin.

---

Die Frage über die Bedeutung der Variabilität der Zellform bei den Desmidiaceen ist schon vielfach in der algologischen Literatur erörtert worden. Ich weise auf die Arbeiten von JACOBSEN <sup>1)</sup>, SCHMIDLE <sup>2)</sup>, BORGE <sup>3)</sup>, DUCELLIER <sup>4)</sup> hin, welche die Erscheinungen teils individueller, teils kollektiver Variabilität in dieser Algenfamilie behandeln. Besondere Aufmerksamkeit verdienen die Untersuchungen von KLEBS <sup>5)</sup>. Bei der Erforschung der Desmidiaceenflora Ostpreußens traf dieser Autor auf eine besondere Vielgestaltigkeit der Formen und kam zur Überzeugung von dem Bestehen bei den Desmidiaceen einer unbedeutenden Anzahl der Grundformen, welche übrigens dank ihrem äußersten Variabilitätsvermögen imstande sind, eine große Anzahl von Variationen zu bilden. Die Formen, die unter sich durch nahe Verwandtschaft verbunden sind, gruppiert KLEBS in

---

<sup>1)</sup> JACOBSEN, M.: Aperçu systématique et critique sur les Desmidiacees du Danemark. Bot. Tidskr. Bd. 4 1874—76 p. 143.

<sup>2)</sup> SCHMIDLE, W.: Über die individuelle Variabilität einer Cosmarium-Species. Hedwigia 1893 Bd. 32 p. 115.

<sup>3)</sup> BORGE, O.: Über die Variabilität der Desmidiaceen. Öfvers. og Kngl. Vetensk. Akad. Förhandl. 1896 p. 289.

<sup>4)</sup> DUCELLIER, F.: Eine Reihe von Artikeln im Bull. Soc. Botan. de Genève 2. sér. 1914—1918.

<sup>5)</sup> KLEBS, G.: Über die Formen einiger Gattungen der Desmidiaceen Ostpreußens. Schrift. der Phys.-Ökon. Gesellschaft zu Königsberg 1879 Bd. 10 p. 1. Königsberg 1880.

große Formenkreise, innerhalb deren diese Formen in Reihen eingeteilt werden: die Variationsreihen von KLEBS; die Glieder der letzteren entstehen eines aus dem anderen und stellen eine folgerichtige Stufenentwicklung dieser oder jener morphologischen Merkmale dar. Die einzelnen Stufen der Variationsreihen können ihrerseits als Ausgangspunkte für die neuen Reihen gelten, einen schwer entwirrbaren Knäuel der verschiedenen Variationen bildend. Übrigens ist KLEBS der Meinung, daß die Frage von den Grenzen der Arten in der Familie der Desmidiaceen bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse nicht mit absoluter Bestimmtheit gelöst werden kann. KLEBS entgegengesetzt behauptet G. WEST<sup>1)</sup>, daß die Mehrzahl der bekannten Formen der Desmidiaceen, obgleich noch zueinander stehend, gut begrenzte Arten darstellen, die übrigens zuweilen unbeständige Variationen bilden, hervorgerufen durch zufällige zeitweilige Ursachen.

Die Untersuchungen von DUCELLIER<sup>2)</sup> der Schweizer Desmidiaceen stellen zweierlei Arten von Variationen in dieser Algengruppe fest: die eine den Typus der Modifikationen, welche übrigens beständig sind in bestimmten physikalisch-chemischen Bedingungen des Milieus, die andere den Typus der Gruppenvariationen, welche zur Bildung von nahen, aber sich trotzdem voneinander unterscheidenden konstanten „Varietäten“ führen, die eine fast ununterbrochene Reihe der Formen von einem „klassischen Typus“ zum anderen bilden.

Die Erforschung der transkaukasischen Arten der Gattung *Closterium* hat meine Aufmerksamkeit auf drei Komplexe der Formen gelenkt, die sich um folgende drei Typen gruppieren: *Closterium spetzbergense* BORGE, *Cl. lanceolatum* Ktz. und *Cl. moniliferum* EHRBG. Die Exemplare der transkaukasischen *Cl. spetzbergense* BORGE entsprechen vollständig der Originaldiagnose dieser Art; ohne die Beschreibung derselben anzuführen, weise ich nur auf einige ihrer Merkmale, die von Interesse zu weiteren Erörterungen sind, hin. Die Größe der Zellen erreicht  $281 \times 36,3 - 42,9 \mu$  (6,5—7,7 : 1), in jeder Halbzelle waren zu je 6—8 Pyrenoide in einer Reihe, die Enden der Zellen fast abgestutzt, 6,5  $\mu$  breit, die Zellmembran farblos, glatt, mit deutlich sichtbarer Suture. Im wesentlichen unterscheidet sich diese Art von *Cl. acerosum* EHRBG. nur durch die geringere Länge der Zellen, und im Zusammenhang damit auch durch eine kleinere Anzahl von Pyrenoiden. Noch näher zu dem

<sup>1)</sup> WEST, G.: On Variation in the Desmidiaceae and its Bearings on their Classification. The Journ. of the Linn. Soc. Bot. 1898—1900 Vol. 34 p. 406.

<sup>2)</sup> DUCELLIER, F.: l. c.

*Cl. acerosum* EHRBG. ist eine andere Form meiner Sammlung, welche ich als *Cl. subspetzbergense* mihi<sup>1)</sup> bezeichne. Vom *Cl. spetzbergense* unterscheidet sie sich nur durch eine leichte Wölbung des Bauchrandes, 7—12 (selten 6) Pyrenoide und durch die Größe der Zellen bei typischen Exemplaren:  $280-344 \times 40-52,8 \mu$  (5,4—9,8:1). Diese Form ist schon schwer von *Cl. acerosum* EHRBG. zu unterscheiden, und diese Ähnlichkeit wird noch vergrößert durch die Fähigkeit des *Cl. subspetzbergense*, Formen mit farbloser oder gefärbter Zellmembran, die mit einer Skulptur aus verstreuten oder streifenweise gelagerten Punkten versehen ist, zu bilden, was charakteristisch für *Cl. acerosum* EHRBG. ist. Möglich, daß sich hierher ein Teil der kleineren Formen bezieht, die gewöhnlich zu *Cl. acerosum* EHRBG.<sup>2)</sup> gerechnet werden.

Das typische *Cl. acerosum* EHRBG. wiederholt in der Gestalt der Zelle die vorhergehende Art, ist aber mehr ausgedehnt. Die Größe der Zellen schwankte in den transkaukasischen Exemplaren von  $453-593,5 \times 39,6-56 \mu$ , bei der Proportion 9,5—13,7:1; selten traf man Exemplare von  $409 \times 60 \mu$ , bei der Proportion 6,8:1, aber mit zahlreichen (20) Pyrenoiden, charakteristisch für *Cl. acerosum*. Während das Verhältnis der Länge zur Breite der Zellen dem in der Monographie von W. und G. WEST angeführten gleich bleibt, unterscheidet sich das transkaukasische *Cl. acerosum* EHRBG. von ihrer Beschreibung durch größere Dimensionen der Zellen und gewöhnlich auch durch eine größere Zahl der Pyrenoide (8—20). Mit diesen Merkmalen versehen nehmen sie eine Mittelstellung zwischen *Cl. acerosum* EHRBG. in der Beschreibung von W. u. G. WEST und var. *elongatum* BRÉB. (resp. *Cl. elongatum* (BRÉB.) ELENK.<sup>3)</sup>) ein, indem sie sowohl nach der einen als auch nach der anderen Richtung transgressieren. Die transkaukasischen *Cl. elongatum* ELENK., die der Zellform nach dem typischen *Closterium acerosum* EHRBG. entsprechen, besitzen jedoch größere und ausgedehntere Zellen von  $620-860 \times 40-56 \mu$  (14,5—21,5:1) und 16—20 Pyrenoide in der Halbzelle.

Im allgemeinen, angefangen von *Cl. spetzbergense* BORGE, erhalten wir durch oben angeführte Formen eine ununterbrochene transgressive

<sup>1)</sup> Die lateinischen Diagnosen der in diesem Artikel beschriebenen *Closterium*-Arten sind in meiner Arbeit: *Algae nonnullae novae e Caucaso V. Notulae systemat. ex Inst. Cryptog. Horti Botan. Reipub. Rossicae 1924* Vol. 3 p. 84 angeführt.

<sup>2)</sup> Vergl. z. B. COMÈRE, J.: *Les Desmidiées de France*, Paris 1901 p. 67.

<sup>3)</sup> ELENKIN, A.: *Note sur l'importance de quelques particularités anatomiques dans la membrane cellulaire du Closterium pour le système de ce genre*. *Bull. du Jard. Bot. de Pierre le Grand* 1915 T. 15 p. 284.



Reihe von Formen, die mit *Cl. elongatum* ELENK. endigen und durch die allmähliche Vergrößerung der Zellenlänge charakteristisch sind, was wiederum eine Vergrößerung der Zahl der Pyrenoide hervorruft, die ihre Achsenstellung behalten.

Den Ausgangspunkt der zweiten Reihe bildet *Closterium lanceolatum* KRZ. Ich muß übrigens hinzufügen, daß ich vollständig typische Formen dieser Art, welche mit der Beschreibung von W. u. G. WEST übereinstimmen, in Transkaukasien nicht angetroffen habe, und vielleicht es wäre besser, die transkaukasischen Exemplare dieser Art als eine besondere „Art“ *Cl. lanceolatoides* mihi abzusondern. Diese Formen sind charakterisiert durch gerade Zellen, die sich nach den Enden zu verzüngen, mit konvexen Rändern, von denen der Bauchrand weniger gewölbt und manchmal in seiner Mitte fast gerade, nur zu den Enden der Zelle ein wenig zurückgezogen ist. Die Enden der Zellen sind stumpf abgerundet, fast abgestutzt, 6,6—10  $\mu$  breit, die Zellmembran ist farblos, glatt, die Suture nicht bemerkbar. Die Größe der Zellen beträgt 384—578,5  $\times$  50,5—75,9  $\mu$  (gewöhnliche Proportion: 7,3—8,8:1). (8)—10—11 Pyrenoide in der Halbzelle in einer Reihe längs der Achsenlinie. Die Gestalt der Zellen und ihrer Enden stimmen vollständig bei den transkaukasischen Exemplaren mit der Fig. 10 Tabelle XVIII in der Monographie von W. u. G. WEST überein, aber der Größe nach übersteigen sie die Angaben der Diagnose dieser letzteren. Nahe zu erwähnter steht eine andere Form, die ich *Cl. sublanceolatum* mihi nenne. Der Zellgestalt nach entspricht sie vollkommen der bereits beschriebenen, die Größenangaben sind ihr gleich (353)—405—515  $\times$  62,4—70  $\mu$ , beachtenswert aber ist die geringere Amplitude der Schwankungen hinsichtlich der Dicke der Zellen und die Verschiebung der ganzen Amplitude zum Maximum. Eine Eigentümlichkeit dieser Form sind ihre Pyrenoide, die zahlreich und ordnungslos zerstreut, jedoch die Achsenstellung beibehalten, indem sie eine schwach angedeutete Achsenreihe von 10—12 Pyrenoiden bilden.

Eine zu den zwei obigen Arten nahestehende Form zeigt *Closterium affine* GAY, wo die Pyrenoide schon völlig ordnungslos liegen. Identisch mit obenerwähnten Formen der Gestalt nach unterscheidet sich *Cl. affine* GAY von *Cl. lunula* NITZSCH durch seine geraden, stumpfen, fast abgestutzten Enden (7)—10  $\mu$  breit, und durch geringere Dimensionen der Zellen, 368—421,7  $\times$  46,2—69  $\mu$ .

Dieses *Cl. lunula* NITZSCH bildet das letzte Glied in der oben-erwähnten Reihe. Im allgemeinen stimmt es mit der Diagnose von

W. u. G. WEST überein und unterscheidet sich von ihr auch durch seine geraden Enden, nur  $10\ \mu$ , seltener  $18\text{--}23\ \mu$  breit. Die Größe der Zellen beträgt  $421\text{--}665 \times 64\text{--}87\ \mu$  (gewöhnliche Proportion:  $5\text{--}8,7 : 1$ ).

Die Evolution dieser Reihe äußert sich in der allmählichen Vergrößerung der Zelldimensionen, anfänglich durch die Verschiebung der Amplitude der Schwankungen hinsichtlich der Dicke der Zellen in der Richtung des Maximum, und dann durch absolute Vergrößerung der Dicke, was die Verlängerung der Zelle nach sich zieht. Im Zusammenhang damit steht auch die Vergrößerung der Pyrenoidenzahl, welche hierbei allmählich ihre Achsenstellung verlieren und sich über das ganze Chromatophor zerstreuen. Die dritte Formenreihe hat als Ausgangsart *Closterium moniliferum* EHRBG. Die transkaukasischen Exemplare dieser Art entsprechen vollkommen der Diagnose W. u. G. WEST. Die Größe der Zellen beträgt  $(202)\text{--}250\text{--}296,7 \times (39,6)\text{--}43\text{--}52$  ( $59\ \mu$ ), nur an zwei Orten in der Lenkoranschen Tiefebene fand ich Formen, die in der Dicke der Zellen, welche  $52\text{--}69,3\ \mu$  erreichte, von der typischen Art abweichen, wodurch das Verhältnis der Länge zur Dicke der Zellen auf  $3,4\text{--}4 : 1$  fiel.

In einem Falle fand ich zusammen mit *Cl. moniliferum* EHRBG., gewöhnlich aber unabhängig von ihm, eine Form, welche ihrer Gestalt nach vollständig dieser Art gleich kam, aber sich von ihr durch folgende Eigentümlichkeiten auszeichnete. Die Zellenenden sind gewöhnlich breiter,  $6,6\text{--}9,9\ \mu$ , die Dicke der Zellen schwankt in den Dimensionen des *Cl. moniliferum*, aber nicht selten übersteigt sie das Maximum und erreicht  $43\text{--}69,3\ \mu$ ; bei der Länge der Zellen von  $234\text{--}297\ \mu$  ergibt es die Proportion  $4,2\text{--}4,7$  (selten  $6\text{--}7,7 : 1$ ). Die Zahl der Pyrenoide vergrößert sich und erreicht  $(6)\text{--}8\text{--}11$  in der Halbzelle, sie liegen in einer Reihe, einige jedoch treten aus der Achsenreihe hervor und zerstören dadurch ihre Regelmäßigkeit, in anderen Fällen gesellen sich zu den in der Achsenlinie liegenden noch zahlreiche kleinere Pyrenoide, die sich über das ganze Chromatophor zerstreuen. Die farblose Zellmembran wird gröber, wodurch die Sutura beständig bemerkbar ist. Solch eine Membran kann eine bräunlich-strohgelbe Färbung erhalten und zeitweise eine Strichskulptur aufweisen. Diese Form nenne ich *Cl. submoniliferum* mihi. Die von mir oben angeführten breiten Formen von *Cl. moniliferum* stellen einen Übergang zwischen den beiden „Arten“ dar. Wenn wir uns Zellen vorstellen von annähernd derselben Größe oder ein wenig länger,  $(268)\text{--}297\text{--}328 \times (46)\text{--}53\text{--}66\ \mu$ , mit geraderem und dennoch mit einer kleinen Wölbung versehenem Bauchrande,

mit breiten abgerundeten Enden, 10  $\mu$  breit, mit 6—10 achsenständigen Pyrenoiden in der Halbzelle, außerdem mit einer großen Zahl von Pyrenoiden, die ordnungslos über das Chromatophor zerstreut sind, von blaßbräunlicher, manchmal kaum gefärbter Membran, die mit deutlichen Längsstrichen (18—19 Strichen auf 10  $\mu$ ) bedeckt ist, und endlich mit gut ausgeprägter Sutura, so haben wir vor uns eine Form, die ich *Cl. submalinvernianum* mihi nenne. Der Übergang von ihr zur vorhergehenden Form ist klar, vom typischen *Cl. malinvernianum* DE NOT unterscheidet sich diese Art durch geringere Krümmung des Bauchrandes und durch die beständige Anwesenheit einer Achsenreihe von Pyrenoiden.

Von *Cl. submoniliferum*, ohne *Cl. submalinvernianum* zu berücksichtigen, gelangen wir zu *Cl. Ehrenbergii* MENEGH., das sich von ihm durch vollständig ordnungslose Verteilung der Pyrenoide und durch größere Dimensionen der Zellen unterscheidet, welche in den transkaukasischen Exemplaren eine Größe von (375)—468—500  $\times$  85,8—140,5  $\mu$  erreichen.

Im allgemeinen stellt die eben erörterte Gruppe der Arten eine fast gesetzmäßige transgressive Reihe der Formen dar, die eine Lücke (in den Größen der Länge) bloß zwischen *Cl. submalinvernianum* und *Cl. Ehrenbergii* bilden, die ausgefüllt wird, wenn man als Zwischenglied *Cl. malinvernianum* DE NOT einfügt.

Kehren wir zurück zu den ersten zwei Reihen der Arten, welche ihren Anfang von *Cl. spetzbergense* und *Cl. lanceolatum* nehmen. Die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen diesen Reihen ist klar. *Cl. lanceolatum* ist dasselbe *Cl. acerosum*, nur breiter, wodurch das Verhältnis der Länge zur Breite seiner Zellen bis 7—8,8:1 fällt. Dementsprechend sind die Zygosporien von *Cl. lanceolatum*, die im Typus denselben von *Cl. acerosum* gleich sind, in ihrem Durchmesser ein wenig breiter als die Zygosporien des letzteren. Die von mir festgestellte Verwandtschaft der Reihen wird noch deutlicher, wenn wir die von KLEBS beschriebenen Formen *Cl. lunula*, b. *coloratum* f $\beta$  und *Cl. lunula*, c. *sublanceolatum* f $\beta$  in Betracht ziehen, die sich von *Cl. spetzbergense* BORGE nur durch die Gestalt ihrer abgerundeten oder breit abgerundeten Enden unterscheiden.

Die Reihe *Cl. moniliferum*—*Cl. Ehrenbergii* steht ein wenig abseits von den eben erwähnten, obgleich man auch hier einige Formen, wie z. B. *Cl. galiciense* GUTW. oder *Cl. lunula*, var. *submoniliferum* KLEBS, finden kann, die mit den Reihen *Cl. spetzbergense* und *Cl. lanceolatum* eine Verwandtschaft andeuten.

Übrigens muß noch hervorgehoben werden, daß die Reihe *Cl. moniliferum*—*Cl. Ehrenbergii* sich von den zwei vorhergehenden auch durch den Charakter der Zygosporen (wo solche bekannt sind) unterscheidet, welche mit einer geschichteten Gallerthülle versehen sind, die bei den Vertretern der zwei ersten Reihen fehlt.

Versuchen wir jetzt zur Klärung der taxonomischen Bedeutung der Elemente der von uns festgestellten Reihen zu schreiten. Die Gruppen *Cl. spetzbergense*—*Cl. elongatum* und *Cl. lanceolatum*—*Cl. lunula* könnten wir als conspecies betrachten, die zwei Rassen (subspecies) enthalten, welche jedoch noch nicht scharf begrenzt und miteinander durch eine fortlaufende Kette von Übergangsformen verbunden sind. Wenn wir jedoch dem Begriff der Art und ihren Einteilungen eine morphologisch-geographische Bedeutung beilegen, so müssen wir uns von einer solchen Terminologie absagen, weil wir in den Reihen von *Closterium* Formen haben, die geographisch nicht getrennt sind, und oft nebeneinander in ein und derselben Gegend angetroffen werden. Es sind hier dieselben kleinen konstanten Formen der genetischen Verwandtschaft, welche BACHMANN<sup>1)</sup> bei *Ceratium*, CROW<sup>2)</sup> bei *Microcystis* beobachtet haben, und die CHODAT in seinen Kulturen von *Scenedesmus*<sup>3)</sup> nachgewiesen hat. Augenscheinlich, soweit wir es ohne Anwendung eines Experiments beurteilen können, haben wir es bei *Closterium* mit elementaren Arten oder Rassen (vgl. PATSCHOSKY<sup>4)</sup> zu tun, die sich in weiten Grenzen der LINNÉE-schen Arten gruppieren, welche vielleicht eine ganze Reihe von Formen umfassen, die schon als selbständige „Arten“<sup>5)</sup> beschrieben

<sup>1)</sup> BACHMANN, H.: Der Speziesbegriff. Verh. d. Schweiz. naturf. Ges. in Luzern. 88. Jahresvers. Luzern 1906 p. 195 ff.

<sup>2)</sup> CROW, W. B.: The taxonomy and variation of the genus *Microcystis* in Ceylon. The New Phytologist 1923 Vol. 22 p. 59.

<sup>3)</sup> CHODAT, R.: Monographie d'algues en culture pure. Berne, 1913 in *Materiaux pour la flore cryptogamique Suisse* T. 4 fasc. 2 p. 68, 71.

<sup>4)</sup> PATSCHOSKY, J.: Chersonskaja Flora I. Charkow 1914 p. VII.

<sup>5)</sup> Ich bringe in Erinnerung die Arbeiten von DE BARY (Spezies der Saprolegnien. Bot. Zeit. 1888 Bd. 46 p. 597) und MAURIZIO (Zur Entwicklungsgeschichte und Systematik der Saprolegnien. Flora 1894 Bd. 79 p. 109), die gezwungen waren, für die Arten bei den Saprolegnien sehr enge Grenzen anzuerkennen, ebenso die Arbeiten von WINOGRADSKY (Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bakterien, I, 1888 p. 24), der für die Gattungen *Beggiatoo* und *Thiothrix* eine Kette von unzähligen voneinander kaum unterscheidbaren konstanten Formen festgestellt hat. Zweifellos stießen auf gleiche Erscheinungen NITARDY (Zur Synonymie von *Pediastrum*. Beih. z. Bot. Zentralbl. 1914 Bd. 32 Abt. II p. 111) und MOROSOWA-WODJANITZKAJA (Umriß der Gattung *Pediastrum*. Trudy Kubano-Tschernomorskaja Krajevogo Nautschno-Issledovatel'skogo Instituta T. 11, Krasnodar 1923,

sind. Der Unterschied in den Ansichten vom Umfange der Arten war, wie mir scheint, auch der Grund zu Meinungsverschiedenheiten zwischen KLEBS und WEST. Wenn KLEBS augenscheinlich die Grenzen von LINNÉE'schen Arten suchte und sie nicht in dem von ihm erforschten Material der Desmidiaceen aufstellen konnte, so hatte WEST, möglicherweise vollständig unbewußt, überall die elementaren Arten im Auge, wodurch er den Umfang des Artenbegriffes sehr verengte.

Wenn wir die Elementarrassen bedingungsweise als die kleinste erbliche taxonomische Einheit, die wir mit Hilfe der morphologischen Untersuchungsmethode unterscheiden können, anerkennen, so stelle ich fest, daß in den Grenzen einiger Arten der Gattung *Closterium* und wahrscheinlich auch anderer Desmidiaceen diese Rassen in bestimmter Gesetzmäßigkeit sich verteilen, Formenreihen bildend, die eng untereinander verbunden sind und durch einige bestimmte Richtungen der Variabilität charakterisiert werden. Es scheint mir, daß es besser wäre zur Bezeichnung dieser Richtungen in monographischen Bearbeitungen den Ausdruck „directio“ zu verwenden, mit der Hinzufügung der Benennung der Form, die die höchste Stufe in der entsprechenden Richtung bildet; den einzelnen morphologisch zu unterscheidenden Entwicklungsstufen aber sollte die Benennung „gradatio“ beigelegt werden.

Wenn elementare Rassen der Algen, die man in ein und derselben Gegend nebeneinander, nicht selten in ein und demselben Gewässer antrifft, keine Bedeutung der geographischen Einheit haben können, so ist ihre Abhängigkeit von physikalisch-chemischen Eigenschaften der Gewässer, die die Entwicklung dieser oder jener Formen begünstigen, im höchsten Grade wahrscheinlich. Für die transkaukasischen Arten der Gattung *Closterium* war diese Abhängigkeit nicht scharf ausgeprägt, ist jedoch vorhanden. In der Formenreihe *Cl. spetzbergense*—*Cl. elongatum* traf man die ersten zwei Stufen hauptsächlich in der Umgebung von Tiflis an, und seltener in einigen Gewässern des Kreises Gori im Gouvernement Tiflis, *Cl. acerosum* ist vollständig in der Lenkoranschen Tiefebene vertreten, selten nur trifft man es in wenigen Exemplaren (einige Apperrationen der Rasse) in anderen Orten Transkaukasiens an, *Cl. elongatum* fand ich nur in der Lenkoranschen Tiefebene vor. Die zwei letzten Stufen der Reihe *Cl. lanceolatum*—*Cl. lunula*, und

p. 3), die übrigens geneigt ist, alle Arten der Gattung *Pediastrum* als Varietäten einer stark veränderlichen Art anzusehen.

auch *Cl. affine* GAY sind hauptsächlich in der Umgebung von Tiflis verbreitet, seltener in anderen Ortschaften des Kreises Gori im Gouvernement Tiflis, während ich *Cl. lanceolatum* nur in der Lenkoranschen Tiefebene und im Kreise Gori gesammelt habe. Die ganze Reihe *Cl. moniliferum*—*Cl. Ehrenbergii* ist hauptsächlich, und unter den Rassen dieser Reihe, *Cl. submalinvernianum* ausschließlich in der Lenkoranschen Tiefebene vertreten, niemals habe ich es in der Umgebung von Tiflis gefunden. Solch einen Charakter der Verbreitung dieser Elementarrassen der Gattung *Closterium* stelle ich mit dem Salzgehalt der Gewässer, in denen sie vegetieren, in Verbindung; für Tiflis ist der hohe Grad von Mineralisation der Gewässer in der Umgebung der Stadt festgestellt. Überhaupt scheint es mir, daß der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Elementarrassen dieser oder anderer Algenarten und den physikalisch-chemischen Bedingungen ihres Standortes größer ist, als man gewöhnlich annimmt, und das Vorhandensein gleicher morphologischer Formen in verschiedenen ökologischen Bedingungen zeugt entweder von unserem Unvermögen in kleinen morphologischen Merkmalen sich zurechtzufinden, oder von dem mehr oder weniger bedeutenden physiologischen Anpassungsvermögen einzelner Rassen, was zur Bildung von sekundären Rassen führen kann, die morphologisch identisch sind, physiologisch aber sich unterscheiden, gleich dem, was von ARTARI<sup>1)</sup> beschrieben worden ist.

Zweifellos ist, daß auch klimatische Faktoren nicht ohne Einfluß auf den Charakter der Verbreitung dieser Elementarrassen an der Erdoberfläche bleiben, die Bildung verschiedener Komplexe der Rassen in dementsprechend verschiedenen Gegenden begünstigend (vgl. z. B. die transkaukasischen Rassen mit den ostpreußischen Reihen der Gattung *Closterium* und mit den Komplexen der Formen vom Typus *Cl. lunula*, *Cl. malinvernianum* und *Cl. spetzbergense* in Finnland<sup>2)</sup>).

Es scheint mir, daß eine tiefere Detaillierung der morphologischen Beschreibungen und eine größere Zersplitterung der „klassischen Typen in „Elementarrassen zu einer allmählichen Ansammlung von Material für die Ausbildung der Areale der Elementarrassenkomplexe,

<sup>1)</sup> ARTARI, A.: Zur Frage der physiologischen Rassen einiger grünen Algen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1902 Bd. 20 p. 174.

<sup>2)</sup> GRÖNBLAD, R.: Finnländische Desmidiaceen aus Keuru. Acta Soc. Fauna et Flora Fennica 1920 Bd. 47 Nr. 4.

—: New Demids from Finland and Northern Russia. Ibid. 1921 Bd. 49 p. 7.

oder vielleicht ihrer isolierten Vertreter führen würde. Daher muß die detaillierte Beschreibung und Ikonographie der Rassen als unbedingte Aufgabe der einheimischen Algenflora betrachtet werden.

Die Desmidiaceen, die bei ihrer einfachen Organisation sich durch bedeutende Plastizität auszeichnen, liefern reiches Material für die Floristen, und schon WEST<sup>1)</sup> hat festgestellt, daß in dieser Familie mehr als bei anderen Gruppen von Süßwasseralgen sich eine bestimmte Gesetzmäßigkeit in ihrer Verbreitung auf der ganzen Erdoberfläche bemerkbar gemacht hat.

---

<sup>1)</sup> WEST, G.: *Algae*. Vol. I. in: *Cambridge Botanical Handbooks*, Cambridge 1916 p. 379.

Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.

## Über vegetative Conjugation bei *Mougeotia*.

Vorläufige Mitteilung

von

**Paul Magdeburg** (Leipzig-Gohlis).

(Hierzu 2 Textfiguren.)

---

Man beobachtet gelegentlich bei Zygnemaceen, insbesondere bei manchen *Mougeotia*-Arten, daß eine eingeleitete Conjugation nicht zu Ende geführt wird. Zunächst zeigen die zur Conjugation schreitenden Zellen durchaus normal die mehr oder weniger starke Knickung der conjugierenden Zellen und die Ausbildung schwacher Copulationsschläuche; häufig ist auch schon eine lokale Konzentration des Plasmas und des Chromatophors und eine Lageveränderung des Kernes zu erkennen. Die Membranteile der Zellen der conjugierenden Fäden bzw. deren angedeuteten Schlauchfortsätze treten zusammen, doch die Membranen der Brücke werden nicht aufgelöst, die Fäden bleiben längere Zeit so vereint, trennen sich dann wieder oder — was noch häufiger geschieht — die Fäden brechen an den Conjugationszellen auseinander.

Wohl im Zusammenhang mit dieser Erscheinung steht folgende, ebenfalls nicht zur Ausbildung einer Zygote führende Art der Conjugation. Das Algenmaterial (*Mougeotia pulchella* in Gesellschaft von *Spirogyra*, *Oedogonium* und *Gomphonema*) entstammte einem seichten, phanerogamenreichen Tümpel der Rheinebene bei Breisach, 27. April 1922. Die Zellen der *Mougeotia*-Fäden bilden hier außerordentlich deutliche Fortsätze, die paarweise aufeinander stoßen und die trennende Membran der Conjugationsbrücke auch auflösen. Zur Ausbildung einer Zygote aber kommt es nicht. Wohl findet



eine Vereinigung des Plasmas und auch der Chromatophoren der beiden Zellen statt, aber eine Kernfusion unterbleibt; selbst eine Annäherung der Kerne wurde in den seltensten Fällen beobachtet. Auch in der Membran der Brücke ist nicht die geringste Andeutung zu finden, die an die Bildung einer Zygotenmembran erinnerte. Der vegetative Charakter dieser Brücke prägt sich noch mehr aus, wenn sie später — wie es immer festgestellt werden konnte — stark in die Länge wächst. Sie nimmt dann vollkommen das Aus-

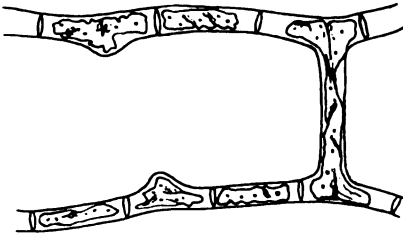


Fig. A.

sehen einer großen vegetativen Zelle an (Fig. A). Die beiden Chromatophoren haben sich anscheinend stets vereinigt. Die Enden dieser Conjugationszelle biegen zu beiden Seiten H-förmig in die conjugierenden Fäden ein, in die gelegentlich noch ein Teil des Chromatophors hineinragt. Die beiden Kerne liegen in

größerer Entfernung voneinander in der Conjugationszelle und haben durchaus normales Aussehen. Eine Ausbildung einer sekundären Quermembran in der Mitte des Conjugationsschlauches, die die beiden Kerne wieder je einer Zelle zuweisen würde, wurde niemals beobachtet. Dagegen treten nach starkem Längenwachstum der Brücke

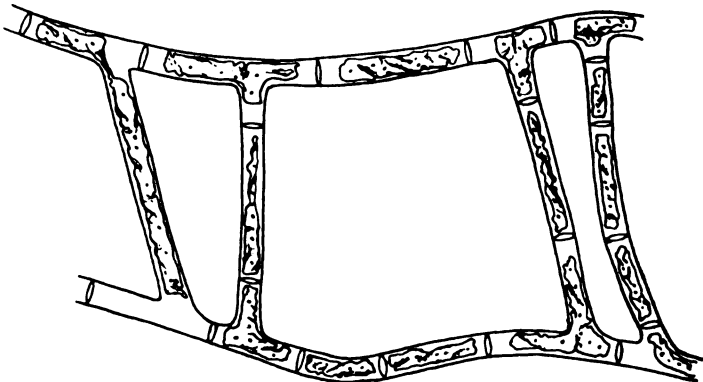


Fig. B.

zwei Querwände auf, die eine zentrale Zelle von der Größenordnung der meisten vegetativen Fadenzellen von zwei benachbarten T-förmigen Zellen abgegrenzt (Fig. B). In den letzteren findet sich eine kleine Chromatophorenplatte, die gelegentlich ganz aus dem Copulations-

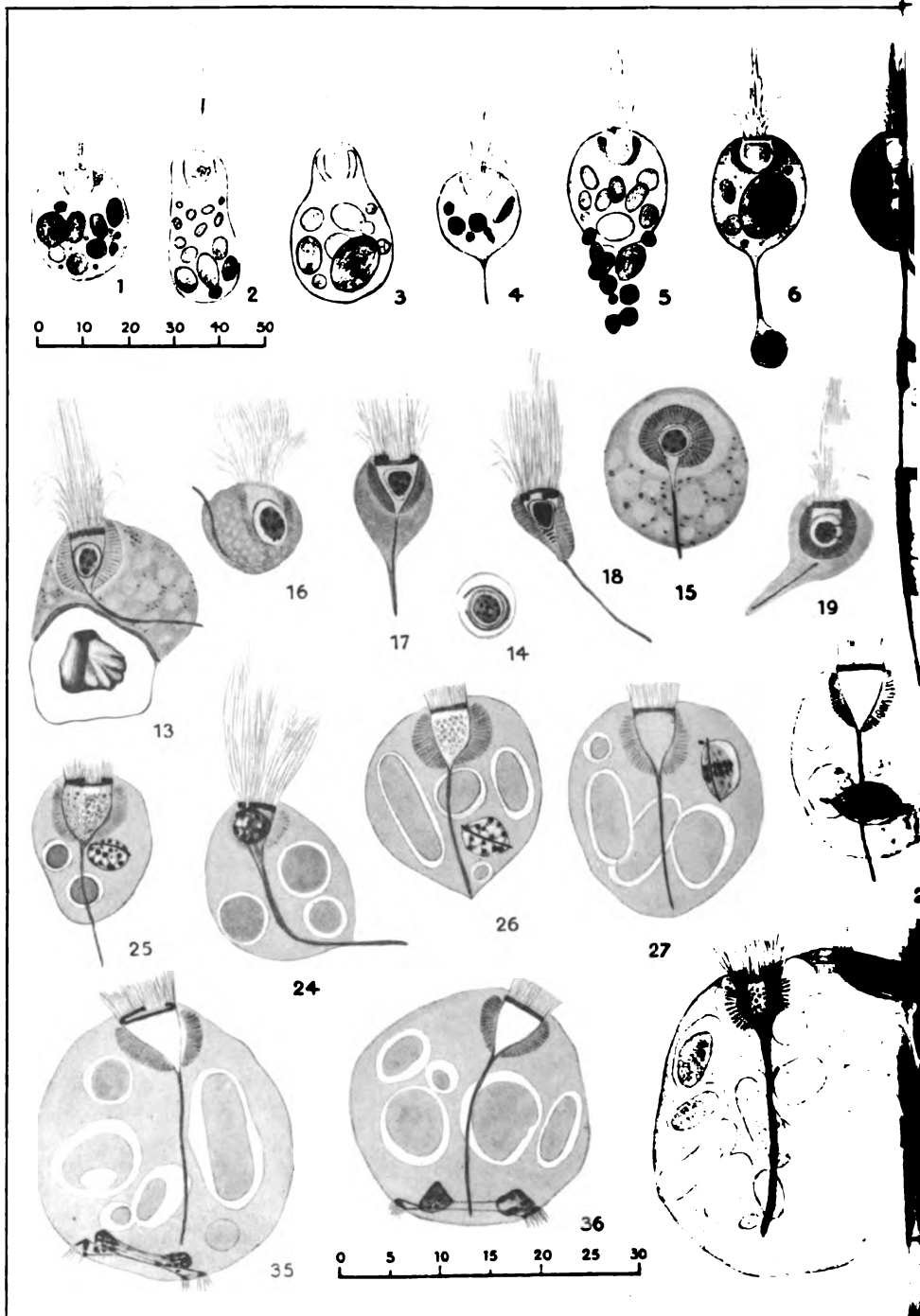
schlauch in das Fadenstück zurückwandert und in weiter fortgeschrittenen Stadien an Größe zugenommen hat. In der Nähe der Gabelung liegt ein Kern, das Plasma ist überall gleichmäßig verteilt. Die zentrale Zelle wird von Anfang an vollständig von dem Plattenchromatophor und dem Plasma erfüllt. Sie besitzt zwei Kerne, die bisweilen in der Nähe der Querwände liegen, in den meisten Fällen aber nach der Mitte zu gewandert sind. Diese zweikernige „vegetative Zygote“ erinnert an das Zweikernstadium der ascogenen Hyphen. Doch konnte ich niemals später eine Fusion der beiden Kerne beobachten. Dagegen können die beiden Kerne nochmals zu einer Teilung übergehen, so daß dann eine zentrale zweikernige Zelle und zwei benachbarte Zellen die Brücke bilden, an die sich links und rechts die T-Zellen des Fadens anschließen, die sich ihrerseits gelegentlich teilen können und so einem fünfzelligen Conjugationsschlauch vom Charakter eines kurzen *Mougeotia*-Fadens Entstehung geben. Die Teilung der beiden Kerne der zweikernigen Zelle scheint eine gleichzeitige zu sein, denn niemals wurde gefunden, daß im Copulationsschlauch nur eine Querwand auftrat. Der Vorgang dieser, nicht in Richtung einer Zygotenbildung verlaufenden Conjugation ist also der, daß sich ein anormal langer Copulationsschlauch bildet, in welchen die beiden Kerne einwandern, die sich, ohne sich vereinigt zu haben, teilen und eine zentrale vegetative zweikernige Zelle und zwei benachbarte einkernige Zellen bilden.

Ältere Stadien dieser Zellen wurden nicht mehr beobachtet. Die meisten Brücken bleiben auf dem Dreizellenstadium (Fig. B) tagelang stehen. In den Kulturgläsern war keine Weiterentwicklung festzustellen und am ursprünglichen Standort waren später trotz langen Suchens solche Conjugationsstadien nicht mehr zu finden. Da seinerzeit andere Arbeiten drängten und ich die Hoffnung auf späteres Wiederfinden hatte, beschränkte ich mich auf zeichnerische Wiedergabe des gefärbten Materials. Leider gingen nun außerdem noch diese für die Reproduktion bestimmten Abbildungen, die die Kernverhältnisse zeigten, bei einer Übersendung des Manuskriptes verloren <sup>1)</sup>. In den folgenden 3½ Jahren habe ich indessen weder in *Zygnemaceen*-Kulturen, die den verschiedensten Bedingungen ausgesetzt waren, noch im Freien derartige Conjugationsstadien wieder angetroffen, so daß ich mich zu der Mitteilung der damals beobachteten und nur lückenhaft erkannten Verhältnisse entschloß.

<sup>1)</sup> Die vorliegenden Abbildungen entsprechen dem lebenden Material vor der Fixierung und Färbung; andere Figuren stehen mir leider nicht mehr zur Verfügung.

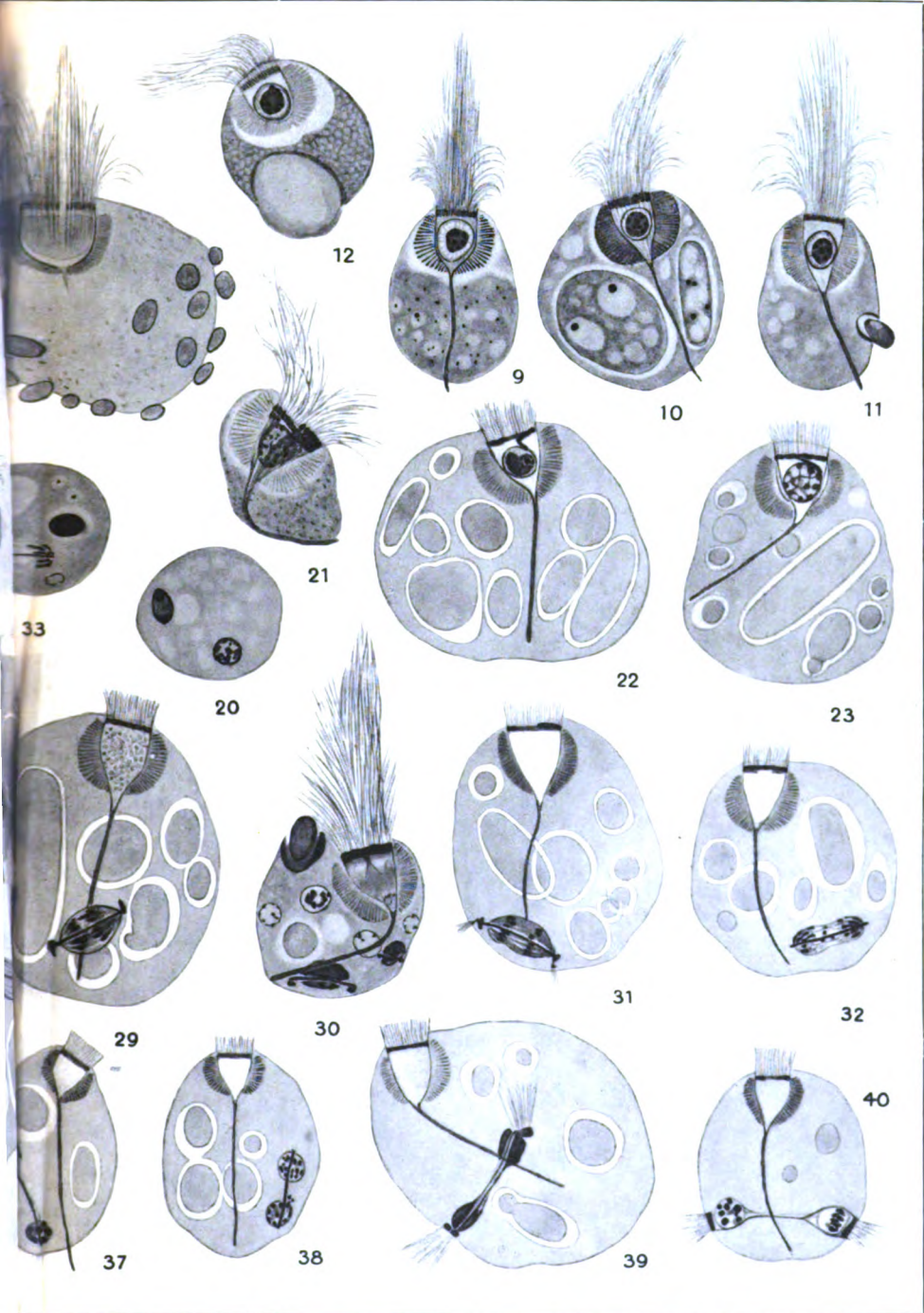
Auf eine erschöpfende Diskussion sei daher verzichtet; nur einige Gesichtspunkte mögen hervorgehoben sein. Es ist naheliegend, hier an eine Parallelerscheinung zu den als Plasmogamie bekannten Verschmelzungen bei Protozoen zu denken. Bei der paarweisen Vereinigung mancher Rhizopoden und Ciliaten findet gelegentlich auch nur eine Plasmafusion statt, während die Kerne nicht miteinander in Verbindung treten. Auch eine Teilung jener zweikernigen Zelle ist beobachtet worden, die zur Ausbildung zweier zweikerniger Individuen führt. Da bei den Protozoen meist, wenn auch in einzelnen Fällen erst nach Generationen, die beiden Kerne wieder je einer Zelle durch Teilung zugewiesen werden, bei unserer *Mougeotia* aber das weitere Schicksal der zweikernigen Zelle nicht bekannt ist, ist der Vergleich vorläufig nur ein äußerer. Möglicherweise ist diese vegetative Conjugation auch in Zusammenhang zu bringen mit den bei Zygnemaceen häufig anzutreffenden Rhizoidbildungen. Gerade in dem vorliegenden Algenmaterial kamen Rhizoidbildungen und Verzweigungen gelegentlich vor. Sie entsprechen vollkommen der von PASCHER (Flora 1907) Fig. III, 1 wiedergegebenen Abbildung. Es ist indessen unmöglich, daß in der vorliegenden Erscheinung nur eine komplizierte Art einer solchen Rhizoidverzweigung vorliegt. Vielleicht haben Rhizoidbildungs- und Conjugations-„Stimmung“ zusammen gewirkt. Daß man experimentell der Rhizoidbildung noch nicht beikommen konnte, betont schon PASCHER, besondere Umstände bedingen die eingangs erwähnte eingeleitete, aber nicht zu Ende geführte Conjugation, beides zusammen mag zur Ausbildung der „vegetativen Conjugation“ geführt haben und mag deren seltenes Auftreten erklären.





Kudo del.

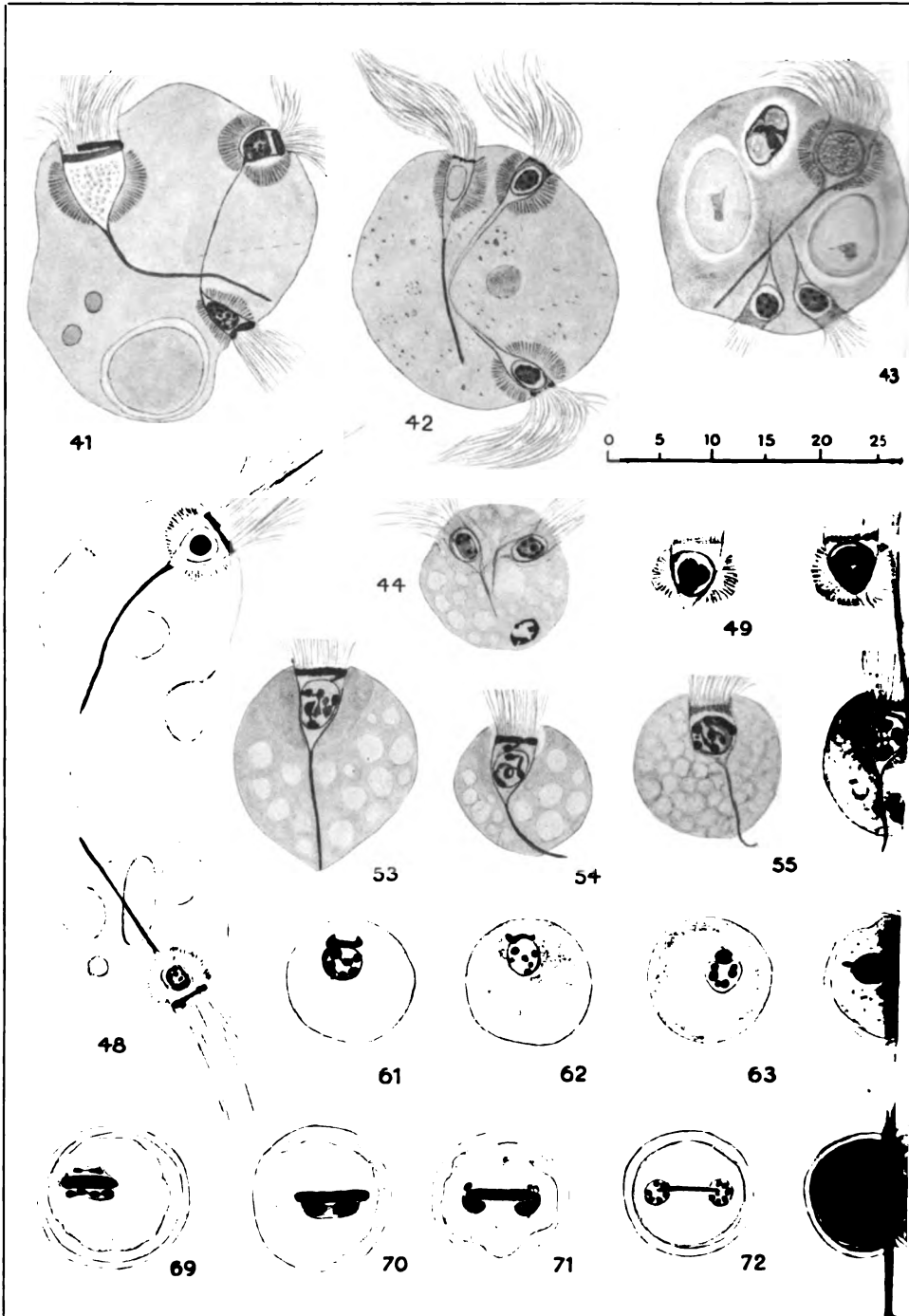
Verlag von





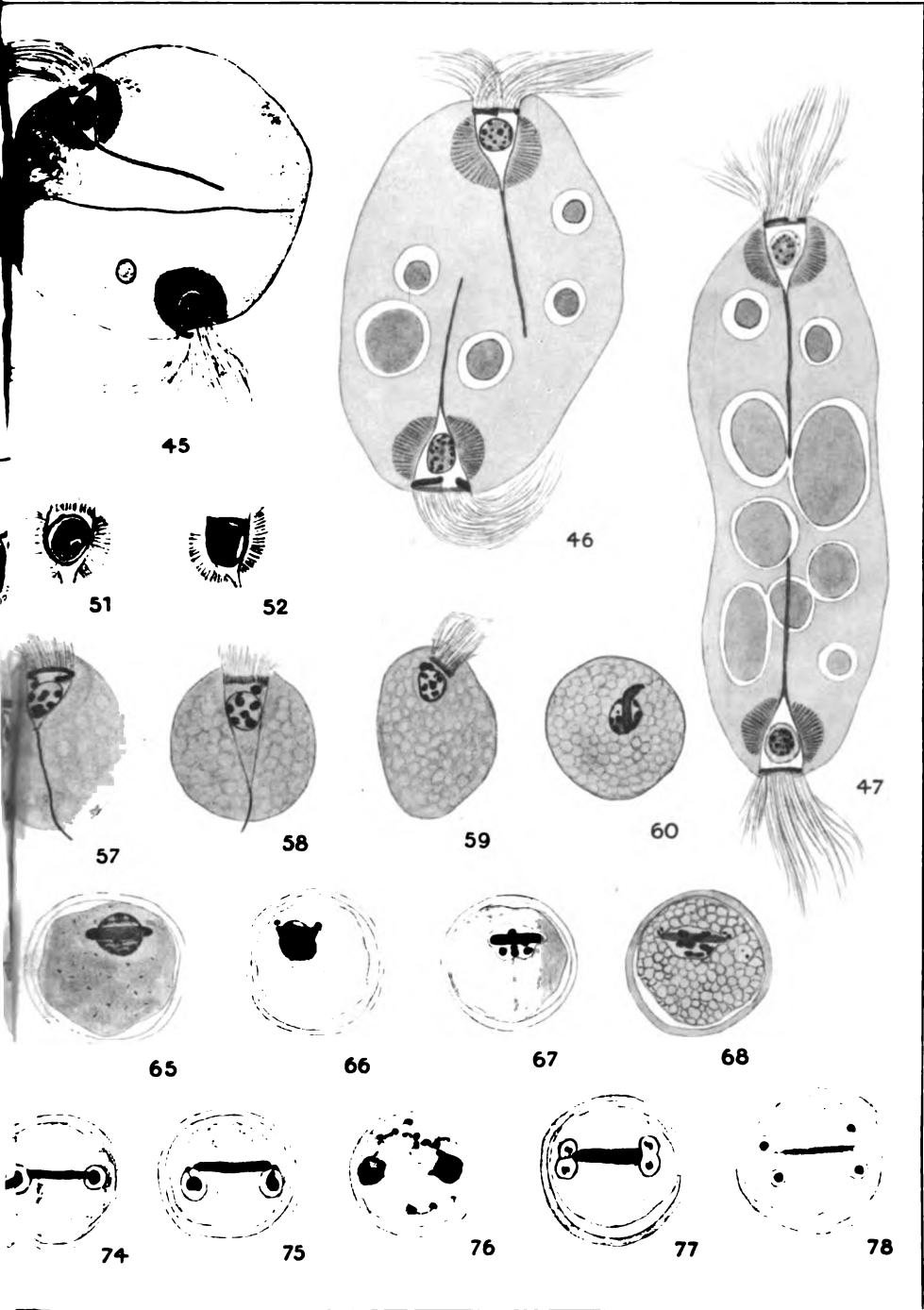






Kudo del.

Verlag von J. Neumann, Neudamm



her in Jena.

Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.

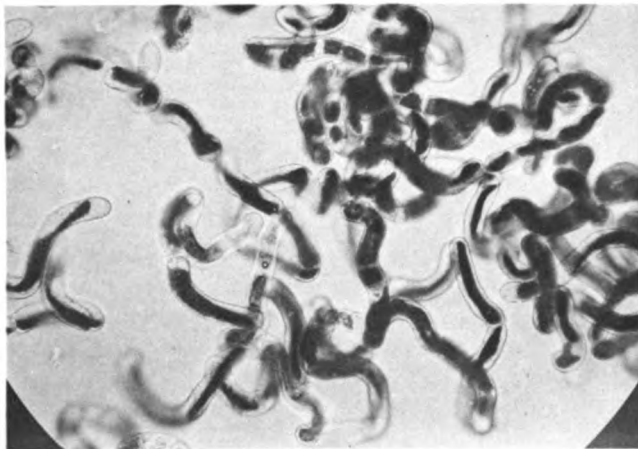




1



2



3



4



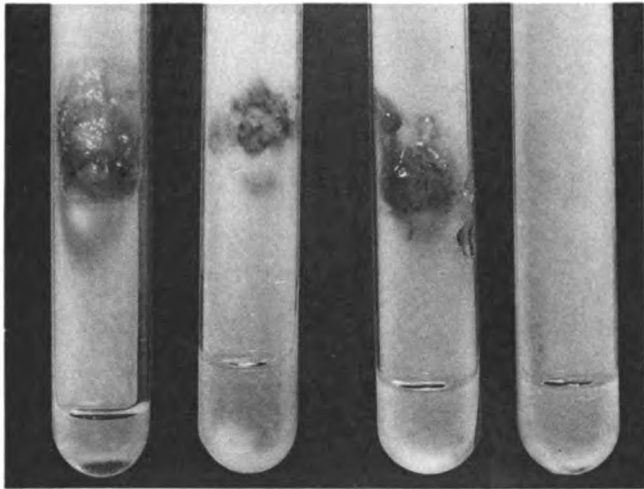
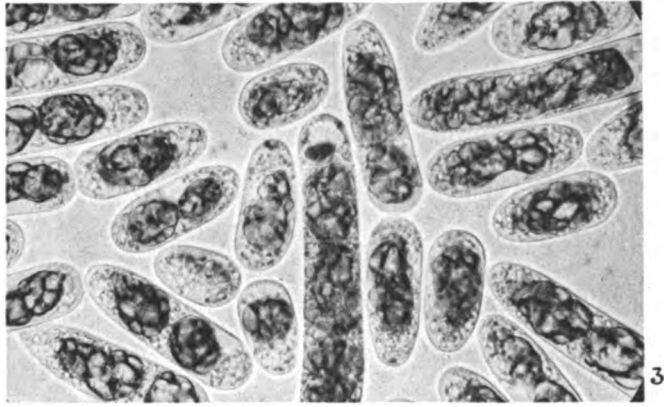
5

Czurda.

Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.





Czurda.

Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.



*Nachdruck verboten.*  
*Übersetzungsrecht vorbehalten.*

## On some more Gregarine parasites of Indian Earthworms.

By

**B. L. Bhatia, M. Sc., F. Z. S., F. R. M. S.**

(Department of Zoology, Government College, Lahore)

and

**Sam B. Setna, M. Sc., F. R. M. S.**

(Department of Zoology, Royal Institute of Science, Bombay).

(With Plates 11—15.)

---

### Introductory.

GHOSH (1923), BHATIA (1924), and BHATIA and CHATTERJEE (1925) have previously described a number of monocystid parasites from various earthworms found in India. A complete list of the hosts examined and the parasites described from them is given in the paper mentioned last.

The junior author of the present paper has had the opportunity of examining a number of other earthworms. He made preliminary observations on a species of *Nematocystis* found in *Eutyphoeus incommodus* (BEDDARD), while working at the Central Research Institute, Kasauli, during the summer vacation of 1922. On thorough examination of the preparations then made by him, we have come to the conclusion, that the parasite belongs to a new species. He has further had the opportunity of examining the contents of the seminal vesicles of *Pheretima posthuma* (L. VAILL.), *Pheretima suctorica* MICH., *Pheretima elongata* (E. PERR.) *Erythraeodrilus kempfi* (STEPH.), and *Megascolex trilobatus* (STEPH.), while working at the Royal Institute of Science, Bombay, and has made a series of preparations



from these worms. He wishes to thank Col. HARVEY, I.M.S., Director Central Research Institute Kasauli, for permission to work there, and to Prof. P. R. AWATI, I.E.S., Professor of Zoology, Royal Institute of Science, Bombay, under whom he has had the pleasure to work for the last two years, for the encouragement and guidance given by him.

Our best thanks are also due to Dr. J. STEPHENSON of the Edinburgh University, for specific identification of the worms submitted to him.

We have now gone over all the preparations together and the results of our observations are recorded in the following pages. The microphotographs in Plates 13—15 have been prepared at the Zoological Laboratory of the Government College, Lahore.

### The genus *Monocystis*.

#### *Monocystis matthaii* nov. spec.

Diagnosis. *Monocystis* attaining a size up to 238  $\mu$ . The trophozoites and cysts are so large that in the infected animal they are seen with the naked eye as rounded projections of the size of pin heads, studding the median seminal vesicles. The form of the trophozoite is variable, being most commonly spherical, sometimes ovoid or kidney-shaped. Nucleus is spherical, with a single spherical karyosome, placed eccentrically. Cysts are ellipsoidal, reaching up to 468  $\mu$  in their long diameter.

Host. *Megascolex trilobatus* (STEPH.) from Bombay. The organism characterised above was found abundantly in the seminal vesicles of *Megascolex trilobatus* (STEPH.), collected at Bombay, during the months of July, August, September and October. An interesting observation was made that the parasite is mostly confined to the median seminal vesicles of the host. The lateral seminal vesicles contained them but rarely and very few at a time.

The hosts secured from Lal Bagh (a place near Parel in Bombay) were highly infected, sometimes the entire seminal vesicles being studded over by the parasites, but the same hosts obtained from Charni Road garden (another part of Bombay) has never been found to be infected by the parasite. HESSE (1909) has recorded a similar observation in the case of *M. hirsuta* occurring in the seminal vesicles of *Lumbricus castaneus*, SAV., collected at Montessaux, but not in the same host taken at Grenoble. The present authors have previously remarked on the occurrence of parasites being confined

to hosts in particular localities, in the case of certain cephaline gregarines (1924).

**Trophozoites.** The usual form of the trophozoite is spherical. As in other species of *Monocystis*, the parasite can assume somewhat different shapes caused by the movements of the endoplasm. It is then seen to be ovoid or kidney shaped, or even top-like. These different forms are clearly seen in our fixed and stained preparations. In its most common form which is spherical, the trophozoite recalls the form of *M. villosa* HESSE, but it shows more active movements and consequent changes of form. The dimension of the trophozoite, nucleus and karyosome are also markedly different. Moreover there are no hairs covering the parasite, which is a characteristic feature of *M. villosa*. The epicyte is thin and does not show any meridional striations. The sarcocyte is hyaline and little developed. The myocyte fibres are not distinguishable.

The endoplasm appears very dark in life. It is finely granular and the alveoli are compactly arranged and contain large grains of reserve material.

The nucleus is placed in different parts of the body. It is spherical and possesses one large spherical karyosome, which is generally a homogeneous, compact mass. The karyosome is rarely seen to be vacuolated, as described for other species. The karyosome is eccentric in position. In addition numerous tiny chromatin grains are sometimes seen to be scattered over a fine reticulum of linin, though most often all the chromatin appears to be condensed in the karyosome. The dimensions of a number of trophozoites, and their nuclei and karyosomes are given below:

Length of trophozoite.	Width of trophozoite.	Diameter of Nucleus.	Diameter of Karyosome.
63 $\mu$	Spherical	14 $\mu$	3,5 $\mu$
126 $\mu$	"	31,5 $\mu$	8,7 $\mu$
133 $\mu$	108,5 $\mu$	31,2 $\mu$	9,6 $\mu$
189 $\mu$	Spherical	38,5 $\mu$	10,5 $\mu$
231 $\mu$	"	42 $\mu$	10,5 $\mu$
231 $\mu$	203 $\mu$	35 $\mu$	10,5 $\mu$
238 $\mu$	Spherical	35 $\mu$	10,5 $\mu$

**Association and encystment.** Association usually takes place between equal-sized individuals, though the sporonts are sometimes unequal in size also. As the sporents come together, they contract greatly, sometimes so much so, that the dimensions of the two taken together are only slightly greater than a single free trophozoite. In some cases the nucleus in each gametocyte is found to

have divided into daughter nuclei, before the associants have secreted a cyst-wall round themselves. Cysts of different sizes are met with. The largest reach  $468\ \mu$  in their longer diameter. The cysts are ellipsoidal and contain spores of the usual form and structure. The average size of the spores is  $14.5\ \mu$  by  $7.6\ \mu$  and each spore contains 8 sporozoites.

We have come across cases of solitary encystment also in this species. More rarely we have encountered cysts containing three individuals. Such abnormal cysts have been previously found by CUÉNOT (1901) in *Diplocystis*, by BERNDT (1902) in *Gr. cuneata*, by WOODCOCK (1906) in *Cystobia irregularis*, by CUNNINGHAM (1907) and ROBINSON (1910) in *Kalpidorhynchus*, and by BASTIN (1919) in *Monocystis agilis*. Contrary to the opinion expressed by BERNDT and WOODCOCK, BASTIN has been able to support CUÉNOT's view regarding the possibility of development taking in these cysts, as he found that the associants proceeded to the stage of gamete formation. In one of our preparations, we find that all the three associants inside a cyst contain fully developed spores, and are thus able to give further support to the view of CUÉNOT and BASTIN.

### The genus *Nematocystis*.

Eight species of this genus have been described so far. *Monocystis magna* SCHMIDT was referred to this genus by HESSE and three other species described by him in 1909. COGNETTI DE MARTIIS has described two (1918 and 1921), BERLIN a new variety (1924) and BHATIA and CHATTERJEE two more species and occurrence of two others in new hosts (1925). One new species is described below.

#### *Nematocystis stephensoni* nov. spec.

Diagnosis: Monocystid of an elongated, cylindrical form, short and swollen or elongated and thin. Body highly deformable, presenting a number of bulgings and constrictions, with blunt extremities. Size up to  $1260\ \mu$  in length and  $100\ \mu$  in thickness. Epicyte shows fine longitudinal striations. Nucleus elliptical with a single central karyosome, which consists of a central deeply staining portion surrounded by a vacuolated layer.

Host: *Eutyphoeus incommodus* (BEDDARD) found at Kasauli.

These parasites were discovered by one of us, while working at the Central Research Institute, Kasauli, during July and August 1922. A large number of specimens of *Eutyphoeus incommodus*

BEDD. were examined, and about 40 per cent of the worms were found to be infected with this species of *Nematocystis*. No other monocystid was encountered in the seminal vesicles of this host, and thus the study of different stages was not complicated by any mixed infection. The parasite is abundantly found in an infected host and has been studied in all stages of development. Generally, in smears obtained from one worm, there is a preponderance of parasites in a particular stage of development.

In the living condition the parasites are quite opaque and are capable of contracting and elongating so rapidly, as to produce constrictions and bulgings, giving the parasites the same appearance as has been described for *N. magna* by HESSE and for *N. plurikaryosomata* by BHATIA and CHATTERJEE. The opacity of the granular cytoplasm is so great that the nucleus appears to be only faintly indicated.

In the earliest stages of development, the young trophozoite is contained within a blastophore and surrounded by a group of spermatid cells. It is then seen as a small rounded speck in which the cytoplasm and nucleus are clearly recognisable. As it grows, it becomes free, and is seen to lie in the contents of the seminal vesicle, not attached to any cell. During its growth, it increases both in length and width, but the increase in length is proportionally much greater, so that it comes to assume a vermiform appearance. As in other species of *Nematocystis*, the parasite looks like a nematode worm, both in its form and mode of progression. The largest sized individuals measure 1260  $\mu$  in length and 100  $\mu$  in width. The grown up trophozoite differs from the young in its cytoplasm being more compactly granular and the karyosome of its nucleus being more varied in form. The adult trophozoite differs from that of *N. vermicularis* by the absence of hairs or any epimeritic denticulations or other ornamentations.

In the stained specimens, the cytoplasm of the trophozoite exhibits the usual structure. The ectocyte is bounded externally by a fine cuticle. The entocyte is excavated by alveoli and a large number of ellipsoidal paramylon grains are lodged in this layer. The nucleus is generally situated about the middle of the body, but is often found to occur near one or the other extremity. This is due to its being tossed about by the movements of the cytoplasm. Its elongated axis generally lies in a direction parallel to the long axis of the body. The shape and structure of the nucleus is very characteristic and quite different from that of the other species.

The nucleus is of an elongated, regularly ellipsoidal form, and consists of (i) a fairly well defined nuclear membrane, (ii) a broad zone of peripheral achromatin, in which the network is not distinguishable, and over which fine chromatin grains are dispersed, and (iii) a large central, spherical or oval karyosome, which is like an entire nucleus in structure and appears very much like a nucleus within a nucleus (cf. DOFLEIN 1916, p. 22). A clear whitish area surrounds the karyosome like a halo. The nucleus thus appears to consist of two concentric rings, and a deeply staining homogeneous mass in the centre (Fig. 12). The inner ring and the central homogenous mass together constitute the karyosome. That this is so, is borne out by the fact that in some preparations, the ring surrounding the central dark mass, appears to be only slightly less dark than the central mass. The vacuolar structure of this outer portion of the karyosome is well seen in preparations stained with Iron Haematoxylin or Iron Haematoxylin and eosin, but the central mass is not vacuolated. The structure of the karyosome is thus different from that described by HESSE in the nuclei of *N. magna* and *N. lumbricoides* (HESSE, 1909, pp. 150 & 155), in which cases, both zones of the karyosome are described as vacuolated. In our specimens, the central mass is not vacuolated and chromatin is found in the form of discrete particles over the outer vacuolated zone of the karyosome.

The central deeply staining homogeneous mass is variable in form. In young forms it may be spherical, somewhat crescent-shaped, or irregular in form, with a large amount of chromatin extruded into the outer vacuolated zone. In some cases chromatin masses are seen to form small bulgings from the central mass. In the larger specimens the central homogeneous mass is distinctly oval.

The nucleus measures  $38.5 \mu$  in diameter and the karyosome  $15.7 \mu$  in the largest specimens. In one specimen, the nucleus was found to contain two karyosome (Fig. 13), but the structure of these is different from that given above.

The dimensions of a number of trophozoites with their nuclei and karyosomes are given below:

Length of trophozoite.	Width of trophozoite.	Diameter of Nucleus.	Diameter of Karyosome.
35 $\mu$	24 $\mu$	7 $\mu$	3.5 $\mu$
56 $\mu$	35 $\mu$	17.5 $\mu$	8.7 $\mu$
105 $\mu$	42 $\mu$	17.5 $\mu$	12.2 $\mu$
182 $\mu$	56 $\mu$	24.5 $\mu$	14 $\mu$
238 $\mu$	42 $\mu$	35.5 $\mu$	14 $\mu$
1120 $\mu$	20 $\mu$	38.5 $\mu$	15.7 $\mu$

**Development.** Different stages in the life-history of this parasite have been found and studied, but it is unnecessary to describe them in full, as the development is on the usual lines. The gametocytes are equal in size. They become closely applied and pressed and flattened against each other. The cuticle covering the surfaces of contact becomes absorbed and the cytoplasm becomes continuous. The cysts containing them are slightly oval and measured  $153 \mu$  by  $100 \mu$  in the smallest to  $314 \mu$  by  $246 \mu$  in the largest ones. These cysts are visible to the naked eye, and appear quite white and opaque in the living condition. They have thick cyst walls and could not be stained properly in the smears by the ordinary methods. But the structure of the interior can well be studied in sections. In each gametocyte the nucleus divides repeatedly. The karyosome in the nucleus breaks up and the chromatin appears in the form of a small number of rod-shaped chromosomes. The nuclear membrane disappears and a spindle makes its appearance with a centrosome at either end. At this stage the chromosomes are seen lying in an equatorial plate (Fig. 14). This karyokinetic division of the nucleus is repeated and gives rise to a large number of daughter nuclei. The daughter nuclei travel to the surface of the gametocyte. The cytoplasm then breaks up into as many small masses as there are nuclei. These gametes appear as protuberances from the surface of the gametocyte. The gametes are similar and those from the two gametocytes cannot be distinguished. These gametes are seen to unite in pairs (Fig. 15). The cytoplasm becomes united first, so that for a time small masses of protoplasm containing two nuclei are visible. On the fusion of these nuclei taking place, zygotes are formed. The zygotes measure about  $8 \mu$ . Each zygote soon becomes oval and is surrounded by a thick sporocyst. In each spore, the single nucleus divides by three repeated divisions into 8 nuclei, and 8 sporozoites are formed. These 8 nuclei are seen to be scattered, and so in some of the resulting sporozoites, the nucleus would be near one end. The spores are spindle-shaped and the ends are not drawn out. The spores vary considerably in form, some of them being slightly longer and narrower, while others are somewhat shorter and broader. The average size of the spores is  $15,5 \mu$  by  $8,1 \mu$ .

### **The genus Stomatophora.**

This genus was established by DRZEWECKI (1908) to include *Monocystis coronata* HESSE, who attributed to it the possession of a mouth and a peristome, as also an anal opening. HESSE (1909)

pointed out that the alleged mouth and peristome were parts of a sucker-like organ and there was no anal opening. He described another species also, and defined the genus as follows: "Corps ovoïde ou spherique. Pôle antérieur muni d'une ventouse pétaloïde à côtes radiées. Sporocystes biconiques à pôles semblables non appendiculés". BHATIA (1924) has described a third species and as the result of a comparative study of all the three species shown that the organisms are characterised by the possession at the anterior end of the body, of a sucker like epimeritic organ with a central mucron and radiating meridional ribs, but the occurrence of a petaloid crown surrounding it is found only in *S. coronata*. According to him the definition of the genus as quoted above from HESSE ought to be modified by the omission of the word "pétaloïde", as even in *S. coronata*, the crown of petals surrounding the sucker is independent of the sucker itself. To the genus thus defined may be referred a new species which is described below.

*Stomatophora bulbifera* nov. spec.

Diagnosis. Monocystid with an elongated body, with a broad and round anterior end and a narrow and pointed posterior end. Size up to 119  $\mu$ . The body is not marked with any furrows or epicytal striations. The sucker at the anterior end is an inverted balloon-shaped depression, with a central mucron and radial epicytal striations. Nucleus oval with a large spherical karyosome.

Host: *Pheretima elongata* (E. PERR.) from Bombay.

In examining the smears of the contents of the seminal vesicles of *Pheretima elongata* (E. PERR.) from Bombay, we have come across a number of specimens which belong to a new species of *Stomatophora*. The form of the trophozoite is elongated cylindro-conical, with the anterior end broad and rounded, and the posterior end narrower and pointed. The greatest width of the organism is at a distance of one-third the length of the body from the anterior end. The smallest sized individuals measure 56  $\mu$  by 24.5  $\mu$  and the largest reach a length of 119  $\mu$  and a width of 52.5  $\mu$ .

At the anterior end of the body is a distinct depression resembling an inverted balloon in its form (Figs. 18, 19). The epicyte covering the surface of the body is carried inwards so as to line this depression. In specimens stained with EHRLICH'S haematoxylin, there are visible some deeply stained denticulations situated near the mouth of the depression, and epicytal striations are seen to run backwards, diverging like the spokes of an umbrella. The

denticulations thus evidently correspond to the ends of the striations. In the bottom of the depression is a deeply stained mass, which from its position and relationship corresponds to the mucron. It consists of a dense entocyte covered over by sarcocyte and epicyte. By careful focussing the striations are found to be continued over the dark mass. Thus the structure resembles closely that of *S. simplex* or *S. coronata*, except that the floor is not raised like the bottom of a bottle, and the mucron from which the ribs run out is not brought close to the opening of the apparatus. Consequently when the organism is seen from the anterior face (Fig. 20), the opening of the depression is seen as a distinct circle without a central dark spot which is found in the other species. In this aspect the anterior end appears as a flattened plate with a circular area corresponding to the mouth of the sucker. By virtue of the anterior depression, the organism invites comparison with the new genera *Choanocystis* and *Craterocystis* established by COGNETTI (1918 and 1921). These genera appear to be closely related to *Stomatophora*. *Choanocystis* is provided anteriorly with a cup-like collar, from the bottom of which arises a retractile tentacle in the only species known so far. The external surface of the collar is capable of being raised into lobes, and there is no epicytal ornamentation. In *Craterocystis* the anterior pole is provided with a cup-like concavity, with well developed myoneme fibrils, and the convex area is provided with epicytal striations. In both cases the subrotund form of the adult trophozoite is mentioned as a generic character. In our opinion the form of the trophozoite may turn out to be of specific value only, when more species of these genera are discovered later on. It is not difficult to refer our form to *Stomatophora*, as it differs in several respects from both *Choanocystis* and *Craterocystis*.

Over the body the epicyte is thin, and the sarcocyte forms a thick, hyalin and transparent layer. The myocyte layer is not distinguishable. The endoplasm is alveolar, the alveoli being wide and thin-walled. Paramylon grains are numerous, minute and spherical, and are seen as deeply stained particles adhering to the walls of the alveoli.

The nucleus is oval and placed with its long axis parallel to the long axis of the body. The nuclear membrane is thick and deeply stained. There is a single, large and spherical karyosome. The dense mass surrounding the karyosome is seen to be contracted off from the nuclear membrane, leaving some alveolar spaces, and chromatin grains are dispersed over this achromatin mass. The



measurements of a number of individual swith dimensions of the nucleus and the karyosome are noted below:

Length of trophozoite.	Width of trophozoite.	Length & width of sucker.	Nucleus.	Karyosome.
56 $\mu$	24,5 $\mu$	7 $\mu$ $\times$ 7 $\mu$	10,5 $\mu$ $\times$ 7 $\mu$	3,5 $\mu$
84 $\mu$	42 $\mu$	10,5 $\mu$ $\times$ 14 $\mu$	14 $\mu$ $\times$ 7 $\mu$	3,5 $\mu$
84 $\mu$	49 $\mu$	10,5 $\mu$ $\times$ 17,5 $\mu$	14 $\mu$ $\times$ 7,9 $\mu$	3,5 $\mu$
112 $\mu$	49 $\mu$	10,5 $\mu$ $\times$ 14 $\mu$	14 $\mu$ $\times$ 8,7 $\mu$	5,8 $\mu$
119 $\mu$	52,5 $\mu$	12,2 $\mu$ $\times$ 17,5 $\mu$	15,7 $\mu$ $\times$ 11,3 $\mu$	5,2 $\mu$

### The genus *Rhynchocystis*.

Five species of this genus are known before. Description of two new species is given below, one of which is of special interest as showing a kind of schizygy not noticed before among Monocystids. A key to the identification of all the species is added at the end.

#### *Rhynchocystis mamillata* nov. spec.

Diagnosis: *Rhynchocystis* with an elongated pear-shaped body; the anterior end is broader and provided with an epimerite consisting of a nipple-shaped mucron surrounded at its base by a ring in which the sarcocyte is well developed. Trophozoites attain a maximum size of 126  $\mu$ . Movements of the trophozoites are very slow. Body is not covered over with hair. Nucleus is oval and situated in the posterior half of the body.

Host: *Pheretima elongata* (E. PERR.) from Bombay.

The parasite is found in abundance, along with a number of other species, in the seminal vesicles of *Pheretima elongata*.

In its general form, the parasite shows some resemblance with *R. cognettii*, but it is more constant in form, and does not exhibit the changes of form shown by the latter species. In this respect as also in the complete absence of hair covering the body it differs from *R. pilosa*.

The trophozoite moves very slowly. The endoplasm with the contained granules is moved about in the interior of the body from pole to pole, but these movements do not affect the external form of the body. The body is elongated and pear-shaped, with a much wider anterior end and a narrower posterior end. The anterior end presents a strikingly differentiated region, which recalls the epimerite of *R. cognettii*, but the epimerite in this species is more voluminous than in the latter. The epimerite is in the form of a conical or short cylindro-conical trunk. The central portion or mucron is broad and nipple-shaped and never pointed at the end.

It consists of granular endoplasm covered over by a thin layer of epicyte, over which there are no striations. The mucron is surrounded at its base by a ring-like differentiated region, which is a zone of sarcocyte and does not show any endoplasmic granules.

The body is never covered by any hair. The surface is often covered by sperms of the host, which are short and thick, and sticking close together to the epimeritic region form a thick investment round it (Fig. 21).

The ectoplasm is not thick, but the epicyte is fairly well developed. The endoplasm is granular, but granules of reserve material are fine and hardly distinguishable.

The size of the trophozoite varies. The youngest specimens we have come across measure  $49 \mu$  in length. The full grown trophozoite possessing an epimerite reaches a maximum size of  $126 \mu$ , the epimerite in these largest individuals measuring  $12,2 \mu$  by  $7,5 \mu$ .

The measurements of a few individuals with the dimensions of the nucleus and the karyosome are given below:

Length of trophozoite.	Width of trophozoite.	Size of Nucleus.	Diameter of Karyosome.
126 $\mu$	49 $\mu$	15,9 $\mu \times 8,8 \mu$	5,8 $\mu$
120 $\mu$	52,5 $\mu$	15,7 $\mu \times 11,3 \mu$	5,2 $\mu$
77 $\mu$	31,5 $\mu$	14,8 $\mu \times 8 \mu$	4,3 $\mu$
49 $\mu$	38,5 $\mu$	14 $\mu \times 8,7 \mu$	4,3 $\mu$

From the above measurements it will be seen that the relative dimensions of the trophozoite, nucleus, and karyosome differ markedly from those of *Rhynchocystis awatii* which is found in the same host. The size of the nucleus is larger than in the corresponding sized trophozoites of *R. awatii*.

The nucleus generally lies in the posterior half of the body, rarely in the middle or the anterior half. It is distinctly oval and contains a single spherical or slightly oval karyosome which is placed eccentrically. The karyosome is a homogeneous mass and is not vacuolated. The nuclear membrane is distinct and encloses a feebly developed network of achromatin with chromatin grains scattered on it.

The cysts and spores have not been identified.

### *Rhynchocystis awatii* nov. spec.

Diagnosis. Monocystid with an elongated cylindrical body measuring up to  $400 \mu$  in length and in shorter and thicker individuals up to  $50 \mu$  in width. The anterior end is generally provided

with a cylindro-conical epimerite. Epicyte is ornamented with fine longitudinal striations, which are more distinct and spaced out over the epimeritic region. Sarcocyte is poorly developed and free from granules. Nucleus is oval, with a large eccentric karyosome, and is generally placed about the middle of the body.

Host: *Pheretima elongata* (E. PERR.) from Bombay.

This would seem to be a rare parasite of the seminal vesicles of *Pheretima elongata*. We have found them only in a few hosts and only a few specimens at a time. Occasionally the trophozoites are found to possess a distinct epimerite. An epimerite is not found in all the individuals, but those few that are found to possess it, show it as a distinct structure. In preparations stained with EHRLICH's haematoxylin, the epimerite is in the form of a club-shaped trunk, dilated at its distal extremity and narrower at its base. We have never seen any trophozoite attached by its epimerite to the host cells, and presumably the structure falls off in most of the individuals.

On two occasions individuals have been met showing syzygies. The microphotograph of these pairs is reproduced in Plate 11—15, Fig. 34. In this case it will be noticed that the primate has lost its epimerite, but the satellite is attached by its epimerite to the posterior end of the primate. The primate is elongated and vermiform, with its anterior extremity pointed and the posterior extremity rounded and receiving like a socket the enlarged ball-like anterior end of the epimerite of the satellite. The posterior extremity of the satellite is also pointed. So far as we are aware, such an end to end syzygy has not been noticed before among Monocystids. In similar cases of syzygies among the Polycystids however, it is the protomerite of the satellite by which the latter is attached to the posterior end of the primate, the epimerite having been previously lost. The structure however of this organ of attachment in *R. awatii* seems to indicate that it is an epimerite. Another case of syzygy is also figured (Fig. 24), but in that case there is no epimerite.

In the free individuals, the form of the trophozoite varies considerably. Some specimens are so short and thick, while others are distinctly elongated and vermiform (Fig. 23). The ectocyte is thin. The entocyte is finely granular, less dense and sometimes excavated by small alveoli. The nucleus lies more often in the middle of the body, though in some cases it is found to be situated near the anterior end. It is oval in form, with its long axis lying along the length of the parasite. The nucleus usually measures

17,5  $\mu$  in its longer and 10,5  $\mu$  in its shorter diameter. It contains a single large karyosome, which is always eccentrically placed, and is not seen to be vacuolated. There is a distinct nuclear membrane, and the karyosome is surrounded by chromatin grains scattered over a linin network.

The following are the measurements expressed in microns, of a number of individuals:

Length of trophozoite.	Width of trophozoite.	Nucleus		Karyosome.
		Longer diameter.	Shorter diameter.	
392	21	15,1	10,5	5,5
281	35	—	—	—
196	35	14,0	10,5	3,5
168	35	19,2	10,5	3,5
126	49	17,5	10,5	3,5

The following table will serve as a key to the identification of various species of *Rhynchozystis*:

1. Body elongated, anterior extremity swollen into a bowl-like head. Up to 2 mm. Mucron hyalin. Longitudinal epicytal striations over the whole body. Nucleus in the swollen head. *R. porrecta* (SCHMIDT).

2. Body elongated, cylindrical, hair covering the whole body; epimerite consisting of dense and homogeneous conical mucron surrounded by a considerable thickness of sarcocyte. Up to 0,5 mm. Epicytal striations present and most marked over the epimeritic region. Nucleus in the anterior portion. *R. pilosa* (CUÉNOT).

3. Body pear-shaped, up to 116  $\mu$ , with permanent anterior proboscis. Longitudinal epicytal striations over the proboscis and the body. Nucleus rounded, situated in the posterior region of the body. *R. hessei* COGN. DE MARTIIS.

4. Body pear-shaped, up to 144  $\mu$  with a proboscis as long as the body. *R. piriformis* BERLIN.

5. Form variable, pear-shaped, spherical or gregariniform, up to 129  $\mu$ . Epimerite metabolic, consisting of a conical or hemispherical mucron, surrounded by a crown of sarcocyte. Hairs on the mucron and sometimes at the posterior end. Nucleus rounded, position of the nucleus varies, but it is never in the epimeritic region. *R. cognettii* BHATIA & CHATTERJEE.

6. Elongated pear-shaped body, up to 126  $\mu$ ; anterior end broader with a nipple-shaped mucron surrounded by a ring in

which sarcocyte is well developed. Nucleus oval, in posterior half of the body. *R. mamillata* BHATIA & SETNA.

7. Elongated, cylindrical body, up to 400  $\mu$ , with cylindro-conical epimerite. Longitudinal epicytal striations more distinct and spaced out over the epimerite. Nucleus oval, generally situated about the middle of the body. *R. awatii* BHATIA & SETNA.

### References to Literature.

- BASTIN, A.: Contribution à l'étude des Grégarines Monocystidées. Bull. Biol. de la France et de la Belgique T. 53 1919.
- BERLIN, HERVED: Untersuchungen über Monocystideen in dem Vesiculae seminales der schwedischen Oligochaeten. Arch. f. Protistenk. Bd. 48 1924.
- BHATIA, B. L.: The genus Stomatophora. Quart. Journ. Micr. Sci. Vol. 68 1924.
- : Preliminary note on the mode of infection of earthworms with monocystid parasites. Journ. Roy. Micr. Soc. 1924.
- BHATIA, B. L. & CHATTERJEE, G. B.: On some Gregarine parasites of Indian Earthworms. Arch. f. Protistenk. Bd. 52 1925.
- BHATIA, B. L. & SETNA, SAM. B.: On some new Cephaline Gregarines. Parasitology Vol. 16 1924.
- BOLDT, M.: Zwei neue Gregarinenarten aus Octalasion complanatum ANT. DUGES. Zool. Anz. Bd. 36 1910.
- BRASIL, L.: Recherches sur la reproduction des Grégarines monocystidées. Arch. Zool. exp. et gén. (4) T. 3 1905.
- : Nouvelles recherches sur la reproduction des Grégarines monocystidées. Ibid. (4) T. 4 1905.
- : Documents sur quelques Sporozoaires d'Annélides. Arch. f. Protistenk. Bd. 16 1909.
- BÜTSCHLI, O.: BRONN's Klassen und Ordn. des Tierreichs. Bd. 1 Abt. I 1882.
- COGNETTI DE MARTINI, L.: Contributo alla conoscenza delle Monocistidee e dei loro fenomeni riproduttivi. Arch. f. Protistenk. Bd. 23 1911.
- : Nuove Gregarine Monocistidee (Nota prel.) Monit. Zool. ital. Firenze. Anno 29 1918.
- : Nuovo contributo alla conoscenza delle Gregarine Monocistidee. Ibid. Anno 31 1921.
- : Résultats de l'expédition scientifique Néerlandaise a la Nouvelle-Guinée. Vol. 13, Zoologie, Livr. 4 1921.
- : Sul genera Monocystis. Monit. Zool. ital. Firenze Anno 34 1923.
- CUÉNOT, L.: Recherches sur l'évolution et la conjugaison des Grégarines. Arch. de Biol. T. 17 1901.
- CUNNINGHAM, J. T.: On Kalpidorhynchus arenicolae, a new Gregarine parasitic in Arenicola ecaudata. Arch. f. Protistenk. Bd. 10 1907.
- DELAGE, Y. et HÉROUARD, E.: Sporozoaires in Traité de Zoologie concrete. T. 1 1896.
- DOFLER, F.: Lehrbuch der Protozoenkunde. 4. Aufl. 1916.
- DOGIEL, V.: Beiträge zur Kenntnis der Gregarinen. III. Über die Sporocysten der Cölo-Monocystideae. Arch. f. Protistenk. Bd. 16 1909.

- DRZEWECKI, W.: Über vegetative Vorgänge im Kern und Plasma der Gregarinen des Regenwurmhodens. Arch. f. Protistenk. Bd. 3 1903.
- : II. *Stomatophora coronata* nov. gen. Ibid. Bd. 10 1907.
- GHOSH, E.: Monocystides from the Earthworms of Calcutta. Journ. Roy. Micr. Soc. 1923.
- GOODRICH, H. L. M.: On the life-history of the Sporozoa of Spatangoids, with observations on some allied forms. Quart. Journ. Micr. Sci. Vol. 61 1916.
- : The Gregarines of *Glycera siphonostomata*. Ibid. Vol. 61 1916.
- GOODRICH, E. S. and GOODRICH, H. L. M.: *Gonospora minchinii* n. sp., a Gregarine inhabiting the egg of *Arenicola*. Ibid. Vol. 65 1920.
- GUENTHER, K.: Über eine Gregarine in *Ficalbia dofleini* GUENTHER. Zoology. Anz. Vol. 44 1914.
- HESSE, E.: Contribution à l'étude des Monocystidées des Oligochètes. Arch. Zool. exp. et gén. (5) T. 3 1909.
- HOFFMANN, R.: Über Fortpflanzungserscheinungen von Monocystideen der *Lumbricus agricola*. Arch. f. Protistenk. Bd. 13 1908.
- JAMESON, A. P.: The chromosome cycle of Gregarines, with special reference to *Diplocystis schneideri* KUNSTER. Quart. Journ. Micr. Sci. Vol. 54 1910.
- KONSULOFF, ST.: Untersuchungen über die Rotatorienparasiten. Arch. f. Protistenk. Bd. 36 1916.
- LABBÉ, A.: Sporozoa. in: Das Tierreich. 5. Lief. 1899.
- LANKESTER, E. R.: Protozoa. Encyclopaedia Britannica. Vol. 19. Ninth Edition. 1885.
- LEIGH-SHARPE, W. H.: Some observations on *Pleurocystis cuenoti* HESSE (1909) a Coelozoic Parasite of the Earthworm. Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. 3, Ninth Series, 1919.
- LÉGER, L.: La reproduction sexuée chez les *Stylorhynchus*. Arch. f. Protistenk. Bd. 7 1904.
- LÉGER, L. et DUBOSCQ, O.: Études sur la sexualité chez les Grégarines. Arch. f. Protistenk. Bd. 17 1909.
- LÜHE, M.: Bau und Entwicklung der Gregarinen. I. Teil: Die Sporozoiten, die Wachstumsperiode und die ausgebildeten Gregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 4 1904.
- MINCHIN, E. A.: Sporozoa. in: LANKESTER'S Zoology Part. I, Second Fascicle, 1903.
- : An Introduction to the study of Protozoa. 1912.
- MULSOW, K.: Über Fortpflanzungserscheinungen bei *Monocystis rostrata* n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 22 1911.
- PROWAZEK, S.: Zur Entwicklung der Gregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 1 1902.
- ROBINSON, M.: On the reproduction of *Kalpidorhynchus arenicolae* CNGHM. Quart. Journ. Micr. Sci. Vol. 54 1910.
- RUSCHHAUPT, G.: Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der monocystiden Gregarinen aus dem Testiculus des *Lumbricus agricola*. Jen. Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 18 1885.
- SSOKOLOFF, B.: *Cytobia intestinalis* n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 32 1914.
- STEPHENSON, J.: Fauna of British India Vol. on Oligochaeta. 1923.
- TREGOUBOFF, G.: Etude monographique de *Gonospora testiculi* TRÉG., Gregarine parasite du testicule de *Cerithium vulgatum* BRUG. Arch. Zool. exp. et gén. T. 57 1918.
- VOSS, HERMANN VON: *Monocystis naidis* n. sp., eine neue Cölomgregarine der Oligochäten. Arch. f. Protistenk. Bd. 42 1921.

VOSS, HERMANN VON: Zur Kenntnis von *Monocystis naidis*. Ibid. Bd. 44 1922.

WASIELEWSKI, V.: Sporozoenkunde. 1896.

WOODCOCK, H. M.: Life cycle of "*Cystobia*" *irregularis* (MINCH.) together with observations on other "Neogamous" Gregarines. Quart. Journ. Micr. Sci. Vol. 50 1906.

### Explanation of Plates.

Illustrating paper entitled "On some more Gregarine parasites of Indian Earthworms". By Mr. B. L. BHATIA and Mr. SAM B. SETNA.

#### Plates 11—12.

All figures are drawn from permanent preparations fixed with BOUIN'S fluid or SCHAUDINN'S alcohol, and stained with iron alum haematoxylin, or EHRLICH'S haematoxylin, or DELAFIELD'S haematoxylin counterstained with eosin. All figures are free hand sketches drawn under LEITZ microscope.

#### Figs. 1—4. *Monocystis matthaii* nov. spec.

From preparations stained with EHRLICH'S haematoxylin. Figs. 2 to 4 as seen under LEITZ microscope provided with 4 mm objective and  $\times 4$  ocular.

Fig. 1. A young trophozoite, surrounded by well developed sperms.

Fig. 2. A nearly spherical trophozoite, the chromatin in the nucleus concentrated in the single eccentrically placed karyosome.

Fig. 3. A trophozoite resembling a top in form. Karyosome is eccentric and chromatin grains are scattered.

Fig. 4. Cyst showing two individuals in association.

#### Figs. 5—16. *Nematocystis stephensoni* nov. spec.

Figs. 5, 10—16 are from preparations stained with iron haematoxylin, figs. 6—9, from preparations stained with DELAFIELD'S haematoxylin and eosin. All are drawn as seen under LEITZ microscope provided with 2 mm apochromatic objective.

Fig. 5. A young trophozoite inside a blastophore.

Figs. 6—9. Different forms of the young stages of the free trophozoites.

Fig. 10. A full grown trophozoite showing a constriction and bulgings, and exhibiting characteristic structure of the nucleus.

Fig. 11. Another trophozoite.

Fig. 12. Nucleus of fig. 11 more highly magnified, showing characteristic "nucleus within nucleus" type of structure. The large karyosome is slightly eccentric, and consists of a dark central mass, and a peripheral vacuolated region over which chromatin particles are thickly dispersed.

Fig. 13. A rare form of trophozoite, with nucleus showing two karyosomes.

Fig. 14. Transverse section of an association cyst. Nuclei in one are showing mitotic division.

Fig. 15. Transverse section through a cyst showing zygotes. The gamete nuclei are clearly seen in most of the zygotes. The cystal residue in the centre contains the remains of a number of nuclei.

Fig. 16. Transverse section through a cyst showing sporoblasts.

Fig. 17. Sections of spores, showing a single nucleus in one and eight nuclei in another.

Figs. 18–20. *Stomatophora bulbifera* nov. spec.

Figures are from preparations stained with EHRlich's Haematoxylin. Figs. 18 and 20 are drawn as seen under LEITZ microscope with 4 mm objective and  $\times 4$  ocular. Fig. 19 as under 2 mm apochromatic objective and  $\times 4$  ocular.

Fig. 18. A well developed trophozoite showing the characteristic inverted balloon-shaped depression at the anterior end.

Fig. 19. Anterior end of the same, more highly magnified.

Fig. 20. A fully developed trophozoite, showing the sucker as seen from the anterior aspect.

Figs. 21–22. *Rhynchocystis mamillata* nov. spec.

From preparations stained with EHRlich's haematoxylin, as seen under LEITZ microscope with 4 mm objective and  $\times 4$  ocular.

Fig. 21. An adult trophozoite with sperms sticking round the mucron.

Fig. 22. A typical trophozoite showing the nipple-shaped mucron with a ring of sarcocyte round its base. The oval nucleus is seen in the posterior portion.

Figs. 23–24. *Rhynchocystis awatii* nov. spec.

From preparations stained with EHRlich's haematoxylin, as seen under LEITZ microscope with 4 mm objective and  $\times 4$  ocular.

Fig. 23. Two trophozoites attached in an end to end syzygy. The satellite shows the well developed cylindro-conical epimerite marked with epicystal striations.

Fig. 24. Another syzygy, but neither trophozoite showing an epimerite.

## Plate 13–15.

The microphotographs in this plate were taken under LEITZ's microscope provided with apochromatic objectives, and with LEITZ's micro-photographic outfit.

Fig. 25. *Monocystis matthaii*. An adult trophozoite. 4 mm objective,  $\times 2$  ocular.

Fig. 26. The same as in Fig. 25, more highly magnified, showing nuclear structure. 2 mm objective,  $\times 4$  ocular.

Fig. 27. *Monocystis matthaii*. Three individuals in a cyst.

Fig. 28. *Nematocystis stephensoni*. An adult trophozoite showing a constriction. The nucleus is situated in the posterior half, and shows a characteristic "nucleus within nucleus" type of structure. 4 mm objective,  $\times 4$  ocular.

Fig. 29. Nucleus of *N. stephensoni* more highly magnified to show details of structure. 2 mm objective,  $\times 4$  ocular.

Fig. 30. *Stomatophora bulbifera*. An adult trophozoite showing the characteristic inverted balloon shaped depression at the anterior end.

Fig. 31. *Stomatophora bulbifera*. A fully developed trophozoite showing the sucker seen from the anterior aspect.

Fig. 32. *Rhynchocystis mamillata*. An adult trophozoite with sperms sticking round the mucron.

Fig. 33. *Rhynchocystis mamillata*. A typical trophozoite with nipple-shaped mucron with a ring of sarcocyte round its base.

Fig. 34. *Rhynchocystis awatii*. Two adult trophozoites in an end to end syzygy. The nucleus in one lies about the middle, in the other near the anterior extremity. 4 mm objective,  $\times 4$  ocular.

Fig. 35. The same as in Fig. 34 more highly magnified to show the structure of the epimerite. 2 mm objective,  $\times 4$  ocular.



*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

## Zur Kenntnis einiger Holotrichen.

Von  
**J. Lepși, Orăștie-Rumänien.**

(Hierzu 14 Textfiguren.)

---

In der Zeit von Dezember 1923 bis Juli 1925 wohnte ich zwecks zoologischer Studien in der Dobrudscha an der Küste des Schwarzen Meeres. Bei dieser Gelegenheit schenkte ich den marinen Ciliaten besondere Aufmerksamkeit und kam durch eingehendes Studium zur Überzeugung, daß der Formenreichtum dieser Klasse noch lange nicht erschöpft ist, so daß sich hier ein recht dankbares Feld für Protistenforscher bietet. Von den rund 50 marinen Ciliatenarten die ich fand sind einige neu, andere schon bekannt, aber z. T. ungenügend studiert. Im vorliegenden Aufsatz will ich nun einige neue Arten beschreiben und kleine Beiträge zur Morphologie bereits bekannter, aber ungenügend beschriebener Formen bringen. Außer den marinen Ciliaten beschreibe ich auch 2 Süßwasserarten. Eine ausführliche Arbeit über die Protozoen des Schwarzen Meeres hoffe ich in  $\frac{1}{2}$ —1 Jahr fertigzustellen.

Da die mir zur Verfügung stehende Protozoenliteratur leider sehr unvollständig ist, habe ich nicht alle neuen Arten als solche benannt, um nicht unter Umständen die Menge der Synonyma unnütz zu vermehren. Es kommt doch weniger auf neue Arten als auf deren Verwandtschaft und Veränderlichkeit an.

Bezüglich der primitiven Figuren sei bemerkt, daß mir die Natur jedes Zeichentalent vorenthalten hat; es ist nicht jeder ein LIEBERKÜHN. — Bei den Figuren zeigt die eingeklammerte Zahl

die Vergrößerung an bei der das Infusor skizziert wurde, die andere die lineare Vergrößerung.

*Holophrya* sp. (Fig. A.)

Der Körper ist annähernd kurz ellipsoidisch oder ovoid, das Hinterende breit abgerundet, das vordere etwas spitzer. Eine dorso-ventrale Abplattung ist deutlich, so daß die Bauchfläche eben, die Dorsalseite konvex erscheint. Im ganzen ist die Zelle bilateral symmetrisch, linkseitig gesehen also plankonvex. Die Gesamtlänge beträgt ohne Cilien gemessen 38  $\mu$ . Das Infusor ist elastisch, sehr biegsam und kontraktile, das Plasma farblos, stark gekörnt jedoch durchscheinend. Die Pellicula ist gleichmäßig meridional längsgestreift, vorn stoßen die Streifen jedoch beiderseits an die Mundöffnung, vereinigen sich demnach nicht polar. Die Cilienbedeckung ist allseitig und gleichmäßig, die Länge der Cilien überall gleich groß, diese sind äußerst fein; um den Mund ist kein besonderer Kranz ausgebildet, terminale Borsten sind nicht vorhanden. Der Mund liegt subterminal, vielleicht in einer schwachen Rille, ist lang spaltförmig und steht wahrscheinlich etwas schief zur Längsachse des Körpers, d. h. nicht in derselben Ebene. Ein Schlund ist nicht nachweisbar, Stäbchenapparat fehlt. Der Mund öffnet sich nur bei Nahrungsaufnahme und nach dem Tod, sonst ist er unsichtbar. Terminal 2 kontraktile Vakuolen, von denen die vordere die Hauptvakuole ist mit einer Kontraktionsperiode von 8 Minuten bei Zimmertemperatur. Die hintere, kleinere Vakuole hat simultane Systolen mit der vorderen. Zeitweilig verschwindet die Nebenvakuole und an ihrer Stelle erscheint ein gekrümmter zuführender Kanal der von hinten in die Hauptvakuole mündet. Dieser Kanal scheint sich dem rechten hinteren Körperrand parallel fortzusetzen, ist also gegen das Zellinnere konkav gekrümmt. Bemerkenswert ist, daß sich die Form der Hauptvakuole unter dem Einfluß von Körperkontraktionen ändert; so wird sie häufig dreieckig-konisch wobei die ebene Basalfläche der Vakuole nach vorn, die abgerundete Spitze des Kegels gemäß der

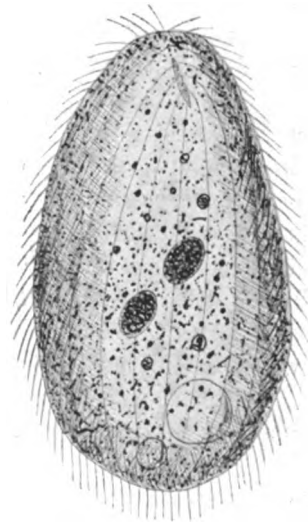


Fig. A. *Holophrya* sp.  
Vergr. 1580 (800). Ventralansicht.

allgemeinen Zellform nach hinten gerichtet ist. — Zentral finden sich 2 elliptische Kerne nah beieinander. Nahrungsaufnahme habe ich nicht beobachtet. Die Bewegung des Infusors ist merkwürdigerweise vorwiegend eine langsam gleitende.

Wenn der Druck unter dem Deckglas wächst, platzt die Pellicula zuerst am hinteren Pol, darauf tritt die Hauptvakuole oder beide samt einer äußerst dünnen Plasmahülle aus der Zelle heraus, zum Schluß zerfließt der Körper, wobei jedoch die Pellicula isoliert wird und die Umrisse des normalen Tieres noch ziemlich gut bewahrt. Die Cilien schlagen noch einige Zeit nach dem Zerfließen der Zelle.

Fundort: Zwischen Meeresalgen an der Küste der südlichen Dobrudscha; Juli 1924.

Die systematische Stellung dieses Infusors ist fraglich. Von der BÜTSCHLI'schen<sup>1)</sup> Diagnose der Gattung *Holophrya* ergeben sich keine nennenswerten Abweichungen, die Mundöffnung ist jedoch für eine *Holophrya* aus der polaren Lage verhältnismäßig weit nach hinten gerückt. Trotzdem ist eine Einordnung der Form unter eine andere Gattung nicht möglich. Für *Enchelys* ist nämlich die Halsbildung der Hauptcharakter, für *Prorodon* der Reusenapparat. Auch LIEBERKÜHN beobachtete übrigens eine *Holophrya*, bei der der Mund etwas nach hinten gerückt war.

Sollte sich die Art als neu erweisen, so schlage ich für sie den Namen *H. binucleata* vor.

*Spathidium lieberkühni* var. *marinum* n. var. (Fig. B.)

Der Körper des Infusors ist beutelförmig, hinten breit abgerundet, vorne schief abgestutzt. Der Querschnitt durch die hintere Zellhälfte ist kreisförmig, der durch die vordere infolge seitlicher Abplattung des Vorderendes elliptisch. Vom Zellkern abgesehen ist das Infusor bilateral symmetrisch. In Dorsal- und Ventralansicht sieht das Tier keilförmig aus, wobei die Spitze einen Winkel von etwa 60° einnimmt. Die Wölbung der Seitenflächen ist eine kontinuierliche, d. h. durchaus konvexe. Die größte Länge des Infusors beträgt ohne Cilien gemessen 63  $\mu$ , die maximale entsprechende Breite 29  $\mu$ , das Verhältnis demnach etwa wie 2:1. Wahrscheinlich sehr wenig kontraktil. Das Körperplasma ist sehr transparent, so daß man die Streifung der gegenüberliegenden Seite durchsieht, farblos, insbesondere vorn hyalin. Subterminal-zentral zeigt das

<sup>1)</sup> O. BÜTSCHLI: Protozoa III p. 1678.

Zellinnere einen dunklen Körnerhaufen. Die Pellicula trägt insgesamt etwa 18—20 Streifen, die sehr deutlich entwickelt sind. Die Streifung läuft, von vorn gesehen und vom Beobachter sich entfernend gedacht, spiral (pathologisch?), entgegengesetzt dem Sinne des Uhrzeigers, indem sie einen Winkel von ca.  $50^{\circ}$  um die Längsachse beschreibt. Die Cilien sind  $6-8 \mu$  lang, relativ weit voneinander entfernt, weder oral noch terminal besonders ausgebildet. Der Mund ist wahrscheinlich schlitzförmig, auf der Vorderkante gelegen; ein Mundwulst, wie er bei *Spathidium lieberkühnii* typ. vorkommt, fehlt. Der Mund wird nur bei Nahrungsaufnahme geöffnet, bei freiem Schwimmen ist er geschlossen, da in Dorsalansicht das Vorderende stets spitz erscheint. Schlundstäbchen fehlen vollständig, ebenso Trichocysten und wahrscheinlich auch die kontraktile Vakuole. Der Kern liegt zentral, hat annähernd zylindrische

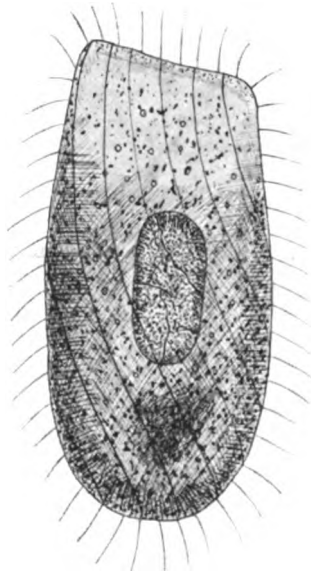


Fig. B.

*Spathidium lieberkühnii* var. *marina* n. var.  
Vergr. 1000 (800). Ansicht von der rechten Seite.

Form und ist  $20 \mu$  lang. Er liegt in der Ebene, die die Längsachse mit der Querachse bildet, zur Dorsoventralachse steht er senkrecht. Nach Fixierung und Färbung mit Methylgrün-Essigsäure scheint der Kern aus mehreren dicht aneinandergesetzten Bruchstücken zu

Fig. B.

bestehen, deren Scheidewände regellos verlaufen. — Wahrscheinlich ein einziger dem Großkern anliegender Kleinkern. Nahrungsaufnahme nicht beobachtet. Das Infusor schwimmt frei und geradlinig unter den gewöhnlichen Rotationen um die Längsachse; die Geschwindigkeit beträgt etwa  $400-500 \mu$  in der Sekunde.

Fundort: Wasserprobe mit in Zersetzung befindlichen Algen aus dem Schwarzen Meer bei Cavarna (Dobrudscha). Nur ein einziges Tier beobachtet. *Spathidium* ist für die marine Fauna neu.

Der vorstehend von mir beschriebenen Form ähnelt am meisten *Sp. lieberkühnii* BÜTSCHLI, das sich hauptsächlich durch den Besitz eines kugligen Kernes und einer terminalen Vakuole unterscheidet. Ich bezeichne unsere Form, die ich vorläufig bloß als Varietät des

*Sp. lieberkühni* betrachte, als *Sp. lieberkühni* var. *marina* n. var. Sollte sich späterhin die abweichende Kernform usw. als konstant erweisen, so könnte man das Infusor ebensogut als besondere Spezies systemisieren.

Nach der BÜTSCHLI'schen<sup>1)</sup> Gattungsdiagnose ist bei *Spathidium* die Mundöffnung von einem wulstigen Lippensaum umgeben, welches Merkmal von nun an aus der Genusbeschreibung fortfällt. Leider sind die generischen Unterschiede zwischen *Spathidium* und *Enchelys* so unwesentliche und unsichere, daß manche Arten in jeder beliebigen der beiden Gattungen eingereiht werden könnten. Das einzige, äußerst mangelhafte Kriterium, das *Enchelys* von *Spathidium* unterscheidet ist der annähernd zirkuläre Querschnitt des Vorderendes,

während er bei *Spathidium* lang elliptisch ist. Durchgreifende Kennzeichen gibt es nicht.

Die systematische Umgruppierung der genannten Genera wie überhaupt aller Holophryinen ist demnach nur eine Frage besserer Formenkenntnis und kritischer Revision.

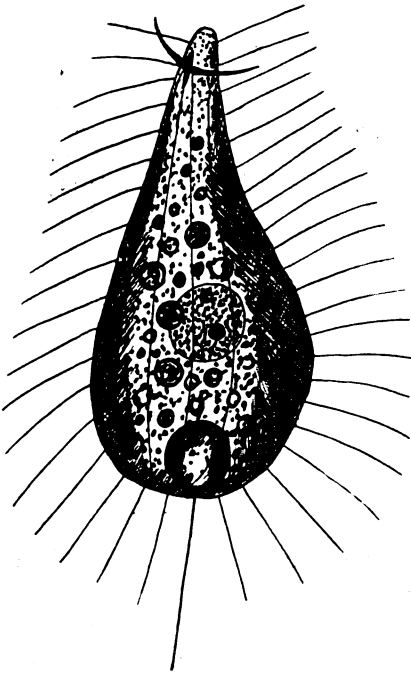


Fig. C. *Chaenia pontica* n. sp.  
Vergr. 1550 (980).  
Ansicht ventral und etwas links.

### *Chaenia pontica* n. sp.

(Fig. C.)

Der Körper ist birnförmig, vorn in einen ziemlich spitz zulaufenden Rüssel verdünnt, hinten breit und gleichmäßig abgerundet, im ganzen bilateral symmetrisch. Das Vorderende ist seitlich etwas komprimiert, der Hauptteil der Zelle hat elliptischen Querschnitt. In Seitenansicht erscheinen die Konturen der Ventralseite geradlinig; die der Dorsalseite

konvex, beim Übergang in den Rüssel allmählich flach konkav werdend. Ohne Cilien gemessen beträgt die Gesamtlänge des Infusors 40  $\mu$ , die größte Dicke, etwa zu Beginn des letzten Längs-

<sup>1)</sup> l. c. p. 1681.

drittels  $19\ \mu$ , das Verhältnis demnach fast wie 2:1. Das Infusor ist ametabol, gar nicht oder nur äußerst wenig kontraktile, das Plasma farblos, jedoch stark granuliert. Die Verteilung der Cilien ist eine holotriche, deren Länge beträgt ziemlich gleichmäßig  $10\ \mu$ , ist also im Verhältnis zur Zellgröße recht bedeutend. Am Hals ist der Bestand etwas dichter, am Hinterende sind die Cilien um ein ganz geringes länger, terminal steht eine  $15\ \mu$  lange, steife, gerade Borste; der Vorderpol ist cilienfrei. Besonders charakteristisch für die Art sind zwei  $6\ \mu$  lange, gebogene, kräftige Borsten, die zu beiden Seiten des Mundschlitzes, etwas vor dessen Mitte, entspringen. Diese Oralborsten machen durchaus nicht den Eindruck von Membranellen, da ihr Querschnitt massiv und nach dem Tode des Tieres keinerlei Zerfaserung nachweisbar ist. Die Pellicula ist regulär längsgestreift. Die Mundöffnung liegt subterminal-ventral und bildet einen etwa  $3\text{--}4\ \mu$  langen, nur bei Nahrungsaufnahme und am toten Tier sich öffnenden Spalt; einen Schlund fand ich nicht angedeutet. Eine kontraktile Vakuole terminal mit einer Frequenz von  $50\text{--}70$  Sekunden bei  $10\text{--}15^\circ\text{C}$  Temperatur des Mediums. Den Macronucleus konnte ich leider nicht mit Sicherheit nachweisen, fand aber zentral einen kugeligen Körper, den ich dafür halte. Die den Körper erfüllenden Körnermengen machten ihn zu sicherem Nachweis des Kernes zu undurchsichtig und die Reagentien für gründliche Präparation standen mir an der Küste nicht zur Verfügung. Durch Methylgrün kam keine distinkte Färbung zustande. Die Bewegung des Infusors ist eine mit dem Rüssel im Detritus wühlende, daher das cilienlose Vorderende.

Fundort: zahlreich in einer Probe von an den Strand geworfenen Algen; Schwarzes Meer, Februar 1924, Wassertemperatur  $5^\circ\text{C}$ .

Das beschriebene Infusor ist von den bisher bekannten Arten so distinkt verschieden, daß ich die Errichtung einer neuen Art für angezeigt erachte.

Durch die Auffindung dieser Spezies sind die Merkmale „langgestreckt, kontraktile, mehrere Mundborsten“ fortan aus der Gattungsdiagnose wegzulassen.

### *Amphileptus incurvatus* MAUPAS.

Diese Encheline wurde besonders von MAUPAS<sup>1)</sup> eingehend untersucht, so daß kaum viel neues hinzuzufügen ist. Da ich die

<sup>1)</sup> E. MAUPAS: Contribution à l'étude morphologique et anatomique des infusoires ciliés. Arch. Zool. Exp. 2. Ser. T. 1 1883 p. 513—516 Pl. XX Fig. 28—30.

Art aber ein Jahr lang gezüchtet habe, möchte ich hier doch (vorläufig nur) einiges erwähnen.

Die Länge des Infusors schwankt zwischen 53—95  $\mu$ , die entsprechende Breite von 8,5—39  $\mu$ , das Verhältnis zwischen Breite und Länge variiert von 1:2,3 bis 1:6,2, letzteres im Inaitionsstadium, wo der Körper schlank und seitlich stark abgeplattet wird, so daß *Amphileptus incurvatus* dann kaum oder gar nicht von *Lionotus* zu unterscheiden ist. Beim gut genährten Tier ist der Querschnitt durch die hintere Körperhälfte kreisförmig. Am Vorderende ist die Bauchkante nach rechts umgeschlagen, so daß eine hakenartige Bildung entsteht. Die Pellicula hat total 10—16 Cilienstreifen. Die Entfernung der Cilien voneinander beträgt etwa 1,5  $\mu$ , MAUPAS gab 2,5  $\mu$  an. Das Verschlingen der Nahrung dauert bloß 10—20 Sekunden. Ausschleudern von Trichocysten habe ich niemals beobachtet, wohl aber die plötzliche Lähmung berührter Infusorien.

Ein *Amphileptus* hatte einen *Lembus pusillus* mit dem Munde quer in der Körpermitte ergriffen. Nach 10 Minuten vergeblicher Anstrengungen das Opfer zu verschlingen, ließ *Amphileptus* es los. An der Stelle, wo der Räuber seinen Mund angesetzt hatte, waren am Körper des Opfers gut erhaltene Cilien zu sehen, die Zelle jedoch plattgequetscht. Es ist somit anzunehmen, daß im Mund keine verdauenden Säfte vorkommen.

Die Hauptnahrung von *A. incurvatus* sind holotriche Ciliaten, nach meinen Beobachtungen besonders *Lembus pusillus*, *Uronema* und *Cyclidium*. Ausnahmsweise beobachtete ich auch *Euplotes charon* als Beute; diese zeigte bis über 20 Minuten lang kräftigen Cirrenschlag im Leibe des Schlingers. Merkwürdig ist, daß der hypotriche *Euplotes* gegen den tastenden Rüssel des *Amphileptus* indifferent ist, während Holotrichen meist gelähmt werden. Wahrscheinlich hängt dies mit dem Permeabilitätsgrade der Pellicula zusammen. — Einmal beobachtete ich den Angriff eines *Amphileptus* auf einen *Euplotes*. Der letztere schlug heftig mit den Cirren und schien festgehalten zu werden, obwohl nichts als einfache Berührung sichtbar war. Nach einigen Sekunden starker Anstrengung riß sich der *Euplotes* los. Vom Munde des *Amphileptus* führte nun ein feiner farbloser Faden zum Körper des Hypotrichen. Den Faden beobachtete ich mit Gewißheit. Ich glaube nicht, daß es sich hier um aus dem *Euplotes*-Körper herausgepreßtes Plasma handelt, denn dieses müßte ja Kugelform annehmen. Wahrscheinlich erscheint mir die Annahme, daß *Amphileptus* einen zähflüssigen, vielleicht auch lähmende Eigenschaften besitzenden Stoff ausscheidet, der zum Ankleben und Fest-

halten der Beute dient. Wo der Sitz dieses hypothetischen sezernierenden Zellorganoids sein soll, ist schwer zu sagen, vielleicht wird mein konserviertes Material, mit dem Mikrotom verarbeitet, Auskunft geben.

Die ausgezeichnete Isolierbarkeit der Pellicula und die relative Autonomie der Cilien zeigt folgendes Experiment. — Ein *Amphileptus*, der am Ende des ersten Körperdrittels so eingeklemmt wird, daß er sich nicht befreien kann, macht anfangs Versuche den Rüssel herauszubekommen. Wenn ihm dies nicht gelingt, fließt das Plasma aus dem Rüssel in den Hinterleib und die Pellicula sinkt als dünnes Häutchen zusammen. Die Cilien der nun plasmaleeren Pelliculapartie schlagen jedoch lebhaft weiter, obwohl nun vom ernährenden Plasma weit entfernt (ca. 20  $\mu$ ). Allmählich läßt der Cilienschlag nach. Wird nun das Infusor freigelassen, so rinnt wieder Plasma in den Vorderleib und der Cilienschlag des Rüssels wird wieder kräftiger. Ähnliche Beobachtungen machte ALVERDES<sup>1)</sup> an *Paramaecium*.

Gibt man zu *Amphileptus*-Proben plötzlich starke Salzlösungen, so kann man gelegentlich bei den sonst sehr wenig gestaltsändernden Infusorien einen merkwürdigen, spontan auftretenden Metabolismus bemerken, insbesondere wenn sie auf der Flucht vor der starken Lösung sich durch eng liegenden Detritus hindurchzwängen müssen. Bei dieser Formänderung ist von der ursprünglichen *Amphileptus*-Gestalt nichts mehr vorhanden, nicht einmal die Körperstreifung. Die Tiere werden so verändert, daß sie in ausgezeichneter Weise die metabolischen Bewegungen des Flagellaten *Distigma proteus* zeigen. Die Konturen der Zelle erscheinen unduliert, das Innere gleichmäßig körnig, das Hingleiten sieht amöboid aus. Es scheinen besondere Bedingungen zum Gelingen des Experimentes nötig zu sein, da bloße Konzentrationserhöhung nicht immer den gleichen Effekt hat. Leider hatte ich nicht Zeit, weiter den Ursachen dieser Erscheinung nachzuforschen.

Läßt man *A. incurvatus* wochen- oder monatelang hungern, so beobachtet man Gestaltsänderungen, die das Infusor den nahverwandten Gattungen *Spathidium* und *Lionotus* gleichen machen. Obwohl es sich hier um pathologische Änderungen handelt, haben wir doch einen deutlichen Hinweis auf die nahe Verwandtschaft der genannten Gattungen. Aber nicht nur die Zellform wird verändert sondern auch der Nahrungserwerb, indem *Amphileptus* vielfach mit offenem Mund umherschwimmt und nun einen richtigen Wasserstrudel

<sup>1)</sup> F. ALVERDES: Studien an Infusorien. Arbeiten a. d. Gebiet der exper. Biologie. Hrsg. v. J. SCHAXEL H. 3 1922.



zum Heranwirbeln von Nahrung erzeugt. Ob der normal nur Ciliaten fressende *Amphileptus* in der Tat zu Bakteriennahrung übergeht, konnte ich nicht mit Sicherheit feststellen, nehme es jedoch wegen der zahlreichen körnigen Nahrungsvakuolen an. Diese Vakuolen treten jedoch merkwürdigerweise durchaus nicht bei allen Tieren auf, denn viele werden im Inanitionsstadium hyalin-durchsichtig und fast granulafrei.

*A. incurvatus* vermehrt sich durch die gewöhnliche Querteilung. Die Mundkante des hinteren Teillings ist schon lange vor vollständiger Durchschnürung ausgebildet, die kontraktile Vakuole des vorderen tritt schon zu Beginn der Einschnürung auf. Bemerkenswert ist, daß die Rüsselkanten der beiden Sprößlinge in recht verschiedenen Meridianen liegen. Der äußere Teilungsakt dauert bloß etwa  $\frac{1}{4}$  Stunde.

Die Art züchtete ich massenhaft mit Algen aus dem Schwarzen Meer.

*Aegyria Peneckeï* n. sp. (Fig. D.)

Der Körper des Infusors ist annähernd ellipsoidisch, vorn stets gut abgerundet, hinten meist ebenso oder ganz stumpf zugespitzt. Die Mundregion ist ein wenig vertieft, so daß die Konturen der Zelle manchmal in Seitenansicht einige Ähnlichkeit mit *Colpidium* haben. Die Seitenränder sind zur Längsachse symmetrisch. Die Mundregion ausgenommen hat der Körper nirgends Konkavflächen. Bemerkenswert ist die äußere Ähnlichkeit zum

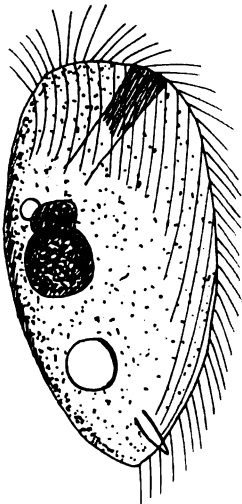


Fig. D.

Fig. D. *Aegyria Peneckeï* n. sp.

Vergr. 1000 (800).

Dorsalansicht, die Streifen durchscheinend gezeichnet.

CLAPARÈDE-LACHMANN schen<sup>1)</sup> sog. *Trichopus dysteria*, wo der Vorderkörper eine ähnliche Vertiefung zeigt, die jedoch der von *Aegyria Peneckeï* gerade opponiert erscheint, nämlich von der Mundöffnung abgewendet. Im ganzen ist *Aegyria Peneckeï* asymmetrisch. Die Ventralseite ist flach, die Dorsalseite gewölbt. Die Länge des Infusors beträgt  $53 \mu$ , die größte Dicke  $36 \mu$ , ohne Cilien gemessen. Subterminal und ventral liegt der Griffel. Dieser ist hyalin-farblos, an

<sup>1)</sup> CLAPARÈDE-LACHMANN: Études sur les infusoires. p. 338, Pl. 14 Fig. 15.

seiner Basis annähernd zylindrisch, am Ende kegelig und spitz auslaufend. Eine Zusammensetzung des Griffels aus konaxialen Elementen, wie sie bei anderen Erviliinen vorkommt, habe ich nicht beobachtet, bin diesen Verhältnissen aber auch nicht näher nachgegangen. Links vom Griffel findet sich eine von rechts vorn nach links hinten verlaufende kurze Linie, vielleicht eine Verdickung der Pellicula. Die Kontraktilität der Zelle ist gering oder fehlend, ventrale Zusammenklappung habe ich nicht beobachtet; eine solche dürfte wegen der Dicke des Körpers überhaupt nicht möglich sein. Das Infusor ist farblos, ein Pigmentfleck, wie ihn z. B. *Aegyria oliva* hat, fehlt. Die Bewimperung ist auf den rechten Teil der Bauchfläche reduziert, der linke Teil und der Rücken sind cilienfrei. Die Cilien sind etwa  $10\ \mu$  lang. Der Cilienverteilung folgt die Körperstreifung, indem beide in der Mundregion, also am Vorderteil des Körpers, ziemlich weit nach links reichen. Hier scheinen die Streifen blind, ohne Vereinigung zu endigen, recht ähnlich *Trochilia dubia* WALLENGREN. In der Nähe des Griffels biegen die Streifen um diesen um. Der Mund ist eine rundliche Bildung, hat  $7-8\ \mu$  Durchmesser, liegt ziemlich weit vorn, der Schlund zieht schräg nach links und hinten, ist etwas gebogen, etwa  $20\ \mu$  lang und besteht aus etwa 16 leicht spiralig verlaufenden Stäbchen. Die Konturen des Schlundes lassen sich doppelt so weit verfolgen als die Stäbchen. Bei einem Individuum schien mir, als fände sich vor dem Reusenapparat ein glattes zylindrisches Rohr; bei einem anderen Tier, als verengte sich der Vorderteil der Reuse nach außen zu; Bestimmtes kann ich darüber nicht aussagen. Das Infusor hat 2 kontraktile Vakuolen die beide in demselben Körpermeridian liegen, die hintere etwas vor dem Griffel, die vordere hinter dem Stäbchenapparat. Der Macronucleus scheint nicht bei allen Individuen gleich gebaut zu sein, jedenfalls besteht er aus mindestens 2 dicht aneinandergefügt ungleichen Stücken, zu denen manchmal noch ein drittes, vorderstes und kleinstes hinzukommt. Ein deutlicher Kernspalt fehlt. Die Lage des Kernes ist eine mediane, annähernd zentrale.

Ich fand mehrere Infusorien dieser Art im Februar 1925 zwischen Moos aus einer Quelle bei Cavarna (Dobrudscha) in Gesellschaft zahlreicher anderer Protozoen <sup>1)</sup>.

Da beim hier beschriebenen Infusor ein Reusenapparat ausgebildet ist, muß es der Gattung *Aegyria* untergeordnet werden.

---

<sup>1)</sup> J. LEPSI: La microbiologie des sources de Cavarna (rumänisch). 1925.

Von diesem Genus war meines Wissens bisher bloß eine einzige Art (*Aegyria oliva*) bekannt, von der sich unsere Spezies so distinkt unterscheidet, daß die Aufstellung einer neuen Art gerechtfertigt erscheint. Die Gattung *Aegyria* ist somit nicht mehr bloß auf das Meer beschränkt sondern bewohnt auch das Süßwasser.

Zu Ehren meines verehrten gewesenen Lehrers, des Herrn Dr. CARL ALFONS PENECKE, o. ö. Professor der Paläontologie an der Universität Czernowitz, benenne ich die neue Art *Aegyria Penecke* n. sp.

*Trochilia dubia* WALLENGREN. (Fig. E, F.)

Dieses Infusor wurde bisher bloß von seinem Entdecker gesehen. Da mir WALLENGREN'S Originalarbeit <sup>1)</sup> leider nicht zur Verfügung steht, muß ich mich mit den Figuren und der kurzen Beschreibung der Art im „Nordischen Plankton“ <sup>2)</sup> begnügen. Wie aus dem Folgenden hervorgeht, weicht meine Beschreibung von der WALLENGREN'S wenig ab.

Der Körper des Infusors ist gedrungen, vorn schief nach rechts abgestutzt, was an die *Trochilia crassa* LEVANDER'S erinnert. Das Hinterende fand ich nie so spitz wie WALLENGREN es darstellt, vielmehr ziemlich breit abgerundet. Die rechte Körperseite ist etwas stärker gewölbt als die linke, die Abplattung der Zelle ist ziemlich gering. Die Bauchseite ist annähernd eben oder etwas konkav, die Rückseite gewölbt. Die Gesamtform ist eine asymmetrische. Der Querschnitt durch den Körper erscheint halbkreisförmig. Dorsal hat das Infusor zwei oft anscheinend fehlende (nur pathologische?) Längsrippen, deren vollständigen Verlauf ich nicht verfolgt habe, so daß es sich möglicherweise um die vorspringenden Ränder der von WALLENGREN angedeuteten dorsalen Delle handelt. Am Vorderende bildet der Körper eine flache Kuppe, die von einer niedrigen kragenartigen Erhebung der Pellicula zirkulär umfaßt wird. Dieser Saum ist besonders dorsal und lateral deutlich nach vorn vorspringend, während er ventral undeutlich wird oder fehlt. Die Größe der Individuen ist ziemlich konstant, die Länge beträgt 72—78  $\mu$ , die entsprechende größte Breite 38—42  $\mu$ . Die Kontraktilität ist gering, das Plasma farblos, jedoch mit Ausnahme der Mundregion ziemlich stark körnig, Pigmentanhäufungen fehlen. Die Länge der Cilien beträgt durchschnittlich 10  $\mu$ . Die Körperstreifung ist eine ganz

<sup>1)</sup> H. WALLENGREN: Studier öfver Ciliata Infusorier. IV. Lunds Univ. Arsskr. Bd. 36 1900.

<sup>2)</sup> CL. HAMBURGER u. W. v. BUDDENBROCK: Ciliata. Nordisches Plankton 1911 p. 44 Fig. 44 a, b.

charakteristische. Nur die rechte Seite der Bauchfläche ist gestreift, die Streifung verläuft nicht genau meridional, d. h. von einem Pol zum anderen, sondern erscheint nach links konkav umgebogen. Im ganzen bestehen bloß 4 (bis 5) dicht gedrängte parallele Ventralstreifen, die hinter dem Griffel blind endigen. In der Bauchmitte ist die Streifung besonders undeutlich, manchmal fast fehlend. In

der Mundgegend und hinter dem Griffel sind die Cilien am besten ausgebildet und am meisten tätig. Der Griffel ist krallenförmig, etwas ventral gebogen und zeigt innere Struktur. Vielleicht ist er ein Röhrchen, durch das aus dem Zellinnern ein Stoff ausgeschieden wird, mit dessen Hilfe

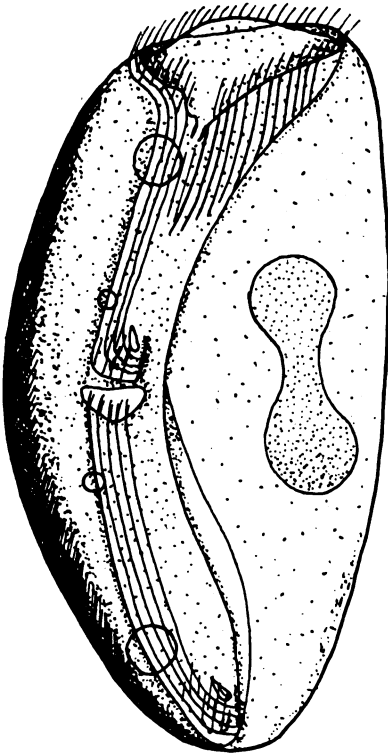


Fig. E.

Fig. E. *Trochilia dubia* WALLENGR. Zellteilung. Vergr. ca. 1300 (800).

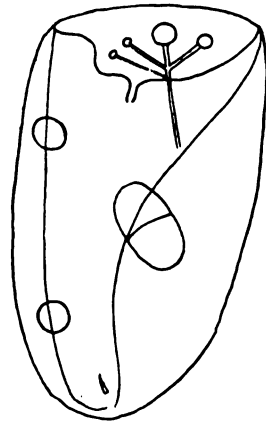


Fig. F.

Fig. F. *Trochilia dubia* WALLENGR. Vergr. ca. 700 (800).

Andeutungen eines traubenförmigen Kanalsystems.

sich das Infusor an festen Gegenständen anklebt, ähnlich wie es BRODSKY<sup>1)</sup> für *Onychodactylus acrobates* beschreibt und wie ich derartiges bei gewissen *Dysteria*-Arten beobachtet habe. Der Mund ist eigenartig, für Ciliaten ungewöhnlich gebaut. Seine Lage ist eine verborgene, anscheinend an der Spitze einer kegel-

<sup>1)</sup> A. BRODSKY: Sur une adaptation à la vie littorale chez l'*Onychodactylus acrobates* ENTZ. Arch. Zool. Exper. 1908 4. Ser. T. VIII p. LI—LIII 1908.

förmigen Vertiefung, die ventral vor der polaren Kuppe liegt. Der Schlund ist kurz und läßt kräftige, nematodenähnliche Wandverdickungen erkennen. Soviel ich gesehen habe, handelt es sich um zwei solcher kurzer Körper. Links vom Mund erscheint ebenfalls eine Reihe stäbchenartiger, vorn verdickter Bildungen, die, je weiter vom Mund entfernt desto kürzer sind und mit ihren Hinterenden immer stärker nach rechts abbiegen. Die Mundgegend trägt ein reiches Cilienkleid. Die vom Mund nach rechts verlaufende Linie ist wellig gebogen, ähnlich wie es auch WALLENGREN darstellt; die nach links ziehende erscheint wellenlos, also anders als in WALLENGREN'S Darstellung. Am rechten Körperperrand, unter der gestreiften Zone, liegen hintereinander zwei kontraktile Vakuolen. An der linken Körperseite, dort wo der Cilienkranz ventral umbiegt, fand WALLENGREN eine große Membranelle; mir ist dieses Organoid entgangen, auch bin ich von dessen Vorhandensein nicht überzeugt. Der Macronucleus besteht aus zwei ungleichen, aneinander gefügten Teilen, die zusammen ein Ellipsoid bilden. Die Bewegung des Infusors ist eine ziemlich schwerfällige, jedoch kontinuierliche. Eine muschelartige Zusammenklappung nach der Ventralseite ist dem Tiere wegen seiner ziemlichen Dicke wohl nicht möglich.

Ein einziges Mal fand ich ein Tier in Teilung (Fig. E). Dabei erleiden die Ventralstreifen in der Mitte eine Unterbrechung, die Streifenenden des vorderen Teillings biegen nach links ab, wo sich der Griffel ausbildet. Hinter dieser Biegungsstelle, in der Gegend wo die Mundregion des hinteren Tieres sich ausbildet, erscheint ein stumpf-dreieckiges Loch, in das nun die vordersten Cilien des hinteren Teillings frei hineinschlagen, d. h. sich nach vorn richten. Die zwei ursprünglichen Vakuolen des Muttertieres bleiben erhalten und zwischen ihnen, etwa in demselben Meridian bildet sich die hintere Vakuole des vorderen und die vordere Vakuole des hinteren Teillings neu aus. In dem hier beschriebenen Stadium der Zellteilung erscheint der Zellkern einheitlich, bereits hantelförmig eingeschnürt. Eine äußere Einschnürung der Zelle ist dabei noch unmerklich, erscheint jedoch plötzlich bei Zusatz von 2 Proz. Essigsäure, ist demnach plasmatisch schon vorbereitet.

Ich fand *Trochilia dubia* bloß ein einziges Mal jedoch in zahlreichen Exemplaren in einer 4 Tage gestandenen Algenprobe aus dem Schwarzen Meer an der Küste der Dobrudscha im Oktober 1924.

Unter dem Mikroskop ist das Infusor sehr empfindlich.

Ich will noch eine Beobachtung erwähnen, die auf ein recht kompliziertes Vakuolen- und Kanalsystem zu deuten scheint. Ein

unter dem Deckglas etwas gepreßtes Tier (Fig. F) zeigte am Vorderende der Zelle eine Gruppe von vier in einem Bogen angeordneten Vakuolen. Von jeder der Vakuolen führte ein deutlicher Kanal konvergent zu einem von der größten Vakuole kommenden Hauptkanal, den ich bis zum linken Rand der Bauchfläche verfolgen konnte. Dieser Hauptkanal zieht merkwürdigerweise nicht in der Richtung der kontraktilen Vakuolen sondern bloß diesen parallel. Ob dieses Kanalsystem pathologisch ist oder vorgebildete Differenzierungen zur Grundlage hat, muß vorderhand dahingestellt bleiben. Ich neige der letzteren Auffassung zu, da der auf das Infusor ausgeübte Druck verhältnismäßig gering war.

*Dysteria cf. monostyla* EHRENBG. (Fig. G.)

Diese Art erwähne ich bloß wegen ihres Schlundbaues. Dieser besteht nämlich aus zwei Teilen: einem gebogenen äußeren und einem geraden inneren. Das äußere Schlundrohr hat einen Durchmesser von  $1,4 \mu$  und eine Länge von  $4 \mu$ . Der Übergang vom äußeren zum inneren Rohr ist ein ganz unvermittelter, indem das erstere plötzlich dort endet, wo das letztere, mehrmals dickere beginnt. Der Zusammenhang der beiden Teile geschieht durch eine in der

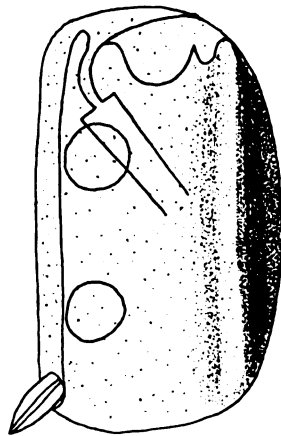


Fig. G.

Fig. G. *Dysteria cf. monostyla* EHRENBG.  
Vergr. ca. 2000 (980). Konturen von Körper und Schlundregion. Unten eine abweichende Schlundform.

Mitte durchbohrte Scheibe, die die beiden Schlundrohre verbindet. Einen ähnlichen Schlundbau beschrieben CLAPARÈDE-LACHMANN<sup>1)</sup>. Hier erscheint wohl das äußere Schlundrohr gebogen, jedoch von gleichem Durchmesser.

Ein Individuum hatte einen abweichenden Schlundbau (Fig. G unten). Hier war das äußere Schlundrohr nicht zylindrisch, sondern die beiden Seiten bogenförmig und in entgegengesetztem Sinne gegeneinander gekrümmt, etwa kuppelförmig. Das querliegende Verbindungsstück überragte beiderseits den Durchmesser des hinteren Schlundrohres.

<sup>1)</sup> CLAPARÈDE-LACHMANN: Études . . . Pl. 15 Fig. 24.

Ob es sich hier um eine andere Spezies gehandelt hat, kann ich nicht sicher angeben, es erscheint mir jedoch wahrscheinlich.

Das erstbeschriebene Infusor ähnelt der sog. *Aegyria legumen*, abgebildet bei CLAPARÈDE-LACHMANN (Pl. 15 Fig. 16) und auch der *Dysteria crassipes* (Pl. 15 Fig. 17—19), mit welcher letzterer es besonders die Stärke und Struktur des Griffels gemeinsam hat, mit ersterer den seitlichen Längswulst. Vielleicht handelt es sich um die gewöhnliche *Dysteria monostyla* EHRBG.

*Uronema nigricans* MAUPAS (var.). (Fig. H, J.)

Diese Art ist, wenigstens unter dem Deckglas, von sehr variabler Gestalt oder — was mir weniger wahrscheinlich erscheint — es handelt sich um mehrere gute, einander sehr ähnliche Arten. Aus diesem Grunde lasse ich es dahingestellt sein, ob die nachfolgend beschriebenen Infusorien wirklich zu *Uronema nigricans* gehören, doch scheint mir eine bessere Unterbringung vorderhand nicht möglich.

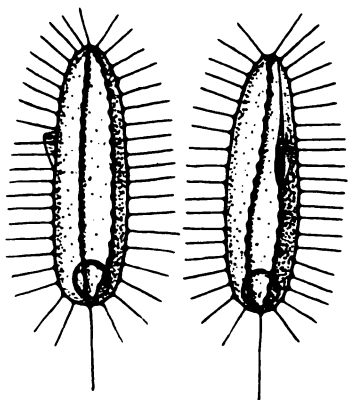


Fig. H.

Fig. H. *Uronema nigricans* MAUPAS. Vergr. 1000 (800).

Von links und ventral (etwas rechts) gesehen.

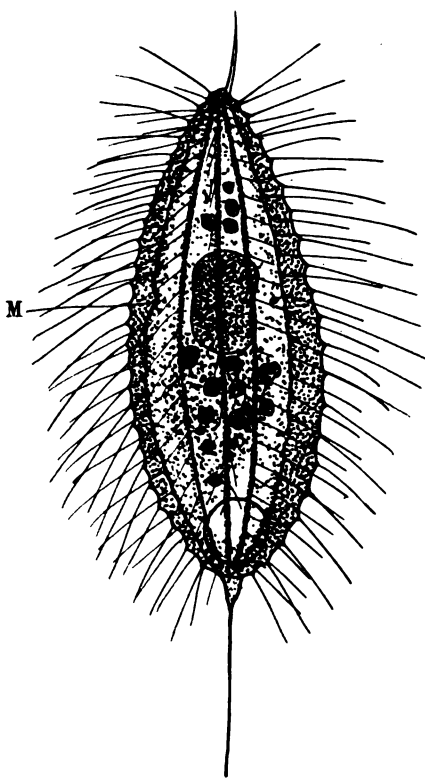


Fig. J.

Fig. J. *Uronema* cf. *nigricans* MAUPAS. Vergr. 2000 (980). M = Mundlage.

Die von mir untersuchten *Uronema*-Formen entstammten alle Algenproben aus dem Schwarzen Meer.

*Uronema nigricans* (Fig. H) hat einen annähernd langzylindrischen Körper, der durch manchmal vorkommende geringe Torsion etwas asymmetrisch ist. Das Vorderende ist ein wenig zugespitzt, das hintere abgerundet oder manchmal rundlich-kantig und quer abgestutzt. Von verschiedenen Seiten gesehen bleiben die Zellkonturen ziemlich die gleichen. Die Länge des Infusors, gemessen ohne Cilien, beträgt 28,5—34  $\mu$ , die größte Dicke 9,5  $\mu$ , das Verhältnis demnach etwa wie 3 : 1. Die Art ist gar nicht oder bloß sehr wenig kontraktil. Die Cilien sind über die ganze Zelloberfläche ziemlich gleichmäßig verteilt, etwa 6—8  $\mu$  lang, in ihrer ganzen Länge gleich dick, auf Papillen gelegen und schlagen häufig gruppenweise. Die Körperstreifung ist eine meridionale, in ihrem Verlauf liegen die Cilienpapillen. Die Entfernung der Papillen derselben Reihe voneinander beträgt etwa 1,9—2  $\mu$ . Im ganzen hat das Infusor etwa 8 Streifen. Ich muß hervorheben, daß vor dem bauchständigen Mund die Streifen sich durchaus nicht ventral vereinigen, wie es SCHEWIAKOFF<sup>1)</sup> für *Uronema marina* darstellt, sondern dem Peristom parallel zum Vorderpol laufen. Dieser wichtige Unterschied sowie die bedeutend größere Streifenzahl in SCHEWIAKOFF's Abbildung<sup>2)</sup> lassen mich die Verschiedenheit der beiden Formen annehmen. Dagegen ist zu berücksichtigen, daß infolge der ganz geringen Streifenzahl und deren weiter Distanz voneinander die Streifen von hinten nach vorn ziehend gewissermaßen erst sehr spät nach dem Vorüberkommen neben der Mundöffnung zur Vereinigung gelangen, nämlich erst polar. Ich betone, daß ich der gewöhnlichen Streifenvereinigung vor dem Mund durchaus keinen Abbruch tun will, sondern bei *Uronema nigricans* bloß eine den Pol erreichende Verschiebung der Umbiegungsstelle annehme.

Das Plasma des Infusors ist farblos, jedoch ziemlich stark granuliert. Terminal findet sich eine gerade nach hinten gerichtete, 10—16  $\mu$  lange, gleichmäßig dicke Borste, die durchaus nicht starr ist, wie MAUPAS angibt, sondern mit ihrem distalen Teile schlagende Bewegungen ausführen kann oder in ganzer Länge vibriert. Der Mund ist ein Längsschlitz, etwa 5  $\mu$  lang, 2  $\mu$  breit, etwas vor der Körpermitte gelegen. Zu ihm führt eine sehr wenig ausgebildete, sich nach vorn erstreckende, wohl nicht immer vorhandene Peristomrinne. Der Mund führt eine schwer sichtbare (? Pseudo-)Membran,

<sup>1)</sup> W. SCHEWIAKOFF: Beiträge zur Kenntnis der holotrichen Ciliaten. Bibliotheca Zoologica 1889 H. 5 p. 44 Taf. 5 Fig. 70.

<sup>2)</sup> Ich zähle auf der Bauchseite etwa 20 Streifen; bei der von mir beschriebenen Art erscheinen höchstens 5 auf einer Seite.



die die Form eines rechtwinkligen Dreiecks hat, dessen rechter und spitzer Winkel dem Körper anliegen. Querstreifung der Membran glaube ich gesehen zu haben, bin dessen jedoch nicht sicher. Ein Schlund fehlt, die Nahrungsvakuolen bewegen sich nach ihrer Lösung vom Mund geradlinig gegen die terminal gelegene kontraktile Vakuole und bleiben vorderhand vor ihr stehen. Conjugation lateral. Schwimmggeschwindigkeit 0,5 mm pro Sekunde.

Bei zunehmender Konzentration des Salzwassers treten die Cilienpapillen immer stärker hervor und der Körper beginnt Längskanten zu bekommen.

Die beschriebene Art ähnelt dem *Cryptochilum nigricans* MAUPAS<sup>1)</sup>, ist mit diesem wahrscheinlich identisch. Einige Unterschiede ergeben sich jedoch aus dem folgenden Vergleich. *Cryptochilum nigricans* ist vorn schief nach rückwärts abgestutzt, etwas weiter caudalwärts in Seitenansicht konkav, die Zelle ist lateral abgeplattet; diese Verhältnisse entsprechen der von mir beschriebenen Form nicht. Trotzdem ist die Ähnlichkeit eine so große, daß ich die beiden Formen als artengleich, höchstens als verschiedene Varietäten betrachte.

Die Art ist gemein in älteren, besonders in fauligen Meerwasserproben die reichlich Algen enthalten.

Ich fand einmal eine der vorhin beschriebenen sehr nahestehende Form (Fig. J). Diese war nicht von zylindrischer Gestalt, sondern an beiden Enden leicht verjüngt, 32  $\mu$  lang, 13  $\mu$  dick, insgesamt mit 11 oder 12 Körperstreifen versehen. Die Cilien sind 6—8  $\mu$  lang und stehen auf Papillen. Die terminale, 13  $\mu$  lange Borste steht auf einer besonders hervortretenden Papille und kann schlagende Bewegungen ausführen. Die in der Skizze (Fig. J) angedeutete Form zeigt dieses Infusor bei weit vorgeschrittener Konzentration der Wasserprobe; die Papille der Endborste ist etwas zu groß gezeichnet. In diesem Zustande vereinigte sich am Vorderende ein Büschel von Cilien so eng, daß es den Anschein einer spitzen, 8  $\mu$  langen Kralle bekam. Diese Cilienvereinigung führte, von den übrigen Cilien anscheinend ganz unabhängige kräftige Bewegungen aus. Ein solches Cilienbündel war sicherlich die vermeintliche Kralle der von KENT<sup>2)</sup> abgebildeten MÜLLER'schen sog. *Proboscella vermina*. Obwohl bloß wenige Cilien sich zusammengetan hatten, sah das

<sup>1)</sup> E. MAUPAS: Contribution à l'étude morphologique et anatomique des infusoires cilies. Arch. Zool. Exp. 1883 2. Ser. T. 1 p. 444 Pl. 19 Fig. 16.

<sup>2)</sup> S. KENT: Manual of the Infusoria. 1881—82. Vol. II p. 549, Pl. XXVII Fig. 65.

Bündel infolge besonderer Verhältnisse der Lichtbrechung doch sehr kräftig aus, so daß den Forschern früherer Zeiten leicht eine Kralle vorgetäuscht werden konnte. Der Macronucleus der Art ist länglichrund, etwa  $6\ \mu$  im Durchmesser. Eine kontraktile Vakuole terminal, Mund mittelständig, seine Lage in der Figur mit M angedeutet.

*Uronema* sp. (Fig. K.)

Diese Form steht *Uronema nigricans* ebenfalls sehr nahe, zeigt aber Besonderheiten, deretwegen sie der genannten Art kaum unterzuordnen ist.

In Seitenansicht erscheinen die dorsalen Konturen den ventralen parallel, das Vorderende ist jedoch schief nach rückwärts abgeschrägt und so zugespitzt, daß die Körperspitze der Ventralseite näher liegt als der Dorsalseite. Das Hinterende ist eckig abgerundet. Das Infusor ist seitlich zusammengedrückt, von elliptischem Querschnitt, im ganzen bilateral symmetrisch. Die Gesamtlänge beträgt ohne Cilien gemessen  $25\ \mu$ , die Dicke  $8\ \mu$ , also etwa wie 3 : 1; dieses letztgenannte Verhältnis ist etwas variabel. Der Körper ist akontraktil, farblos oder etwas grünlich, jedoch ziemlich mit Körnern erfüllt, die sich besonders im Vorder- und Hinterteil anhäufen. Die Mittelregion ist am

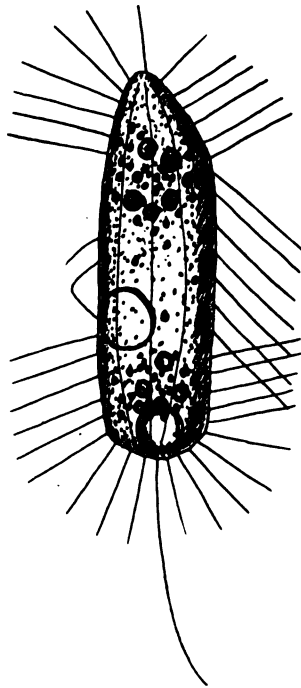


Fig. K. *Uronema* sp.  
Vergr. 2000 (800). Linksseitige Ansicht.

wenigsten granuliert. Die Pellicula ist regelmäßig längsgestreift, in der Mundgegend weichen die Streifen bogenförmig auseinander, um späterhin wieder parallel zu laufen. Mit Ausnahme der Gegend vor und um den Mund trägt die ganze Pellicula etwa  $5\text{--}8\ \mu$  lange Cilien, die am Vorderende kürzer sind. Die Cilien stehen weit voneinander, die ventralen gleichen an Länge oft den dorsalen nicht. Am Hinterende der Zelle steht eine  $15\ \mu$  lange, gerade oder gebogene, in der Längsachse des Körpers oder auch schief angeordnete

Borste. Der Mund liegt in der Mittelregion der Bauchseite, eine enge, kaum angedeutete Peristomrinne scheint vorhanden zu sein; ein Schlund fehlt, so daß die Nahrungsvakuolen — diese erreichen große Volumina — unmittelbar der Mundöffnung anliegen. Am Mund steht eine Membran, die die Form eines gleichschenkligen Dreiecks hat, dessen Basis dem Körper anliegt, demnach der der vorhin beschriebenen *Uronema*-Varietät nicht gleicht. Vor der adoralen Membran steht entweder eine Gruppe äußerst feiner und langer Cilien (in der Skizze durch eine einzige angedeutet) oder, was mir wenig wahrscheinlich erscheint, eine zweite, zarte Membran. Terminal eine kontraktile Vakuole.

Das Infusor liegt lange am Ort, wobei die Körpercilien ruhig, häufig gruppenweise in verschiedenen Richtungen gehalten werden, ähnlich wie es ALVERDES<sup>1)</sup> für *Paramaecium* beschreibt; nur die oralen Organellen sind dabei mit Nahrungsgewinn beschäftigt.

Fundort: Infusion aus dem Schwarzen Meer.

Die Art ist selten in dieser typischen Form, neben der noch eine, dorsal etwas konvexe, sonst gleiche Varietät auftritt.

### *Uronema opisthostoma* n. sp. (Fig. L.)

Der Körper der Art ist ellipsoidisch mit gleichmäßig und wenig zugespitzten Enden, sein Querschnitt annähernd kreisförmig, das Vorderende nach links tordiert. Im ganzen ist das Infusor asymmetrisch. Die Gesamtlänge beträgt 30—36  $\mu$ , die größte Dicke 13—14  $\mu$ , demnach ein Verhältnis wie 2,5:1. Kontraktilität fehlt, der Körper ist farblos. Die Pellicula hat insgesamt etwa 10—12 Streifen, die infolge der Torsion des Vorderkörpers spiral verlaufen. Die Streifung wird erst dann sichtbar, wenn die Meerwasserprobe auf dem Objektträger durch Verdunstung schon stark konzentriert ist, dies etwa nach 4—5 Stunden. Sonst ist die Streifung fast bei allen Individuen unsichtbar. Die Cilien sind sehr fein, gleichmäßig über die ganze Körperoberfläche verteilt und gleich lang; die der Mundregion sind in ständiger Bewegung, was ein Zittern der hinteren Zellhälfte zur Folge hat. Terminal steht gerade oder schief eine 19  $\mu$  lange Borste, die mit ihrer Spitze häufig schlagende Bewegungen ausführt. Der Mund ist etwa 5  $\mu$  lang, schlitzförmig, nahe dem Hinterende gelegen. An seinem Rande findet sich eine undulierende Membran, das Vorhandensein einer zweiten ist nicht ausgeschlossen. Untersucht mit Immersion zeigen die Cilienstreifen

<sup>1)</sup> l. c. p. 43.

keine Spur von Verdoppelung, wie sie SCHEWIAKOFF für *Cinetochilum margaritaceum* andeutet. Terminal und etwas lateral liegt die kontraktile Vakuole. In meinen Notizen finde ich die Vermutung, daß die Streifen den Mund von hinten umziehen, Bestimmtes kann ich darüber leider nicht sagen. Der Kern ist kugelig, hat  $7\ \mu$  Durchmesser und liegt zentral. Die Nahrung ist fein und wird durch Einstrudelung aufgenommen. Die Bewegung ist eine heftige, doch liegen die Tiere vielfach still, berühren thigmotaktisch irgendeinen festen Körper und bewegen nur die adoralen Organellen, wobei ein Wasserwirbel erzeugt wird, dessen sichtbarer Durchmesser der Körperlänge des Infusors gleichkommt.

Im ersten Augenblick scheint die weit nach hinten gerückte Mundlage der *U. opisthostoma* auf *Cinetochilum* zu deuten. Daß wir es aber mit einer echten *Uronema* zu tun haben, zeigen die gleichmäßige Abrundung des Hinterendes<sup>2)</sup>, die Streifung, Lage der Vakuole, die einzige Endborste sowie überhaupt die allgemeinen Gestaltsverhältnisse des Körpers. VON MAUPAS' *Cryptochilum tortum* ist unsere Form schon durch die Mundlage scharf unterschieden, hat mit dieser Art jedoch die Körpertorsion gemein.

Fundort: Zwischen fauligen Algen aus dem Schwarzen Meer an der Küste der Dobrudscha; November 1924.

#### *Cyclidium* sp. (Fig. M.)

Diese Art will ich hier wegen ihrer Besonderheiten kurz beschreiben, obwohl ich bei ihr weder Mund- noch Kernverhältnisse studiert habe.

Der Körper ist zylindrisch, nicht nach vorn verjüngt wie bei

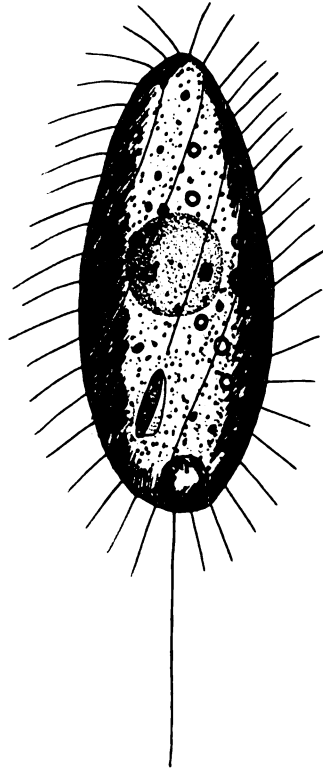


Fig. L.  
*Uronema opisthostoma* n. sp.  
Vergr. 2000 (800).

<sup>1)</sup> l. c. Taf. VI Fig. 73—75.

<sup>2)</sup> *Cinetochilum* ist hinten quer ausgehöhlt.

den bisher bekannten Cyclidien, an beiden Enden gleichartig und breit abgerundet. Die adorale Membran (von der ich in der Figur bloß die Konturen angedeutet habe) ist im vorderen Teil gleich breit und nur hinten breiter, demnach nicht an Breite kontinuierlich

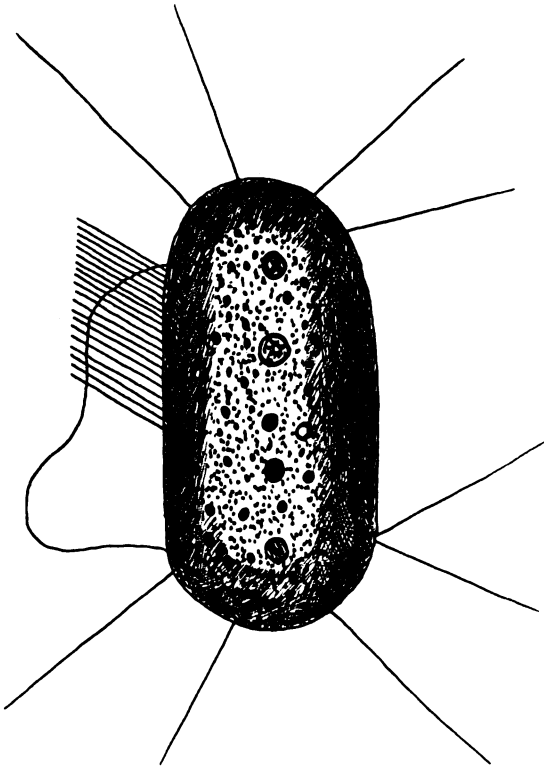


Fig. M. *Cyclidium* sp.

Vergr. ca. 1600 (800). Membran nur in Kontur angedeutet.

Wenn die Membran vibriert, steht die Cilienpalissade steif. Die kontraktile Vakuole liegt terminal und hat 18—20 Systolen pro Minute.

Fundort: Moospolster einer Bachkaskade bei Cavarna (Dobrudscha), Mai 1924.

Wie man sieht, nähert sich die beschriebene Art infolge ihrer starken Cilienreduktion dem *Cyclidium heptatrichum* SCHEWIAKOFF's<sup>1)</sup>, jedoch nicht der jüngst von MANSFELD<sup>2)</sup> dargestellten Form.

<sup>2)</sup> K. MANSFELD: 16 neue oder wenig bekannte Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 46 p. 110 Fig. 7 a, b.

<sup>1)</sup> W. SCHEWIAKOFF: Organisation et classification des infusoires Aspirotricha. Mém. Acad. St. Pétersbourg VIII. Ser. T. 4 1896 Taf. V Fig. 135; Text p. 361.

*Lembus elongatus* CLAP.-LACHM.

Mit dieser Art hat sich eine ganze Anzahl von Forschern beschäftigt. Trotzdem gehen die Ansichten über manche Einzelheiten noch auseinander. Ich habe die Art, die zwischen faulenden Algen aus dem Schwarzen Meer ziemlich häufig ist, neuerlich untersucht.

Der Körper ist langgestreckt, hinten dicker, nach vorn zu allmählich immer dünner, im Querschnitt an jeder Stelle ziemlich kreisförmig, etwa  $61 \mu$  lang und  $12 \mu$  dick, also wie 5:1, manchmal noch mehr langgestreckt. Der Vorderteil des Körpers ist sehr flexibel, sonst ist das Infusor ziemlich starr; farblos, wenig granuliert. Die Pellicula ist etwas runzelig, selbst mit starken Trockensystemen läßt sich keine Streifung erkennen. Die Cilien sind fein, relativ lang und schütter gestellt, vorn etwas dichter. Am Hinterende steht eine lange, anscheinend steife Borste. Das Peristom reicht bis in die Körpermitte, ist sehr schmal, etwa  $30^\circ$  um die Längsachse tordiert und von einer Pseudomembran begleitet, die sehr gut entwickelt ist, am Munde beginnend nach vorn an Breite zunimmt und vor dem Vorderende mit einer queren Abstützung unvermittelt endet. Während die adoralen Cilien Wasser herbeistrudeln, steht die Membran still. Bei starker Vergrößerung erweist sich die Membran aus quergestellten Elementen (Cilien) bestehend, deren jedes einen Raum von etwa  $\frac{1}{2} \mu$  einnimmt. Am freien Rand der Membran, zuweilen auch an deren Basis erscheinen die Elemente knopfig verdickt. Der beschriebenen Pseudomembran parallel läuft auf der rechten Seite eine wahrscheinlich echte wellige Membran von gleicher Länge wie die erstere. Der Mund liegt am Beginn der Membranen, etwa in der Körpermitte; er ist sehr klein. Ein Schlund fehlt. Terminal liegt eine kontraktile Vakuole, die bei  $30^\circ \text{C}$  eine Periode von 10 Sekunden hat. Ihr maximaler Durchmesser erreicht  $4 \mu$ , bei jeder Systole werden im Durchschnitt  $270 \mu^3$  Flüssigkeit entleert, eine dem Körpervolum gleiche Menge in etwa 10 Minuten, demnach ein sehr starker Wasserwechsel. Am Anfang der Diastole hat die Vakuole eine konische Form, wobei deren Spitze nach hinten gerichtet ist. Etwa 2 Sekunden vor der Systole wird sie kugelig. Der Kern ist rundlich, zentral oder subzentral gelegen. Die Nahrung des Infusors ist fein, man trifft im Körperinnern jedoch auch sphärische,  $4 \mu$  große Grünalgen (Zoochloellen?), die durch Cyklose weit nach vorn, bis fast in die Körperspitze wandern. Am Mund bildet sich zuerst eine Wasservakuole, die darauf allmählich mit Bakterien gefüllt wird. Solange die Nahrungsvakuole am Mund

liegt, zeigen die verschluckten Bakterien lebhaftige Bewegung. Nach hinlänglicher Füllung der oft halbe Körperdicke erreichenden Vakuole löst diese sich vom Mund los und legt während einer Sekunde den Weg bis zum Beginn des letzten Körperviertels zurück, wo sie gewöhnlich zu älteren Vakuolen stößt. Auf ihrem Wege vom Munde her führt die Nahrungsvakuole eine wälzende Bewegung aus, als ob sie am Ectoplasma wegen eines Reibungswiderstandes entlang kollerte. Dies führt zum Schluß, daß das peripherische Plasma eine verhältnismäßig höhere Viskosität hat. Sobald sich die Nahrungsvakuole vom Mund losgelöst hat, hört die Bewegung der gefressenen Bakterien fast plötzlich auf, wohl durch rasches Eindringen von Verdauungssäften. Gleich nach dem Abtransport der gefüllten Vakuole bildet sich am Mund eine neue, die anfangs birnförmig oder ellipsoidisch aussieht.

Die Bewegung des Infusors ist eine ziemlich rasche, wobei das Vorderende bei freiem Schwimmen eine größere Spirale beschreibt als das hintere, ähnlich also wie es ALVERDES<sup>1)</sup> bei *Paramaecium caudatum* beobachtet hat. Oft liegt *Lembus elongatus* still, um Nahrung zu sammeln. Rückwärtsschwimmen kommt häufig vor. Die Art bewohnt vorzugsweise faulendes Meerwasser.

### *Lembus sarcophaga* (REES). (Fig. N.)

Das nachfolgend beschriebene Infusor halte ich nicht für identisch der von COHN<sup>2)</sup> beschriebenen *Anophrys sarcophaga*, sondern wahrscheinlich der von REES<sup>3)</sup> untersuchten gleichbenannten Form.

Der Körper ist spindelförmig langgestreckt, hinten scharf zugespitzt, vorn halsartig verlängert und rundlich zugespitzt. Die größte Dicke erreicht der Körper des Infusors etwa im dritten Längsviertel, im ganzen ist er, von der Mundbewimperung abgesehen, bilateral symmetrisch. Die Länge des Infusors beträgt ohne Cilien gemessen 28,5—34  $\mu$ , die größte Dicke 8  $\mu$ , das Verhältnis demnach etwa wie 4:1. Der Körper ist ametabol, jedoch flexibel; farblos. Die Pellicula ist allseitig gleichmäßig bewimpert, sehr zart und anscheinend nur im postoralen Teil längsgestreift, terminal findet sich

<sup>1)</sup> F. ALVERDES: Studien an Infusorien. Arb. a. d. Gebiete d. exper. Biol., herausg. von J. SCHAXEL, 1922 H. 3 p. 11 ff.

<sup>2)</sup> F. COHN: Neue Infusorien im Seeaquarium. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1866 Bd. 16 p. 273 Taf. XV Fig. 51.

<sup>3)</sup> J. v. REES: Protozoaires de l'Escault d'Est. Tijdschr. d. Nederl. Dierk. Verein. 1884 Suppl. D p. 592 Taf. 16 Fig. 3. — Auch im „Nord. Plankton“ p. 63 Fig. 72 a.

eine 15—19  $\mu$  lange Borste. Der schlitzförmige, etwa 3  $\mu$  lange und 1  $\mu$  breite Mund liegt am Ende des ersten Längsdrittels, vor ihm erstreckt sich eine gerade, nicht spiralig nach vorn ziehende, sehr seichte und enge Peristomrinne, die links von einer dreieckigen, vom Vorderende des Körpers gegen den Mund immer breiter werdenden Pseudomembran begleitet ist. Nach hinten setzt sich die Membran als einfache Cilienreihe fort. Die Membran besteht aus sehr lose zusammengefügtten Cilien, die sich sehr leicht, anscheinend auch beim gesunden Tier in Gruppen auflösen, für gewöhnlich aber die Wellenbewegungen einer echten Membran ausführen. Am rechten Peristomrand steht eine Reihe kräftiger Cilien. Die freie Seite der Pseudomembran ist seltener geradlinig, wie in der Figur angedeutet, sondern gewöhnlich nach außen konvex. Das Infusor erzeugt einen kräftigen Wasserwirbel, mit dessen Hilfe es die ausschließlich feine Nahrung dem Munde zuführt. Am Hinterende findet sich eine kontraktile Vakuole. Die Kernverhältnisse habe ich leider nicht vorgemerkt.

Fig. N. *Lembus sarcophaga* (REES.). Vergr. 2000 (800).

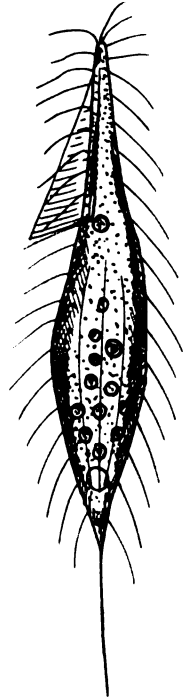


Fig. N.

Die Art ist sehr selten; ich fand im ganzen etwa 6—10 Exemplare in einer 9 Tage alten fauligen Algenprobe aus dem Schwarzen Meer. November 1924. Ich fand *Lembus sarcophaga* in Gesellschaft von massenhaften *Lembus pusillus*.

Das Infusor ist gegen äußere Einflüsse sehr empfindlich. Sobald die Wasserprobe auf dem Objekttträger stärker zu verdunsten beginnt oder auch bloß geringer Deckglasdruck eintritt, zucken die Tiere zusammen, werfen die meisten Cilien ab, klumpen sich innerhalb des Bruchteiles einer Sekunde zu Birnform zusammen, dann innerhalb zweier Minuten zu Kugelgestalt und zerfließen schließlich. Die abgeworfenen Cilien bewegen sich noch etwa 1 Minute lang selbständig.

Wie wir sehen, sind die auffallendsten Merkmale, die *Lembus sarcophaga* von *Lembus elongatus* unterscheiden, die verkehrte Stellung der Pseudomembran, die Spindelform und die Struktur der Pellicula. Ich halte diese Unterschiede für genügend, um die Verschiedenheit der Arten anzunehmen.



*Lembus pusillus* QUENN. (Fig. O.)

Der Körper der Art ist länglich eiförmig, vorn etwas verjüngt, sonst an beiden Enden gleichmäßig abgerundet, im ganzen, vom Mund abgesehen gewöhnlich ziemlich monaxon. Der Querschnitt ist ziemlich kreisförmig. In versüßten Proben bemerkt man manchmal eine Andeutung von Querringelung. Die Länge des Infusors beträgt ohne Cilien gemessen 34—51  $\mu$ , die größte Dicke 13—22  $\mu$ , das Verhältnis demnach etwa wie 3:1, doch erinnere ich mich, sowohl viel gedrungenerer (1,7:1) als auch verhältnismäßig längerer (4,1:1) und vorn spitze Individuen beobachtet zu haben. Insbesondere gleich nach der Teilung sind die Tiere kurz eiförmig. Die Beschaffenheit des Entoplasmas variiert; bei einem diesbezüglich untersuchten Tier enthielt das Vorderende Körnchen von höchstens 1  $\mu$ , meist bloß  $\frac{1}{4}$   $\mu$  Durchmesser, der Hinterkörper war mit 4  $\mu$  großen grünen Körpern (? Zoochlorellen) erfüllt. Beim Hindurchzwängen durch Hindernisse zeigt sich die Zelle ziemlich elastisch. Ich beobachtete Individuen, bei denen die Bauchseite geradlinig und bloß die

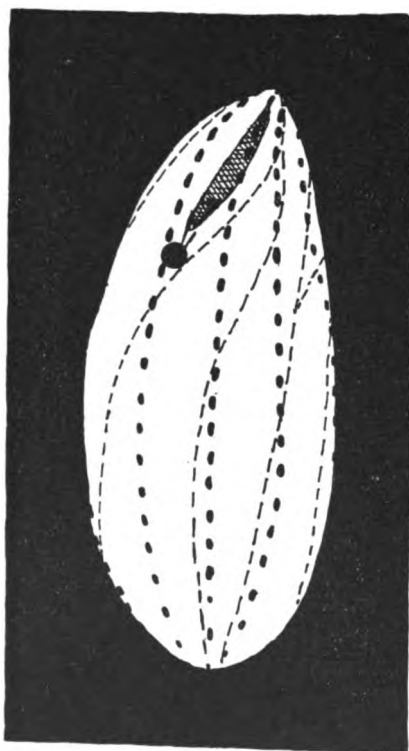


Fig. O. *Lembus pusillus* QUENN.  
Vergr. 1500 (980). Lage von Mund  
und Cilienstreifen beider Körperseiten  
(BRESSLAU-Methode).

Rückseite konvex war, so daß vorn eine Art Schnabelspitze ausgebildet war, ähnlich *Blepharisma navicula*.

Besondere Aufmerksamkeit habe ich der Bewimperung geschenkt. Bei manchen Individuen sieht man, sofern sie nicht chemisch gereizt werden, selbst mit starken Trockensystemen (num. Ap. 0,9) nichts von Körperstreifung, Bei anderen Exemplaren zeigen sich auf einer Seite 3—4, total 6—9 feine Streifen, jedenfalls viel weniger als

in QUENNERSTEDT's<sup>1)</sup> Darstellung. Wächst im Verlauf mehrerer Stunden die Konzentration der Wasserprobe, in der sich, vorher anscheinend ungestreifte Lembi befinden, so erscheinen nach und nach die Streifen mit größter Deutlichkeit, erheben sich später sogar kantenartig, so daß der früher kreisförmige Körperquerschnitt nun ein Polygon wird, dessen Seiten aus nach außen konkaven Bogenstücken bestehen. Dieses Polygon erscheint zum Teil seitlich komprimiert. Manche Streifen erscheinen nun leicht spiralgig angeordnet, die Cilien sind schließlich auf Papillen angeordnet. In diesem Zustande stehen die Infusorien still oder führen nur noch schwache Gleitbewegungen aus. Nach dem Tode der Tiere infolge weit gesteigerter Konzentration erscheinen die vorhin erwähnten künstlich hervorgerufenen Längsrippen untereinander durch zarte Querrippen verbunden, die zwischen sich kleine viereckige Vertiefungen lassen. Ich halte das beschriebene Phänomen bloß für eine, allerdings sehr charakteristische Schrumpfung der Zelle, verursacht durch den gesteigerten osmotischen Druck des Mediums, dem das Plasma in der relativ kurzen Zeit sich nicht anpassen konnte.

Bei Abtötung mit 2 Proz. Essigsäure zeigen manche Tiere Spiralstreifung, die mit der der gegenüberliegenden Zellseite infolge großer Durchsichtigkeit des Körpers den Anschein gekreuzter Streifung erweckt.

Am chemisch nicht behandelten Tiere erscheinen zwei ungleich große, dreiseitige, nach vorn zu an Breite zunehmende Membranen. Die eine von diesen scheint eine steife Pseudomembran zu sein, ist die größere, am rechten Peristomrand gelegene. Die andere, undulierende, ist feiner, hyaliner, ihre Basis weiter nach hinten verschoben; sie bildet ein der größeren ähnliches, rechtwinkliges Dreieck, dessen rechter Winkel die freie Spitze bildet. Von der Seite gesehen endet die kleinere Membran schon in der Mitte der größeren, reicht jedoch mundwärts weiter. Die entsprechenden Seiten der beiden Membranen laufen einander parallel. Im übrigen scheinen Form- und Lageverhältnisse der Membranen etwas variabel zu sein. Bei einem Tiere war die rechte Membran in der Mitte am breitesten.

Sehr gute Resultate gibt die Präparation nach der BRESSLAU-(Opalblau-)Methode. Ein solcherart präpariertes Tier zeigt Fig. O. Der Verlauf der ventralen Cilienreihen ist durch gestrichelte Linien, der der dorsalen durch längliche Punkte angezeigt. Insgesamt kann

<sup>1)</sup> A. QUENNERSTEDT: Bidrag til Sveriges Infusoria Fauna. Acta Univ. Lund 1869 p. 16 Fig. 6.

man neun Reihen zählen, von denen die äußerste rechte am Rand der Opalblau Masse kaum noch zu unterscheiden ist. Die charakteristische Lage der lang-schlitzförmigen Peristomrinne, des kegelförmigen Schlundes und einer kleinen Nahrungsvakuole sind deutlich. Vom Beschauer rechts vorn bemerkt man die Vereinigung zweimal zweier Streifen zu je einem einzigen. Das Vorkommen solcher Vereinigung wurde von STEIN (1867) bestritten, ist jedoch gar nicht selten, besonders am Hinterende von *Stentor*, bei *Lacrymaria lagenula* (obs. m.) usw. Ich vermute den Grund der Vereinigungen in einem Raumschaffen für das Peristom. In der Tat sieht man bei ventraler Betrachtung der Mundregion, daß der vom Körperende genau im Meridian des Peristoms nach vorn ziehende Streifen vor Erreichung des Mundes um etwa  $40^\circ$  aus seiner Richtung nach links abbiegt, um dann dem Peristom parallel an dessen rechter Seite zur Zellspitze zu laufen. Diese rechts von der Peristomrinne dahinziehenden Cilien stehen manchmal nicht dichter als die allgemeinen Körpercilien, bei anderen Individuen scheinen sie mir dreimal dichter. Mit Opalblau behandelt, erscheinen an den Insertionsstellen der Cilien blaue Punkte, die den Anschein erwecken, als stünden die Cilien in kleinen Gruben. Ich glaube eher, daß diese Grübchen erst durch Kontraktion der Pellicula infolge Gerinnung des Plasmas entstehen, also eine pathologische Erscheinung sind. Am Vorderende des Körpers vereinigen sich die Cilienreihen unter spitzen Winkeln. Die Distanz zwischen den einzelnen Cilien beträgt etwa  $1,8-2,5 \mu$ . Jeder Cilienstreifen hat durchschnittlich 15 Cilien, ein  $36 \mu$  langes und  $15 \mu$  dickes Tier insgesamt 120(—135) Cilien. Diese sind in ihrer ganzen Länge gleichmäßig etwa  $1 \mu$  dick, homogen<sup>1)</sup>, farblos; bei einem Infusor schienen sie mir sukzessive zugespitzt. Bei manchen Tieren ist (?pathologisch) nur jede zweite Cilie vorhanden, indem die Stelle der fehlenden durch einen feinen Punkt angedeutet ist. Die Wurzeln nebeneinanderstehender Cilien sind durch einen äußerst feinen Faden, wohl ein Myonem, miteinander verbunden. Am rechten Peristomrand scheint eine überall gleich hohe, zarte Kante entlangzulaufen, die mit äußerst feinen Cilien (ursprünglich Membran?) besetzt ist. Am linken Peristomrand vermute ich eine echte Membran. Bei einem Individuum erschien die rechte Membran aus  $0,6-0,8 \mu$  dicht stehenden Cilien gebildet. Der Schlund, am lebenden Tier nicht sichtbar, erscheint nach Opalblau-Injektion kegelförmig, gegen das Hinterende gebogen und ziemlich tief. Die

<sup>1)</sup> Bei Untersuchung mit einem  $\frac{1}{12}$ -Achromat.

größte Breite der adöralen Membranen erreicht 3—4  $\mu$ , die Cilien sind ca. 4  $\mu$  lang, die des Vorderkörpers sind aktiver als die übrigen. Das Peristom reicht bis zum Vorderende und ist wenig tief, am Munde ist es etwas nach links gebogen, oft jedoch auch gerade. Am Körperende ist eine manchmal fehlende Borste, die sich aktiv nach verschiedenen Richtungen biegt.

Der Kern ist kugelig, hat 11  $\mu$  Durchmesser und liegt zentral oder weiter vorn. Die kontraktile Vakuole liegt terminal, die Nahrung besteht aus Bakterien. Bei reichlicher Ernährung sind 2—4 Proz. aller Tiere in Teilung begriffen; diese verläuft quer. Die Mundöffnungen der Tochterindividuen liegen in demselben Meridian. Schon bei Beginn der äußeren Zellteilung haben beide Hälften Vakuole und Mund bereits ausgebildet. In diesem Stadium sind die Kernhälften schon weit voneinander entfernt, der Verbindungsfaden ist sehr deutlich.

Conjugation ist ziemlich häufig, lateral, jedoch bloß an kleinen Individuen zu beobachten.

Einmal habe ich Copulation zweier Tiere beobachtet. Zwei Lembi, die anscheinend in lateraler Conjugation waren, flossen binnen 5 Minuten zu einer vollständigen, 20  $\mu$  dicken Kugel zusammen, an deren Peripherie nur noch die zwei herausragenden, nahe beieinander stehenden Endborsten die Stellen der ursprünglichen Hinterenden andeuteten. Daß diese Vereinigung nicht pathogen war, nehme ich aus dem Grunde an, weil in derselben Probe andere Individuen derselben Art in voller normaler Tätigkeit waren.

In derselben Infusion fand ich Kugeln, die in etwa 10 Unterabteilungen zerlegt waren. Ich nehme Vermehrungscysten an.

Bei Einwirkung verschiedenartiger Reagentien werden die Cilien vorher normaler Tiere zuerst starr und radiär vom Körper abstehend, darauf beginnen sie von ihrer Spitze an gewissermaßen abzuschmelzen und knotige Verdickungen zu bilden.

*Lembus pusillus* fand ich in stark fauligen Algenproben. Die Tiere häufen sich, wenn massenhaft vorhanden, oft klumpenweise zusammen, wobei sich keine direkte Ursache für dieses Verhalten feststellen läßt. Orte erhöhten Sauerstoffdruckes können es jedenfalls nicht sein, auch um Bakterien-, d. h. Nahrungsanhäufungen handelt es sich dabei nicht. Bei Zusatz eines Tropfens Wasser zerstreuen sich die Tiere, jedenfalls durch die eintretende Wasserbewegung gereizt.

Die Art bildet kugelige Cysten, deren Wand über 1  $\mu$  dick ist.

Das encystierte Tier rotiert häufig in der Cyste. Anfangs sind in der Cyste die Cilien noch vollständig erhalten, die Vakuole pulsiert.

Ich vermutete früher, daß *Lembus pusillus* nichts anderes als *L. elongatus* mit noch nicht vollständig ausgewachsenem Hals sei. Bezügliche Kulturversuche sind erfolglos geblieben, weshalb ich noch immer nicht vom Gegenteil überzeugt bin, um so mehr, als beide Arten — wenn es verschiedene sind — häufig neben- oder nacheinander auftreten. In der Tat wäre ein genügend verlängerter *L. pusillus* durch nichts von *L. elongatus* zu unterscheiden. Die Verwandtschaft zwischen diesen beiden Arten ist eine größere als die mit *L. sarcophaga*. Wir sahen, daß das Verhältnis zwischen Länge und Breite bei *elongatus* wie 5:1, bei *pusillus* wie 3:1 ist, der Unterschied ist demnach gar nicht so bedeutend.

Orăștie, Oktober 1925.

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Laboratorium für Zoologie der Wirbellosen am Peterhofer  
Naturwissenschaftlichen Institut. Vorstand: Prof. V. DOGIEL.)

## **Die Conjugation von *Dogielella sphaerii* (*Infusoria Holotricha, Astomata*).**

Von  
**Georg Poljansky.**

(Hierzu 1 Textfigur und Tafel 16.)

---

### **1. Historisches.**

In den der Conjugation der Ciliata gewidmeten Arbeiten finden wir nur sehr vereinzelte Hinweise auf diesen Prozeß bei den Astomata. SCHNEIDER (1885) hat als Erster die Conjugation des im Blute des *Asellus aquaticus* parasitierenden Infusors *Anoplophrya circulans* BALBIANI beobachtet. Ungeachtet der großen beigelegten Zeichnungen sind die Angaben dieses Autors doch nicht ausreichend und recht unklar, so daß gegenwärtig die erwähnte Arbeit bloß von historischem Interesse ist. Im Jahre 1909 hat B. COLLIN die Conjugation bei *Anoplophrya branchiarum* STEIN aus dem Blut des *Gammarus pulex* erforscht. Der Autor gibt uns eine sehr vollständige Beschreibung der Kernprozesse, wobei es ihm gelungen ist die Frage über die Reduktion der Chromosomenzahl während der Micronucleusreifung zu klären. Die diploide Zahl der Chromosomen beträgt bei *A. branchiarum* 6. Während der Anaphase der zweiten Teilung des Micronucleus rücken an beide Pole je 3 Chromosomen. Die diploide Zahl wird bei der Verschmelzung der Pronuclei wiederhergestellt. Außerdem hat COLLIN die interessante Tatsache festgestellt, daß während der Conjugation ein Austausch der Macronucleusteile statt-

findet. Dieser Prozeß war bereits von SCHNEIDER (1885) bei *Anoplophrya circulans* gesehen worden, doch riefen seine nicht vollständigen Beobachtungen bei MAUPAS (1889) Zweifel hervor und gerieten in Vergessenheit.

C. CÉPÈDE (1910) widmet in seiner umfangreichen Astomata-Arbeit der Frage über die Conjugation nur wenig Worte. In dieser Richtung ist von ihm ausschließlich *Orchitophrya stellarum* CÉPÈDE (aus dem Hoden der *Asteracanthion rubens*) erforscht worden. Er erwähnt nur ganz kurz die wichtigsten Momente der Kernprozesse. Im Jahre 1912 kehrt COLLIN zur Frage über die Conjugation der Astomata zurück und beschreibt in einer kleinen Mitteilung einige Conjugationsstadien bei *Anoplophrya Brasili* LÉGER et DUBOSQUE. Im Gegensatz zu *A. branchiarum* findet bei *A. Brasili* kein Austausch der Macronucleusteile statt. E. BRUMPT (1913) hat die Conjugation bei *Anoplophrya circulans* BALBIANI studiert. Es muß erwähnt werden, daß die Frage, ob *A. branchiarum* und *A. circulans* zu der gleichen Art gehören, noch ungelöst ist. BÜTSCHLI (1889) und COLLIN halten sie für identische Formen, wogegen CÉPÈDE (1910), der für sie eine besondere Gattung *Collinia* geschaffen hat, *C. branchiarum* und *C. circulans* als selbständige Arten betrachtet. Sollte dieses auch zutreffend sein, so unterliegt es doch keinem Zweifel, daß diese beiden Arten sehr nah miteinander verwandt sind. Deshalb ist es auch natürlich, daß bei *A. circulans* (nach den Angaben von BRUMPT) und *A. branchiarum* (nach CÉPÈDE) die Conjugation fast übereinstimmend vor sich geht.

Auf die oben zitierten Arbeiten beschränkt sich meine Kenntnis der die Conjugation der Astomata gewidmeten Literatur. Wir sehen, daß die einzige genaue Untersuchung von COLLIN (1909) unternommen und von BRUMPT (1913) bestätigt worden ist, während die übrigen Arbeiten nicht zahlreich und sehr fragmentarisch sind.

## 2. Material und Technik.

Als Untersuchungsobjekt diente das Infusor *Dogielella sphaerii*, welches im Parenchym des Mollusks *Sphaerium corneum* L. parasitiert und der Gruppe Astomata, Familie Perezellidae CÉPÈDE angehört. Das Maximum der Teilungsrate dieses Infusors fällt in den Juni, Juli und Anfang August. Das Parenchym einiger Mollusken ist in dieser Zeit mit den besagten Parasiten geradezu prall ausgefüllt.<sup>1)</sup> In den Jahren 1923 und 1924 war es mir gelungen,

<sup>1)</sup> Näheres über *Dogielella sphaerii* siehe in meiner Arbeit in: Arch. f. Protistenk. Bd. 52 1925.

während dieser Monate ein ausgiebiges, die Conjugation dieser Form betreffendes Material zu sammeln. Auch COLLIN hat in bezug der *Anoplophrya branchiarum* auf das Zusammenfallen des Maximums der Fortpflanzung des Parasiten mit dem Beginn der Geschlechtsprozesse hingewiesen. Entsprechende Angaben finden wir auch bei CÉPÈDE für *Orchitophrya stellarum*. Diese Erscheinung ist vermutlich von allgemeinem Charakter und steht sowohl mit dem Rückgange des Nährmaterials als auch möglicherweise mit der Aufspeicherung der Stoffwechselprodukte im Körper des Parasiten im Zusammenhange. Diese ungünstigen Bedingungen tragen zum Auftreten der Conjugation bei. Letztere trägt bei *Dogielellia sphaerii* epidemischen Charakter.

Das Material ist zum Teil *in vivo*, zum größten Teil jedoch an fixierten und gefärbten Präparaten untersucht worden. Zu diesem Zwecke wurden von infizierten Molluskengewebe Ausstriche angefertigt und in SCHAUDINN'S Flüssigkeit fixiert. Als Färbemittel diente vorwiegend HEIDENHAIN'S Eisenhämatoxylin mit Eosin oder Lichtgrün, sowie auch Hämalaun, Alaukarmin und Safranin. Die besten Resultate ergab die Färbung mit Eisenhämatoxylin und Nachfärbung mit Eosin.

Im ganzen sind ca. 2000 Paare und Exconjuganten untersucht worden.

### 3. Die Vereinigungsweise der Conjuganten.

*Dogielellia sphaerii* ist von schwachbirnförmiger, fast ovaler Gestalt. Das vordere Ende ist gewöhnlich etwas breiter als das hintere. Das Hinterende wird durch die Lage der pulsierenden Vakuole gekennzeichnet. Während der Conjugation legen sich die Infusorien mit ihren vorderen Enden aneinander, wobei sie einen gewissen Winkel bilden. Dieser variiert sehr stark und schwankt zwischen 40° und 150°. Anfänglich ist die Berührungsfläche der Individuen recht klein (Fig. 1), vergrößert sich aber allmählich und erreicht endlich  $\frac{2}{3}$  der Körperlänge des Infusors. Doch werden auch hier ziemlich bedeutende individuelle Schwankungen beobachtet. Die Verklebung der Individuen ist eine recht innige, so daß sich die Conjuganten während des Präparierens sehr selten voneinander lösen. Eine Plasmaverbindung fehlt vollständig, wovon wir uns beim unmittelbaren Studium der Präparate überzeugen konnten. Außerdem spricht dafür noch der Umstand, daß bei künstlicher Trennung der Conjuganten die Pellicula intakt bleibt und niemals ein Austreten des Plasmas beobachtet wird. Die Infusorien haben



überhaupt eine große Mannigfaltigkeit in der Vereinigungsweise der Conjuganten aufzuweisen. Wenn wir von den Peritricha — als von einem besonders spezialisierten Typus absehen — so finden wir bei einigen Holotricha und Heterotricha eine sehr innige Vereinigung der Conjuganten. Z. B. bei *Paramaecium caudatum* (CALKINS and CULL 1907), *Stentor coeruleus* und *Stentor polymorphus* (MULSOW 1913) entsteht zwischen den Conjuganten eine Plasma-  
brücke. Einen Gegensatz bilden in dieser Hinsicht einige Hypotricha und Oligotricha. Bei *Euplotes patella* (MAUPAS 1889) tritt eine lose Verklebung der Pellicula ein, wogegen bei den Ophryoscolecidae und Cyclopothiidae (DOGIEL 1925) die Conjuganten bloß mittels der miteinander verflochtenen Membranellen ihrer Adoralzonen vereinigt sind. *Dogielella sphaerii* nimmt in dieser Hinsicht die Mitte zwischen den beiden äußersten Typen ein, wobei sie sich eher dem *Paramaecium*-Typus nähert. Auch bei *Anoplophrya branchiarum* (COLLIN 1909) fehlt vermutlich eine Plasma-  
verbindung zwischen den conjugierenden Individuen.

#### 4. Die Größe und die Variabilität der Conjuganten und der neutralen Tiere.

In der Regel sind die an die Conjugation herantretenden Individuen kleiner als die nicht conjugierenden. MAUPAS (1889) hat dieses an einer Reihe freilebender Tiere beobachtet, und andere Autoren haben seine Angaben bestätigt. PEARL (1907) und nach ihm JENNINGS (1911) haben diese Frage vom variations-statistischen Standpunkte aus an *Paramaecium* erforscht. COLLIN beschreibt dieselbe Erscheinung bei *Anoplophrya branchiarum*. Die geringere Variabilität der conjugierenden Individuen im Vergleiche zu den neutralen wurde meines Wissens nur bei *Paramaecium caudatum* und *P. aurelia* in den Arbeiten von PEARL (1907) und JENNINGS (1911) festgestellt. In seiner großen, der Conjugation der Ophryoscolecidae gewidmeten Schrift (1925) führt Prof. V. DOGIEL die Länge der conjugierenden und neutralen Individuen des *Diplodinium ecaudatum* und *D. trilorcatum* an. Aus seinen angestellten Messungen geht hervor, daß in der Reihe der conjugierenden Individuen die Variabilität bedeutend kleiner ist, als in der Reihe der neutralen Tiere. Prof. V. DOGIEL gibt keine variations-statistische Bearbeitung seines Materials. Zwecks Lösung der oben angeführten Fragen habe ich das mir zur Verfügung stehende Material der conjugierenden *Dogielellae sphaerii* einer variations-statistischen Bearbeitung unterworfen. Die Messungen wurden an fixierten Präparaten und mit

Hilfe eines Okularmikrometers ausgeführt. Ich lege eine Variationsreihe der Länge der conjugierenden und neutralen Individuen (aus einer Population) bei.

Klassen: 30  $\mu$  33  $\mu$  36  $\mu$  39  $\mu$  42  $\mu$  45  $\mu$  48  $\mu$  51  $\mu$  54  $\mu$  57  $\mu$  60  $\mu$  63  $\mu$  66  $\mu$   
 nicht conjug.: 7 3 13 9 9 4 1 2 1 1  
 conjug.: 1 5 13 15 8 7 1 n = 50

Ich hätte eine große Zahl entsprechender Reihen anführen können. Die beiden Reihen unterscheiden sich voneinander durch ihre Größe, wobei die Reihenzahl der nicht conjugierenden Individuen größer ist als die der Conjuganten. Die erste enthält 10 Klassen, die zweite nur 7. Der Modus der ersten Reihe beträgt 45  $\mu$ , der der zweiten 39  $\mu$ . Bei den Conjuganten erreichen die größten Individuen die Länge von 48  $\mu$ , während sich bei den neutralen Tieren ein bedeutender Teil rechts von der Variante befindet. Bei den neutralen Individuen dagegen beträgt die maximale Größe 39  $\mu$ , während die Conjugantenreihe links noch 3 Klassen umfaßt. Diese Reihen lehren uns, daß die neutralen Individuen im Durchschnitt größer und veränderlicher sind als die conjugierenden.

Auf der unten gegebenen Tabelle I finden wir die Mittelwerte, die Standardabweichungen und die Variationskoeffizienten für die Länge der conjugierenden und nicht conjugierenden Infusorien, die zu verschiedener Zeit fünf verschiedenen Mollusken entnommen waren.

Tabelle I.

Datum	Stadium des Lebenscyclus	Anzahl der Messungen	Variationsamplitude	Mittelwert in $\mu$	Standardabweichung	Variationskoeffizient
3./VI. 24	Nichtconjuganten	100	36—87	50,67 $\pm$ 1,01	10,09 $\pm$ 0,71	19,92 $\pm$ 1,41
	Conjuganten	90	30—57	45,99 $\pm$ 0,53	5,01 $\pm$ 0,37	10,90 $\pm$ 0,81
17./VI. 24	Nichtconjuganten	50	39—66	47,98 $\pm$ 0,88	6,22 $\pm$ 0,62	12,96 $\pm$ 1,30
	Conjuganten	50	30—48	38,98 $\pm$ 0,56	3,96 $\pm$ 0,37	10,15 $\pm$ 1,02
18./VI. 24	Nichtconjuganten	50	33—60	46,74 $\pm$ 0,92	6,52 $\pm$ 0,65	13,95 $\pm$ 1,36
	Conjuganten	50	27—48	37,68 $\pm$ 0,70	4,95 $\pm$ 0,50	13,15 $\pm$ 1,32
18./VI. 24	Nichtconjuganten	50	33—66	48,36 $\pm$ 1,07	7,53 $\pm$ 0,75	15,57 $\pm$ 1,56
	Conjuganten	50	27—48	39,42 $\pm$ 0,64	4,51 $\pm$ 0,45	11,44 $\pm$ 1,14
25./VI. 24	Nichtconjuganten	50	37—73	50,14 $\pm$ 1,14	8,09 $\pm$ 0,81	16,14 $\pm$ 1,61
	Conjuganten	60	34—52	42,65 $\pm$ 0,64	4,93 $\pm$ 0,45	11,56 $\pm$ 1,05

Aus dieser Tafel ist zu ersehen, daß der Mittelwert und die Variationsamplitude bei conjugierenden Individuen geringer ist als bei den neutralen. Meine, an *Dogielella sphaerii* erhaltenen Befunde

stimmen mit denen von PEARL und JENNINGS (*Paramaecium*) vollkommen überein.

Welche Ursache ruft diese Erscheinung hervor? Vor allem könnte angenommen werden, daß wir es bei der im einzelnen Mollusk lebenden Infusorienpopulation mit mehreren Rassen (im Sinne JENNINGS) zu tun haben, welche sich ihrer Größe nach unterscheiden, wobei die Conjugation nur in den Grenzen der einen Rasse stattfindet. In diesem Falle wird die Variabilität der Conjuganten natürlich kleiner sein als die der ganzen Population. Das einfachste Beweismittel würde in der Anwendung reiner Linien bestehen — so wie es JENNINGS bei *Paramaecium* getan hat —, doch kann eine entsprechende experimentelle Beweisführung bei *Dogielella sphaerii* de facto nicht in Anwendung kommen, da sich dieses Infusor in den Geweben seines Wirtes auf osmotischem Wege ernährt und außerhalb derselben — meiner Ansicht nach — wohl kaum kultiviert werden kann. Nichtsdestoweniger erscheint die Anwesenheit mehrerer Infusionsrassen, in deren Grenzen die Conjugation vor sich geht, als wenig glaubwürdig. In der Tat, wenn eine genügend große Zahl gemessen worden ist, wird man naturgemäß auf die Conjugation der allergrößten Rasse stoßen. Der Mittelwert der Conjuganten wird in diesem Falle größer sein als der Mittelwert der ganzen Population. JENNINGS hat während seiner Untersuchungen an „wilden“ *Paramaecium*-Kulturen auch tatsächlich ähnliche Resultate erzielt. Die in Prozenten ausgedrückte Mittelwertdifferenz schwankte zwischen 14,1 Proz. und — 0,54 Proz. (Die Messungen waren in 7 Fällen ausgeführt worden.) In den reinen Linien dagegen waren die Conjuganten stets kleiner als die neutralen Individuen. Hier schwankte die Mittelwertdifferenz zwischen 4,1 Proz. und 13,7 Proz. In der oben als Beispiel angeführten Tabelle beträgt die Mittelwertdifferenz bei *D. sphaerii* 9,2—19,4 Proz. Auch in allen übrigen Fällen blieb der Mittelwert ungefähr in diesen Grenzen. Demnach erinnern die an *D. sphaerii* beobachteten Verhältnisse an diejenigen der reinen Linien von *Paramaecium*. Diese Tatsachen berechtigen uns anzunehmen, daß es bei *D. sphaerii* — im Gegensatz zu *Paramaecium* — keine verschieden große, nicht gleichzeitig conjugierende Rassen gibt.

Es ist schon von R. HERTWIG (1889 an *Paramaecium*) und von MAUPAS (1889 an *Leucophrys ptula*, *Didinium nasutum* u. a.) gezeigt worden, daß vor dem Beginn der Conjugation die Infusorien eine oder mehrere einander kurz folgende Teilungen durchmachen, während welcher ein Stillstand im Wachstum eintritt („Hungerteilung“ nach HERTWIG). Die aus diesen Teilungen resultierenden Individuen

treten an die Conjugation. Die oben angeführten Beobachtungen an der Größe der Conjuganten bei *D. sphaerii* lassen auf die Existenz solcher „Hungerteilungen“ auch bei dieser Form schließen. Prof. V. DOGIEL hat an den Ophryoscolecidae, Cycloposthiidae und *Isotricha ruminantium* gezeigt, daß sich diese der Conjugation vorausgehenden Teilungen von den vegetativen durch eine Reihe morphologischer Merkmale, unter anderem auch durch den stark geschwollenen Micronucleus unterscheiden. Nach diesem Autor führt eine solche progame Teilung zur Entstehung einer besonderen Präconjugantengeneration, die allein zu conjugieren befähigt ist. Die Präconjuganten unterscheiden sich von den neutralen Individuen durch ihre geringere Größe, den gedunsenen Micronucleus und durch eine Reihe morphologischer Merkmale regressiven Charakters. Der Autor nimmt die Existenz von Präconjuganten auch bei den freilebenden Infusorien an. An *D. sphaerii* scheiterten alle Versuche, einen morphologisch wahrnehmbaren Unterschied zwischen den präconjugaten und vegetativen Teilungen zu finden.

Die variations-statistische Analyse deutet auf das Vorhandensein von Präconjugationsteilungen hin, während welcher das Wachstum des Infusors gehemmt ist, doch konnte diese Teilung weder an der Gestalt des Micronucleus, noch an anderen morphologischen Merkmalen von den gewöhnlichen vegetativen Teilungen unterschieden werden.

Die Differenz der Variabilität der Conjuganten und der neutralen Individuen ist bei *Paramecium* recht bedeutend. Bei den „wilden“ Kulturen schwankt sie zwischen 5,1 Proz. und 58,1 Proz., in den reinen Linien zwischen 8,1 Proz. und 59,3 Proz. (nach JENNINGS). Analoge Verhältnisse finden wir auch bei *D. sphaerii*. In der oben gegebenen Tabelle schwankt die Differenz der Variationskoeffizienten der Conjuganten und der neutralen Tiere (in Proz. ausgedrückt) zwischen 5,8 Proz. und 45,3 Proz., doch kann als Regel betrachtet werden, daß die Conjugantenreihe weniger stark variiert. Diese Tatsache ist durch die Abwesenheit zwischen den Conjuganten großer in Teilung begriffener Individuen zu erklären, da während der Conjugation das Wachstum gehemmt ist (siehe unten). Das Auftreten von Conjuganten, welche noch kleiner sind als die kleinsten neutralen Individuen, wird durch das gehemmte Wachstum während der Präconjugationsteilung bedingt.

### 5. Geschlechtsauslese (assortative mating).

Die Erscheinung des „assortative mating“ ist zuerst von PEARL (1907) an *Paramecium caudatum* festgestellt und danach an „wilden“

Kulturen und reinen Linien von JENNINGS (1911) erforscht worden. ENRIQUES spricht *Chilodon* diese Erscheinung ab und weist darauf hin, daß die positive Größenkorrelation der Conjuganten nur da beobachtet wird, wo sich zu den normalen Pärchen Wiederconjuganten beimischen. V. DOGIEL (1925) erwähnt, daß bei vielen Ophryoscolecidae die conjugierenden Individuen von ungefähr der gleichen Größe sind. Für die Astomata hat COLLIN (1909) dieselbe Erscheinung bei *Anoplophrya branchiarum* beschrieben. Vom variationsstatistischen Standpunkte aus ist die Größe der Conjuganten ausschließlich bei *Paramaecium* und *Chilodon* erforscht worden.

Schon bei flüchtiger Betrachtung der Präparate der conjugierenden *D. sphaerii* fällt es auf, daß beide Individuen jedes Pärchens ungefähr gleich groß sind. Tabelle II zeigt die Längenkorrelation der Glieder eines jeden Pärchens. Auf die horizontale Achse ist

Tabelle II.

	27	30	33	36	39	42	45	48	
27	1								1
30		2							2
33		2	1						3
36	1		4	2					7
39	1		6	11	21				39
42			1		8	3			12
45			1	1	7	5	9		23
48					1		7	2	10
51								1	1
54								2	2
	3	4	13	14	37	8	16	5	100

das kleinste, auf die vertikale Achse das größte Individuum aufgetragen. Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, daß zwischen der Länge beider conjugierenden Individuen eine gewisse positive Korrelation herrscht.

Der Korrelationskoeffizient beträgt in diesem Falle  $82,88 \pm 3,13$  Proz. Das Material für diese Tafel wurde unabhängig von dem Conjugationsstadium beschaffen. Man könnte annehmen, daß während der Conjugation ein Ausgleich der Länge stattfindet oder jedenfalls die Größe der Korrelation am Anfange und am Ende der Conjugation verschieden sein könnte. Die Veränderung der Größe der Infusorien während der Conjugation hat bekanntlich ENRIQUES (1908) an *Chilodon*

beobachtet. Tabelle III zeigt die Korrelation am Anfange der Conjugation, in der früheren Anaphase der ersten Micronucleusteilung.

Tabelle III.

	30	33	36	39	42	45	48	51	
33	1								1
36		2	1						3
39	1		6	6					13
42			1	2	2				5
45				6	4	10			20
48				1			2		3
51							3	1	4
54							1		1
	2	2	8	15	6	10	6	1	50

Auf Tabelle IV sehen wir Individuen während des Placentastadiums, d. h. unmittelbar vor der Trennung. Im ersteren Falle beträgt

Tabelle IV.

	27	30	33	36	39	42	45	
30	2							2
33		1	3					4
36	1		4	3				8
39			3	2	10			15
42			2		5	4		11
45				1	3	2	2	8
48							2	2
	3	1	12	6	18	6	4	50

$r = 82,99 \pm 4,40$  Proz., im zweiten =  $78,34 \pm 5,46$  Proz. Die Differenz der Korrelationskoeffizienten liegt in den Grenzen des mittleren Fehlers. Folglich ist die Ursache der Korrelation im „assort. mating“, in der Vereinigung annähernd gleichgroßer Individuen zu suchen. Die Breitenkorrelation ist nicht festgestellt worden, weil sich die Infusorien mit dem überwiegend größeren Teil aneinander schmiegen und eine genaue Messung ihrer Körperbreite dadurch sehr erschwert wird.

JENNINGS hat bei *Paramaecium* sehr verschiedene Größen für den Korrelationskoeffizienten gefunden — je nachdem reine Linien

oder „wilde“ Kulturen in Anwendung kamen. Die bedeutendste Korrelation wurde in der Mischung von zwei *Paramecium*-Arten (*aurelia* und *caudatum*) erzielt. Im ersteren Falle betrug der Korrelationskoeffizient ca. 25 Proz., im zweiten 38 Proz., im dritten (wenn beide Arten gleichzeitig conjugierten) 94 Proz. Dieses hat man sich so zu erklären, daß infolge des „assort. mating“ nur gleichgroße Individuen sich vereinigen; je weiter die äußersten Glieder der Reihe voneinander entfernt sind, desto bedeutender ist die Variabilität der gegebenen Population, desto mehr steigt die Conjugationskorrelation.

Bei *D. sphaerii* schwankt der Variationskoeffizient der neutralen Individuen zwischen 12 und 20 Proz. (siehe Tab. I). Er übertrifft die der „wilden“ *Paramecium*-Kulturen (nach JENNINGS), bei denen der Variationskoeffizient zwischen 8 und 16 Proz. schwankt. Bei *D. sphaerii* ist die gut ausgedrückte positive Größenkorrelation der conjugierenden Individuen wahrscheinlich sowohl mit der Variabilität dieser Form, als auch mit dem gut ausgeprägten „assort. mating“ — wonach gleichgroße Infusorien bestrebt sind miteinander zu conjugieren — in Einklang zu bringen.

Der Grund für das „assort. mating“ liegt bei *Paramecium* nach JENNINGS in der Vereinigungsweise der Conjuganten. Die Berührung erfolgt zuerst mit den vorderen Körperabschnitten, danach verkleben die Infusorien in der Gegend der Mundöffnungen, wobei nur diejenigen Pärchen miteinander fest verbunden bleiben und die Conjugation zu Ende führen, bei denen die Mundöffnungen einander gegenüber liegen. Im widrigen Falle trennen sich die Infusorien. Da der Abstand zwischen dem vorderen Körperende und der Mundöffnung bei annähernd gleichgroßen Individuen gleichgroß ist, können nur entsprechende Infusorien miteinander conjugieren, ein Umstand, der die positive Größenkorrelation der Conjuganten zur Folge hat.

V. DOGIEL (1925) hat jedoch gezeigt, daß eine analoge Erklärung auf viele *Ophryoscolecidae* nicht anwendbar ist. Bei *D. sphaerii*, die keine Mundöffnung besitzt und bei der die Berührungsfläche der Conjuganten sich von dem vorderen Körperende aus zu dem hinteren allmählich verteilt, kann von JENNINGS Erklärung keine Rede sein. Es ist nicht die Ursache für das „assort. mating“ zu finden. Am glaubwürdigsten erscheint die Annahme, daß die Vereinigung mit der größten Leichtigkeit bei Individuen erfolgt, deren Klebezirke eine annähernd gleiche Größe haben; die Größe der Klebezirke ist ihrerseits von der Gesamtgröße des Tieres abhängig.

Eine positive Größenkorrelation der Conjuganten wird augen-

scheinlich durchaus nicht bei allen Ciliata getroffen (von *Peritricha* sehen wir hier als von einem besonders spezialisierten Typus ab). MULSOW (1913) hat gezeigt, daß bei *Stentor* ungefähr 50 Proz. aller Individuen von verschiedener Größe sind. Nach V. DOGIEL (1924) fallen bei *Cycloposthium bialmatum*, dessen vordere und hintere Präconjuganten (d. h. Individuen, die aus der letzten Präconjugations- teilung hervorgegangen sind) nicht gleichgroß sind, 25 Proz. auf die Vereinigung zweier vorderer Präconjuganten, 50 Proz. auf die Vereinigung eines vorderen und eines hinteren und 25 Proz. auf die Vereinigung zweier hinterer Präconjuganten. Im Falle eines „assort. mating“ müßten die vorderen Präconjuganten vorwiegend mit den vorderen, die hinteren mit den hinteren conjugieren. An *Opisthotrichum janus* ist eine dem „assort. mating“ entgegengesetzte Erscheinung zu beobachten. Hier unterscheidet sich der vordere Präconjugant vom hinteren sowohl durch seine Größe als auch durch eine Reihe anderer Merkmale. Es bilden sich zwei sich voneinander stark unterscheidende Individuengruppen aus. Nichtsdestoweniger vereinigen sich die vorderen Präconjuganten (Macroconjuganten) in 85 Fällen von hundert mit den hinteren (Microconjuganten). Unter den frei beweglichen, nicht festsitzenden Infusorien ist dieses möglicherweise der erste Fall eines beginnenden Geschlechtsdimorphismus.

Somit sehen wir, daß der positiven Größenkorrelation der Infusorienconjuganten keineswegs eine allgemeine Bedeutung zuzuschreiben ist. Das relativ arme diesbezügliche Tatsachenmaterial gestattet uns nicht ein definitives Urteil abzugeben. Jedoch will es mir scheinen, daß das „assort. mating“ selbst bei sehr nahestehenden Formen bald fehlen und bald wieder auftreten kann. Diese Erscheinung ist ausschließlich vom Mechanismus der Verklebungsweise der Individuen abhängig.

## 6. Reifungsteilungen des Micronucleus und Bildung der Geschlechtskerne.

Der Kernapparat der *Dogielia sphaerii* besteht aus einem Macronucleus und einem Micronucleus. In seltenen Fällen werden auch Individuen mit zwei Mi angetroffen, doch bilden diese Formen Ausnahmen, deren vermutliche Entstehungsweise später erklärt werden soll. Der Ma hat eine sphärische Gestalt, liegt ungefähr im Zentrum des Infusors, kann aber öfters nach dem vorderen Körperabschnitte hin ein wenig verschoben sein. Der sphärische Mi liegt in der Nähe des Ma, vor, neben — oder in seltenen Fällen —



hinter dem letzteren. Im Ruhezustande ist der Mi gewöhnlich homogen, doch gelingt es bei entsprechender Färbung der Schnitte seine feinkörnige Struktur in Erscheinung treten zu lassen, wobei die Chromatingranula im ganzen Micronucleuskörper gleichmäßig verteilt sind.

In den ersten Momenten der Conjugation, unmittelbar nach der Vereinigung der Infusorien, unterscheidet sich der Mi weder durch seine Gestalt noch durch seine Größe von dem ruhenden (Fig. 1). Dieses Stadium währt jedoch sehr kurze Zeit, da Pärchen mit unverändertem Mi nur äußerst selten angetroffen werden. Ich habe nur dreimal beobachten können, daß die Mi der Conjuganten und der neutralen Individuen voneinander nicht zu unterscheiden waren. Als bald beginnt der Mi sehr stark an Größe zuzunehmen. Gleichzeitig rückt er vom Ma etwas ab. Die Größenzunahme ist wohl auf eine Quellungserscheinung zurückzuführen, da die Gesamtmasse des Chromatins nicht zusehends heranwächst. Anfänglich ist das Chromatin im Mi in Form von kleinen Körnchen gleichmäßig verteilt. Sodann beginnen diese Körnchen sich im Zentrum des Kernes zu konzentrieren, so daß zwischen der zentralen Chromatinansammlung und der Membran ein vom Kernsaft ausgefüllter Raum, der sich fast gar nicht färben läßt, entsteht. Die Volumzunahme des Mi geht ununterbrochen weiter. Während den oben beschriebenen Veränderungen des Mi werden keine Achromatinfäden beobachtet. Ferner sammelt sich das ganze Chromatin an einem der Pole an. Der Mi hat zu Beginn dieses Stadiums eine sphärische Gestalt, zieht sich aber nachher ein wenig in die Länge und wird birnförmig. Die ganze Chromatinmasse sammelt sich am breiten Pole an (Fig. 2). Seine Länge beträgt in diesem Stadium  $15\ \mu$ , die Breite des abgerundeten Endes  $10\ \mu$ , mit anderen Worten erlangt der Mi beinahe die Größe des Ma. In dieser Zeit treten im Kernsaft Achromatinfäden auf. Es macht den Eindruck, als träten sie am breiten Pol aus der Chromatinansammlung heraus und als zerstreuten sie sich fächerartig in der Richtung des zugespitzten Poles. COLLIN (1909) hat ein analoges Stadium bei *Anoplophrya branchiarum* („Prophase piriforme“) beschrieben und auch BRUMPT (1913) hat sie bei *A. circulans* gesehen. Alle oben erwähnten Veränderungen des Mi stellen die Prophase der ersten Teilung dar. Danach beginnt die Metaphase I. Die Chromatinelemente vereinigen sich zu Chromosomen, welche anfänglich dem breiten Pole näher liegen. Die asymmetrische Gestalt des Mi verschwindet; letztere nimmt eine Tönnchenform mit abgerundeten Enden an. Die Lininfäden ziehen

von einem Spindelpol zum anderen. Die Chromosomen bilden die Äquatorialplatte. Der Mi läßt sich in der Prophase I nur schwach färben, während die Chromosomen gewöhnlich recht deutlich in Erscheinung treten. Leider sind letztere sehr zahlreich und können einer genauen Zählung nicht unterworfen werden (Fig. 3). Bald darauf beginnen die Chromosomen in Körner zu zerfallen, welche sich in der ganzen Spindel längs den Lininfäden anordnen (Fig. 4). Das Studium einer genügend großen Zahl von Präparaten ergibt, daß die Körner, welche aller Wahrscheinlichkeit nach infolge eines Zerfalls der einzelnen Chromosomen entstehen, an denselben Achromatinfäden angeordnet sind, an denen die entsprechenden Chromosomen während der Äquatorialplattenphase lagen. Nun zieht sich der Mi in die Länge. Es entsteht infolgedessen eine eigenartige, langgestreckte Spindelfigur, die gewöhnlich der Längsachse parallel verläuft, und sich fast durch den ganzen Körper des Infusors dehnt. Der Mi erreicht die Länge von ca. 38  $\mu$ . Die einzelnen Chromatinkörner strecken sich und nehmen die Gestalt von Stäbchen oder Fäden an, welche sich wieder längs den Lininfäden der Spindel anordnen (Fig. 5). In diesem Stadium verweilen sie eine recht lange Zeit. Sodann beginnt das Chromatin in der Richtung zu den geschwollenen Polen hin „zu fließen“. Infolgedessen wird der mittlere Abschnitt des Liningerüstes deutlich sichtbar. Die Spindelpole werden immer reicher an Chromatin, runden sich ab und schnüren sich an den Verbindungssträngen durch. Schließlich liegt der Strang an zwei Stellen den Tochterkernen an (Fig. 6 rechts) und wird zuletzt vermutlich abgeworfen und im Plasma aufgelöst. Während der ersten Mi-Teilung konnte ich den Moment des Abwerfens des Lininstranges nicht beobachten, doch bei der dritten Teilung habe ich die beiden Tochtermicronuclei und den Verbindungsstrang, der nebenan frei im Plasma lag, deutlich gesehen. Die Art und Weise wie die erste Mi-Teilung vor sich geht zwingt uns anzunehmen, daß wir hier denselben Vorgang vor uns haben.

Aus der ersten Mi-Teilung resultieren zwei gleichartige Kerne, von denen der eine näher zum vorderen, der andere — näher zum hinteren Ende des Infusors hingerückt ist. Sie sind feingekörnt (Fig. 6). Die Größe übertrifft ein wenig die des ruhenden Mi und beträgt 5—6  $\mu$ . Demnach tritt nach der ersten Mi-Teilung ein Ruhezustand der Tochterkerne ein — ähnlich wie bei *Anoplophrya branchiarum* (COLLIN). Diese Erscheinung wird bekanntlich durchaus nicht bei allen Infusorien getroffen, und bei *Paramaecium* behalten beide Micronuclei ihre Spindelform bei. Bevor die Micronuclei an

die zweite Teilung herantreten, rücken sie gewöhnlich (doch nicht immer) in das hintere Körperende des Infusors, hinter den Ma. Beide Kerne strecken sich leicht und die Chromatinkörner vereinigen sich zu deutlich wahrnehmbaren Chromosomen (Fig. 7 linkes Individuum). Alle komplizierten Veränderungen, welche der ersten Mi-Teilung vorangegangen waren, fehlen hier vollständig. Der Mi streckt sich noch mehr, die Chromosomen bilden die Äquatorialplatte. Die Metaphase II ist ca.  $9 \mu$  lang. Während der Anaphase II rücken die Chromosomen an die Pole, wobei hier eine Zerstäubung, wie wir sie während der ersten Teilung gesehen haben, nicht stattfindet (Fig. 7 rechtes Individuum). Die Lininfäden der Spindel treten deutlich in Erscheinung. Wie bereits erwähnt, ist bei *Dogielella sphaerii* eine Zählung der Chromosomen sehr erschwert, doch kann man sich davon überzeugen, daß ihre Zahl während der Metaphase I ungefähr zweimal größer ist als während der Anaphase II. COLLIN (1909 *Anoplophrya branchiarum*) und PRANDTL (1906 *Didinium nasatum*) haben gezeigt, daß die Zahl der Chromosomen sich während der zweiten Reifungsteilung des Mi, infolge des Auseinandergehens der Chromosomen ohne einer vorhergehenden Spaltung, um die Hälfte reduziert. Im Gegensatz hierzu findet bei *Carchesium polypinum* (POPOFF 1908) die Reduktion während der ersten Reifungsteilung statt. Bei *D. sphaerii* erfolgt die Reduktion der Chromosomenzahl vermutlich ebenso, wie bei *Didinium*, obgleich meine diesbezüglichen Beobachtungen der großen Chromosomenzahl wegen weniger deutlich und genau sind, als die der genannten Autoren. Gewöhnlich fallen die Achsen beider Spindeln der zweiten Teilung mit der Längsachse des Infusors zusammen, doch hat diese Regel zahlreiche Ausnahmen. Die Spindeln der zweiten Teilung erreichen in der späten Anaphase eine Länge von ca.  $23 \mu$ .

Aus der zweiten Teilung des Mi gehen vier vollständig gleichartige, kugelförmige, feinkörnige Ruhekerne hervor, deren Durchmesser ca.  $3 \mu$  beträgt, und die im Körper des Infusors keine bestimmte Anordnung haben (Fig. 8). Als bald beginnen drei Kerne gewisse Degenerationssymptome zu zeigen, während der vierte Kern zur dritten Teilung schreitet. Die Abortivmicronuclei verlieren ihre frühere Struktur, schrumpfen, nehmen an Größe ab und lösen sich im Plasma auf. Die Resorption geht verhältnismäßig schnell vorstatten, obgleich in seltenen Fällen die Kerne auch bis zur zweiten Syncarionsteilung erhalten bleiben können. Welcher der 4 Kerne bildet sich zum Mi heran? Meines Erachtens ist es der der Vereinigungsgrenze am nächsten liegende Kern. Diese Annahme be-

stätigt MAUPAS' (1889) Lehre von der potenziellen Gleichwertigkeit aller vier Kerne. Die dritte Teilung erfolgt nach dem Typus der zweiten. Die Chromosomen sind sowohl in der Metaphase als auch in der Anaphase deutlich zu sehen, wobei ihre Zahl dieselbe ist, wie während der Anaphase II. Die Richtung der Spindel ist nicht streng fixiert, doch ist einer der Pole meistens der Verbindungsgrenze der Infusorien zugekehrt. Fig. 9 zeigt die Anaphase der dritten Teilung. Noch sind die Abortivkerne deutlich zu sehen. Der Verbindungsstrang der Spindel wird abgeworfen und im Plasma resorbiert, so daß zwei Kerne erhalten bleiben, die die Pronuclei — den stationären und den migrierenden — darstellen. Der stationäre Kern rundet sich gewöhnlich ab oder er bleibt mitunter leicht gestreckt. Die migrierenden Kerne liegen an der Verbindungsgrenze der Infusorien unter der Pellicula. Sie sind leicht gestreckt, wobei ihre Längsachse mit der Grenze der Infusorien zusammenfällt. Der Durchmesser des stationären Kernes beträgt ca. 3–4  $\mu$ , die Größe der migrierenden Kerne — ungefähr  $2 \times 5 \mu$ . Mit Eisenhämatoxylin lassen sich die Pronuclei grau-violett färben und erscheinen fast homogen. Es war mir gelungen an einigen Präparaten die außerordentlich feinkörnige Struktur der Kerne zu beobachten. Das Plasma bildet um die Pronuclei eine kleine, sich hellfärbende Zone, die jedoch nicht immer wahrgenommen werden kann. Die Lage des stationären Kernes ist nicht fixiert. Am häufigsten liegt dieser unweit der Vereinigungsgrenze der Infusorien, doch konnte ich ihn mitunter hinter dem *Ma* am hinteren Ende des Tieres finden. Das Niveau, auf welchem sich die migrierenden Kerne an die Pellicula anlegen, ist verschieden, obwohl auch hier festgestellt werden konnte, daß in einigen Fällen beide Pronuclei auf der gleichen Höhe lagen. Auf Fig. 10 ist der Übergangsmoment der Pronuclei wiedergegeben. Der obere Pronucleus gehört dem linken Individuum an, der untere — dem rechten. Während der Migration drückt der Kern die Pellicula in das Plasma des Partners, die Pellicula reißt an dieser Stelle und der Kern dringt in das Plasma des Nachbarindividuum ein. Der Übergang erfolgt synchron. Die Ganzheit der Pellicula wird wieder hergestellt. Danach rücken die migrierenden Kerne an die stationären heran und fließen mit diesen zusammen.

Es fällt ins Auge, daß während der oben erwähnten Prozesse die erste Mi-Teilung der *D. sphaerii* von der zweiten und dritten Teilung recht bedeutend abweicht. Noch bevor die Chromosomen gebildet werden und vor der Metaphase I erleidet das Kernchromatin eine ganze Reihe komplizierter Umbildungen. Wenn wir uns

über den Grund der oben beschriebenen Abweichungen klar werden wollen, so müssen wir wissen, was unter der Mi-Teilung, die der Bildung des stationären und des migrierenden Kernes vorangeht, zu verstehen ist. Wie weit sind diese Vorgänge mit den Reifungserscheinungen in den Geschlechtselementen der *Metazoa* und *Metaphyta* vergleichbar? Diese Frage ist durchaus nicht neu. Nicht destoweniger haben wir bis jetzt keine allgemeingültige Antwort erhalten, die allen in dieser Richtung arbeitenden Forschern genügen könnte. Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Mi der Infusorien mit den Kernen der Geschlechtszellen der *Metazoa* verglichen werden darf. Diese Ansicht ist von HERTWIG (1889) und MAUPAS (1889) schon genügend begründet worden und kann als allgemein anerkannt gelten. In diesem Falle entsprechen die, während der Conjugation eintretenden Mi-Teilungen, oder richtiger — die beiden ersten Teilungen, den Reifungsteilungen der Geschlechtszellen der *Metazoa*. Diese Tatsache stößt in ihrer allgemeinen Formulierung auf keinen Widerspruch. Doch ruft der nähere Vergleich des Reifungsmechanismus bei den Infusorien mit dem der *Metazoa* Meinungsverschiedenheiten hervor. Letztere entstehen vorwiegend infolge unserer Unkenntnis von der eigentlichen Bedeutung der Micronucleusteilung. Haben wir hier eine richtige Mitose vor uns und sind die Chromosomen der Infusorien denen der *Metazoa* vollkommen homolog? Die Mehrzahl der Tatsachen spricht zugunsten einer solchen Homologisierung. Eine ganze Reihe von Arbeiten, die den klassischen Untersuchungen von R. HERTWIG (1889) und MAUPAS (1889) folgten, bestätigen diese Annahme. (PRANDTL 1906, CALKINS and CULL 1907, POPOFF 1908, ENRIQUES 1908, COLLIN 1909, STEVENS 1910, MULSOW 1913, DOGIEL 1925.)

DEHORNE (1920) jedoch spricht den Infusorien die Anwesenheit von Chromosomen ab und nimmt an, daß die Teilung des Mi nach einem besonderen, sowohl von der Mitose als auch von der Amitose sich unterscheidenden Typus erfolge. Es käme hier zur Bildung eines kompakten Chromatinknäuels, welcher sich in der Mitte durchschnürte. Der Autor untersuchte *Paramaecium caudatum* und *Colpidium truncatum*. Meines Erachtens ist beim Lesen der Arbeiten von DEHORNE die größte Vorsicht am Platz. Erstens widersprechen seine Resultate denen der übrigen Autoren, die an demselben Objekte gearbeitet haben (MAUPAS, HERTWIG, CALKINS and CULL). Zweitens stellt *Paramaecium* ein Objekt dar, welches seiner bedeutenden Chromosomenzahl wegen für die Klarlegung der chromosomalen Verhältnisse sehr ungünstig ist. Endlich spricht auch E. LANDIS, welche

im Jahre 1925 die Conjugation bei *Paramaecium multimicronucleata* untersucht hatte, wieder von Chromosomen. Die die Conjugation von *Colpidium* betreffenden Zeichnungen von DEHORNE (siehe Fig. LXXXV u. LXXXVI) geben Chromosomen wieder — ein Umstand, der mit den Befunden des Autors in keinerlei Einklang gebracht werden kann.

Die in den letzten Jahren veröffentlichten Arbeiten über die Kerne anderer Protozoa (besonders Rhizopoda und Sporozoa) haben dazu beigetragen, daß die Chromosomen der Protisten in eine immer nähere Beziehung zu den Chromosomen der Metazoa gebracht werden. Die bisher für viele Protozoa für obligat gehaltene Querteilung der Chromosomen, wird jetzt immer mehr bezweifelt. Andererseits ist für eine Reihe anderer Formen die Längsspaltung bewiesen (z. B. bei Thecamöben nach BĚLAŘ 1921). K. BĚLAŘ hat in seiner munitiösen Untersuchung an *Actinophrys sol* (1923) die vollkommene Übereinstimmung in dem Verhalten der Chromosomen während der Reifungsteilung bei dem von ihm erforschten Organismus und bei den Metazoa klargelegt. Ohne mich bei den Einzelheiten dieser Frage aufzuhalten, erlaube ich mir auf Grund des Vorhergehenden mich BĚLAŘ's Befunden, die in folgenden Worten Ausdruck fanden: „. . . so kann man die Behauptung aufstellen, daß die Chromosomen der Protisten prinzipiell den Chromosomen der Vielzelligen homolog sind“, vollkommen anzuschließen.

Wenn man die Homologität der Infusorien- und Metazoachromosomen als bewiesen voraussetzt, so erscheinen die Reifungsprozesse beider Gruppen als sehr leicht vergleichbar. Hier und dort haben wir eine Reduktions- und eine Äquationsteilung, wobei erstere der zweiten entweder vorausgeht (*Carchesium* nach POPOFF) — wie bei der Mehrzahl der Metazoa, oder ihr nachfolgt (*Didinium*, nach PRANDT; *Anoplophrya*, nach COLLIN; *Chilodon*, nach ENRIQUES) — wie wir es an einigen Metazoa und vielen Metaphyta beobachten.

Bevor der Kern des Spermatocyts' und des Oocyts I. Ordnung an die erste Reduktionsteilung herantritt, finden in seinem Chromatin während der Prophase sehr komplizierte Veränderungen statt. Die einander folgenden Stadien feiner (Leptotenstadium) und grober Fäden (Pachytenstadium) werden gewöhnlich von einer Konzentrierung des Chromatins an einem der Kernpole (Synapsis oder „Synizesis“ der amerikanischen Autoren) und der Conjugation der Chromosomen begleitet und führen zur Bildung einer Pseudoreduktion, zur Verklebung homologer Chromosomen. Bei *Actinophrys* hat BĚLAŘ alle

Stadien dieses Prozesses, welche denen der Metazoa vollkommen übereinstimmen, gesehen. Gewöhnlich erleidet der Mi der Infusorien in der Prophase der ersten Reifungsteilung eine Reihe komplizierter Umbildungen, die viel Zeit beanspruchen. Bei *Paramaecium* ist dieses das „Sichelstadium“ (MAUPAS 1889, R. HERTWIG 1889, HAMBURGER 1904, CALKINS and CULL 1907), welches vermutlich auch bei vielen anderen Infusorien beobachtet wird. (*Colpidium colpoda* und *C. truncatum*, *Leucophrys patula*, *Cryptochilum nigricans* nach MAUPAS 1889; *Orchitophyra stellarum* nach CÉPÈDE 1910). Bei *Chilodon unicus* werden dem Sichelstadium ähnliche Bilder beobachtet. Bei einigen *Hypotricha* sammelt sich das Chromatin im Blutraum des Kernes an und rückt dann an einen der Pole (*Onychodromus* nach MAUPAS 1889). Bei *Anoplophrya branchiarum* (COLLIN 1909) findet eine Konzentrierung des Chromatins an einem der Pole statt und es entsteht eine asymmetrische „prophase piriforme“. Analoge Erscheinungen sind bei *A. circullans* (BRUMPT 1913) und *Glaucoma scirtillans* (PROWAZEK 1908) beschrieben worden.

Wenn man annimmt, daß die Reifeteilungen der Infusorien und der Metazoa vollkommen homolog sind, so entsprechen die komplizierten Veränderungen, die der Mi während der Prophase der ersten Reifungsteilung erleidet (Stadium A nach MAUPAS) — den Umwandlungen des Kernes der Spermatocyten und Ovocyten I. Ordnung während der Prophase der ersten Reduktionsteilung. Der Beweis dieses Postulats erscheint besonders erwünscht, da wir gerade diesen Stadien und der hier stattfindenden Conjugation der Chromosomen die wichtigste Bedeutung für den Mechanismus der Vererbung zuschreiben.

Für einen detaillierten Vergleich dieser Prozesse bei den Metazoa und Infusoria fehlt uns noch das Tatsachenmaterial. Doch ist es kaum zu bezweifeln, daß auch bei den Infusorien ein solcher Vergleich an einem günstigen Objekte mit genügender Konsequenz durchführbar ist.

In dieser Richtung ist schon gearbeitet worden. So entspricht vermutlich das bei *Paramaecium* gefundene „Sichelstadium“ der „Synapsis“ („synizesis“) der Geschlechtszellen der Metazoa, wobei möglicherweise in diesem Stadium die Conjugation der Chromosomen stattfindet (CALKINS and CULL 1907). Auf ähnliche Weise hat man auch bei *Hypotricha* die Konzentrierung des Chromatins an einem Pole zu erklären. COLLIN (1909) vergleicht die Konzentration des Chromatins im Mi der *Anoplophrya branchiarum* mit der Synapsis, und seine „prophase piriforme“ erinnert lebhaft an das „Bukett-

stadium“. Ein Synapsisstadium finden wir vermutlich auch bei *Lionotus lamella* (MESSIATZEV 1924)<sup>1</sup>).

In den Reifungsteilungen der Infusoria und Metazoa ist nur ein sehr wesentlicher Unterschied zu erwähnen. Bei den Infusorien scheint die Zahl der Chromosomenelemente in der Metaphase I nicht reduziert zu sein (PRANTL, POPOFF, COLLIN), während die Pseudoreduktion der Metazoa bei der Reifung der Geschlechtszellen obligatorisch ist. Aber CALKINS and CULL bringen die Reduktion bei *Paramecium* mit dem Sichelstadium in Verbindung.

Wegen der Armut des Tatsachenmaterials können wir zurzeit nicht feststellen, wie weit dieser Unterschied geht und ob nicht das scheinbare Ausbleiben der Pseudoreduktion bloß als Folge einer nach der Conjugation sehr früh eintretenden Trennung der Chromosomen anzusehen sei.

Die oben angeführte Fragestellung ist nicht neu. Schon CALKINS and CULL (1907) haben auf die Identität der Reifungsprozesse bei *Paramecium* und bei den Metazoa bestanden. PROWAZEK (1908) und COLLIN (1909) sprechen von einer „Synapsis“ bei den Infusorien. Ich habe mir erlaubt, etwas eingehender diese Frage zu erörtern, weil die Mehrzahl der Autoren, welche diesen Standpunkt verteidigen, die Ähnlichkeit dieser und jener Stadien der Reifungsteilung des Mi mit denen der Metazoenkernen nur vorübergehend streifen ohne die Frage im allgemeinen zu berühren. Nur A. SCHWEYER hat in seiner theoretischen Arbeit „Die Protozoen, als Keimzellenorganismen“ (1923, 1925) diese Frage einer Besprechung unterworfen. Andererseits ist es ohne diese Voraussetzungen sehr schwer die Erscheinungen zu verstehen, welche bei *Dogielella sphaerii* wie auch bei den anderen ausführlich studierten Infusorien während der Reifeteilungen beobachtet werden.

Während die zwei ersten Teilungen des Mi Reifungsteilungen darstellen, hat die dritte Teilung kein Analogon bei den Metazoa. Über ihre Bedeutung sind bereits zahlreiche, einander öfters widersprechende Meinungen laut geworden, bei deren Besprechung wir uns weiter nicht aufhalten wollen.

Die erste Reifungsteilung ist bei *Dogielella sphaerii*, wie gesagt,

<sup>1</sup> MESSIATZEV hat die Synapsis nicht nur während der ersten Reifungsteilung, sondern auch während der fünften Postconjugationsteilung des Mi gefunden. Es scheint mir jedoch glaubwürdiger zu sein, daß der Autor nicht eine fünfte Postconjugationsteilung des Mi vor sich hatte, sondern die erste Präconjugationsteilung bei „überreifen“ Individuen, die keinen Partner gefunden hatten. Diese Erscheinung hat DOGIEL (1925) an einigen Ophryoscolecidae beobachtet.



durch zwei Merkmale gekennzeichnet. Das erste Merkmal charakterisiert die Prophase dieser Teilung und äußert sich in der Konzentration des Chromatins zuerst im Zentrum und dann an dem einen Pole des Mi (Fig. 2). Dieses Stadium entspricht der „prophase piriforme“ bei *Anoplophrya branchiarum* und dem Sichelstadium bei *Paramaecium*. Man kann es mit vollem Recht mit der „Synapsis“ in den Geschlechtszellen der Metazoa vergleichen, wie es auch bereits COLLIN für *Anoplophrya* getan hat. Die zweite Eigentümlichkeit der ersten Teilung besteht in der Zerstäubung der Chromosomen während der Anaphase (Fig. 4 u. 5). Dieser Erscheinung ist wohl kaum eine theoretische Bedeutung zuzuschreiben. Wenn wir das Verhalten der Infusorienchromosomen beim Auseinandergehen der letzteren während der Anaphase verfolgen, so können wir leicht Übergänge beobachten von Formen, bei denen ein solcher Zerfall sehr spät, erst zum Ende der Anaphase eintritt (*Chilodon*, die zweite und dritte Teilung bei *Dogielella*), über solche, bei denen er etwas früher stattfindet (*Didinium*), bis zu Formen, deren Chromosomen schon zu Beginn der Anaphase zerfallen und die Pole in Form einzelner Körner erreichen. Ähnliches beobachten wir bei der ersten Micronucleusteilung des Microconjuganten *Carchesium polypinum* (POPOFF 1908). Analoge Erscheinungen finden wir bei der dritten Teilung des Mi von *Dogielella sphaerii*. Es ist bereits erwähnt worden, daß die Körner, die aus dem Zerfall der Chromosomen resultieren, vermutlich längs denselben Lininfäden den Polen zuwandern, an denen sie während des Äquatorialplattenstadiums lagen.

### 7. Die Teilung des Syncarions und die Wiederherstellung der normalen Kernrelationen.

Es war mir nicht gelungen die Prozesse, welche der Bildung des Syncarions folgen, ebenso eingehend zu studieren wie die Reifungsteilungen des Mi. Die Rekonstruktion des Kernapparats hat keinerlei Eigentümlichkeiten aufzuweisen und verläuft im großen und ganzen nach dem *Leucophrys*-Typus (MAUPAS 1889). Ich konnte weder den Verschmelzungsmoment der Pronuclei noch die Bildung des Syncarions beobachten. Die erste Syncarionteilung erinnert an die zweite Reifungsteilung des Mi und verläuft sehr rasch (sie ist selten zu treffen). In der Anaphase beträgt die Spindellänge der ersten Syncarionteilung ca. 20  $\mu$  (Fig. 11). Im Resultat erhalten wir zwei gleichgroße Kerne, welche nach einer kurzen Ruhepause die zweite Teilung beginnen. Die zweite Teilung des Syncarions ist durch sehr langgezogene Spindeln gekennzeichnet, — ähnlich wie

wir es am *Paramecium* beobachten können. Ihre Richtung fällt stets mit der Längsachse des Infusors zusammen (Fig. 12). Ebenso wie bei der ersten Reifungsteilung des Mi nimmt auch hier die Anaphase die größte Zeit in Anspruch. Die Identität dieser beiden Teilungen gibt sich auch in dem früh eintretenden Zerfall der Chromosomen kund. Doch während der Durchmesser der Spindel bei der ersten Micronucleusteilung längere Zeit fast unverändert bleibt (nach der Häufigkeit des Vorkommens geurteilt) (Fig. 5), rücken die Chromatinkörner bei der zweiten Teilung des Syncarions sehr bald an die Pole, wo sie Anschwellungen hervorrufen. Diese Schwellungen stehen durch lange Lininstränge miteinander in Verbindung (Fig. 12). Die Länge der Spindeln beträgt hier ca. 37  $\mu$ . Im Resultat dieser Teilung erhalten wir vier gleichwertige Kerne, welche paarweise im vorderen und hinteren Ende des Infusors liegen. Jede Spindel bildet eine Macronucleus- und eine Micronucleusanlage. Morphologisch ist die Heteropolarität der Spindel der zweiten Syncarionenteilung nicht wahrzunehmen, doch kann ihre physiologische Bedeutung nicht in Abrede gestellt werden. In dem reichen Material, das mir zur Verfügung stand, entstanden aus den beiden vorderen Kernen stets Macronuclei, und aus den hinteren — Micronuclei. Ich habe nur eine Ausnahme von der Regel beobachten können, als sich nämlich die zwei hinteren in Placenten, und die beiden vorderen in Micronuclei umgewandelt hatten. Dieser Fall ist wahrscheinlich durch die Reversion der Spindel zu erklären. Die Umwandlung der Macronucleusanlagen setzt mit einer bedeutenden Größenzunahme derselben ein (Fig. 13). Je weiter dieser Prozeß vorrückt, desto schwächer nehmen die Placenten Farbstoffe an und desto besser färben sie sich elektiv mit Eosin. Sie haben eine Netzstruktur. Bei gelungener Färbung können kleine Chromatinkörner wahrgenommen werden, die vermutlich an den Wabenwänden sitzen. Die Chromatinkörner sind im ganzen Kerne gleichmäßig verteilt. Schließlich erreichen die Placenten die Größe des alten Macronucleus. Dabei rücken sie aus dem vorderen Körperende allmählich in die Mitte des Infusors herüber. Die Micronuclei verlassen das hintere Körperende und ordnen sich in der Nähe der Placenten an (Fig. 14). Nachdem das Wachstum der Placenten seinen Abschluß gefunden hat, trennen sich die Conjuganten. Somit tritt dieser Prozeß bei *Dogielella sphaerii* sehr spät ein.

Erst nach der Trennung der Conjuganten beginnt die Umbildung der Placenten in Macronuclei. Diese Umwandlung läuft darauf hinaus, daß im Zentrum der Placente zuerst ein mit Kernfarbstoffen

sich dunkel tingierender Bezirk auftritt, wonach um ihn herum ein dunkel gefärbtes Feld entsteht. Allmählich nimmt dieses an Größe zu (Fig. 15), so daß zwischen ihm und der Placentenmembran nur noch ein hellgefärbter Rand freibleibt. Seiner Struktur nach entspricht dieser zentrale Teil vermutlich dem Macronucleus (eng aneinander geschmiegte Chromatinkörner). Der erwähnte Rand wird immer schmaler und verschwindet schließlich vollkommen. Danach kann die Placente vom Macronucleus nicht mehr unterschieden werden.

Sehr bald nach der Trennung der Conjuganten degeneriert der eine Mi, so daß der Exconjugant mit zwei Placenten und einem Mi versehen ist (Fig. 15). Noch lange bevor die metagame Teilung eintritt, streckt sich der Mi, als bereite er sich zu dieser Teilung vor. Die metagame Teilung erfolgt erst nachdem sich die Placenten in Macronuclei umgewandelt haben. Es teilt sich der Mi, die Macronuclei rücken in die Tochterindividuen herüber. Somit wird die *Dogielella sphaerii* die Wiederherstellung der normalen Kernrelation — im Gegensatz zu *Anoplophrya branchiarum* und *A. circulans* — von einer metagamem Teilung begleitet. Wie dieser Prozeß bei *Orchitophrya stellarum* verläuft wird von CÉPÈDE (1910) nicht angegeben.

Die Degeneration des zweiten Mi kann in Ausnahmefällen auch nicht stattfinden. Sodann teilen sich beide Micronuclei. So erkläre ich mir die selten auftretenden Individuen, die mit einem Ma und zwei Mi versehen sind. Die unmittelbare Teilung der beiden Mi konnte ich nicht beobachten, doch habe ich Individuen gesehen, die einen fast rekonstruierten Ma und zwei normale, vollständig gleichartige Micronuclei enthielten. Dieser Umstand bekräftigt die oben ausgesprochene Vermutung.

Die sich im Mi abspielenden Prozesse verlaufen bei *D. sphaerii* in beiden Conjuganten recht streng synchron. Doch können einige Ausnahmen von der Regel beobachtet werden. In den von mir beigelegten Zeichnungen sind in mehreren Fällen absichtlich solche Pärchen abgebildet, die sich voneinander unterscheiden, denn ich wollte recht verschiedenartige Momente der Micronucleusumwandlung wiedergeben. Diese Abweichungen sind jedoch niemals sehr bedeutend.

### 8. Das Schicksal des Macronucleus.

Während der Conjugation können am Ma keinerlei Degenerationssymptome wahrgenommen werden. Seine Gestalt und Struktur bleiben unverändert bis die Placenten ihre entgültige Größe erreicht

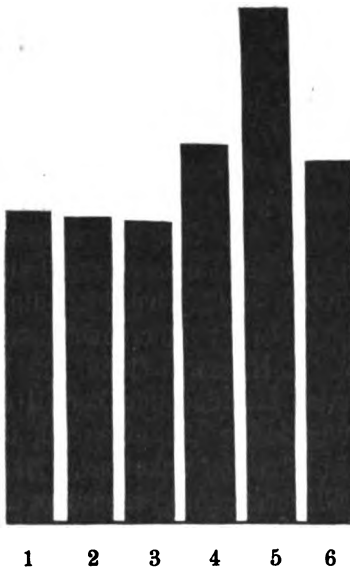
haben. Danach trennt sich der Inhalt des alten Ma von der Membran und ballt sich in eine kompakte, homogene, sich dunkel färbende Masse zusammen (Fig. 14). Mitunter zerfällt er in mehrere Stücke, die gewöhnlich in einer gemeinsamen Membran liegen. Ein Zerfall des Ma in zahlreiche Stücke, die sich dann im ganzen Infusorienkörper zerstreuen (wie dieses z. B. bei *Paramaecium* und den *Peritricha* beobachtet wird) findet in *Dogielella sphaerii* in keinem der Stadien statt. Seine Zerstörung geschieht sehr schnell und, im Trennungsmoment der Conjuganten ist der Ma schon im Plasma gelöst. In den Exconjuganten werden — mit Ausnahme einiger Fälle — seine Reste nicht mehr beobachtet. Nach der endgültigen Auflösung des Ma gelingt es mitunter eine Vakuole, die aber sehr bald verschwindet, zu sehen. Ein ebensopät eintretender Zerfall des Ma wird meines Wissens nur noch bei *Chilodon uncinatus* (ENRIQUES 1909) beobachtet. Relativ spät beginnt dieser Zerfall auch bei *Anoplophrya branchiarum* (COLLIN 1909), doch wird hier dieser Prozeß durch den gegenseitigen Austausch der Macronucleusteile der Conjuganten recht unklar gemacht. R. HERTWIG (1889) hat behauptet, daß der während der Conjugation stattfindende Zerfall des Ma nicht als einfache Degenerationserscheinung anzusehen sei, daß ihm vielmehr eine wichtige trophische Funktion zukomme. Meine an *Dogielella sphaerii* angestellten Beobachtungen können das nur bestätigen.

### 9. Das Wachstum der Exconjuganten.

Bei freilebenden Infusorien wird die Nahrungsaufnahme während der Conjugation eingestellt. Die conjugierenden Individuen wachsen nicht. Das Wachstum des Exconjuganten beginnt erst nach der Nahrungsaufnahme, wobei er entweder die Größe des normalen Individuums erreicht (es conjugieren gewöhnlich kleine Exemplare) oder dieselbe ein wenig übertrifft. Danach teilt er sich. Dieses gilt z. B. für *Paramaecium* (JENNINGS 1911). Leider wird in der Literatur diese Frage nur wenig berücksichtigt. Bei *Chilodon* (ENRIQUES 1908) ist der Exconjugant etwas größer als das normale Individuum. Bei den *Ophryoscoleciden* (DOGIEL 1925) erreichen die Exconjuganten die Größe der normalen Individuen, wobei sie die ihnen fehlenden oder ungenügend entwickelten Organellen wieder herstellen.

*Dogielella sphaerii*, welche sich in den Geweben des Wirtes auf osmotischem Wege nährt, stellt für die Lösung der Frage über das Wachstum während und nach der Conjugation — ein sehr

günstiges Objekt dar. Die Nahrungsbedingungen bleiben für das Infusor sowohl während als auch nach der Conjugation die gleichen. Da der Conjugationsprozeß recht lange dauert, könnte a priori angenommen werden, daß während der Conjugation eine Größenzunahme der Infusorien stattfände. Meine Messungen an Conjuganten und Exconjuganten haben folgendes Bild ergeben:



während der Conjugation hört das Wachstum auf; eine Größenabnahme wird nicht beobachtet. Nach der Trennung der Infusorien beginnt ein reges Wachstum der Exconjuganten, wobei letztere um ca. 70 Proz. länger werden. Der Anfang der Größenzunahme des Exconjuganten fällt mit dem „Umbau“ der Placenten, mit der Bildung des zentralen, stark färbbaren Teiles zusammen. Nach der metagamen Teilung gewinnen die Infusorien ihre normale Größe wieder, da die Exconjuganten — fast ohne vorher zu wachsen — sich in der Mitte durchschnüren; vor der gewöhnlichen vegetativen Teilung wird

stets ein starker Wuchs des Infusors beobachtet. Diese Tatsachen sollen durch das beigelegte Schema illustriert werden. Hier sind die Mittelwerte für die Conjuganten (während der verschiedenen Conjugationsstadien), die Exconjuganten und für einige nicht conjugierende Individuen in Form von Säulchen abgebildet (zu je 25 Messungen).

Die erste Säule entspricht der Größe der Conjuganten während der Anaphase I ( $41,1 \pm 0,68$ ).

Die zweite — der Prophase der zweiten Reifungsteilung ( $40,5 \pm 0,78$ ).

Die dritte — dem Stadium der zwei Placenten, ( $39,12 \pm 0,54 \mu$ ).

Die vierte — den Exconjuganten mit Placenten, deren zentraler Teil  $2 \mu$  nicht übertrifft ( $50,28 \pm 1,01$ ).

Die fünfte — den Exconjuganten am Ende der Rekonstruktion des Ma ( $67,8 \pm 0,94$ ).

Die sechste — den nicht conjugierenden Individuen.

Unwillkürlich wird man dazu verleitet die stark ausgeprägte Größenzunahme des Exconjuganten mit dem Beginn der Umwandlung der Placenten in die Macronuclei, somit auch mit der trophischen Funktion derselben in Einklang zu bringen.

Eine so charakteristische Größendifferenz zwischen dem Exconjuganten und dem normalen Individuum ist meines Wissens bei den Ciliaten zum erstenmal angetroffen worden. Für diese Erscheinung ist wohl die Gegenwart der zwei Ma verantwortlich zu machen, obgleich auch *Colpidium truncatum* (DEHORNE 1920) zwei nicht ineinander fließende Placenten besitzt und dennoch eine solche Größenzunahme — soweit wir auf Grund der Zeichnungen des Autors schließen dürfen — nicht zeigt.

### 10. Anomalien.

Auf die große Zahl normaler Conjugationen fallen bei *Dogielella sphaerii* einzelne anormale Fälle; obgleich der Prozentsatz der letzteren relativ sehr gering ist, sollen hier doch die interessantesten Anomalien erwähnt werden.

In sieben Fällen ist eine Wiederconjugation beobachtet worden. Diese Erscheinung ist bis jetzt nur in bezug auf sehr wenige Formen bekannt. ENRIQUES (1908) hat sie bei *Chilodon uncinatus*, KLITZKE (1914) bei *Paramaecium caudatum* und COLLIN (1913) bei *Suctorina (Tocophrya cyclosum)* beschrieben. Die genannten Autoren erwähnen Fälle, bei denen entweder beide Partner Exconjuganten waren, oder der eine von ihnen ein Exconjugant, der andere ein normales Individuum vorstellten. In den beobachteten Fällen fand die Wiederconjugation ihren glücklichen Abschluß. Ich habe an *D. sphaerii* nur Anfangsstadien dieses Prozesses beobachten können (Metaphase I und Anaphase I), wobei nur eines der Individuen sich als Exconjugant erwies. In allen sieben Fällen waren im Exconjuganten beide Mi erhalten geblieben, wobei beide die erste Reifungsteilung begannen. Fig. 16 gibt einen dieser Fälle wieder. Der Partner links ist ein Exconjugant. Der eine Mi befindet sich in der Metaphase I, der andere — in der frühen Anaphase I. Im Individuum rechts ist der Mi im Stadium der frühen Anaphase I. Die Micronuclei des linken Individuums tragen noch den Charakter von Placenten (ein dunkler zentraler Teil und ein heller Rand). Auf Grund des Materials, welches mir zur Verfügung stand, kann ich darüber nicht entscheiden, ob im gegebenen Falle die Conjugation ihren glücklichen Abschluß findet.

Oben wurde erwähnt, daß außer den normalen Individuen der *Dogielia sphaerii* auch noch ein geringer Prozentsatz von Infusorien mit zwei Micronuclei getroffen wird. Ich habe Anfangsstadien der Conjugation sowohl zwischen zwei solchen Individuen gesehen, als auch zwischen einem Infusor mit zwei Micronuclei und einem normalen. Beide Mi teilten sich.

Zweimal wurden Pärchen während des Placentenstadiums beobachtet, wobei der eine Partner drei Placenten und zwei Micronuclei, der andere — ein Placent und zwei Mi enthielten.

Einmal wurde ein Exconjugant mit vier Placenten und zwei Micronuclei gesehen. Ich erkläre mir das Auftreten dieser Anomalie folgendermaßen: das Syncarion teilt sich nicht zwei-, sondern dreimal, so daß wir vier Placenten und vier Micronuclei — von denen zwei vermutlich eingehen — erhalten.

Ich halte es für meine angenehme Pflicht, hier meinen tiefempfundenen Dank Herrn Prof. V. A. DOGIEL für seine außerordentlich wertvollen Ratschläge und für das stete Interesse, welches er meiner Arbeit entgegengebracht hat, auszusprechen. Ebenfalls danke ich auch Herrn Dr. J. J. SSOKOLOFF und Herrn Dr. A. SCHWEYER für ihre wertvollen Ratschläge und Hinweise.

---

### Literaturverzeichnis.

- BELAR, K. (1923): Untersuchungen an *Actinophrys sol* EHRBG. Arch. f. Protistenk. Bd. 46.
- BRUMPT, E. (1913): Etudes sur les infusoires parasites. I. La conjugaison d'*Anoplophrya circulans* BALBILNI. Arch. d. Parasit. T. XVI No. 2.
- BÜTSCHLI, O. (1889): Protozoa. in: BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreichs Bd. 1 Abt. 3.
- CALKINS, G. and CULL, S. (1907): The conjugation of *Paramaecium aurelia* (caudatum). Arch. f. Protistenk. Bd. 10.
- CÉPEDE, C. (1910): Recherches sur les Infusoires Astomes. Arch. de Zool. exp. et gén. 5<sup>me</sup> Serie T. 3.
- CHATTON, E. et PÉCARD, CH. (1921): Les Nicollellidae, infusoires intestinaux des Gondis eteles Damars et le „cycle évolutif“ des ciliés. Bull. Biol. de la France et de la Belgique T. 55.
- COLLIN, B. (1909): La conjugaison d'*Anoplophrya branchiarum*. Arch. de Zool. exp. et gén. 5<sup>me</sup> serie T. 1.
- (1912): Notes complémentaires sur la conjugaison des Infusoires Astomes. Arch. de Zool. exp. et gén. 5<sup>me</sup> serie T. 8.
- (1912/13): Etude monographique sur les Acinétiens. II. Morphologie, Physiologie, Systématique. Arch. de Zool. exp. et gén. T. 51.

- DEHORNE, A. (1920): Contribution à l'étude comparée de l'appareil nucléaire des Infusoires (*Paramecium caudatum* et *Colpidium truncatum*), des Euglènes et des Cyanophycées. Arch. de Zool. exp. et gén. T. 60.
- DOFLEIN, F. (1907): Beobachtungen und Ideen über die Conjugation der Infusorien. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morph. u. Phys. München Bd. 23.
- DOGIEL, V. (1923): On Sexual Differentiation in the Infusoria. Quart. Journ. of Micr. Sc. Vol. 67 Part. II.
- (1925): Die Geschlechtsprozesse bei Infusorien (speziell bei Ophryoscoleciden), neue Tatsachen und theoretische Erwägungen. Arch. f. Protistenk. Bd. 50.
- ENRIQUES, P. (1908): Die Conjugation und sexuelle Differenzierung der Infusorien. II. Abhandlung. Wiederconjugante und Hemisexe bei Chilodon. Arch. f. Protistenk. Bd. 12.
- HAMBURGRR, CL. (1904): Die Conjugation von *Paramecium bursaria* FOCKE. Arch. f. Protistenk. Bd. 4.
- HERTWIG, R. (1889): Über die Conjugation der Infusorien. Abhandl. bayr. Akad. Wiss. München Bd. 17.
- JENNINGS, H. (1911): Assortative mating, variability and inheritance of size in the conjugation of *Paramecium*. Journ. of exper. zool. Vol. 11.
- KASANZEFF, W. (1910): Zur Kenntnis von *Loxodes rostrum*. Arch. f. Protistenk. Bd. 20.
- KLITZKE, M. (1914): Über Wiederconjugation bei *Paramecium caudatum*. Arch. f. Protistenk. Bd. 38.
- LANDIS, E. (1925): Conjugation of *Paramecium multimicronucleata* POWERS and MITCHELL. Journ. of Morphol. and Physiol. Vol. 40 No. 1.
- MAUPAS, E. (1889): Le rajunissement karyogamique chez les ciliés. Arch. de Zool. exp. et gén. (2) T. 7.
- MESSIATZEV, J. (1924): Die Conjugation bei *Lionotus lamella* (russisch). Arch. Russes d. Protistologie T. 3 No. 1—2.
- MULSOW, W. (1913): Die Conjugation von *Stentor coeruleus* und *S. polymorphus*. Arch. f. Protistenk. Bd. 18.
- PEARL, K. (1906): A biometrical study of conjugation in *Paramecium*. Proceed. Roy. Soc. (B) Vol. 77.
- POLJANSKY, G. (1925): Drei neue Infusorien aus dem Parenchym einiger Mollusken und Turbellarien. Arch. f. Protistenk. Bd. 52.
- PRANDTL, H. (1906): Die Conjugation von *Didinium nasutum* O. F. M. Arch. f. Protistenk. Bd. 7.
- PROWAZEK, S. (1899): Protozoenstudien. Arb. a. d. zool. Inst. Wien Bd. 11.
- (1908): Zur Lebensgeschichte der *Glaucoma*. Zool. Anz. Bd. 33 Nr. 9.
- POPOFF, M. (1908): Die Gametenbildung und die Conjugation von *Carchesium polypinum*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 89.
- SCHNEIDER, A. (1885): *Anoplophrya circulans*. Tabl. zool. I. (Zitiert nach COLLIN.)
- SCHWEYER, A. (1923): Some theoretical considerations upon the relation of sexual processes and the reproduction in protozoans. Proceed. of the First Congress of Russian Zool., Anat. and Histolog. in Petrograd 15.—21./XII. 1922 (russisch).
- (1925): Die Protozoen als „Keimzellorganismen“, die Metazoen als „Somaorganismus“ mit Keimzellen. Travaux de la Société des Naturalistes de Leningrad T. 54 No. 2 (russisch).
- STEVENS, N. (1910): The Chromosomes and Conjugation in *Boveri subcylindrica* var. *concharum*. Arch. f. Protistenk. Bd. 20.



### Tafelerklärung.

#### Tafel 16.

Alle Abbildungen mit ZEISS-ABBZ-Zeichenapparat auf Höhe des Arbeitstisches gezeichnet. Vergrößerung: Obj. ZEISS 2 mm, Comp.-Ocul. 6, Tubuslänge 160 mm. Abbildungen um  $\frac{1}{4}$  ihrer Größe verkleinert.

Fig. 1. Beginn der Conjugation. In beiden Conjuganten sind die Mi noch unverändert.

Fig. 2. Ein Stadium, welches der „Synapsis“ der Geschlechtszellen der Metazoa entspricht. Im Individuum links-Seitenansicht des Mi; rechts-Ansicht vom breiten Pole aus.

Fig. 3. Metaphase der ersten Teilung des Mi. Die Chromosomen bilden die Äquatorialplatte.

Fig. 4. Beginn der Anaphase I. Die Chromosomen sind zerfallen und die Chromatinkörner streben den Polen zu.

Fig. 5. Anaphase I. Der Mi ist sehr langgezogen. Das stäbchenförmige Chromatin ist zwischen den beiden Polen mehr oder weniger gleichmäßig zerstreut.

Fig. 6. Ende der ersten Mi-Teilung. Im Individuum rechts ist der Verbindungsstrang erhalten geblieben. Im Individuum links zwei gleichgroße Mi im Ruhestadium.

Fig. 7. Zweite Teilung des Mi. Im Individuum links. Mi im Metaphase-stadium; rechts-Anaphase.

Fig. 8. Viertes Mi-Stadium (3 Reduktions-, 1 persistierender Mi), alle Mi noch gleichgroß.

Fig. 9. Anaphase der dritten Micronucleusteilung im Plasma eines jeden Conjuganten. 3 Abortivmicronuclei.

Fig. 10. Übergang der Pronuclei. In jedem Individuum ist ein stationärer (♀) und ein migrierender Kern (♂) und die abortive Mi zu sehen.

Fig. 11. Anaphase der ersten Syncarionteilung.

Fig. 12. Anaphase der zweiten Syncarionteilung. Die abortive Mi sind noch erhalten geblieben.

Fig. 13. In jedem Conjuganten liegen zu je 2 neue Mi und 2 Placenten. Sie haben ihre primäre Lage, die durch die Lage der Spindel während der zweiten Syncarionteilung bedingt ist, beibehalten.

Fig. 14. In jedem Infusor 2 Placenten und 2 Mi. Der alte Ma löst sich auf. Im Individuum links ist er in 2 Stücke zerfallen.

Fig. 15. Exconjugant mit 2 Placenten. Nur 1 Mi ist erhalten geblieben. Der zweite Mi ist bereits degeneriert.

Fig. 16. Wiederconjugation.

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

## **Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Protophyten.**

Herausgegeben von Dr. BRUNO SCHUSSNIG,  
Privatdozent an der Universität Wien.

### **I. Zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte und Cytologie von *Stigeoclonium*.**

Von

**Karl Reich** (Wien),  
Bot. Institut der Universität.

(Hierzu 7 Textfiguren und Tafel 17—19.)

#### **1. Einleitung, Kulturmethoden, Morphologie und Literaturangaben.**

Die von mir untersuchte Alge wurde im Herbst 1923 von Herrn Dr. H. BRUNSWIK auf der „Hohen Wand“ in einem kleinen Tümpel gesammelt und später in Wien in einem Glasgefäß in gewöhnlichem Leitungswasser, unter Zusatz kleiner Mengen der nach F. WETTSTEIN (46)<sup>1)</sup> modifizierten Benecke-Nährlösung weiter kultiviert. Im März 1924 übernahm ich von Herrn Doz. Dr. B. SCHUSSNIG die Kultur dieses Materiales zu dessen weiteren Untersuchung. Die Pflanze entwickelte sich damals recht gut; sie bildete an der Wand des Gefäßes regelmäßige Scheibchen oder Kugeln, die aus sehr dicht nebeneinander liegenden, schwach verzweigten und gewöhnlich mit einem Haar endenden Fäden bestanden (Textfig. A). Die starke Haarbildung geht nach KLEBS (20) auf die Kultur in stehendem Wasser zurück. Die einzelnen Zellen waren etwas gedrunken, etwa

---

<sup>1)</sup> Die in ( ) Klammern angegebenen Ziffern beziehen sich auf die fortlaufenden Nummern in meinem Literaturverzeichnis.

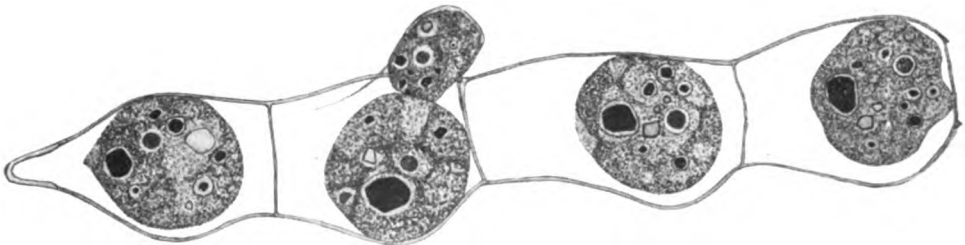
zweimal so lang als breit. Daneben fanden sich auch Fäden mit viel schmäleren und längeren Zellen, sowie junge Keimlinge. Die Pflanze konnte damals nicht genau bestimmt werden. Am meisten glich sie in der langgliedrigen Form dem von J. TILDEN (43) beschriebenen *Stigeoclonium flagelliferum*, ohne jedoch mit ihm ganz übereinzustimmen. Ich übertrug die Pflanze in die oben angegebene



Textfig. A. Eine *Stigeoclonium*-Pflanze bei schwacher Vergr. Mikrophotographie.

Benecke-Nährlösung, doch zeigte es sich, daß diese verhältnismäßig schon schwache Konzentration (0,05 Proz.) auf die Pflanze noch schädlich wirkte. Wurde dagegen die Alge in schwächer konzentrierte Lösungen gebracht (0,01—0,005 Proz.), so entwickelten sich darin zahlreiche Schwärmer. Ähnlich, wenn auch schwächer, wirkte die Übertragung in gewöhnliches Leitungswasser. Zusatz von Rohrzucker (bis zu 10 Proz.) steigerte noch mehr die Schwärmerbildung

Wurden die Pflanzen um die Mittagszeit in die oben angegebene Nährlösung gebracht, so bildeten sich gewöhnlich in der folgenden Nacht Schwärmer, doch hielt diese Schwärmerbildung auch längere Zeit an (gewöhnlich eine Woche). Manche Zellen bildeten überhaupt keine Schwärmer aus, was zu beweisen scheint, daß die Veränderung des Nährmediums nur eine auslösende Wirkung hatte, die Schwärmerbildung selbst aber auf eine innere Disposition der Zelle zurückzuführen ist. Eine Abhängigkeit der Schwärmerbildung von der Zellgröße, wie sie von PASCHER (31) angegeben wird, konnte ich nicht beobachten. Erwähnenswert ist noch, daß, als die Kulturen einmal während der ganzen Nacht schwach beleuchtet wurden, keine Schwärmerbildung erfolgte. Die im Schwärmen begriffenen Zellen fallen schon frühzeitig durch die zahlreichen Inhaltkörper auf, doch ist dies die einzige Veränderung, die man an ungefärbten Präparaten beobachten kann. Zwischen 3 und 7 Uhr früh (Mai—Juni) erfolgt dann, ohne jede weitere sichtbare Veränderung, die Kontraktion des Zellinhaltes, die Schwärmzellen beginnen sich zuerst langsam zitternd, dann immer schneller rotierend, zu bewegen, die Membran, die wahrscheinlich etwas aufquillt, wird dabei gesprengt, und die Schwärmer, die sich noch einige Zeit an derselben Stelle bewegen, schwimmen davon. Gewöhnlich erfolgt die Entleerung bei allen Zellen der einen Pflanze fast gleichzeitig. Dabei rissen manchmal ganze Zellfäden ab, die dann freischwimmend die Schwärmer entließen. Diese bildeten sich in der Regel in der Einzahl in jeder Zelle, doch konnte ich in einem Falle zwei Schwärmer in einer Zelle beobachten (Textfig. B).



Textfig. B. Ein Zellfaden während der Gametenentleerung. In einer Zelle zwei Schwärmer. Nach einem in toto gefärbten Präparat.

Die Schwärmer waren kugelförmig oder höchstens breit elliptisch und trugen an dem farblosen, etwas zugespitzten Vorderende 2 oder, in wenigen Fällen, 4 Geißeln. Ein Stigma war nicht sichtbar, doch ist es möglich, daß es nur infolge der, durch die lange Kultur bedingten, schlechten Ernährung nicht ausgebildet wurde.

Die Schwärmerbildung bei *Stigeoclonium* wurde schon öfters beschrieben. Als erster sah sie KUETZING (22) bei *Stigeoclonium stellare*. Er hielt jedoch die Keimung der Zoosporen für eine Umwandlung der *Chlamydomonas Pulvisculus* in eine *Stigeoclonium*-Pflanze. BRAUN (2), der die Zoosporen an *Stigeoclonium thermale, subspinosum* (diese Art wird von HEERING (18) mit *Stigeoclonium subuligerum* vereinigt), *protensum* und *tenuis* beobachtet hat, unterschied zwei Arten von Zoosporen. Die einen wurden in der Einzahl in jeder Zelle gebildet, die anderen, die kleiner und rundlicher waren, in der Zwei- bis Vierzahl. Diese zweite Schwärmerart wurde hauptsächlich gegen Ende der Vegetationsperiode an *Stigeoclonium protensum* beobachtet. Er konnte an den Zoosporen einen roten Augenfleck sehen und stellte auch fest, daß sie im Gegensatz zu anderen Pflanzenzellen keine besondere Membran besaßen. THURET (44) beobachtete fast gleichzeitig die Bildung je einer großen Zoospore in jeder Zelle bei *Stigeoclonium protensum*. Bei dieser Art wurde also schon damals die Bildung zweier Zoosporenformen festgestellt. NAEGELI (25) hat an *Stigeoclonium insigne* die Macrozoosporenbildung verfolgt. Diese keimten sogleich durch wiederholte Teilung, wobei das Stigma bis zum Vierzellenstadium in der untersten Zelle sichtbar war. Einige Jahre später berichtete PRINGSHEIM (35) über Zoosporen, die zu 2—4 in jeder Zelle entstanden, nach ganz kurzer Bewegung ohne die Mutterzelle zu verlassen eine Membran ausbildeten und ein Ruhestadium durchmachten. CIENKOWSKI (3 u. 4) berichtet über den merkwürdigen Übergang von *Stigeoclonium insigne* in eine zweite, der normalen vegetativen Form ganz unähnliche Pflanze: die „*Palmella Stigeoclonium*“. Schon früher hat KUETZING (21) die Entstehung von *Stigeoclonium* aus *Protococcus*-artigen Kugeln angenommen und FAMINITZIN (11) konnte ähnliches experimentell nachweisen. Doch hat CIENKOWSKI zum ersten Male die dabei vor sich gehenden Veränderungen genauer beschrieben. Von späteren Forschern besitzen wir zwar einige gelegentlichen Angaben über diese Verwandlung, doch wurde sie nur von LIVINGSTONE (23) bei *Stigeoclonium tenue* genauer untersucht, der ihre Abhängigkeit vom osmotischen Druck der Nährlösung nachwies. Eine genaue morphologische und cytologische Untersuchung besitzen wir aber noch immer nicht. Wichtiger ist aber, daß CIENKOWSKI (4) die Entstehung von zweigeißeligen Microgonidien sah, zuerst nur aus den Palmellazellen, später auch aus der Sohle und ihren nächsten Verzweigungen (3). Sie entstanden durch sukzedane Zweiteilung in der Mehrzahl in jeder Zelle und wurden in einer gemeinsamen Hülle entlassen. Er hat hier zum

ersten Male die Existenz zweigeißeliger Schwärmer bei *Stigeoclonium* festgestellt. In einem Falle zeichnet er eine viergeißelige Zoospore, doch dürfte es sich hier um ein Copulationsstadium von zweigeißeligen Gameten (4) handeln. Zu erwähnen wäre noch eine von ihm beschriebene (3) Art der Dauersporenbildung, bei der der Inhalt aus der Zelle hinaustritt, sich abrundet und mit einer Membran umgibt, jedoch längere Zeit noch mit einem Stiel an der Innenwand der Mutterzelle befestigt bleibt. Fast gleichzeitig beschrieb REINHARDT (38) die Copulation bei *Stigeoclonium*, doch konnte ich seine Arbeit nicht einsehen. Zum zweitenmal beschreibt FRANKE (12) die Bildung von zweigeißeligen Schwärmern bei *Endoclonium polymorphum*. (Diese Art wird von HEERING (18) unter Auflösung der von SZYMANSKI (42) geschaffenen Gattung *Endoclonium* als *Stigeoclonium polymorphum* bezeichnet.) FRANKE beschreibt die Bildung normaler viergeißeliger Macrozoosporen bei der epiphytischen Form sowie zweigeißeliger Microzoosporen, die entweder sehr zahlreich bei der endophytischen Form oder zu zweit bis viert bei der epiphytischen Form gebildet wurden. Er sah auch in einigen wenigen Fällen die Copulation der von der epiphytischen Form stammenden Schwärmer, konnte jedoch die Keimung der Zygoten nicht weiter verfolgen. KLEBS (20) konnte bei *Stigeoclonium tenue* genau die Macro- und die Microzoosporen voneinander unterscheiden. Die letzteren waren viergeißelig, kopulierten nicht und keimten nach einigen Tagen bis mehreren Wochen aus. Die Ruhesporen konnten auch Trockenheit durch längere Zeit ertragen. TILDEN (43) hat bei *Stigeoclonium flagelliferum* neben den normalen viergeißeligen Macrozoosporen auch zweigeißelige Gameten gesehen. Diese entstehen zu viert bis acht in den Zellen des Palmellastadium und copulieren. Auch WEST (45) gibt zweigeißelige, copulierende Gameten, die aus normalen Zellen entstehen, neben viergeißeligen Macro- und Microzoosporen für *Stigeoclonium* an. PASCHER untersuchte in einer Reihe von Arbeiten die Verhältnisse bei *Stigeoclonium* näher. Er konnte auf Grund des verschiedenen Verhaltens bei der Fortpflanzung eine Entwicklungsreihe von *Ulothrix*, das drei Arten von Zoosporen bildet, über *Stigeoclonium* zu *Draparnaldia*, bei der nur Macro- und Microzoosporen bekannt sind, aufstellen (31). Diese Reihe ist durch die immer weitergehende Reduktion der Gameten und Übertragung ihrer Funktion auf die Microzoosporen charakterisiert. Die Microzoosporen unterscheiden sich nach ihm von den Macrozoosporen durch ihre Größe, Lage des Stigma, die Festsetzungsart und die Keimung. Er konnte auch feststellen, daß für jede Zoosporenform eine besondere Variationskurve

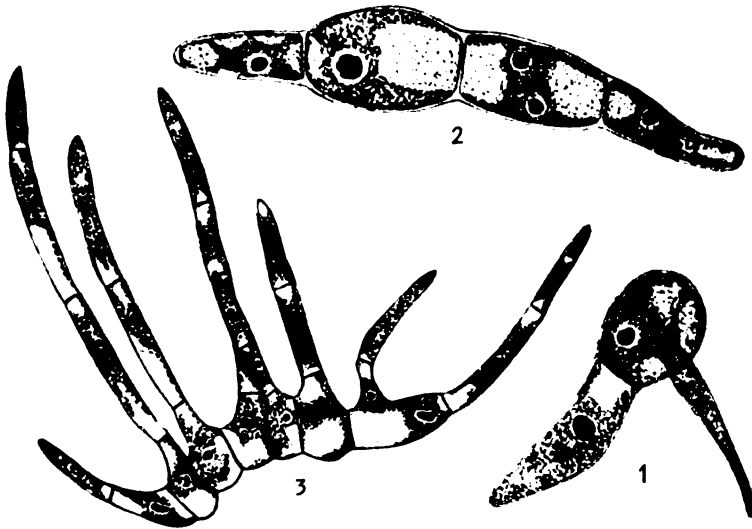
der Größe charakteristisch ist. Dabei treten auch Zwischenformen zwischen den einzelnen Zoosporenarten auf, die sich in allen diesen Eigenschaften intermediär verhalten. Von spezielleren Angaben wäre zu erwähnen, daß er für *Stigeoclonium longipilum* (30) drei Zoosporenarten fand. Die Macro- und Microzoosporen zeigten bei dieser Art eine deutliche Metabolie während der Bewegung. Die Microzoosporen keimten nach einem verschieden langen Ruhestadium aus. Daneben wurden vereinzelt plumpere und breitere, nach vorne nur wenig verschmälerte Zoosporen gebildet, die zweigeißelig waren, sich ohne Copulation abrundeten und zuletzt zugrunde gingen. Bei *Stigeoclonium fasciculare* (28) sah er außer den Macrozoosporen, über die nichts besonderes zu berichten wäre, Microzoosporen, die manchmal copulierten. Die Keimung der Zygoten konnte er nicht verfolgen, weshalb er annimmt, daß sie ähnlich wie bei den nicht copulierenden Microzoosporen erfolgt. Daneben wurden aus wenigzelligen Microzoosporenkeimlingen, welche ein Akinetenstadium bildeten, zweigeißelige Zoosporen gebildet, die wahrscheinlich direkt keimten. Er erwähnt auch Aplanosporen, die aus den Microzoosporen hervorgingen. Die Microzoosporen der beiden hier angeführten *Stigeoclonium*-Arten stoßen bei entsprechender Behandlung ein Geißelpaar ab (31). Außerdem hat er für *Stigeoclonium nudusculum* (29) und *tenuis* (29) Macro- und Microzoosporen festgestellt.

Wir haben also bei *Stigeoclonium* viergeißelige Macrozoosporen, viergeißelige Microzoosporen und zweigeißelige Gameten. Die beiden letzten Schwärmerarten können auch copulieren, doch ist es auffallend, daß die Copulation nur in wenigen Fällen gesehen wurde. Daneben finden sich auch Zwischenformen zwischen allen diesen Schwärmerarten.

Die von mir untersuchten Schwärmer charakterisieren sich durch ihre plumpe Form und das Vorhandensein von nur 2 Geißeln als Gameten. Sie copulierten jedoch nicht, auch dann, wenn Gameten aus verschiedenen Pflanzen miteinander vermischt wurden. Die in meinen Kulturen selten auftretenden viergeißeligen Zoosporen möchte ich als Zwischenformen zwischen den Gameten und den Microzoosporen auffassen. Beide Schwärmerarten verhielten sich bei der Keimung (auch in bezug auf die feineren Einzelheiten, die ich noch später ausführlich besprechen werde), ganz gleich. Sie setzten sich nach 2—3 stündigem Herumschwimmen, und zwar soviel ich sehen konnte, mit dem Vorderende fest, rundeten sich ab, machten ein Ruhestadium, das wenige Stunden bis zu einer Woche dauern konnte, durch und wuchsen dann zu neuen Pflanzen aus. Die Keimung

unterschied sich morphologisch durch nichts Wesentliches von der durch frühere Autoren, vor allem BERTHOLD (1) und FRITSCH (13) beschriebenen Art. (Textfig. C.)

Im folgenden möchte ich über einige cytologische Beobachtungen mitteilen. Das Material zu dieser Untersuchung wurde in der Weise gewonnen, daß die Pflanzen um 3 Uhr nachmittags in feuchter Kammer in die, die Schwärmerbildung hervorrufende Nährlösung gebracht und dann von 7 Uhr abends bis 5 Uhr früh in einstündigen



Textfig. C. Zoosporenkeimlinge: 1) 24 Stunden alt. 2) 48 Stunden alt. 3) 10 Tage alt. Nach in toto gefärbten Präparaten. 3) um die Hälfte kleiner gezeichnet als 1) u. 2).

Abständen fixiert wurden. Die Gameten wurden von der Zeit ihres Ausschwärmens angefangen, das, wie schon erwähnt, zwischen 3 und 5 Uhr früh erfolgte, bis 5 Uhr nachmittags, sowie einzelne Proben aus ein, zwei, sieben und zehn Tage alten Kulturen fixiert. Bei genauer Durchmusterung der sich auf die Schwärmerkeimung beziehenden Präparate zeigte es sich, daß sie einige bedeutende Lücken aufwiesen, doch war eine Ausfüllung derselben nicht mehr möglich, da die Alge in der Zwischenzeit in ein Stadium überging, in dem sie durch keine Mittel zum Wachstum und Schwärmen angeregt werden konnte. Als später noch eine Infektion der Kulturen durch *Hormidium* auftrat, gab ich die ganze Kultur auf. Aus diesem Grunde konnte ich auch die Verhältnisse bei der normalen, vegetativen Teilung nicht genau untersuchen. Die mit FLEMMING heiß



fixierten Proben wurden  $2\ \mu$  dick geschnitten und hauptsächlich mit HEIDENHAIN'schem Eisenhämatoxylin allein, zum Teil auch mit Bordeaux Rot-Eisenhämatoxylin gefärbt. Die Gameten, ihre Keimlinge sowie einzelne Fäden mit ausschwärmenden Gameten wurden in toto mit verdünnten Eisenhämatoxylin-Lösungen gefärbt. Diese letzte Färbung gab für in toto-Präparate sehr klare Resultate, wogegen bei Verwendung normaler Eisenhämatoxylin-Lösungen sich das Plasma und eventuelle vorhandene Zellenmembranen stark mitfärbten.

## 2. Cytologie der Gametenbildung und ihrer Keimung.

Die vegetative *Stigeoclonium*-Zelle (Textfig. D) zeigt einen wandständigen Chromatophor, der in jungen Zellen die ganze Zelle ausfüllt, in älteren häufig nur einen schmalen Streifen in der Zellmitte einnimmt (Textfig. C). In dem Chromatophor finden wir ein Pyrenoid (seltener 2) eingelagert und, gewöhnlich neben diesem liegend, den Kern. Das Pyrenoid, das eine sehr unregelmäßige Gestalt besitzt,

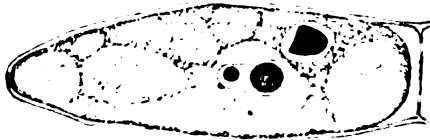


Textfig. D. Ein vegetativer Faden während der Zellteilung.

färbt sich sehr stark mit Eisenhämatoxylin und läßt in diesem Zustand keine weitere Struktur erkennen. In besonderen Entwicklungsstadien konnte ich jedoch sehen, daß es aus mehreren Teilen zusammengesetzt ist. Der Kern färbt sich mit Eisenhämatoxylin etwas schwächer als das Pyrenoid. Er besteht aus einem regelmäßig runden Caryosom und einem Außenkern, in dem ich jedoch keine färbare Substanz fand. Von der vegetativen Zellteilung habe ich nur das Endstadium gesehen (Textfig. D). Dabei zeigte es sich, daß die Teilungsflächen des Protoplasten schief zu der Längsachse der Zelle stehen, was aber in der Abbildung nicht ganz klar zum Ausdruck kommt.

Zu Beginn der zur Schwärmerbildung führenden Vorgänge verändert sich die Färbbarkeit des Caryosoms. Das früher sich etwas schwächer als das Pyrenoid färbende Caryosom erlangt die Fähigkeit, den Farbstoff viel stärker zu speichern, so daß in diesem Stadium die Kerne in den Präparaten dunkler gefärbt erscheinen als die Pyrenoide. Diese stärkere Färbbarkeit des Caryosoms ist, wie ich später sehen

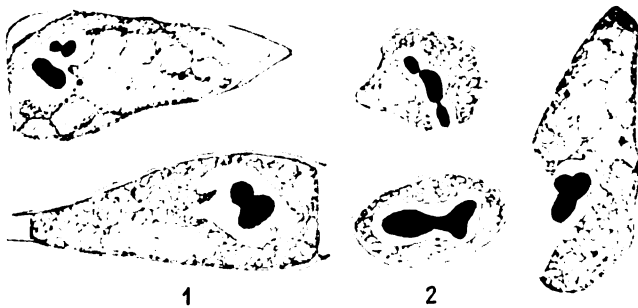
konnte, für die Vorbereitung zur Kernteilung charakteristisch. Dann wird aus dem Caryosom ein kleines, dunkel gefärbtes Körnchen in den Außenkern ausgeschieden (Fig. 1), das häufig mit dem Caryosom mittels einer feinen, aus sehr schwach gefärbter Substanz bestehenden Brücke verbunden ist. Ich habe den Eindruck gewonnen, als ob es sich um ganz kleine, vom Caryosom auswandernde Chromatinpartikel handeln würde. Das anfangs ganz kleine Körnchen wird langsam größer (Fig. 2) und zuletzt sieht man im Kernraum zwei ganz gleich gestaltete Caryosomen, die etwas kleiner als das ursprüngliche Caryosom sind (Fig. 3). Diese sind manchmal noch durch die oben erwähnte schwach färbare Substanz verbunden, doch ist die jetzt so schwach gefärbt, daß sie sich nicht mit voller Sicherheit feststellen läßt. In diesem Stadium kann man auch nicht mehr unterscheiden, welches von den beiden Tochtercaryosomen das ursprüngliche war. Ich konnte auch einmal ein besonders großes Caryosom sehen, was wohl auf pathologische Ursachen zurückzuführen sein dürfte (Textfig. E). Gleichzeitig mit der Teilung des Caryosoms



Textfig. E. Eine Zelle während der Gametenbildung. Im Kern abnorm großes Caryosom. Mikrotomschnitt.

streckt sich der Außenkern, er wird ellipsoidisch, schnürt sich dann in der Mitte durch und die auf diese Weise entstandenen 2 Tochterkerne weichen gewöhnlich etwas auseinander. Diese merkwürdige Art der Kernteilung fand ich nicht nur bei der Schwärmerbildung, ich traf sie auch in den Keimlingen, wie dies aus den Fig. 51—53, 55, 56 hervorgeht, an. Ob sie bei *Stigeoclonium* in allen, auch den vegetativen Zellen nur in dieser Art und Weise vor sich geht, konnte ich nicht feststellen. In der Literatur fand ich keine Angaben über die Kerne von *Stigeoclonium*, außer einer kurzen Notiz von PETERSCHILKA (34), der wahrscheinlich auch außerhalb des Caryosoms, im Außenkern verteiltes, Chromatin sah. Dagegen machte mich Herr Doz. SCHUSSNIG auf seine noch unveröffentlichten Beobachtungen über die Kernteilung in den vegetativen Zellen von *Chaetophora* aufmerksam, aus denen hervorgeht, daß bei der Promitose-ähnlichen Teilung des Zellkerns eine regelrechte intranucleäre Spindelfigur entsteht. An den Polen derselben liegen je zwei kurz-stäbchen-

förmige Chromatinmassen, welche das Caryosom der Tochterkerne liefern. Es ist daher schwer denkbar, daß bei zwei so nahe verwandten Gattungen die Kernteilung so grundverschieden verläuft; die Verschiedenheit ist, trotz der lückenhaften Kenntnis des mitotischen Vorganges in beiden Fällen, evident. Es wäre daher nicht undenkbar, daß im Zeitpunkt der Schwärmerbildung und am Beginn der Keimung der Schwärmer der Vorgang der Kernteilung anders verläuft, als in den vegetativen Zellen. Diese Annahme hätte eine gewisse Berechtigung, da die Schwärmerbildung, schon morphologisch betrachtet, eine Erscheinung für sich im Lebenslauf der Algen vorstellt. Es war mir leider nicht möglich, den direkten Nachweis dafür an dem von mir untersuchten *Stigeoclonium* zu erbringen, da ich, in Unkenntnis des Zeitpunktes der vegetativen Kernteilungen, die Fixierungen zur unrichtigen Zeit vornahm. Ich kann mich daher bloß auf den Vergleich mit den Befunden an *Chaetophora* stützen.



Textfig. F. Pyrenoidteilungen.

1) Teilung in zwei Hälften. 2) Zerfall in drei Teile.

Von den beiden Kernen, die sich jetzt wieder viel schwächer als das Pyrenoid färben, verblaßt der eine immer mehr, wobei sein Caryosom die ganze Kernsaftzone ausfüllt (Fig. 5 und 6). Zuletzt verschwindet der eine Kern ganz und ich habe sowohl in späteren Entwicklungsstadien der Schwärmerbildung als auch in den Schwärmern selbst immer nur einen einzigen Kern gefunden. Es dürfte sich hier um eine Erscheinung handeln, die auf die Reduktion der, sonst bei anderen *Stigeoclonium*-Arten beschriebenen Bildung mehrerer Schwärmer in einer Zelle zurückzuführen ist. In unserem Falle wird bloß ein einziger Gamet ausgebildet, die früheren Zellteilungen werden in der Kernteilung, die der Reifung des einzigen Schwärmers vorausgeht, angedeutet. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß mit diesem Prozeß irgendwie auch die sexuelle Differenzierung der Gameten verbunden ist.

Parallel mit diesen Veränderungen am Kern und ihnen häufig vorausseilend geht eine Teilung des Pyrenoids vor sich (Fig. 7, Textfig. F). Das Pyrenoid streckt sich zuerst und schnürt sich dann gewöhnlich in 2 oder 3 Teile durch. Diese können sich noch weiter teilen, doch bleibt gewöhnlich in jeder Zelle ein oder zwei Pyrenoide etwas größer. Ich weiß nicht, ob diese Vermehrung der Pyrenoide nur eine physiologische Bedeutung hat oder ob es sich vielleicht auch ähnlich wie bei der Kernteilung, um die Andeutung einer früher vor sich gegangenen Zellteilung handelt.

Der Zellkern bleibt einige Zeit unverändert. Später beginnt ein Vorgang, dessen Anfangsstadien der oben beschriebenen Kernteilung täuschend ähnlich sind. Durch eine Art Knospung des Caryosoms entsteht ein kleines Körnchen (Fig. 8), das zur Kernmembran hinwandert (Fig. 10). Dieses Körnchen ist mit dem Caryosom durch einen schwach gefärbten Faden verbunden. Die Ähnlichkeit dieses Vorganges mit der früher besprochenen Kernteilung wird in solchen Fällen noch gesteigert, wo, wie in Fig. 10, die Kernmembran vor dem heranwachsenden Körnchen etwas zurückweicht und der Außenkern eine mehr ellipsoidische Gestalt annimmt. Doch lassen sich die beiden Vorgänge an gut differenzierten Präparaten dadurch voneinander unterscheiden, daß bei der Kernteilung das Caryosom sich viel stärker färbt als das Pyrenoid, während es hier seine schwächere Färbbarkeit beibehält. Das kleine Körnchen wächst durch die Kernmembran durch, wobei es durch eine feine, doch ganz deutlich sichtbare Fibrille mit dem Caryosom verbunden bleibt (Fig. 11). Später teilt sich das Körnchen (Fig. 12b), die beiden Hälften, die anfangs miteinander durch eine Fibrille verbunden sind, rücken auseinander (Fig. 13, die zwei Zellen oben b) und man sieht deutlich, wie von ihnen die beiden Geißeln herauswachsen (Fig. 13 die untere Zelle, Fig. 14). Ich möchte noch bemerken, daß ich in einigen Fällen während der Ausscheidung des Urbasalkornes an der diesem gegenüberliegenden Seite des Caryosoms eine leichte Vorwölbung gesehen habe (Fig. 8 u. 11); dagegen konnte ich niemals die Ausscheidung eines zweiten Basalkornes, direkt vom Caryosom aus, sehen. Während die Geißeln wachsen, rücken die beiden Basalkörner wieder näher zusammen, so, daß im Gamet häufig schwer zu entscheiden ist, ob wir es mit einem oder mit zwei Basalkörnern zu tun haben. Die Fibrille zwischen den Basalkörnern und dem Kern, die nicht in allen diesen Stadien verfolgt werden konnte, erscheint in der Schwärmzelle als ein schwach gefärbter, aus zahlreichen feinen Fäden zusammengesetzter Kegel,

dessen Basis an der Kernmembran ansetzt und dessen Spitze auf die Basalkörner zuläuft (Fig. 15, 20, zum Teil auch andere). Manchmal erscheint der obere Teil zu einem etwas dickeren Faden zusammengesogen (Fig. 16 u. 19). In zwei Fällen konnte ich an der Basis dieses Kegels dunkel gefärbte Körnchen sehen (Fig. 18 u. 20), die der Kernmembran auflagen. Über ihre Natur kann ich mir keine präzise Vorstellung machen, doch ist es nicht ausgeschlossen, daß sie im Zusammenhang mit den später zu beschreibenden Veränderungen des Kernes stehen.

Während die Geißelbildung bei den Tieren (Protozoen) ziemlich gut bekannt ist, finden wir für Pflanzen nur wenige Angaben vor. Speziell für Algen besitzen wir, neben der Arbeit von DAVIS (7) über *Derbesia*, die jedoch infolge der bei dieser Form herrschenden besonderen Verhältnisse nicht als Vergleichsobjekt dienen kann, nur eine ältere Mitteilung von STRASSBURGER (40). Er hat bei der Zoosporenbildung von *Vaucheria* gesehen, wie die Kerne zur Hautschicht hinwandern, wobei sie eine flaschenförmige Gestalt annehmen. Das Halsende wird an der Hautschicht befestigt und diese schwillt an der Ansatzstelle zu einer konkav-konvexen Linse an. Vom Rande dieser Linse aus entspringen an zwei einander gegenüberliegenden Stellen die beiden Geißeln, deren Ansatzstellen als zwei schwache Knötchen erkennbar sind. Seine Abbildung zeigt deutlich den Zusammenhang der Geißeln mit der Kernmembran. Bei *Oedogonium* legt sich der Zellkern der Hautschicht an, die an dieser Stelle eine linsenförmige Verdickung bildet. Von ihrem Rande aus entspringen die zahlreichen Geißeln, deren Insertionsstellen durch schwache Knötchen markiert sind. Auch bei *Cladophora* spielen sich die Vorgänge in ähnlicher Weise ab. Am unteren Rande der linsenförmigen Verdickung entspringen 4 Geißeln, die während ihres Wachstums eine kleine Anschwellung an der Spitze zeigen. Später, wenn sich die Zoospore streckt, nimmt auch die linsenförmige Anschwellung eine warzenförmige Gestalt an. Auch bei *Bryopsis plumosa* soll die Insertion eine ähnliche sein, doch ist die linsenförmige Verdickung der Hautschicht so klein, daß sie eine Art Knötchen bildet und die Insertion der Geißeln fast mit diesem Knötchen zusammenfällt. Im allgemeinen betrachtet STRASSBURGER die Geißeln als eine Differenzierung der Hautschicht, der er eine kinoplasmatische Natur zuschreibt. An ihrer Entstehung soll der Zellkern irgendwie beteiligt sein, vielleicht durch Ausscheidung ganz kleiner, nicht wahrnehmbarer Substanzmengen. Besser sind wir über die Geißelinsertion bei den *Phytomonadinen* unterrichtet, wobei zwischen den einzelnen

Angaben eine große Übereinstimmung herrscht. Dagegen weichen diese in bezug auf die Geißelbildung stark voneinander ab. Bei *Polytoma wella* haben schon DANGEARD (6) und PROWAZEK (37) die Verbindung zwischen dem Kern und der Geißelbasis festgestellt. Ihre Entstehung wurde von ENTZ (10) genauer verfolgt. Nach ihm entspringt jede Geißel einem Basalkorn. Die beiden Basalkörner liegen nahe nebeneinander und scheinen durch eine Fibrille verbunden zu sein. In den meisten Fällen kann man keine Verbindung zwischen Kern und Geißelwurzel sehen. Doch „an ausgebildeten und anscheinend vor der beginnenden Teilung stehenden Individuen kann man oft beobachten, daß von den Basalkörperchen ein aus äußerst feinen Fibrillen bestehender Kegel entspringt, welche entweder schon an der Ursprungsstelle zur Kegelbildung übergehen oder aber an ihrer Ursprungsstelle einen einheitlichen dicken Strang bilden, welcher nur in einer gewissen Entfernung in den Kegel übergeht“ (p. 329 u. 330). „An kleinen jungen Exemplaren ist zwischen Kern und Basalkörperchen entweder überhaupt keine Verbindung zu konstatieren oder aber von einem der Basalkörperchen entspringt eine Fibrille, welche mit einem der Innenseite der Kernmembran anliegenden Korn befestigt ist. Dieses innerhalb der Kernmembran liegende Korn hängt dann durch eine gerade Verbindung mit dem Nucleolus zusammen und entspricht nach der HARTMANN'schen Deutung einem aus dem Caryosom ausgewanderten Centriol“ (p. 330). Das Centriol wird als ein Chromatinstäbchen, an dessen Spitze sich ein Korn befindet, aus dem Caryosom ausgeschieden. Dann teilt sich das Centriol in zwei Hälften. Die eine bleibt innerhalb der Kernmembran und stellt nun das echte Centriol dar. Der aus dem Kern herausgewanderte Teil wächst zu einem Faden aus, der zur Pellicula hinreicht und hier in ein rundes Körperchen endet. An der Pellicula angelangt, teilt sich das Körperchen und bildet die miteinander in Verbindung stehenden Basalkörperchen. Diese teilen sich wieder und je eine Hälfte bildet, herauswachsend, eine Geißel. ENTZ erwähnt auch in einer Fußnote, daß bei *Chlamydomonas Ehrenbergi* und *Chlamydomonas obtusa* ähnliche Verhältnisse herrschen. Gleiche Angaben für *Chlamydomonas* macht MAIER (24). Er sah an der Geißelbasis ein mit Eisenhämatoxylin schwach gefärbtes Körperchen, das sich häufig als aus zwei getrennten bestehend zu erkennen gibt. Von diesem geht ein Rhizoplast zur Kernwand und an seinem Ende findet sich eine knötchenartige Verdickung. HAMBURGER (15) beschreibt für *Dunaliella salina* eine ähnliche Geißelinsertion. Sie sah einen der Basis der beiden Geißeln

entspringenden Faden, der von einem kegelförmigen Körper umgeben ist und sich zu dem, dem Vorderende genäherten, Kern hinzieht. Bei Färbung mit Eisenhämatoxylin und Nachfärbung mit Säurefuchsin hat sich der zentrale Faden und das Caryosom schwarz, der kegelförmige Körper und die achromatische Substanz dagegen rot gefärbt. ZIMMERMANN (47) gibt für *Volvox*, den er genauer untersucht hat, an, daß die Geißeln an einem vielleicht doppelten Basalkorn inseriert sind. Das Basalkorn ist mit dem Kern durch einen etwas stärker färbbaren Plasmastrang verbunden, der am Kern mit einem scharf umschriebenen, sich mit Eisenhämatoxylin schwarz färbenden Korn endet. Dieser Plasmastrang löst sich bei heranwachsenden Zellen kegelförmig auf. Nach der Zellteilung werden die Geißeln der Tochterzellen aus dem Plasma neu herausdifferenziert, wobei vielleicht auch die alte Geißelbasis beteiligt ist. JAMESON (19) schließlich hat bei den von ihm beschriebenen Flagellat *Parapolytoma satura* die Geißelbildung genauer verfolgt. Bei der Zellteilung werden hier vier Zellen gebildet, von welchen eine die Geißeln des Mutterindividuums beibehält und nur drei sie neu ausbilden. Sie scheiden von dem Caryosom ein schwarz gefärbtes Korn aus, das durch einen dunklen Streifen mit ihm verbunden ist. Später teilt sich das Korn in zwei Hälften, die zu den Basalkörpern der neuen Zellen werden.

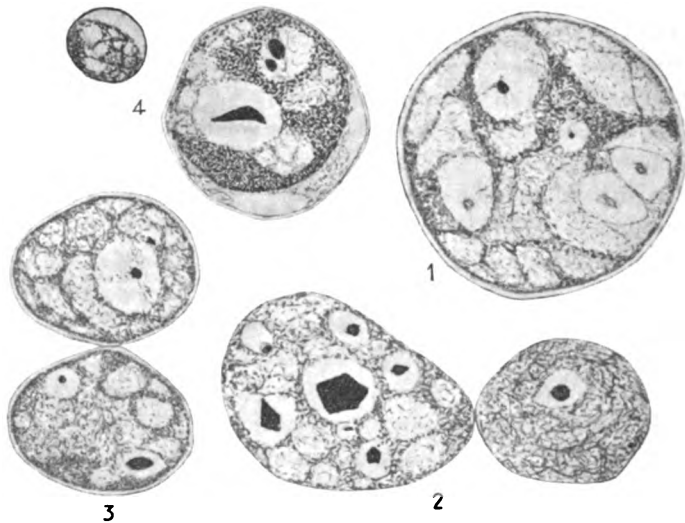
Die von mir beschriebene Art der Geißelbildung stimmt im allgemeinen ganz gut mit den Angaben von ENTZ (10) überein. Sie weicht von diesen nur in dem einen Punkt wesentlich ab, daß ENTZ eine Teilung des aus dem Caryosom austretenden Körnchen noch innerhalb der Kernmembran sah, die ich dagegen nicht beobachten konnte. Doch will ich sie nicht entschieden in Abrede stellen, da ich zu der Zeit, wo die Beobachtungen gemacht wurden, die Arbeit von ENTZ nicht kannte und es sehr leicht ist, diese besonders kleinen Strukturen zu übersehen. Es stand mir übrigens von diesem Stadium nur wenig Material zur Verfügung, da die Fäden mit reifen Gameten infolge der bei deren Bildung stattfindenden Verquellung der Membranen besonders leicht abreißen und bei der Übertragung in das Paraffin zum großen Teil verloren gehen. Im Kern der freien Gametenzelle konnte ich ganz klar das Fehlen des von ENTZ als Centriol beschriebenen Gebildes sehen, es sei denn, daß man die in Fig. 18 u. 20 wiedergegebenen Körnchen als irgendwie vermehrte Centriolen ansehen möchte. Ich möchte jedoch die Bezeichnung Centriol für das aus dem Caryosom ausgeschiedene Körnchen lieber vermeiden, da ich weder einen Zusammenhang zwischen diesem und der Kernteilung feststellen konnte,

noch eine Plasmastrahlung nach dessen Übertritt in das Plasma sah. Die große Ähnlichkeit der Anfangsstadien seiner Bildung mit der Kernteilung würde eher eine Deutung als ein zweiter lokomotorischer Kern, ähnlich dem bei Trypanosomen beschriebenen, nahelegen (HABTMANN 17). Für diese Deutung würde auch die Tatsache sprechen, daß DOFLEIN (9) die selbständige Teilung des Blepharoplasten bei *Polytomella agilis* gesehen hat. Leider konnte ich die Originalarbeit nicht bekommen und muß mich nur auf die bei OLTMANN'S (26, Bd. III) wiedergegebenen Abbildungen stützen. Da aber DOFLEIN (8) die Angaben über die Zweikernigkeit der Trypanosomenzelle auf Beobachtungsfehler zurückführt, möchte ich mich vorläufig mit der Feststellung begnügen, daß bei der Bildung der Geißeln der *Stigeoclonium*-Schwärmer ein aus dem Caryosom austretendes, mit Eisenhämatoxylin stark färbbares Gebilde beteiligt ist.

Die Gameten setzten sich nach zwei- bis dreistündigem Herumschwimmen, soweit ich sehen konnte, mit dem Vorderende fest und rundeten sich unter Größenzunahme ab. Dabei wurde ein sich schwach färbender, im Leben stark lichtbrechender, kristalloider Körper ausgeschieden (Fig. 20, 22 u. 26), der nach einer mündlichen Mitteilung von Prof. PASCHER an der Bildung der Membran des Keimlings beteiligt sein soll. Ich selbst konnte darüber keine eigenen Beobachtungen machen. Über seine Entstehung konnte ich nur soviel feststellen, daß er noch vor dem Ausschwärmen der Zoosporen in ihnen sichtbar ist (Fig. 13) und höchstwahrscheinlich aus der schwach färbbaren Substanz des Pyrenoids hervorgeht. Der Kern des zur Ruhe gekommenen Schwärmers nimmt eine elliptische Gestalt an, wobei gleichzeitig die schon an beweglichen Schwärmern im Außenkern sichtbaren, vom Caryosom abstammenden Strahlen (Fig. 17) deutlicher werden (Fig. 20 u. 21). Später wandert die Chromatinsubstanz aus dem immer kleiner werdenden Caryosom in den immer dunkler sich färbenden Außenkern (Fig. 22—25), wobei der Kern gewöhnlich eine mehr spindelförmige Form annimmt (Fig. 24). Diese Auswanderung der Chromatinsubstanz zeigt sich nicht nur in der immer stärker werdenden Färbbarkeit des Außenkernes, sondern ist auch direkt als vom Caryosom ausgehende, dunkel gefärbte Strahlen in den Präparaten sichtbar (Fig. 23). Zuletzt finden wir in dem ziemlich dunklen, spindelförmigen Außenkern ein Caryosom, das jedoch immer von einem besonderen hellen Hof umgeben ist (Fig. 26, 27). Im weiteren Verlauf dieses Prozesses teilt sich das Caryosom (Fig. 28); die eine Hälfte bleibt weiter in dem hellen Hof



liegen, während die andere in den dunkel gefärbten Außenkern hinauswandert (Fig. 29). Dann wiederholt sich die Teilung noch einmal, so daß wir zuletzt im Außenkern vier kleine Caryosomen finden (Fig. 30, 31). Es ist auffallend, daß, wie die Fig. 30 u. 31 zeigen, der Unterschied zwischen den beiden, bei der ersten Teilung gebildeten Caryosomen auch weiter erhalten bleibt; wir finden hier das eine sich teilende Paar in einem hellen Hof drinnen, während das andere unmittelbar in der den Außenkern erfüllenden Substanz liegt. Sind diese Vorgänge in den Kernen beendet, so erhebt sich am Vorderende der Zelle ein farbloser Hügel, in dem sich etwas Plasma, gewöhnlich mit einem Pyrenoid versehen, ansammelt (Fig. 32).



Textfig. G. Verschieden große, bei dem Reduktionsteilungsvorgang gebildete, ruhende Gametenzellen. 1) Eine große Zelle, die nur eine kleine abgeschnürt hat. 2—3) Beide Zellen annähernd gleich groß. 4) Eine wie bei 3 entstandene Zelle im zweiten Teilungsschnitt.

Das ganze Gebilde rundet sich ab und wird langsam aus der Zelle ausgestoßen (Fig. 33—37). In diesen Körper wandern auch, wie ich in einigen Fällen deutlich sehen konnte, zwei von den neugebildeten Caryosomen (k) ein (Fig. 34, 35, 36 Mitte). Der ausgestoßene Körper macht dann noch eine Teilung durch und gleichzeitig wird ein zweiter, ähnlicher Körper aus der Zelle ausgestoßen (Fig. 38 u. 39). Wir haben zuletzt also neben der einen ruhenden Zelle drei kleine Körper, die ihr jedoch, bis auf die Größe, vollkommen gleichwertig sind. Ja, manchmal sind die ausgestoßenen Körper nur

wenig oder gar nicht kleiner als die ruhende Zelle (Fig. 39). Textfigur G zeigt fast alle Übergänge von dem einen zum anderen Teilungsmodus — denn wir müssen diesen Vorgang zweifellos als eine Teilung auffassen. Es ist interessant, daß diese Teilung eine Querteilung im Verhältnis zur Längsachse der Zoospore ist, doch erscheinen die Verhältnisse durch die beschriebenen, an eine Knospung erinnernden Vorgänge etwas verwischt. Wie sich die Geißeln dabei verhalten, konnte ich nicht genau sehen, doch nach Fig. 37 und hauptsächlich Fig. 39 zu schließen, gehen sie vollständig auf eine der Tochterzellen über, was nach den Angaben von JAMESON (19) dem bei *Parapolytoma* üblichen Teilungsmodus entspricht.

Nun müssen wir fragen, welche Bedeutung diese Teilung eigentlich besitzt? Ich glaube, daß es sich dabei nur um einen Vorgang handeln dürfte, der als eine primitive Reduktionsteilung aufgefaßt werden kann. Dafür spricht die Vierzahl der gebildeten Tochterzellen, dafür sprechen die merkwürdigen Veränderungen am Kern — vor allem die zweimalige, unmittelbar aufeinanderfolgende Zweiteilung und Verkleinerung des Caryosoms (die Bilder wurden alle bei gleicher Vergrößerung gezeichnet) — und nicht zuletzt spricht dafür ein Vergleich der in der Literatur vorhandenen, auf die Keimung der Zygoten von Phytomonaden sich beziehenden Angaben. So hat schon OTROKOV (27) für *Eudorina elegans* und PRINGSHEIM (36) für *Pandorina morum* Bilder wiedergegeben, die den von mir gezeichneten sehr gut entsprechen. Ihre Angaben wurden in neuester Zeit von SCHREIBER (39) für *Pandorina*, *Eudorina* und *Gonium* bestätigt. Aus den Zygoten von *Eudorina* gehen nach seinen Angaben neben dem einen Schwärmer drei hyaline Körperchen hervor. Manchmal wurden aber auch zwei Schwärmer gebildet. Ich verweise nur auf seine Fig. 12 und 16. Diese Angaben werden auch von PRINGSHEIM (36) für *Pandorina* gemacht. Wichtig ist die Angabe SCHREIBER'S (39), daß in allen von ihm beobachteten Fällen bei den ersten zwei Teilungsschritten auch die Geschlechtsbestimmung erfolgte, was indirekt für die stattgefundene Reduktionsteilung spricht. Nach ZIMMERMANN (47) findet bei *Volvox* die Reduktionsteilung beim ersten Teilungsschritt statt. Für *Chlamydomonas* wird von PASCHER (32) angegeben, daß die Gameten dieselbe Chromosomenzahl besitzen wie die vegetativen Zellen. Also auch bei dieser Form dürfte die Reduktion der Chromatinsubstanz bei der Keimung der Zygoten stattfinden. Handelt es sich nun bei den von mir beschriebenen Kernvorgängen in den zur Ruhe gekommenen Gametenzellen von *Stigeoclonium* um eine Reduktionsteilung, so mußte dieser

auch irgendwo ein Sexualakt vorangehen. Eine Copulation der Gameten scheint mir ausgeschlossen, nicht nur, weil ich niemals eine solche direkt beobachten konnte, sondern auch deshalb, weil, wie Fig. 36 zeigt, der beschriebene Reduktionsteilungsvorgang auch dann stattfand, wenn die Schwärmzelle die Mutterzellenmembran überhaupt nicht verlassen hatte, also eine Copulation unmöglich war. Eine Parthenogenese liegt nicht vor, denn diese würde die Reduktionsteilung überflüssig machen; es kann sich daher nur um eine parthenogame Entwicklung (im Sinne HARTMANN'S (16)) der Gameten handeln. Wie und wo aber der Befruchtungsakt erfolgt, — kann ich leider nicht angeben, da, wie ich schon früher erwähnte, meine Darstellung große Lücken aufweist. So habe ich bei der in Fig. 19 wiedergegebenen Kernteilung nicht verfolgen können, was mit den Tochterkernen geschieht. Diese Kernteilung findet aber vor der Reduktionsteilung statt! Leider konnte ich aus den oben angeführten Gründen mir kein Material verschaffen, um diese Frage zu klären. Ich möchte aber auf eine Möglichkeit hinweisen. Wir haben früher gesehen, daß vor der Gametenbildung eine Kernteilung stattfindet, nach welcher einer der Kerne langsam verschwindet. Was mit ihm geschieht wissen wir nicht. Es wäre jedoch immerhin denkbar, daß er irgendwie an einem autogamen Akt beteiligt ist. Und wenn auch nicht seine direkte Beteiligung bewiesen werden kann, so glaube ich, daß die Annahme sehr wahrscheinlich ist, daß die Nichtausstoßung dieses Kernes eine unvollständige sexuelle Differenzierung der Gameten nach sich zieht und die Ursache ist, weshalb hier keine Copulation der Gameten stattfindet.

Die nach der Reduktionsteilung entstehende ruhende Zelle (oder in seltenen Fällen Zellen) umgibt sich mit einer immer dicker werdenden Membran (Fig. 40 u. 41). In diesem Stadium konnte ich darin den Kern nicht auffinden. Einerseits ist er infolge der Reduktionsteilung kleiner geworden und deshalb schwieriger zu finden, andererseits sind die Zellen mit zahlreichen stark färbbaren Körnchen erfüllt, die seine Feststellung erschweren. Ich glaube auch, daß der Kern in diesem Stadium weitgehende Veränderungen durchmacht, was wieder seine genaue Identifizierung erschwert. Die oben erwähnten stark färbbaren Körnchen dürfen zum größten Teile vom Pyrenoid herkommen, das, schon während der oben beschriebenen Vorgänge am Kern, sich aufzulösen beginnt (Fig. 21, 13 u. a.). Dabei zeigt es sich deutlich, daß das Pyrenoid aus zwei verschiedenen Substanzen zusammengesetzt ist: aus einer schwach färbbaren Grundsubstanz, in welche stark färbbare Stücke eingelagert sind (Fig. 32).

Die einzelnen Teilchen wandern aus dem Pyrenoid in das umgebende Plasma hinaus (Fig. 37), wo sie in Form der oben erwähnten Körnchen zu finden sind (Fig. 44).

Die Membran der zur Ruhe gekommenen Gametenzellen wird jetzt immer dicker (Fig. 44), wobei die Außenschicht auch häufig etwas aufquillt (Fig. 45). An Zellen, die etwas länger ruhen, sieht man besonders deutlich diese Ausbildung der dicken Membran. Fig. 42 zeigt eine Zelle, die sich nach 24 Stunden zur Keimung anschickt, Fig. 43 eine nach 50 stündigem Ruhestadium. Diese auffallende Verdickung der Zellenmembran ist um so merkwürdiger, als wir bei allen Phytomonadinen ein Ruhestadium nach erfolgter Copulation der Gameten und vor der Reduktionsteilung finden. Ich verweise diesbezüglich außer auf die oben für die Reduktionsteilung angeführte Literatur auch noch auf die Angaben von DANGEARD (5). Konnten wir bisher alle bei *Stigeoclonium* angetroffenen Stadien der Schwärmerbildung mit den entsprechenden Stadien bei den Phytomonadinen homologisieren, so können wir diese letzteren Stadien der ruhenden Gameten vor ihrer Auskeimung zum Faden mit den bisher bekannten Entwicklungsstadien der Phytomonadinen nicht ohne weiteres vergleichen. Eine Neubildung erst bei dieser Alge ist aber wenig wahrscheinlich, weil wir für sie keine ökologische Erklärung geben können. Die Keimung erfolgt bei dieser Form in der Regel nach wenigen Stunden, wir können also diesem Stadium keine Bedeutung als Dauerzelle zuschreiben. Es ist deshalb wahrscheinlich, daß die Ausbildung dieses Stadiums ein phylogenetisch älteres Merkmal ist und mit einer Verschiebung des Reduktionsteilungsvorganges beim Übergang der Flagellaten zu den Algen zusammenhängt. Diese Annahme würde mit den Vorstellungen PASCHER's (33), daß die Algen sich aus der dünnwandigen Spore der Flagellaten entwickelt haben, in gewissem Widerspruch stehen; von SCHUSSNIG (41) wurde in letzter Zeit der Versuch unternommen, den Typus der Algenzelle von der sexuellen Cyste bei den Flagellaten abzuleiten. Meine Befunde würden also eher für die zweite Annahme sprechen. Eine endgültige Entscheidung über die Deutung dieser Stadien wird nur durch zahlreiche vergleichende Untersuchungen an verschiedenen Objekten herbeigeführt werden können.

Die erste Zellteilung erfolgt gewöhnlich schon in der folgenden Nacht, doch ruhen die Zellen wie erwähnt auch manchmal längere Zeit. Bei den zur Keimung schreitenden Zellen ist der Kern deutlich sichtbar (Fig. 46). Die Zellen selbst strecken sich etwas, wobei die dicke Membran entweder aufreißt (Fig. 47, 50) oder in Form

einer Kappe gehoben wird (Fig. 49). Gleichzeitig findet oft eine Teilung des Pyrenoids statt (Fig. 48). Die erste Kernteilung konnte ich nicht genau verfolgen. Sie findet aber wahrscheinlich in der bei der Zoosporenbildung beschriebenen Art statt. Wenigstens würden dafür die Fig. 51—53 sprechen. Sie erfolgt in einer etwas zur Längsachse der Zelle schief stehenden Richtung, doch wird die Teilungswand quer zur Längsachse der Zellen (Fig. 54) gebildet. Ähnlich geht auch die Kernteilung in den zweizelligen Keimlingen vor sich. Auch hier liegt die Teilungsrichtung der Kerne schief zur Längsachse (Fig. 55). In einem Fall konnte ich in diesem Stadium ein spindelähnliches Gebilde sehen (Fig. 56). Die Teilungswand liegt wieder quer zur Längsachse der Zellen (Fig. 57). An der letzten Figur kann man auch deutlich sehen, welche großen Unterschiede in der Kerngröße herrschen, die davon abhängig sind, ob sich der Kern kurz oder lang nach der Kernteilung befindet.

### Zusammenfassung.

Im folgenden möchte ich die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit nochmals kurz zusammenfassen.

1. Bei der untersuchten *Stigeoclonium*-Art werden zweigeißelige Schwärmzellen gebildet, die zwar nicht copulieren, jedoch nach ihrer Form und ihrem ganzen Verhalten als Gameten zu bezeichnen sind.

2. Während der Gametenbildung findet eine Kernteilung statt, nach der einer der Tochterkerne sich der Beobachtung entzieht. Diese Kernteilung ist als eine Andeutung der sonst stattfindenden multiplen Zellteilung in den Gametenmutterzellen aufzufassen, sie steht aber wohl auch im Zusammenhang mit der sexuellen Differenzierung der Gameten.

3. An der Ausbildung der Geißeln ist ein aus dem Caryosom austretendes, mit Eisenhämatoxylin stark färbbares Gebilde beteiligt. Die Geißeln sind an zwei Basalkörnern inseriert, die durch einen, aus vielen feinen Fibrillen zusammengesetzten kegelförmigen Körper, mit der Kernmembran im Zusammenhang stehen. Diese Art der Geißelinsertion entspricht vollständig der bei den Phytomonaden beschriebenen.

4. Vor der Keimung der Gameten findet eine Reduktionsteilung statt. Eine Befruchtung konnte nicht festgestellt werden, doch erscheint es höchst wahrscheinlich, daß sie auf parthenogamen Weg vor sich geht.

5. Nach der Reduktionsteilung machen die Gameten ein kürzeres oder längeres Ruhestadium durch, das mit keinem der für die Phytonadinen beschriebenen Entwicklungsstadien homolog ist, und sich auch ökologisch nicht erklären läßt.

---

Zum Schlusse möchte ich meinen besonderen Dank dem Herrn Hofrat Professor Dr. R. WETTSTEIN ausdrücken, der mir einen Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt hat, sowie dem Herrn Priv.-Doz. Dr. B. SCHUSSNIG, der nicht nur die Anregung zu der vorliegenden Arbeit gab, sondern mich auch während der ganzen Zeit bei ihr unterstützte.

---

### Literaturverzeichnis.

- 1) BERTHOLD: Untersuchungen über die Verzweigung einiger Süßwasseralgen. Nov. Act. Ac. Leop. Carol. Vol. 40 1878.
- 2) BRAUN, AL.: Betrachtungen über die Erscheinungen der Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851.
- 3) CIENKOWSKI, L.: Zur Morphologie der Ulotricheen. Bull. de l'Acad. imp. des sciences de Saint-Petersbourg Vol. 21 1876.
- 4) —: Über Palmellenzustände bei *Stigeoclonium*. Bot. Zeitung Bd. 34 1876.
- 5) DANGEARD, P. A.: Memoire sur les chlamydomonodinees etc. Le Botaniste VI. Serie 1898.
- 6) —: Etude sur la structure de la cellule et ses fonctions. Le *Polytoma uvella*. Le Botaniste T. 8 1901.
- 7) DAVIS, B. M.: Spore formation in *Derbessia*. Ann. of Botany Vol. 85 1908.
- 8) DOPLEIN, F.: Lehrbuch der Protozoenkunde. IV. Aufl. Jena 1916.
- 9) —: *Polytomella agilis*. Zool. Anz. 1916.
- 10) ENTZ, G. jun.: Cytologische Beobachtungen an *Polytoma uvella*. Arch. f. Protistenk. Bd. 38 1918.
- 11) FAMINITZIN, A.: Die anorganischen Salze als ausgezeichnetes Hilfsmittel zum Studium der Entwicklungsgeschichte der niederen Pflanzenformen. Melanges Biol. Bull. Acad. de St. Petersbourg T. 8 1871.
- 12) FRANKE, M.: *Endoclonium polymorphum*. COHN's Beitr. z. Biologie III 1883.
- 13) FRITSCH, F. R.: Observations on the young plans of *Stigeoclonium* Kütz. Beihefte zum Bot. Zentralbl. Bd. 13 H. 4 1903.
- 14) GAY: Recherches sur le developement et la classification de quelques Algues vertes. Paris 1891.
- 15) HAMBURGER, KLARA: Zur Kenntnis der *Dunaliella salina* etc. Arch. f. Protistenk. Bd. 6 1905.
- 16) HARTMANN, M.: Autogamie bei Protisten und ihre Bedeutung für das Befruchtungsproblem. Arch. f. Protistenk. Bd. 14 1909.
- 17) —: Die Konstitution der Protistenkerne. Jena 1911.
- 18) HERRING, W.: Chlorophyceae. III. in: PASCHER's Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft 6. Jena 1914.

- 19) JAMESON, A. P.: A new Phytoflagellate (*Parapolytoma saturo* n. g., n. sp.) and its method of nuclear division. Arch. f. Protistenk. Bd. 33 1914.
- 20) KLEBS, G.: Untersuchungen über die Bedingungen der Fortpflanzung bei Algen und Pilzen. Jena 1896.
- 21) KÜTZING, F. T.: Phycologia generalis. Leipzig 1843.
- 22) —: Über die Verwandlung der Infusorien in niedere Algenformen. 1844.
- 23) LIVINGSTONE: On the nature of the stimulus which causes the change of form in polymorphic green algae. I. Bot. Gaz. Vol. 30 1900, II. Bot. Gaz. Vol. 32 1901, III. Bot. Gaz. Vol. 39 1905.
- 24) MAIER, H. N.: Über den feineren Bau der Wimperapparate der Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2 1903.
- 25) NÄGELI, C.: Bildung der Schwärmsporen bei *Stigeoclonium insigne*. Pflanzenphysiol. Untersuchungen von NÄGELI u. CRAMER Heft 1 1855.
- 26) OLTMANN, F.: Morphologie und Biologie der Algen. 2. Aufl. Jena 1922.
- 27) OTROKOW, P.: Über das Keimen der Zygoten bei *Eudorina elegans* EHRBG. Nachr. d. K. Ges. der Liebhaber d. Naturw. d. Anthropologie u. Ethnographie Bd. 16 1875 (russisch).
- 28) PASCHER, A.: Zur Kenntnis der geschlechtlichen Fortpflanzung bei *Stigeoclonium* (*Stigeoclonium fasciculare* Kütz.?). Flora Ergbd. Heft 1 1905.
- 29) —: Über die Reproduktion bei *Stigeoclonium nudusculum* und bei *Stigeoclonium spec.* Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonkunde Bd. 1 1906.
- 30) —: Über die Zoosporenproduktion bei *Stigeoclonium*. Österr.-Bot. Ztg. 1906.
- 31) —: Studien über die Schwärmer einiger Süßwasser-algen. Bibl. Botanica von CHR. LUERSSSEN Heft 67. Stuttgart 1907.
- 32) —: Über die Kreuzung einzelliger haploider Organismen. Chlamydomonas. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bd. 34 1916.
- 33) —: Über die morphologische Entwicklung der Flagellaten zu Algen. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bd. 42 1924.
- 34) PETERSCHILKA, FR.: Über die Kernteilung und die Vielkernigkeit und über die Beziehungen zwischen dem Epiphytismus und Kernzahl bei *Rhizoclonium hieroglyphicum* Kütz. (zur Cytologie der Chlorophyten III). Arch. f. Protistenk. Bd. 47 1924.
- 35) PRINGSHEIM, N.: Über die Dauerschwärmer des Wassernetzes und über einige ihnen verwandte Bildungen. Monatsber. d. kgl. preuß. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1860.
- 36) —: Über Paarung von Schwärmsporen. Gesammelte Abhandl. Bd. 1, Jena 1895.
- 37) PROWAZEK, S.: Kernteilung und Vermehrung bei *Polytoma*. Österr. bot. Ztg. 1901.
- 38) REINHARDT, L.: Die Copulation der Zoosporen bei *Chlamydomonas pulvisculus* EHRBG. und *Stigeoclonium spec.* Arb. d. Naturf. Ges. a. d. Univ. Charkow Bd. 10 1876.
- 39) SCHREIBER, E.: Zur Kenntnis der Physiologie und Sexualität höherer Volvocales. Zeitschr. f. Botanik Bd. 17 1925.
- 40) STRASSBURGER, ED.: Über Reduktionsteilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich. Histologische Beiträge VI. Jena 1900.
- 41) SCHUSSNIG, B.: Betrachtungen über das System der niederen Pflanzen. S. A. aus Verh. d. zool. bot. Ges. in Wien Bd. 74/75 1924/25.
- 42) SZYMANSKY: Über einige parasitische Algen. Dissertation. Breslau 1878.

- 43) TILDEN, J. E.: A contribution to the life history of *Pilinia diluta* Wood and *Stigeoclonium flagelliferum* Kütz. Minnesota bot. Studies Part. 9 Nr. 37 1896.
- 44) THURET: Recherches sur les zoospores des Algues. Ann. Sci. Nat. Ser. III. Vol. 14 1850.
- 45) WEST, G. S.: A Treatise on the British Freshwater Algae. Cambridge 1904.
- 46) WETTSTEIN, FR.: Zur Bedeutung der Reinkultur für Systematik und Floristik der Algen. Österr. Bot. Ztg. Bd. 70 1921.
- 47) ZIMMERMANN, W.: Zur Entwicklungsgeschichte und Cytologie von *Volvox*. PRINGSHEIM'S Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 60 1921.

### Tafelerklärung.

#### Tafel 17.

Alle Figuren wurden bei gleicher Vergrößerung gezeichnet.

Fig. 1—2. Beginn der die Gametenbildung vorbereitenden Kernteilung (Mikrotomschnitt).

Fig. 3. Ein Zellfaden vor der Gametenbildung. In jedem Außenkern zwei gleich große Caryosomen. (Mikrotomschnitt.)

Fig. 4. Das Auseinandertreten der Tochterkerne. (Mikrotomschnitt.)

Fig. 5—6. Die Auflösung des einen Tochterkernes. (Mikrotomschnitt.)

Fig. 7. Die Teilung des Pyrenoids. (Mikrotomschnitt.)

Fig. 8—10. Die Ausscheidung des Urbasalkornes. (Mikrotomschnitt.)

Fig. 11. Das Auswandern des Urbasalkornes aus dem Kern. (Mikrotomschnitt.)

Fig. 12. Die Teilung des Urbasalkornes (b). (Mikrotomschnitt.)

Fig. 13. Ein Faden kurz vor der Entleerung der Gameten. In den zwei oberen Zellen sind je zwei Basalkörner sichtbar (b), in der unteren Zelle Beginn der Geißelbildung. (Nach einem in toto gefärbten Präparat.)

Fig. 14. Eine Zelle kurz vor der Entleerung der Gameten mit beginnender Geißelbildung. (Mikrotomschnitt.)

Fig. 15. Ein reifer Gamet noch in der Mutterzellmembran. (Nach einem in toto gefärbten Präparat.)

Fig. 16—18. Gameten mit verschiedenen Arten der Geißelinsertion. (Nach einem in toto gefärbten Präparat.)

#### Tafel 18.

Alle Bilder nach in toto gefärbten Präparaten, bei gleicher Vergrößerung gezeichnet.

Fig. 19. Ein zur Ruhe gekommener Gamet mit Kernteilung.

Fig. 20—27. Beginn der Reduktionsteilung in den ruhenden Gameten. Die Chromatinsubstanz wandert langsam aus dem Caryosom in den Außenkern, der eine spindelförmige Gestalt annimmt.

Fig. 28. Vorderende eines ruhenden Gameten. Im Kern die erste Teilung des Caryosoms.

Fig. 29. Vorderende eines ruhenden Gameten. Im Außenkern zwei Caryosomen, von denen nur eines von einem hellen Hofe umgeben ist.



Fig. 30—31. Vorderende eines ruhenden Gameten. Im Außenkern zwei Caryosompaare, von denen nur eines in einem hellen Hofe liegt.

Fig. 32. Ein ruhender Gamet. In der farblosen Erhebung am Vorderende eine Ansammlung von lichterem Plasma mit Pyrenoid.

Fig. 33. Die Ausstoßung der ersten Tochterzelle bei der Reduktionsteilung.

Fig. 34—35. Die Ausstoßung der ersten Tochterzelle. In den abgeschnürten Tochterzellen sind deutlich je ein Pyrenoid (Py) und zwei Kerne (K) sichtbar.

Fig. 36. Ein Zellfaden mit ausnahmsweise nicht entleerten Gameten. Trotzdem Reduktionsteilung.

Fig. 37. Ein ruhender Gamet. An der abgeschnürten Tochterzelle Geißelspuren.

Fig. 38. Ein Gamet im Ruhestadium mit drei Tochterzellen.

Fig. 39. Ein Gamet im Ruhestadium mit abnorm großen Tochterzellen.

Fig. 40—41. Ruhende Gameten nach der Reduktionsteilung.

#### Tafel 19.

Alle Bilder nach in toto gefärbten Präparaten, bei gleicher Vergrößerung gezeichnet.

Fig. 42. Eine Gametenzelle, die nach 24 Stunden sich zur Keimung anschickt.

Fig. 43. Eine ruhende Gametenzelle nach 50stündigem Ruhestadium.

Fig. 44. Eine ruhende Gametenzelle mit in Auflösung begriffenen Pyrenoiden.

Fig. 45. Eine ruhende Gametenzelle mit aufquellender Membran.

Fig. 46. Eine ruhende Gametenzelle vor Beginn der Keimung.

Fig. 47 u. 50. Beginn der Keimung. Der Keimling hat die Zellmembran gesprengt.

Fig. 48. Pyrenoidteilung im jungen Keimling.

Fig. 49. Beginn der Keimung. Der Keimling hat die Membran in Form einer Kappe gehoben.

Fig. 51—53. Die erste Kernteilung im jungen Keimling.

Fig. 54. Zweizellenstadium.

Fig. 55 u. 56. Kernteilungen im Zweizellenstadium.

Fig. 57. Dreizellenstadium.

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

## Kleinere Mitteilungen.

---

### Neue oder wenig bekannte Protisten. XIX.

#### Neue oder wenig bekannte Flagellaten. XVII.

Von

**A. Pascher** (Prag).

(Hierzu 13 Textfiguren.)

---

#### **I. Über die Gruppe der Protochlorinen KORSCHIKOFF'S.**

Als Protochlorinen vereinigt KORSCHIKOFF in seiner Arbeit: Eine neue Gruppe der grünen Flagellaten — Russisches Archiv für Protistenk. Bd. 3 p. 148 — eine Reihe von grünen Monaden, von denen zunächst Beschreibung und Abbildung gegeben sei.

#### *Pedinomonas* KORSCHIKOFF.

Zellen sehr stark abgeplattet, oft nur dünn scheibenförmig, im Umriß fast kreisrund bis eilänglich oder stumpfeckig, oft deutlich unsymmetrisch. Ohne abgesetzte Hülle, aber mit starrem Periplast, daher nicht metabolisch. An einer Schmalseite sitzt exzentrisch eine über körperlange, sich gegen das Ende verdünnende Geißel, die über das Vorderende der Zelle herum nach rückwärts geschlagen ist. Der Chromatophor liegt meist einer Schmalseite an und ist „sichelförmig“; es ist aber der Beschreibung nicht zu entnehmen, ob dabei muldenförmig oder nur in der Form einer seitlich liegenden Platte. Chromatophor bogig, oft eckig ausgeschnitten. Im Chromatophor ein

30\*

deutliches Pyrenoid, dieses mit Stärkekörnern (vielleicht nur zwei gegenüberliegende Hohlkugeln von Stärke) beschalt. Kern exzentrisch im Protoplasten. Am Chromatophor, meist basal ein großes, meist strichförmiges Stigma. Vorn an der Geißelbasis eine einzige kontraktile Vakuole.

Teilung der Länge nach im beweglichen Zustande.

Geschlechtliche Fortpflanzung nach KORSCHIKOFF durch Copulation ganzer Individuen, Bildung einer zweigeißeligen, zunächst noch beweglichen Zygote, die sich dann abrundet und mit einer deutlichen Membran umgibt, nachdem sie erst die eine, dann die andere Geißel abgestoßen hat.

Drei Arten werden beschrieben.

*Pedinomonas minor* KORSCHIKOFF a. a. O.

Zelle mehr schief eirund, beiderseits abgerundet, Seiten meist ungleich, die eine mehr konvex, die andere oft ganz gerade, dadurch die Zellen sehr unsymmetrisch, Pyrenoid mit mehreren Stärkekörnern. Palmellenbildung beobachtet. Zygoten gleich nach der Copulation der vegetativen Zelle ähnlich, doch mit zwei Geißeln; Zellen 4—5  $\mu$ ; Geißel anderthalbmal körperlang. (Fig. A 1—8.)

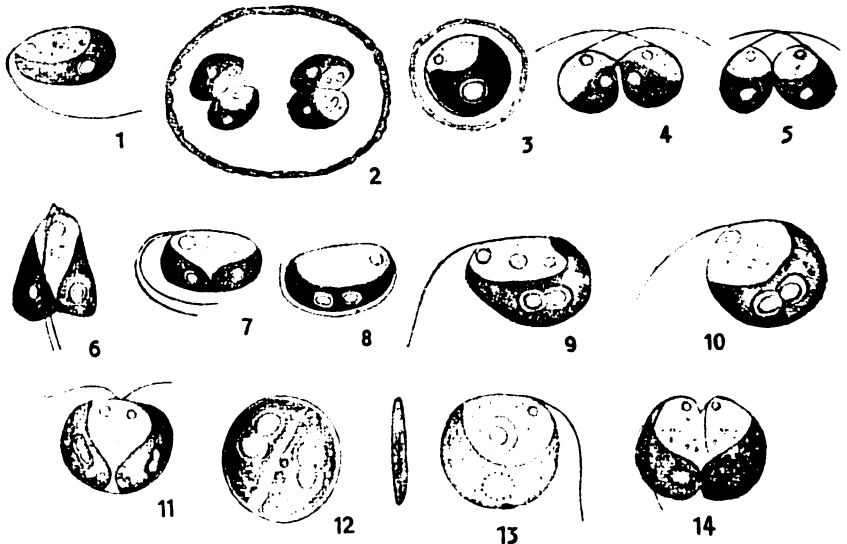


Fig. A. *Pedinomonas* KORSCHIKOFF. 1—8) *P. minor* KORSCHIKOFF. 1) Vegetative Individuen. 2, 3) Palmella. 4, 5) Copulation. 6, 7) Zygote. 9—12) *P. maior*, 9, 10) Vegetative Individuen. 11, 12) Bewegliche und unbewegliche Zygote. 13) *P. rotunda*. 13) Von der Schmal- und von der Breitseite. 14) Teilungsstadium. (Nach KORSCHIKOFF.)

In schmutzigen Gewässern (Twer, Charkow, Petersburg) — ich habe diese Form einmal auch in Böhmen gesehen.

***Pedinomonas maior*** KORSCHIKOFF a. a. O.

Zellen mehr rundlich eckig, basal breit abgerundet und auf der einen Seite deutlich konvex, die andere, der Chromatophoren entbehrende Seite fast gerade; Umriß oft stumpfeckig. Geißel annähernd körperlang. Pyrenoid mit zwei Stärkeschalen. Palmellen nicht beobachtet. Geißeln an den Zygoten im Gegensatz zu *Pedinomonas minor* nach entgegengesetzten Seiten orientiert; bei der Encystierung der Zygote werden sie eingezogen. Zygoten kugelig glattwandig.

Länge der Zellen bei 7  $\mu$ . (Fig. A 9—10.)

Aus der Umgebung Charkows.

***Pedinomonas rotunda*** KORSCHIKOFF a. a. O.

Zellen rund scheibenförmig, Geißel körperlang. Chromatophor blaß, fast regelmäßig halbmondförmig. Pyrenoid mit vielen Stärkekörnchen. Geißeln so lang wie die Zelle. Zygoten von der Form der beweglichen Zelle.

Länge der Zellen 10  $\mu$  (Fig. A 13, 14).

Einmal mit der vorhergehenden Art zusammen in der Umgebung Charkows.

Wie weit diese drei Arten voneinander zu trennen sind, wie weit sie vielleicht Glieder derselben Variationsreihe sind, müssen weitere Untersuchungen lehren. Von den beiden anderen Arten verschieden ist wohl *Pedinomonas maior*, das nur zwei Stärkekälotten bildet.

KORSCHIKOFF stellt mit dieser Gattung *Pedinomonas* zu den Protochloridinen noch die Gattung *Heteromastix*.

***Heteromastix*** KORSCHIKOFF a. a. O.

Zellen sehr platt gedrückt, im Umriß flach gestreckt sechseckig, mit manchmal leicht konvexen Seiten und stumpfen Ecken, seltener mehr rundlich oder trapezoëdrisch oder nierenförmig; nicht metabol mit einem gut differenzierten Periplasten bedeckt, aus dem der Protoplast ausgedrückt werden kann. Geißeln in der einen Längskante der Zellen inserierend und etwas ungleich, die eine  $1\frac{1}{2}$  mal länger, die andere kürzer als die Zelle. Chromatophor sehr groß, die gegenüberliegende längere Seite und die beiden Breitseiten völlig

bis auf einen hellen Ausschnitt auskleidend, in dem die einzige kontraktile Vakuole sichtbar ist. Pyrenoid mit zwei ungleichen, Uhrglasartig zusammenschließenden Stärkeschalen. Stigma strichförmig, dunkel, doch nicht rot, an der Vorderseite unter der längeren Geißel.

Teilung im beweglichen Zustande, einfache Durchteilung des Protoplasten. Copulation ganzer vegetativer Individuen unter Bildung einer lange beweglichen Zygote. Dauerzygoten kugelig, glattwandig, mit den deutlich sichtbaren beiden Pyrenoiden.

Eine Art:

*Heteromastix angulata* KORSCHIKOFF a. a. O.

Zellen 7—60  $\mu$  lang. (Fig. B.)

In kleinen Wasseransammlungen sehr häufig.

*Heteromastix* sieht *Nephroselmis*<sup>1)</sup> sehr ähnlich. Inwieweit Beziehungen zu dieser bestehen, ist unsicher. Mit *Sennia* hat die Form nichts zu tun.

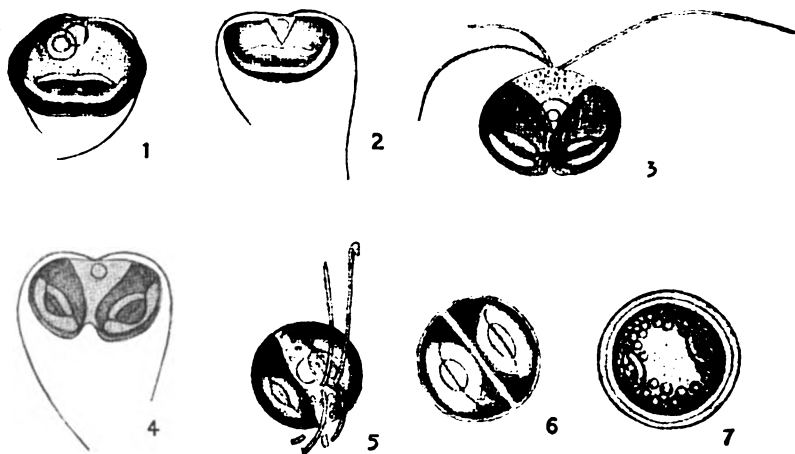


Fig. B. *Heteromastix angulata* KORSCHIKOFF. 1) Zelle unbeweglich. 2) Junge Zelle. 3, 4) Teilungsstadien. 5) Bewegliche Zygote. 6) Junge unreife Zygote. 7) Reife Zygote. (Nach KORSCHIKOFF.)

Alle diese Formen machen den Eindruck sehr abgeleiteter, weitgehender modifizierter Formen: die platte asymmetrische Gestalt, der Bau der Chromatophoren, alles das sind keine ursprünglichen Eigenschaften. Soweit ich KORSCHIKOFF recht verstehe, der leider

<sup>1)</sup> *Sennia* und *Nephroselmis*, von OLTMANN'S (Morphologie und Biologie der Algen Bd. I p. 35) für denselben Organismus erklärt, haben mit Ausnahme der Tatsache, daß beide zu den Cryptomonaden gehören, nichts miteinander zu tun!

zu seiner russisch geschriebenen Arbeit ein viel zu kurzes Resümee gibt, denkt er an eine verbindende Stellung zwischen den „Flagellaten“ und den „Volvocales“.

Mir machen alle diese Formen den Eindruck sehr abgeleiteter Cryptomonaden; leider fehlen Angaben über die Beschaffenheit der Geißeln. Aber die Form der Pyrenoide kommt weitgehend mit denen der Cryptomonaden überein, ebenso bis zu einem gewissen Grade die Gestalt der Zelle. Da die charakteristische Furche der Cryptomonaden bei abgeleiteten Formen kaum mehr angedeutet vorkommt, ist ihr Fehlen kein Gegenbeweis. Ebenso kommen bei den Cryptomonaden viele grüne Formen vor.

Jedenfalls möchte ich nicht an eine Verbindung zwischen Flagellaten und Volvocales denken, ganz abgesehen davon, daß die Volvocales wohl speziell in ihren einfachen Vertretern eigentlich in keiner Weise von den allgemeinen Zügen der Flagellaten abweichen.

Was *Mesostigma* LAUTERBOEN anlangt, so möchte ich sie nach dem allerdings wenigen, was ich sah, als Polyblepharidinee auffassen. Die Abplattung der Zelle ist hier ganz anders wie bei *Pedinomonas* oder *Heteromastix*, *Mesostigma* ist vom Vorderende gegen die Basis plattgedrückt, ungefähr wie wenn eine eiförmige plastische Masse vom spitzeren gegen das stumpfe Ende zusammengedrückt würde, woraus sich eine platte Scheibe ergibt, die rund ist, wenn der Druck genau in die Richtung der Längsachse fiel, etwas elliptisch, wenn er schief dazu stattfände. *Pedinomonas* und *Heteromastix* sind aber parallel zur Längsachse zusammengedrückt.

Ich kann leider der russisch geschriebenen Arbeit KORSCHIKOFF'S nicht entnehmen, ob und wie weit er auf diesen Gegensatz eingeht.

Auffallend und bemerkenswert ist die Angabe von Hologamie bei den von KORSCHIKOFF beschriebenen Formen. Man hat dieser Form der geschlechtlichen Fortpflanzung bis jetzt noch viel zu wenig Beachtung unter den Algologen geschenkt.

*Phacomonas* ist eine echte Heterokonte und gehört zu den Heterochloridalen.

## II. Neue Volvocales.

### *Asteromonas phacus* nov. spec.

Zellen mit ausgesprochener Breit- und Schmalseite, verkehrt eiförmig, basal in ein längliches stumpfes Ende ausgezogen. Der Länge nach verlaufen vier Rippen, die sich längsschraubig drehen, vorn am breitesten sind und auch über das Vorderende vorgezogen sind, um dort rasch zu verlaufen, während sie gegen das Hinter-

ende allmählich verlaufen. Dabei sind sie längsschraubig gedreht, im optischen Bilde nach der linken Seite. Die Rippen sind nicht gleich breit, die an der Schmalseite der etwas plattgedrückten Zelle stehenden besonders vorn viel breiter als die beiden, die je auf einer Schmalseite stehen. Dadurch bekommt die Zelle von der Breitseite einen fast herzförmigen Umriß. Zelle mit einem sehr starren Periplasten bekleidet, der speziell an den vorgezogenen Vorderenden der Rippen und an den stumpfen Außenkanten der Rippen sehr derb ist. Geißel zwei,  $1\frac{1}{2}$  mal körperläng. Chromatophor groß, topfförmig, ganz nach vorn reichend, basal verdickt, vorderer Rand entsprechend der Form der Zelle gelappt. Augenfleck oft sehr groß, elliptisch, unter der Mitte der Zelle. Auch hier war ich nicht imstande, mit Sicherheit ein Pyrenoid zu beobachten. Kern vor der Mitte der Zelle. Kontraktile Vakuolen fehlend.

Länge 10—17  $\mu$ , Breite 8—15  $\mu$ , doch kommen auch gelegentlich größere Formen vor. (Fig. C.)

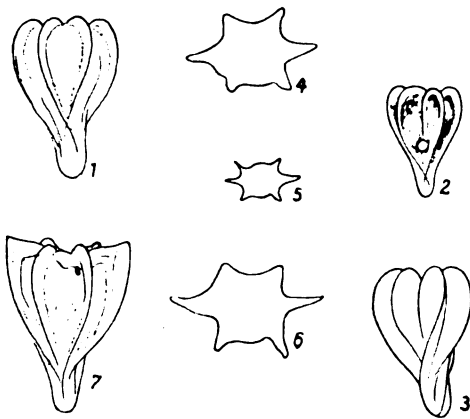


Fig. C. *Asteromonas phacus*.

1, 2, 3) Von der Breitseite. 4—6) Optische Schnitte von vorn. 8) Form mit spitz vorgezogenen Rippen.

Mit *Laminaria* (aus Helgoland), die ausfaulen, aus einer Kultur. Zusammen mit anderen Flagellaten und eine Zeitlang die Flüssigkeit ganz grün färbend.

Es konnten noch andere Formen beobachtet werden, von denen es mir bei dem geringen gesehenen Material nicht möglich ist zu sagen, inwieweit sie mit der vorbeschriebenen Art zusammgehören.

Eine Form aus einer kleinen Wasseransammlung mit faulenden Algen zwischen Haffkrug und Neustadt a. d. Ostsee (Holstein) glich der *Asteromonas phacus* in allen Eigenschaften bis auf den Umstand, daß bei ihr die Längsrippen beim Vorderende nicht bogig waren, sondern an der wandigen Krümmungsstelle eckig ausgezogen waren; das war bei den schmälere Rippen der Breitseite nicht auffallend stark, sehr stark aber der Fall bei den beiden Rippen, die die Schmalseite begleiten. (Fig. C7.)

Eine weitere Form hatte alle sechs Rippen gleich breit, diese Form war auch weniger plattgedrückt, zeigte oben im Gegensatz zu *Asteromonas gracilis* aber ebenfalls die Längsrippen vorn bogig und über das Vorderende hinweggezogen, und die Zelle dort am breitesten und nicht in der Mitte, wie es bei *Asteromonas gracilis* der Fall ist. Die Zugehörigkeit dieser Form ist nicht ganz sicher.

Sehr auffallend ist eine etwas größere Form, die sicher zu *Asteromonas phacus* zu stellen ist und bei der das basale Ende lang ausgezogen und die Rippen, speziell die beiden Seitenrippen, vorn fast flügelartig verbreitert sind. Daher sind diese Flügel besonders auffällig gedreht. Hier sowohl wie bei der typischen Form ist oft eine leicht rötliche Färbung der Membran vorhanden. Hier war auch manchmal ein deutliches Pyrenoid zu sehen. (Fig. D.)

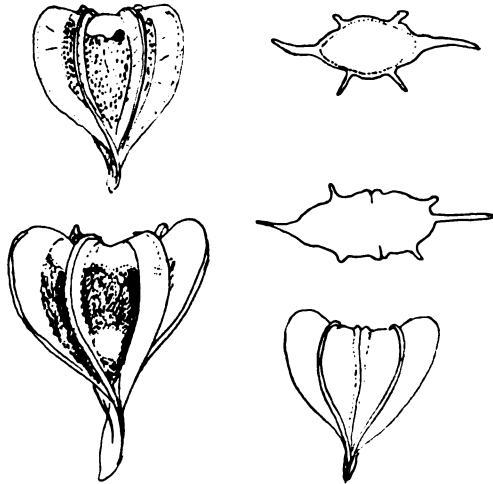


Fig. D. *Asteromonas phacus*.

Form mit verbreiterten Flügeln; zum Teil von der Breitseite, zum Teil im optischen Schnitte. Rechts unten beginnende Teilung von der Breitseite.

Darüber von vorn.

Mit der *Asteromonas phacus* zusammen treten

auch Monaden auf, die möglicherweise in ihren Entwicklungskreis gehören. Sie hatten noch eiförmige Gestalt, zeigten ebenfalls die Längsrippen, hier allerdings nicht nach vorn verbreitert und waren vorn lang verschmälert spitz.

### *Asteromonas octostriata* nov. spec.

Zellen verkehrt eiförmig, basal lang und oft ziemlich dünn in einen manchmal gekrümmten Endteil ausgezogen, mit derbem starren Periplasten. Zellen der Länge nach mit sechs stärkeren und zwei schwächeren Rippen versehen, die vorn leicht bogig über das Vorderende vorgezogen sind, basal sich verschmälern und im lang ausgezogenen Ende verschwinden. Drei Rippen besonders stark und der Zelle dadurch einen ausgesprochen dreikantigen Charakter gebend, drei mit ihnen abwechselnde Rippen weniger stark, zwischen



den starken Rippen liegend und dadurch das Dreieck des Querschnittes leicht sechseckig verziehend. Zwischen zwei einander symmetrisch gegenüberliegenden Rippenpaaren noch je eine oft nur ganz schwach angedeutete, manchmal fehlende Rippe vorhanden. Alle Rippen gegen das Hinterende schraubig ineinandergedreht. Chromatophor sehr groß, nur die vorderen hyalinen Buckel der Zelle freilassend, mit einem deutlichen vorn gelegenen Augenfleck. Das ausgezogene Basalende ebenfalls hyalin. Ich vermag nicht mit Sicherheit zu sagen, ob ein Pyrenoid vorhanden ist; es machte manchmal den Eindruck. Geißeln zwei körperlang, vielleicht aber länger. Vermehrung durch einfache Längsteilung.

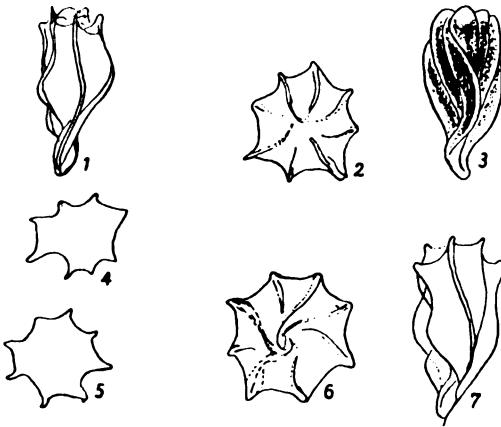


Fig. E. *Asteromonas octostriata*.

1, 3, 7) Von der Längsseite. 2) Von vorn.  
4, 5) Optischer Querschnitt. 6) Von rückwärts.

Zellen 8—11—13  $\mu$  lang, 6—7  $\mu$  breit. (Fig. E.)  
Im Brackwasser, Haffkrug-Scharbeutz (Holstein).

***Chlamydotryps Korschikoffii* nov. comb.**

(= *Chlamydosphaera Korschikoffii* (SCHKORBATOW) KORSCHIK.)

Kolonien meist nur achtzellig, aus vier übereinanderstehenden Kränzen bestehend, von denen jeder nur aus zwei einander gegenüberliegenden Zellen besteht; die Zellen der einzelnen Kränze immer um 90° gegeneinander gedreht, so daß die Zellen des einen Kranzes in die Fugen zwischen den Zellen des anderen Kranzes fallen. Zellen sehr schön ellipsoidisch, schwach eiförmig, basal abgerundet, nach vorn ganz leicht verschmälert, Membran sehr deutlich, vorn in eine ziemlich breite stumpfe Papille verdickt, mit je zwei doppelt körperlangen Geißeln. Chromatophor sehr groß mit mächtigem Basalstück und gleichmäßig verdünntem, sehr weit nach vorn reichendem Wandstück. Ohne Pyrenoid, mit großem fleckförmigen Stigma etwas vor der Mitte der Zelle. Kontraktile Vakuolen zwei, vorn gelegen. — Vermehrung beobachtet, durch drei Teilungen entstehen vier Paare von Zellen, die sich noch in der Mutterzelle zu einer Kolonie

vereinigen. Gameten zweigeißelig, breit-eiförmig, fast kugelig, in der Größe schwankend. Die Zygote noch beweglich, als viergeißelige Zygozoospore schwärmend. Aplanophoren durch Abrundung und Encystierung der Protoplasten innerhalb der Membran gebildet.

Kolonie bis 20  $\mu$  lang; Zellen 8–10  $\mu$  lang. (Fig. F.)  
Charkow.

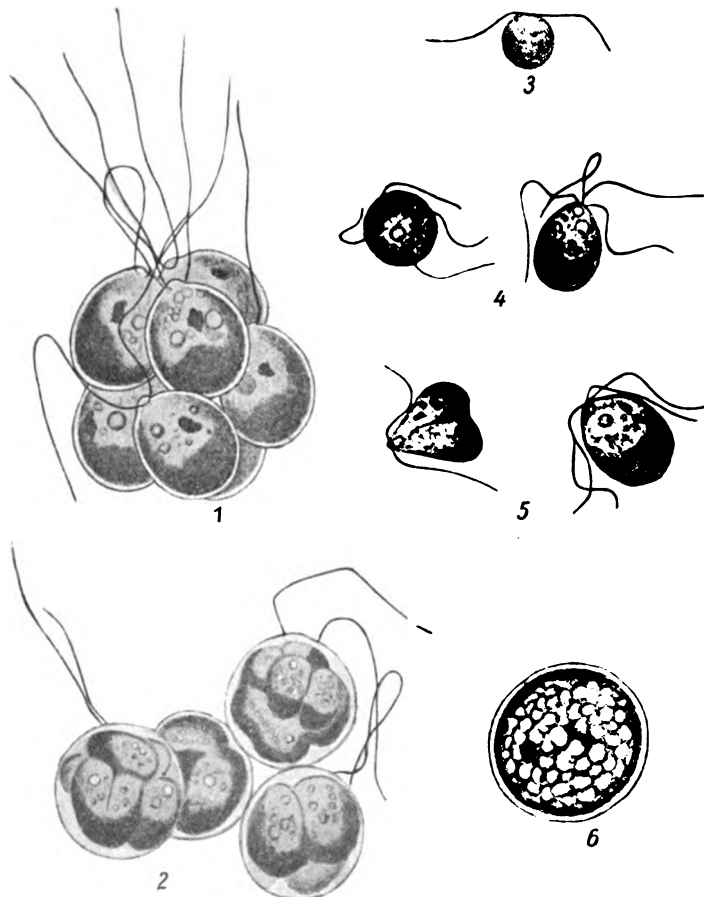


Fig. F. *Chlamydotrys Korschikoffii*. 1) Kolonie. 2) Vegetative Vermehrung durch Bildung von Tochterkolonien in den Zellen. 3) Gamete. 4, 5) Bewegliche Zygoten. 6) Encystierte Zygote. (Nach KONSULOFF.)

Über *Eudorinella Wallichii* LEMMERMANN  
= *Stephanoon Wallichii* WILLE.

Diese merkwürdige von TURNER als *Eudorina Wallichii* beschriebene Volvocale, die LEMMERMANN als Vertreter einer eigenen Gattung

*Eudorinella* auffaßte und WILLE in die von SCHEWIAKOFF aufgestellte aus Australien beschriebene Gattung *Stephanoon* als *Stephanoon Wallichii* versetzt, wurde von E. F. FRITSCH in südafrikanischem Algenmaterial wiedergefunden. Es seien hier, veranlaßt durch

meine Bearbeitung der *Volvocales*, hier einige Bemerkungen über diese *Volvocales* gemacht.

Es handelt sich um achtzellige Kolonien, die von einer kugelig bis ellipsoidischen Gallertmasse gebildet werden und in der die acht Zellen liegen. Die Anordnung dieser Zellen ist sehr charakteristisch. Sie stehen in zwei Gruppen parallel übereinander. Jede Gruppe besteht aus vier Zellen, die wie die Ecken eines Quadrates zueinander geordnet sind. Die beiden parallel übereinander liegenden Vierergruppen sind aber gegeneinander um  $45^\circ$  gedreht, so daß die Zellen der einen Gruppe in die Medianen der Zwischenräume der Zellen der anderen Gruppe fallen. Das wird besonders deutlich, wenn gewissermaßen von oben in die Kolonie gesehen wird.

Wegen der peripheren Anordnung der Zellen, die nicht wie bei *Pandorina* im Zentrum der Kolonie massiert sind, stellte TURNER diese Alge zu

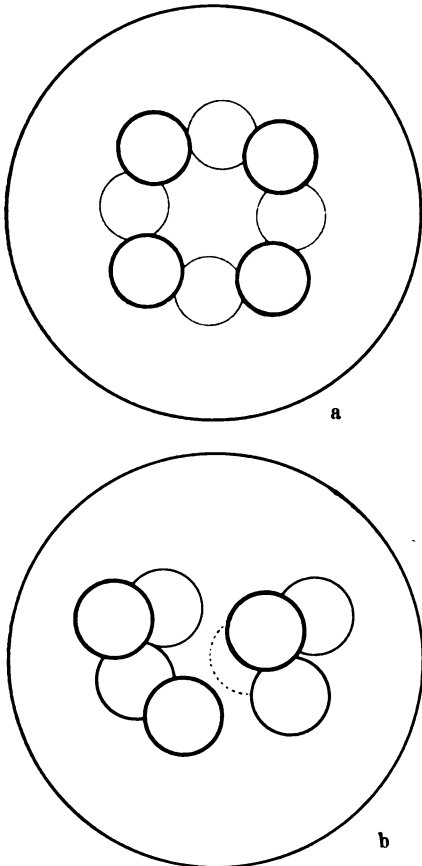


Fig. Ga u. b.

Fig. Ga. Schema der Zellanordnung von *Stephanoon Wallichii* von oben.

Fig. Gb. Schema der Zellanordnung von *Stephanoon Wallichii* von der Seite.

*Eudorina*, wegen der anderen Zellenzahl und der Orientierung begründete LEMMERMANN die Gattung *Eudorinella* WILLE stellte sie, wie früher erwähnt, zu *Stephanoon*, deshalb, weil hier die Zellen in zwei alternierenden Reihen lagen. Während aber bei *Stephanoon Askenasyi* jeder der beiden Zellkränze aus acht Zellen, die ganze

Kolonie also aus 16 in zwei Reihen alternierenden und mehr oder weniger äquatorial gelagerten Zellen besteht, sind es bei unserer Form im ganzen nur acht Zellen.

Die Stellung der Alge ist aber nicht sicher. Ich glaube aber, daß die Stellung, die WILLE der Alge gab, am meisten zutrifft.

FRI TSCH hatte nun Gelegenheit einige Entwicklungsstadien dieser Volvocale, die bisher nur aus Indien und aus Holstein bekannt war, zu sehen. Die vegetative Vermehrung geschieht in der Weise, daß in den Zellen einer Kolonie durch drei Teilungen acht Zellen gebildet werden, die sich noch innerhalb der Mutterzelle in der

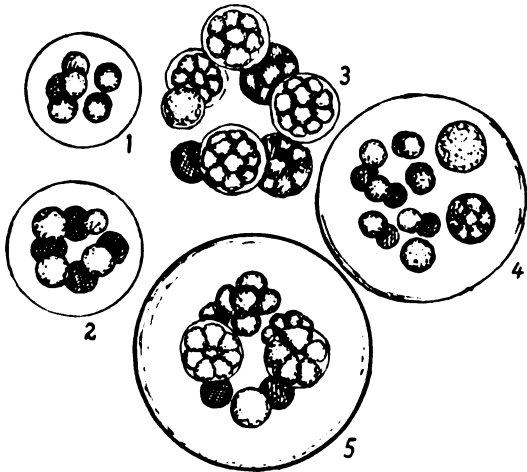


Fig. H. *Stephanoon Wallichii* (TURNER) WILLE. Zwei Kolonien. Bei 1 verdecken die zwei vorderen Zellen des einen Kranzes, die beiden rückwärts gelegenen Zellen; bei 2 die Zellanordnung deutlich. Die anderen Figuren Teilungsstadien (nach FRI TSCH).

charakteristischsten Weise anordnen, sich anscheinend hier bereits mit Gallerte umgeben und dann austreten. Es handelt sich also sicherlich nicht um Hemmungsbildungen einer mehr als achtzelligen anderen Volvocale.

Während TURNER sie nur nach Abbildungen von WALLICH beschrieb, FRI TSCH nur fixiertes Material sah, teilt LEMMERMANN in seiner ersten Notiz in den Forschungsberichten der biologischen Station zu Plön über unsere Form ausdrücklich die Existenz zweier Geißeln mit.

In *Stephanoon Wallichii* würde uns die kugelige Volvocale vorliegen, die die geringste Zellenzahl hat. (*Gonium sociale* mit vier Zellen ist flach.) Die Teilungsfolge findet hier mit der dritten Teilung ihren Abschluß.

Auffallend ist die sonderbare Anordnung der Zellen. Sie wird aber verständlich durch die Abbildungen JANET's über achtzellige Entwicklungsstadien von *Volvox*, also das Stadium des *Volvox*-Kreuzes, wenn die vier peripherisch gelegenen (zwickelständigen) Zellen nach vorn zusammenneigen. Es seien hier zwei Figuren von JANET wieder-

gegeben, die die Lagerung acht solcher Zellen deutlich wiedergibt und in der die um  $45^\circ$  gegeneinander gedrehte Kreuzstellung sehr deutlich wird, und dann drei weitere Figuren, die, von der Längsseite her gezeichnet, die Teilungsfolgen, als deren Resultat die acht Zellen erscheinen, wiedergeben.

In entsprechender Weise käme auch die Anordnung der 16 Zellen von *Stephanoon Askensayi* zustande.

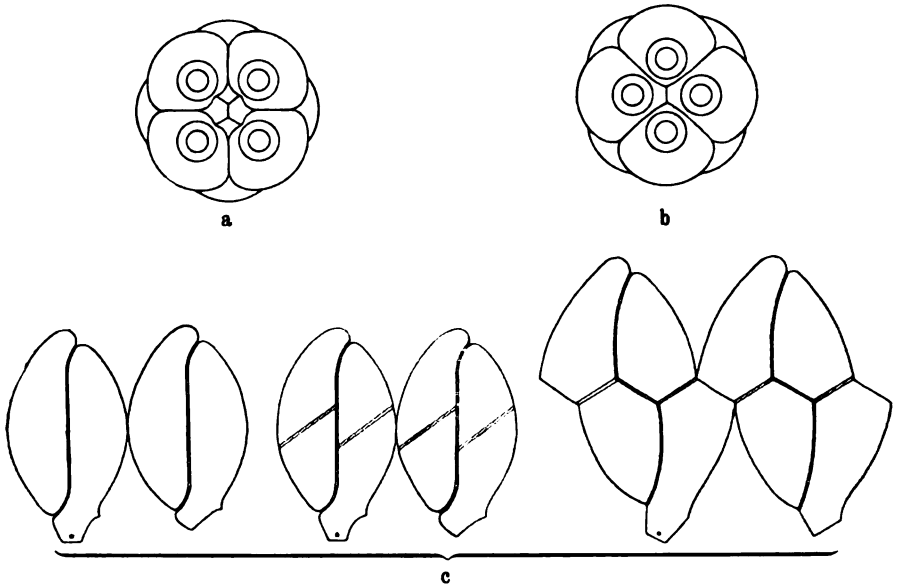


Fig. H<sub>1</sub>. a, b) Junge *Volvox*-Entwicklungsstadien. c) Dieselben auf eine Fläche aufgerollt (nach JANET).

Über die mechanischen Ursachen, die zu dieser Verteilung der Zellen führen, an anderer Stelle. Sie sind relativ leicht verständlich.

Weder von *Stephanoon Askensayi* noch von *Stephanoon Wallichii* kennen wir sexuelle Vorgänge. Ja bei ersterem kennen wir nicht einmal die vegetative Vermehrung.

*Stephanoon* stellt die einfachste Gattung der engeren Volvoceenreihe vor, die über *Eudorina*, *Pleodorina* zu dem systematisch unklaren *Volvox* hinüberleiten.

*Stephanoon Wallichii* ist gewiß verbreitet, ist aber gewiß immer als junge oder gehemmte *Eudorina* angesehen worden, wie ja auch das vierzellige *Gonium pectorale* immer als *Gonium sociale* angesehen wird, wie dieses als „junges“ *Gonium pectorale*.

Es sei aber ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß es

auch Protococcalen gibt, die eine ganz gleiche Anordnung der Zellen innerhalb der Gallerte haben; auch diese sind systematisch noch nicht völlig geklärt. Im fixierten Material, dem üblichen Bestimmungsobjekte, werden sie natürlich kaum oder nicht voneinander unterschieden werden können.

***Eudorina charkowiensis* nov. comb.**

(*Pandorina charkowiensis* KORSCHIKOFF.)

Kolonien ellipsoidisch mit deutlicher Hüllgallerte. Zellen nach dem *Eudorina*-Schema in der Kolonie verteilt; fünf Kränze, die beiden an den Enden mit je vier Zellen, die anderen drei, mittleren, mit je acht Zellen. Die Zellen des vorderen Poles der Kolonie mit sehr großen Augenflecken. Augenflecke der nach hinten folgenden Kränze immer kleiner werdend, die Zellen des letzten Kranzes fast ohne Stigma. Zellen auffallend breit ellipsoidisch, breiter als lang, basal nicht keilig verschmälert. Chromatophoren der Zellen sehr groß, sehr weit nach vorn reichend, der Länge nach deutlich gestreift; stark gerippt aussehend. Ein mehr

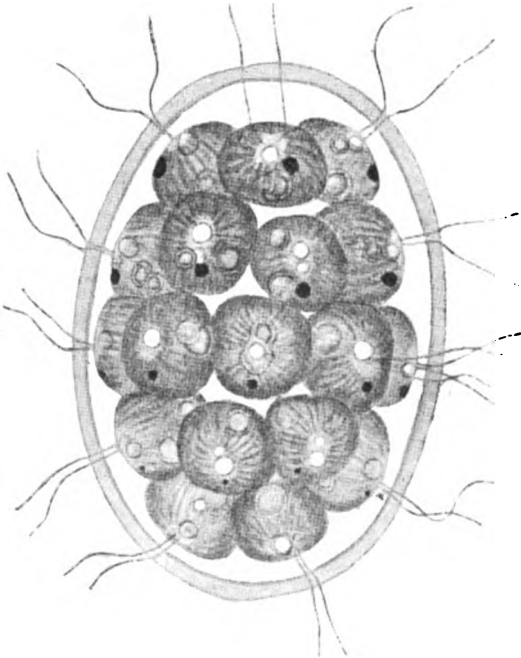


Fig. J.

*Eudorina charkowiensis* (nach KORSCHIKOFF).

oder weniger basales Pyrenoid (?) — ein zentraler Kern. Zwei kontraktile Vakuolen. Geißeln über zweimal körperläng.

Länge der Kolonie 88  $\mu$ , Größe der Zellen 14:15  $\mu$ . (Fig. J.)

In schmutzigen Wässern um Charkow.

KORSCHIKOFF beschreibt diese Art als *Pandorina*, es handelt sich aber sichtlich um eine *Eudorina*, die Anordnung der Zellen in den für *Eudorina* charakteristischen bei *Pandorina* niemals auf-

tretenden Kränzen (auch wenn *Pandorina* mehr als 16zellig wird, die Zahl der Zellen in den Kränzen), all das läßt keine andere Deutung zu. Die auffallende Längsstreifung der Chromatophoren teilt *Eudorina charkowiensis* mit einer Reihe von *Chlamydomonas*-Arten (*Chl. Steinii* GOROSCHANKIN) und anderen. Auch einzelne *Carteria*-Arten haben den gleichen Chromatophoren.

### III. Neue Eugleninen.

#### *Trachelomonas radiosa* F. E. FRITSCH.

FRITSCH: A first Report on the freshwater Algae, mostly from the Cap Peninsula. Annals of the South-African Museum Vol. 9 p. 603, Fig. A—D.

Schale breit kugelig, nach vorn leicht verschmälert; basal breit abgerundet, Rand der Mündungsöffnung vorgezogen und wulstig, nach innen wie außen verdickt. Von der Mündung ziehen meridional ungefähr zwölf, in annähernd regelmäßigen Abständen angeordnete, immer dünner werdende Rippen über die Schale herab, um etwas

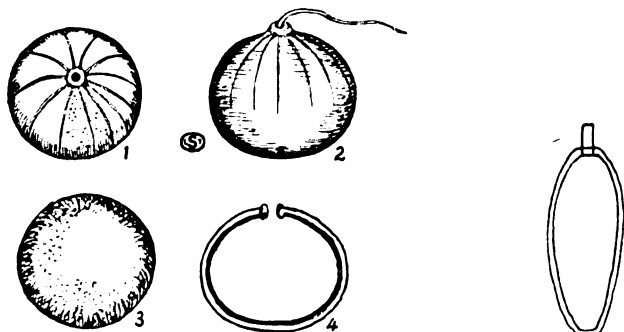


Fig. K.

Fig. L.

Fig. K. *Trachelomonas radiosa* FRITSCH. 1) Schale von der Seite. 2) Von der Seite. 3) Von rückwärts. 4) Im optischen Schnitt (nach FRITSCH).

Fig. L. *Trachelomonas africana* FRITSCH (nach FRITSCH).

unter dem Äquator zu verschwinden. Die ganze Schale mit feinen punktförmigen Skulpturen. Die Geißel etwas länger als die Schale. Über den Protoplasten werden keine Angaben gemacht.

Zellen 17—18  $\mu$  lang, 20  $\mu$  breit. (Fig. K.)

Kapstadt, städtischer Garten; an Stengeln und Blättern von *Limnanthemum*.

#### *Trachelomonas africana* F. E. FRITSCH.

FRITSCH, F. E.: Contrib. to our knowledge of the freshwater Algae of Africa. I. Some freshwater Algae of Madagascar. Annal. Biol. lacustre Vol. 7 p. 58, Taf. I Fig. 5.

Schale verkehrt eiförmig, nach hinten ziemlich lang verschmälert und basal gerade abgestutzt; vorn kürzer als hinten verschmälert, ebenfalls fast abgestutzt, mit scharf abgesetzter, vorn gerade abgestutzter, ausgesprochen walzlicher, schmaler Mündungsröhre. Schale ziemlich dick, glatt.

Länge 27—33  $\mu$ , Breite 12  $\mu$ ; Mündungsröhre 5  $\mu$  lang. (Fig. L.)  
Madagaskar, bei Analamagotra bei Perinét, aus einem Waldfluß.

***Trachelomonas Sowerbyi* SKVORTZOW.**

SKVORTZOW, B. W.: Description of new species of *Trachelomonas* from North-Manchurie-China. The China Journal of Science and Arts Vol. 3 p. 336, Fig. 1.

Schalen ellipsoidisch, basal breit abgerundet, nach vorn allmählich schön bogig in einen gerade abgestutzten, ziemlich breiten, nicht scharf abgesetzten Halsfortsatz verschmälert, auf der ganzen Oberfläche mit kleinen runden Grübchen versehen.

Länge 26  $\mu$ , Breite 19  $\mu$ . Mündung 3  $\mu$  breit. (Fig. M 1.)  
In Sümpfen um Charbin.

***Trachelomonas clavata* SKVORTZOW a. a. O. (Fig. C.)**

Schalen sehr gestreckt, bis dreimal so lang als breit, im unteren Drittel stark geradlinig-kegelförmig zu einem breitstumpfen Ende verschmälert; vom hinteren Drittel aus nach vorn, geradlinig sehr wenig, doch deutlich verjüngt und vorn breit abgerundet mit sehr breiter Mündung und sehr kurzer, doch deutlicher Mündungsröhre. Chromatophoren zahlreich.

Zellen 27  $\mu$  lang, 11  $\mu$  breit. Mündungsröhre 3  $\mu$  lang, 7  $\mu$  breit.  
Charbin. (Fig. M 2.)

***Trachelomonas apiata* SKVORTZOW a. a. O.**

(*Trachelomonas Arnoldiana* var. *granulata* SKVORTZOW.) Schalen sehr breit eiförmig, basal breit abgerundet, nach vorn gleichmäßig und wenig bogig verschmälert mit sehr langer, gerader, glatter und gerade abgestutzter Mündungsröhre. Die ganze Schale mit breiten, etwas unregelmäßigen, doch gleichmäßig verteilten Buckeln versehen.

Zellen lang, breit. (Fig. M 3, 4, 5.)  
Charbin.

***Trachelomonas Arnoldiana* SKVORTZOW a. a. O.**

Zellen breit eiförmig, basal breit abgerundet, in der unteren Hälfte fast kugelig, nach vorn gleichmäßig eiförmig verschmälert;



Halsröhre scharf abgesetzt glatt, gerade abgestutzt und ungleichmäßig gezähnt. Schale mit größeren und kleineren Gruben versehen, von denen die ersteren gleichmäßig verteilt sind.

Länge 25  $\mu$ , Breite 10  $\mu$ . (Fig. M 6, 7, 8, 9.)

Im Plankton um Charbin.

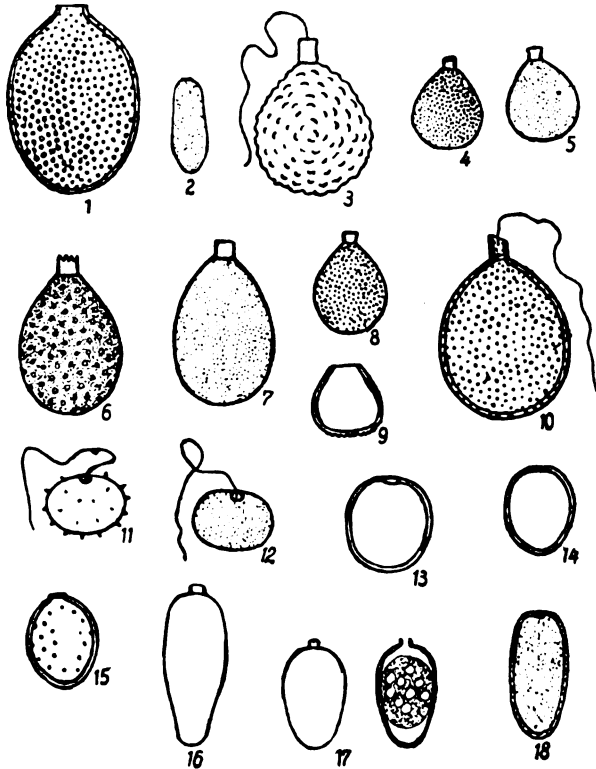


Fig. M. *Trachelomonas*.

- 1) *T. Sowerbyi*. 2) *T. clavata*. 3) *T. apiata*. 4) var. *perforata*. 5) var. *punctata*. 6) *T. Arnoldiana*. 7) var. *punctata*. 8) var. *decussata*. 9) var. *formosa*. 10) *T. pumila*. 11) *T. curta*. 12) var. *punctata*. 13) *T. subglobosa*. 14) *T. ovoidea*. 15) *T. bichlora*. 16) *T. acuta*. 17) *T. lacustris*. 18) *T. erecta*. (Nach SKVORTZOW.)

### *Trachelomonas curta* SKVORTZOW a. a. O.

Schalen sehr breit, von oben her fast zusammengedrückt eiförmig. Basal fast kugelig abgerundet, vorn sehr flach gewölbt mit relativ großer Mündung, doch ohne Mündungsröhre. Die Oberfläche besetzt mit kleinen, spärlich aber anscheinend regelmäßig verteilten stacheligen Wärzchen.

Länge 7  $\mu$ , Breite 12,5  $\mu$ . (Fig. M 11.)

Sümpfe bei Charbin. Tritt auch in einer feinpunktierten Form auf. (Fig. M 12.)

***Trachelomonas pumila* SKVORTZOW a. a. O.**

Schalen basal breit, fast flach abgerundet, nach vorn geradlinig verschmälert und sehr breit und quer zu einer sehr großen Mündung, die keine Verlängerung hat, abgestutzt. Oberfläche glatt, bis auf das Bodenstück der Schale, das mit kleinen warzigen Rauigkeiten versehen ist.

Länge 19  $\mu$ , Breite 15—16  $\mu$ . Mündung über 6  $\mu$  breit. (Fig. M 10.)  
Sümpfe um Charbin.

***Trachelomonas ovoides* SKVORTZOW a. a. O.**

Schalen sehr breit verkehrt eiförmig, mit fast geradlinigen Flanken, vorn sehr breit abgerundet mit relativ großer Mündung, ohne Mündungsröhre, am leicht verschmälerten Basalende ebenfalls breit abgerundet. Oberfläche glatt.

Länge 18,5  $\mu$ , Breite 14,8  $\mu$ . Chromatophoren nur 2—3. (Fig. M 14.)  
Charbin.

***Trachelomonas subglobosa* SKVORTZOW a. a. O.**

Zelle vorn fast kugelig und breit abgerundet, mit relativ großer Mündung, doch ohne Verlängerung derselben. Basal eiförmig verschmälert, stumpf. Chromatophoren nur 2—4.

Länge 10—17  $\mu$ , Breite 8—19  $\mu$ . (Fig. M 13.)

Rußland; Novoja Semlja; Siber (Amur), Nord-Mandschurei; Süd-China.

Charbin.

***Trachelomonas bichlora* nov. spec.**

(*Trachelomonas subglobosa* var. *lucidula* SKVORTZOW a. a. O.)

Zellen verkehrt eiförmig-ellipsoidisch, basal verschmälert, am Ende stumpflich, vorn mehr abgerückt, mit relativ breiter Mündung und sehr kurz vorstehendem Wulste. Oberfläche spärlich mit Grübchen besetzt. Nur zwei, relativ große Chromatophoren.

13—17  $\mu$  lang, 11—13  $\mu$  breit. (Fig. M 15.)

Diese durch die geringe Zahl der Chromatophoren so auffallende Form fand ich in Sumpfwiesen in Holstein (Deutschland); Skvortzow fand sie um Charbin.

*Trachelomonas lacustris* SKVORTZOW a. a. O.

Zellen gestrecktverkehrt eiförmig, basal rund; vorn breit abgerückt, an den Flanken stark geradlinig; vorn mit einer kurzen, sehr schmalen Mündungsröhre, die zylindrisch und gerade abgestutzt und am Rande gezähnt ist. Schale glatt.

Länge 23  $\mu$ , Breite 13  $\mu$ . (Fig. M 17.)

Charbin; im Plankton gefunden.

*Trachelomonas erecta* SKVORTZOW a. a. O.

Schalen sehr gestreckt, stark walzlich, basal ellipsoidisch verschmälert und am Ende breit abgerundet, vorn stark gerade abgeflacht; relativ derb, mit vielen feinen Grübchen besetzt. Zahlreiche Chromatophoren.

Länge 22  $\mu$ , Breite 9,5  $\mu$ . (Fig. M 18.)

Bislang nur aus Süd-China.

*Trachelomonas acuta* SKVORTZOW a. a. O.

Schalen sehr lang, fast dreimal und mehr länger als breit. Vorn zylindrisch-ellipsoidisch, hintere Hälfte sehr rasch, geradlinig oder konkav verschmälert und ebenfalls breit abgerundet. Mündung relativ breit mit stark zylindrischer und gerade abgestutzter Mündungsröhre. Oberfläche glatt.

Länge 18  $\mu$ , Breite 5,2–6  $\mu$ . (Fig. M 16.)

Sümpfe bei Charbin.

-----



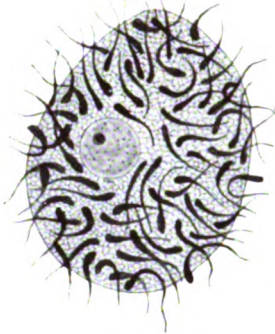


Fig. 1.

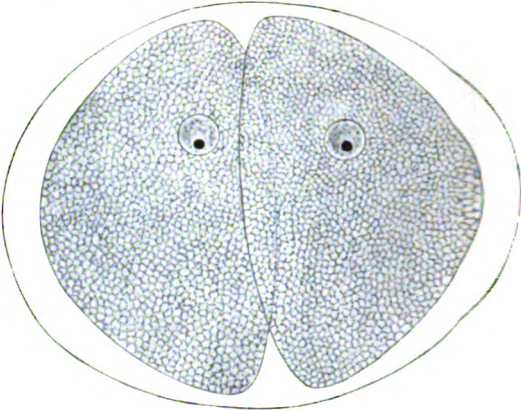


Fig. 4.

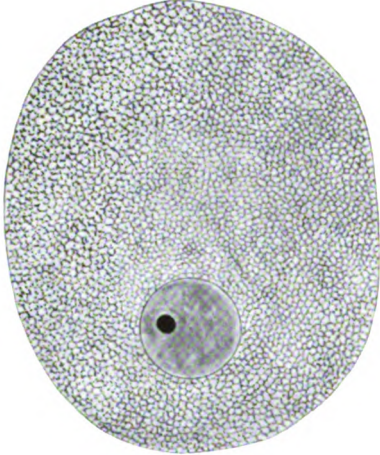


Fig. 2.

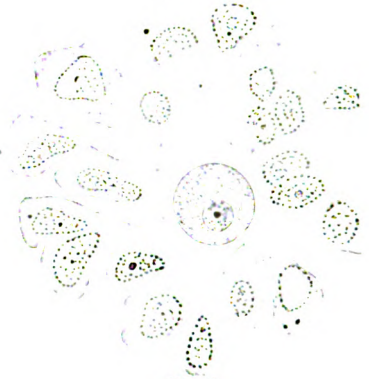


Fig. 5.

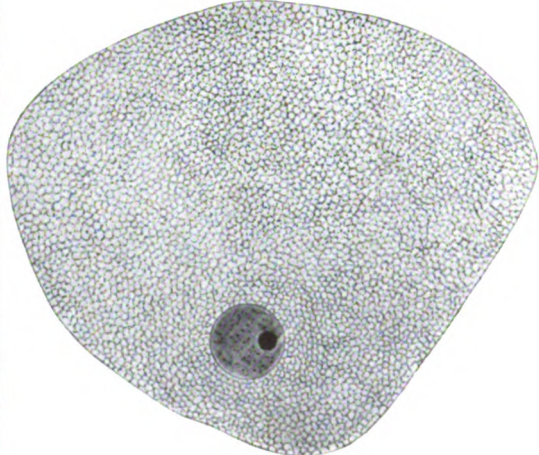


Fig. 3.

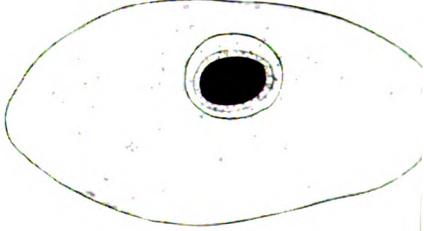


Fig. 6.



Fig. 7.

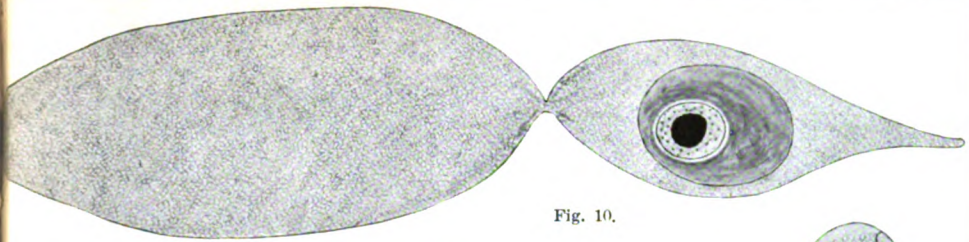


Fig. 10.



Fig. 8.

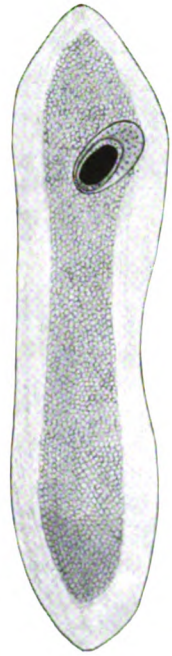


Fig. 9.



Fig. 11.

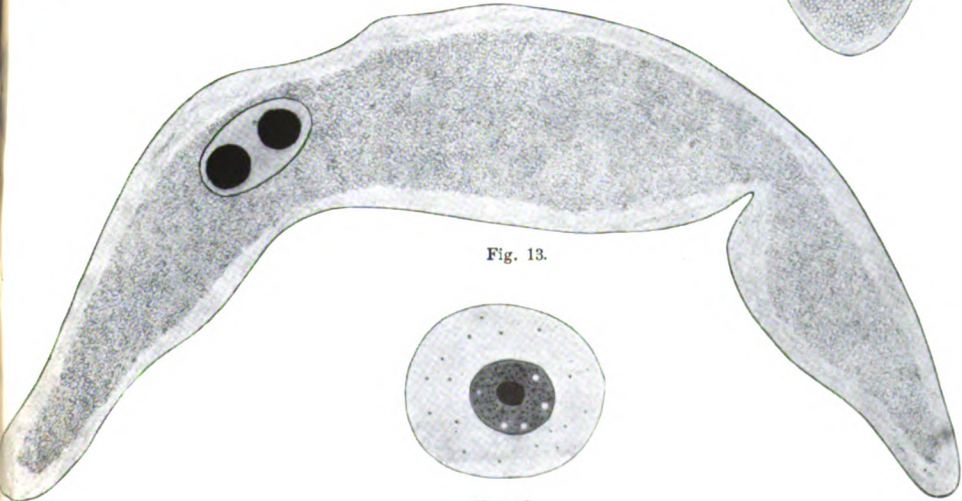


Fig. 13.

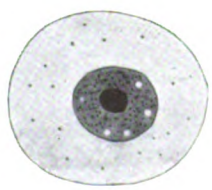


Fig. 12.







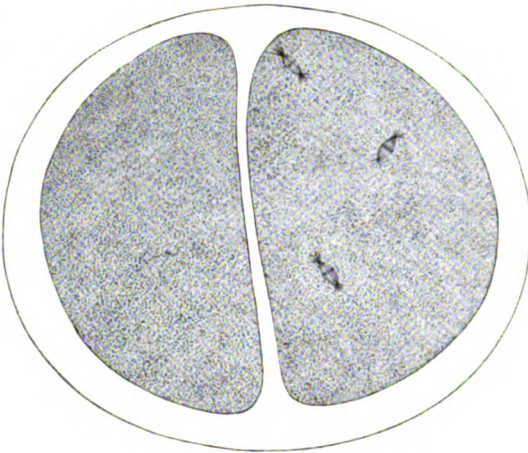


Fig. 14.



Fig. 16.

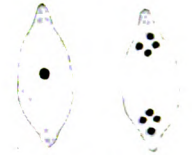


Fig. 17.

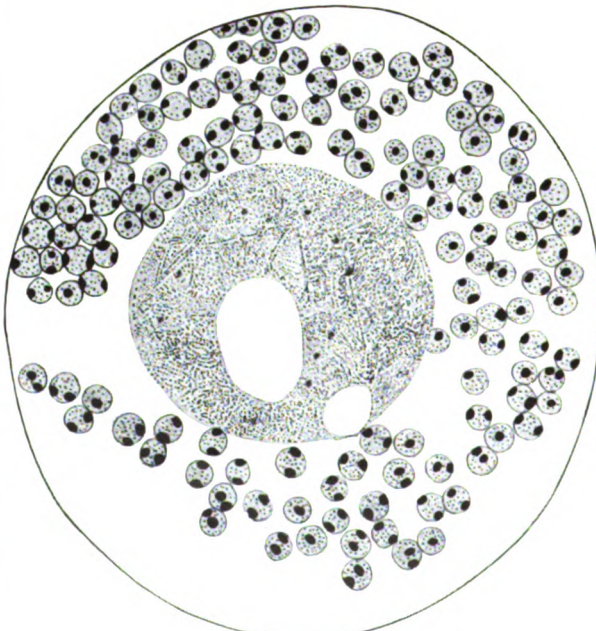


Fig. 15.



Fig. 18.



Fig. 20.

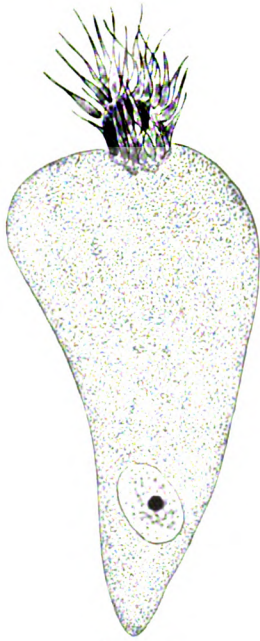


Fig. 21.



Fig. 19.



Fig. 22.



Fig. 23.

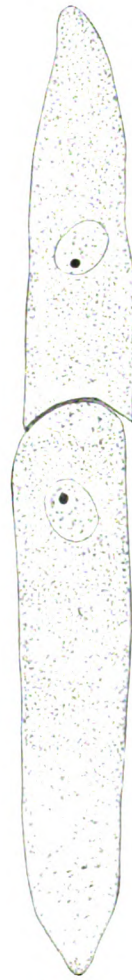


Fig. 24.





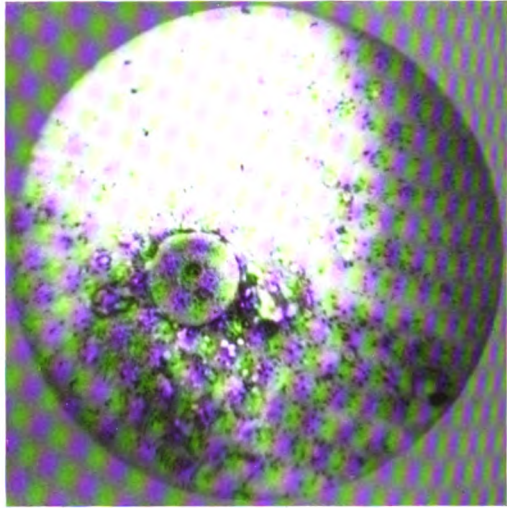


Fig. 25.

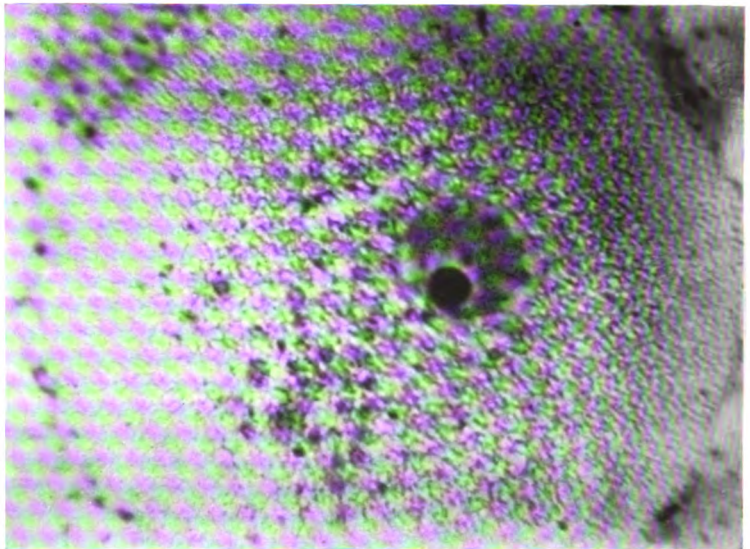


Fig. 26.



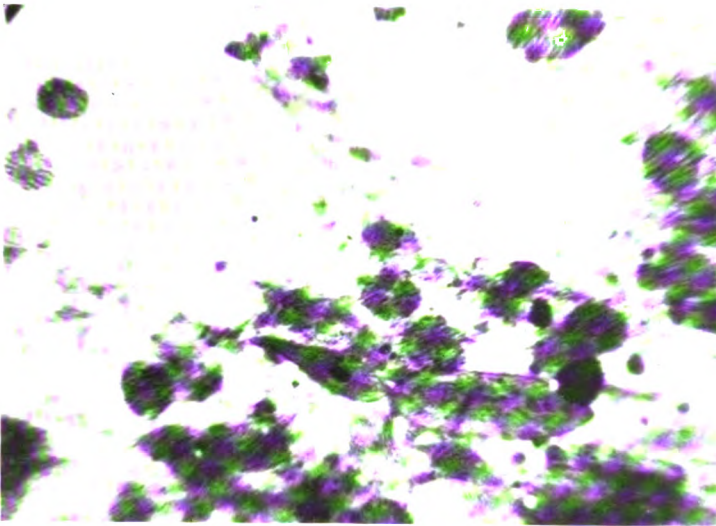


Fig. 28.

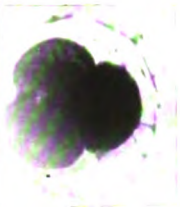


Fig. 27.

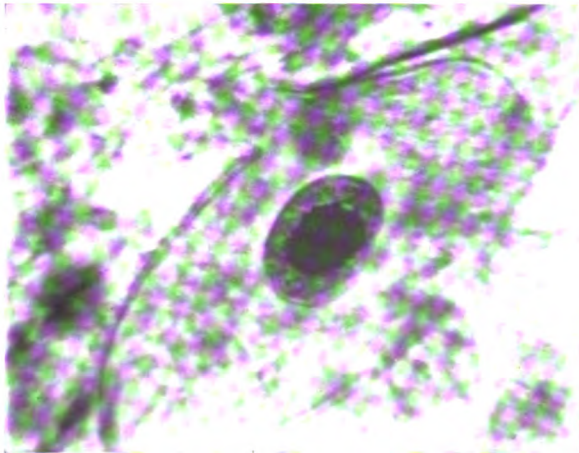


Fig. 29.







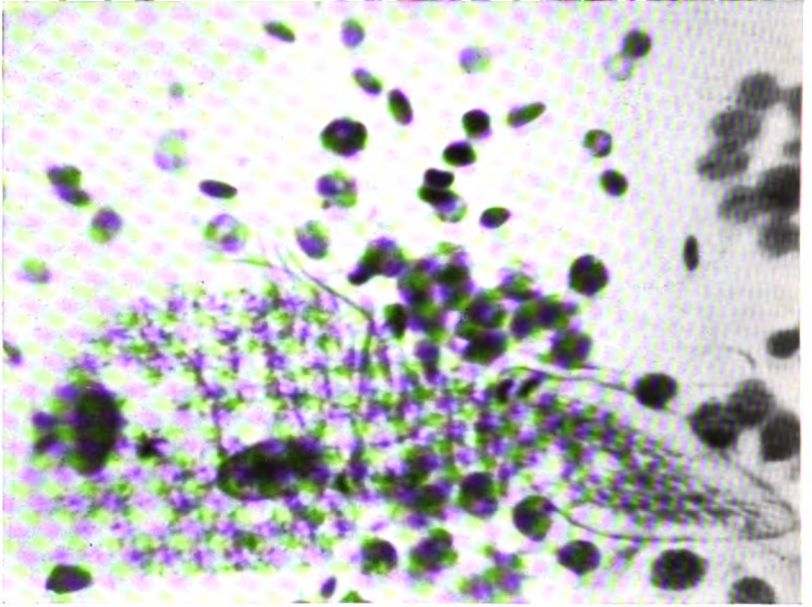


Fig. 30.

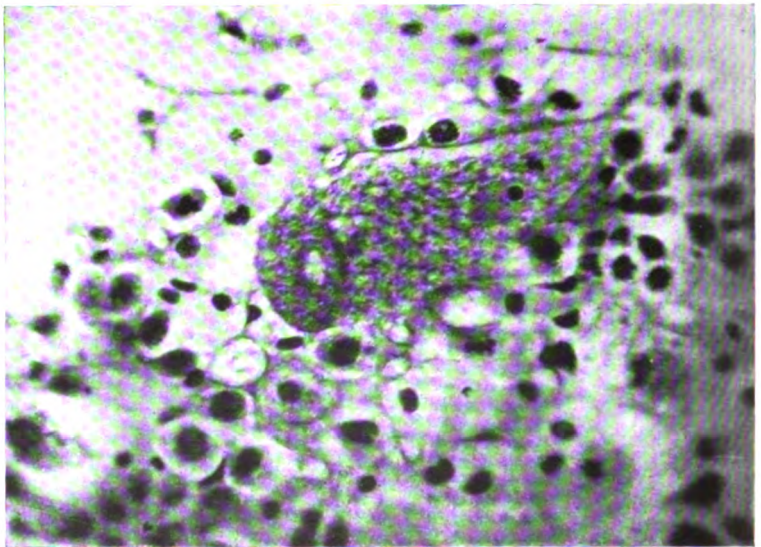


Fig. 31.

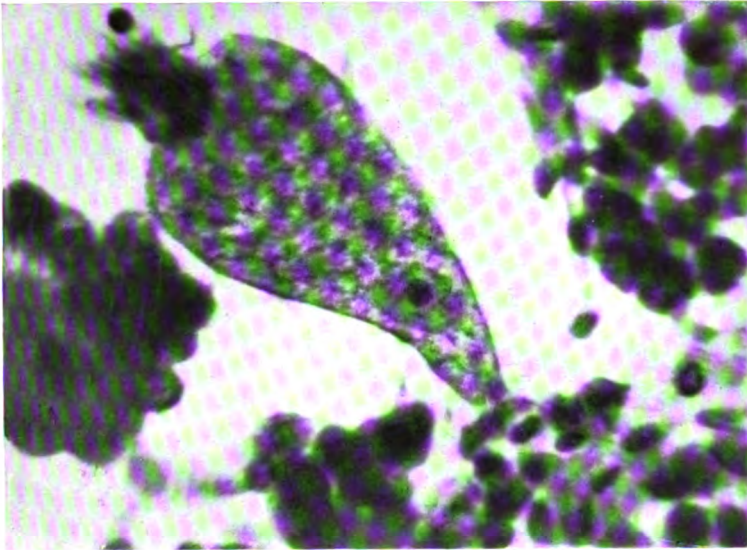


Fig. 32.

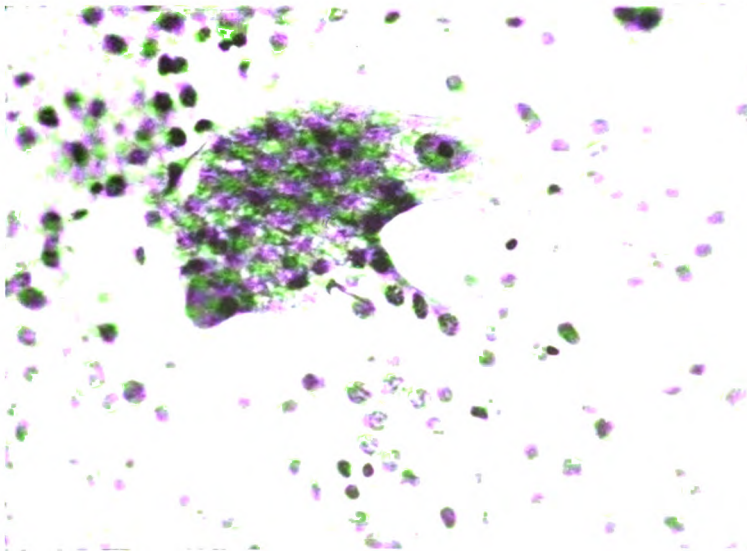


Fig. 33.





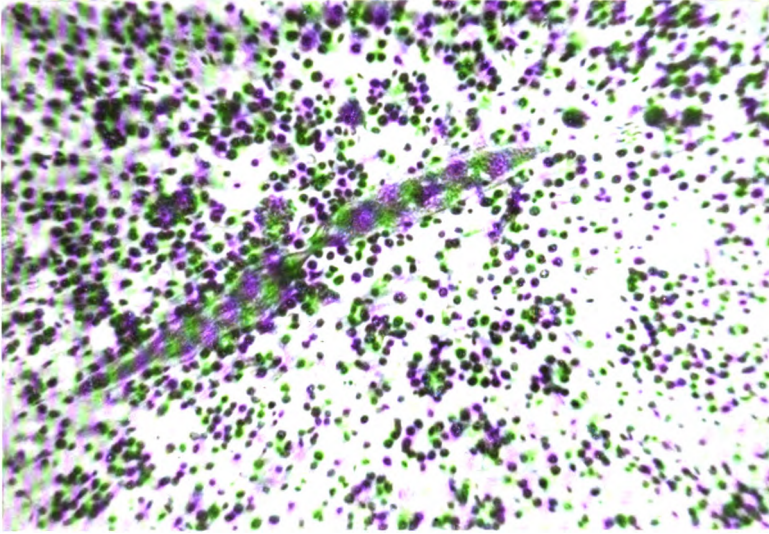


Fig. 34.

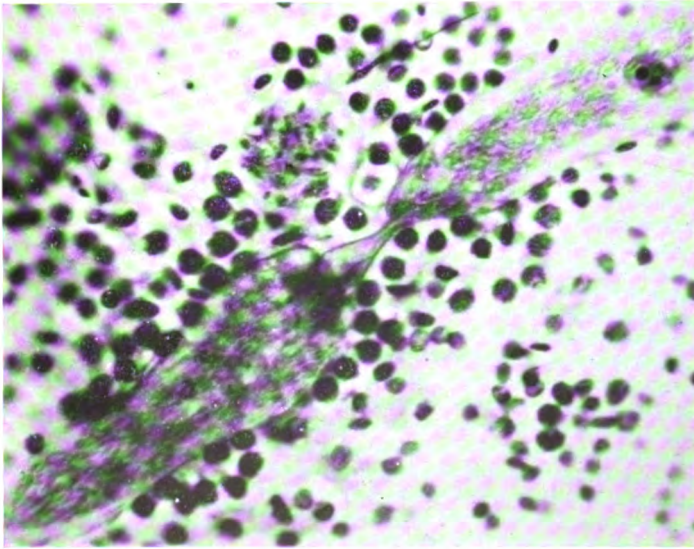
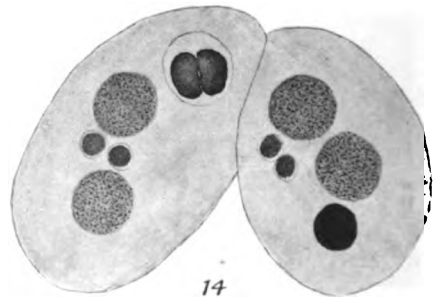
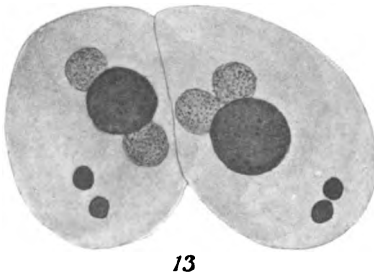
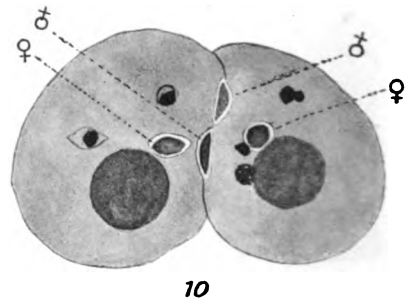
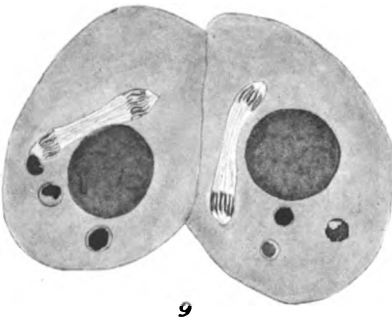
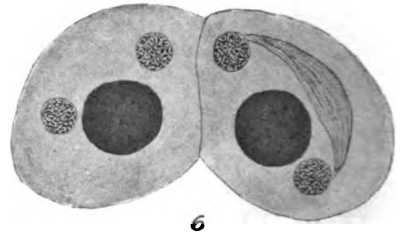
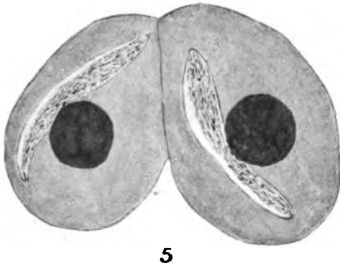
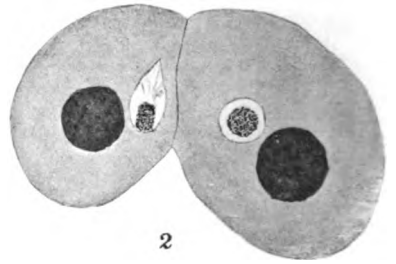
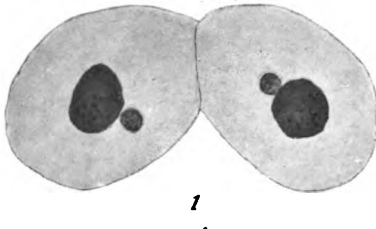


Fig. 35.

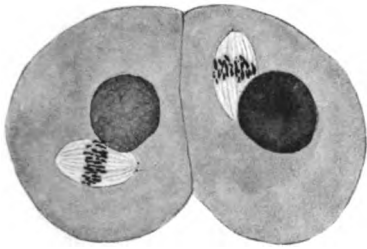




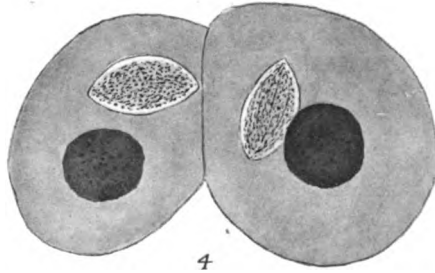


G. J. Poljansky

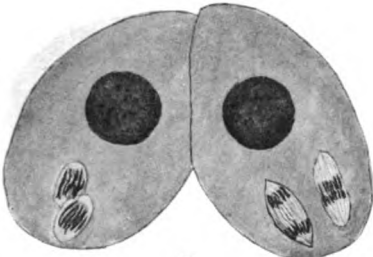
Verlag von Gustav Fischer



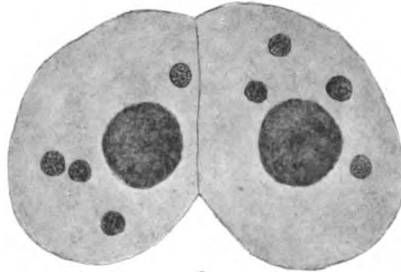
3



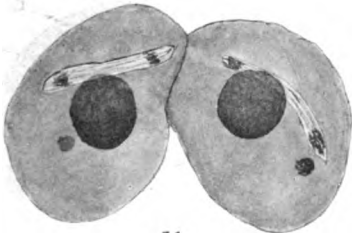
4



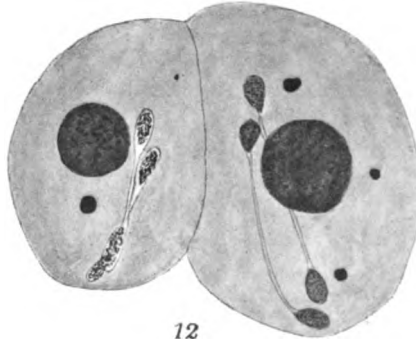
7



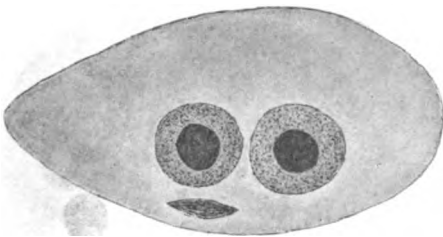
8



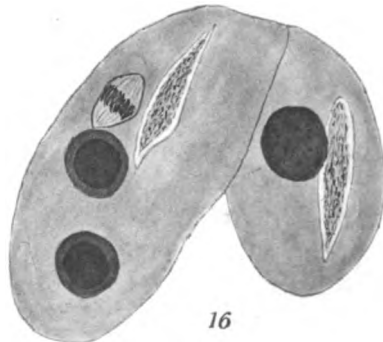
11



12



15

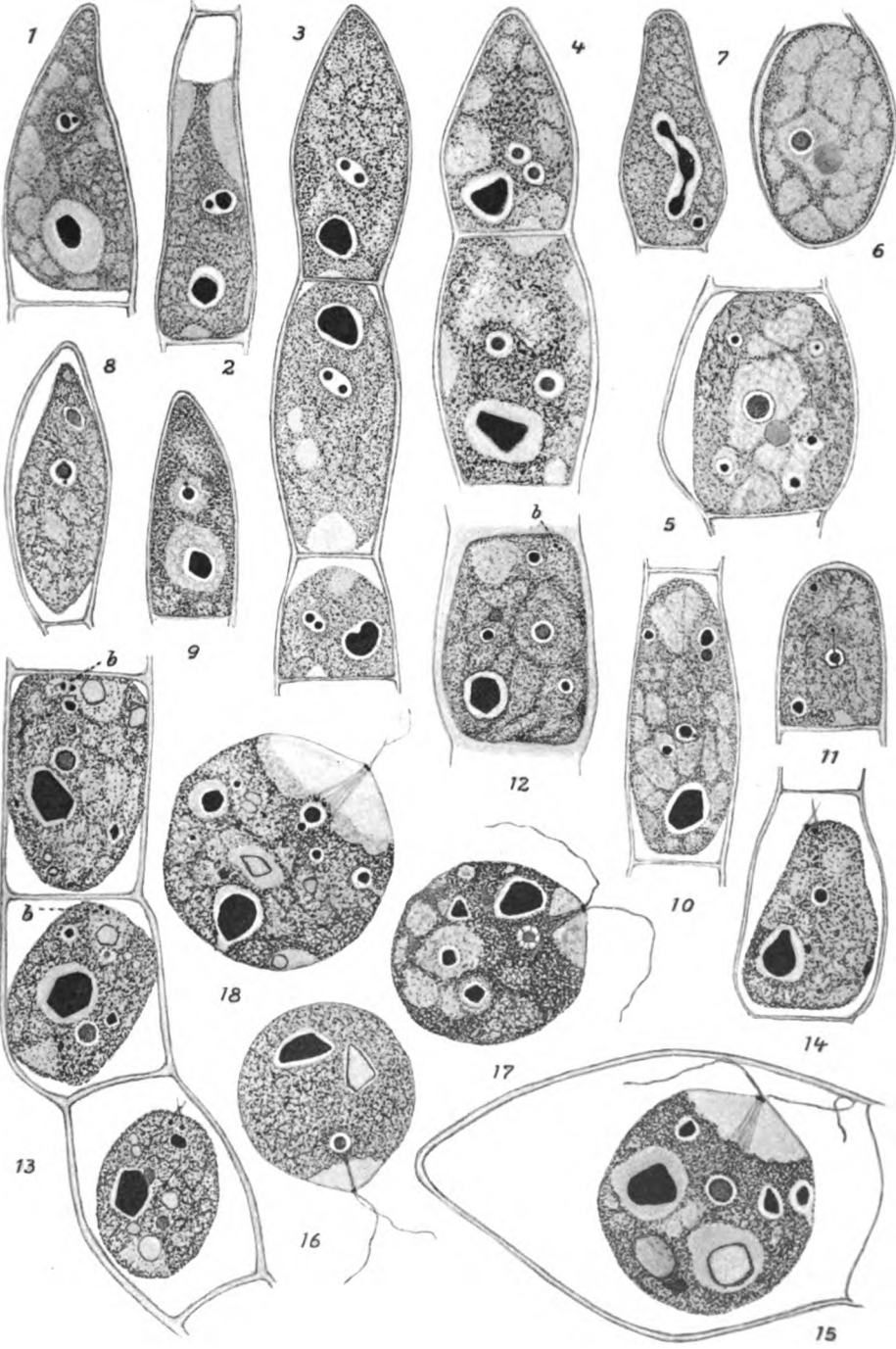


16

Lichtdruck von J. B. Obernetter, München







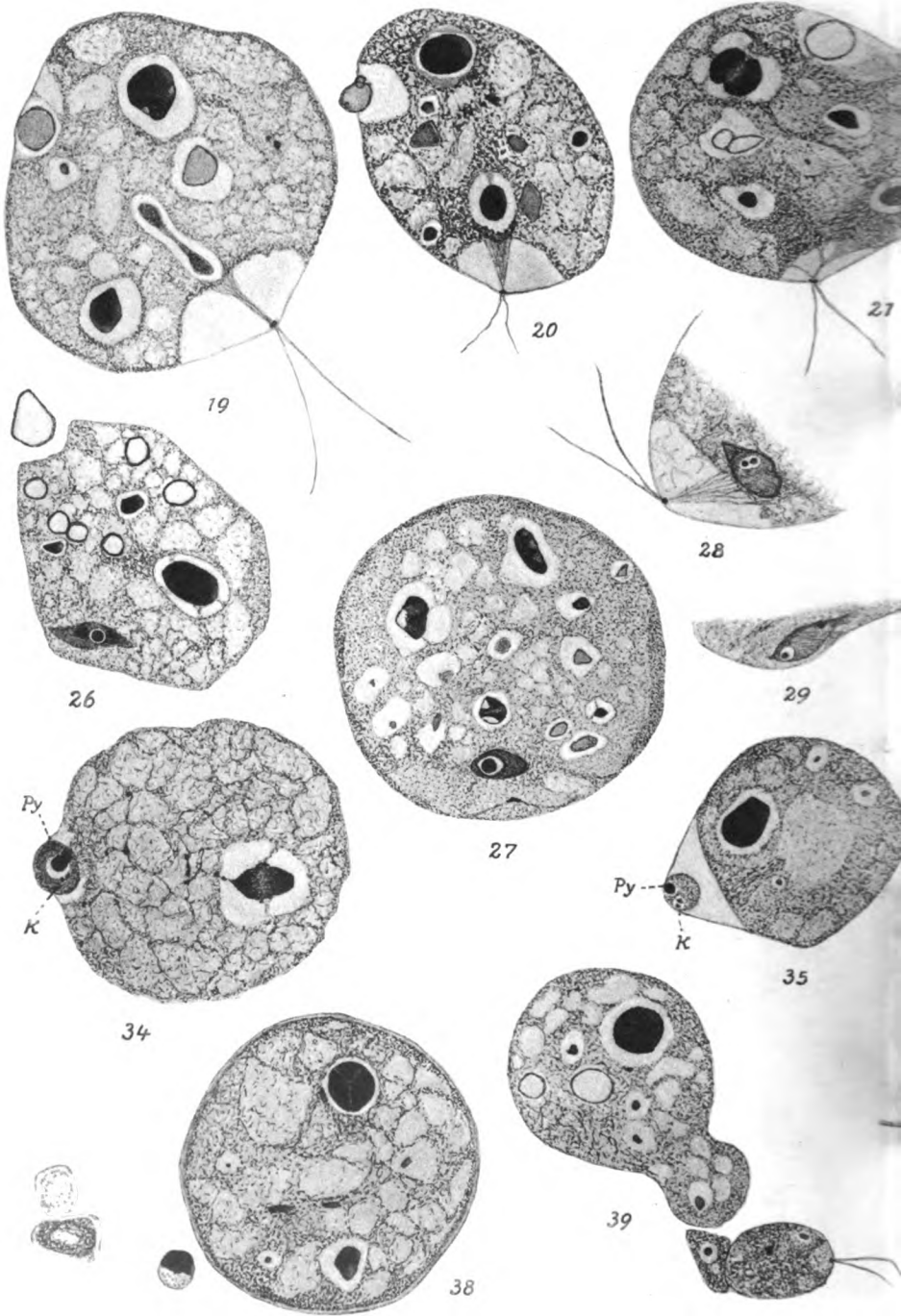
K. Reich

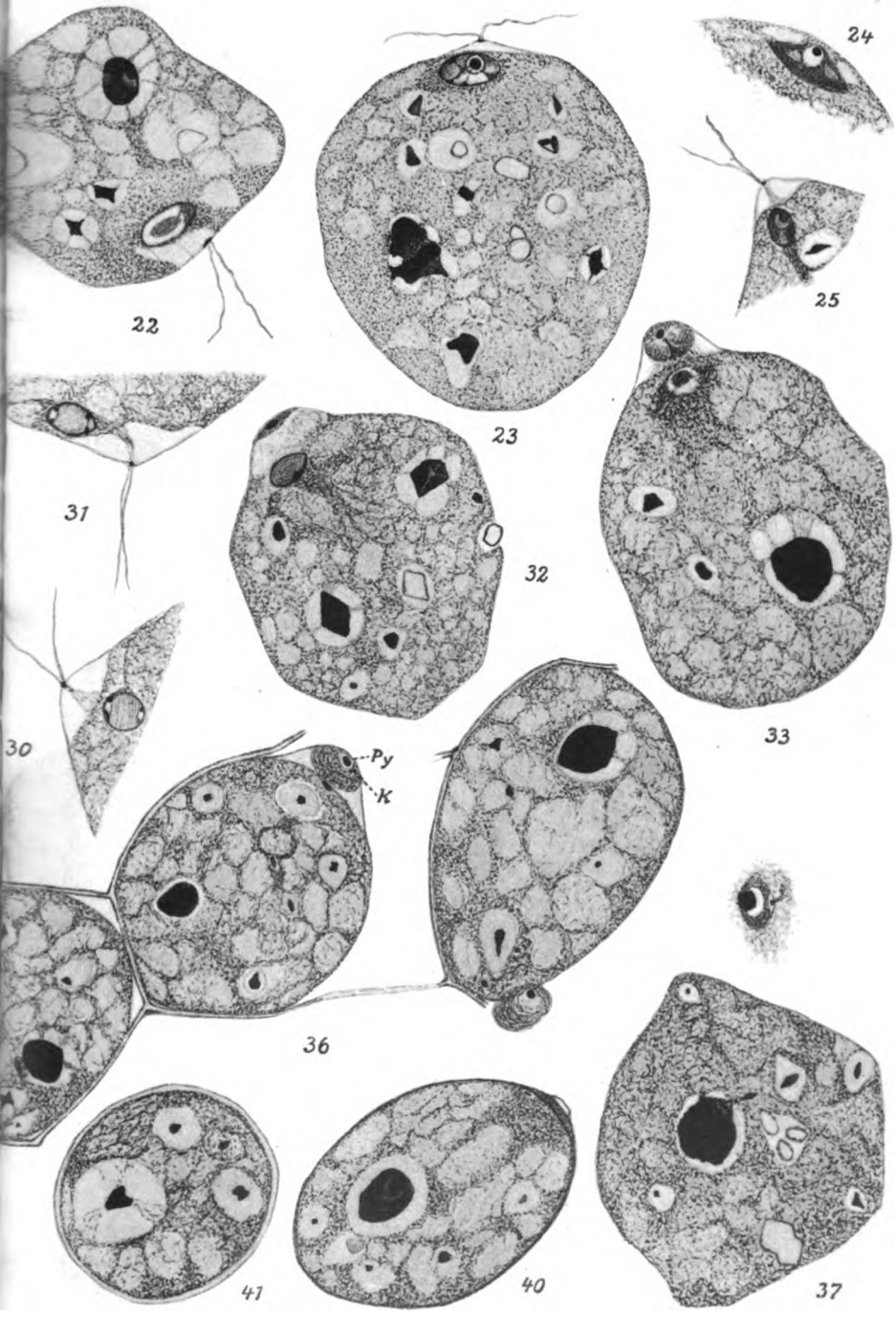
Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

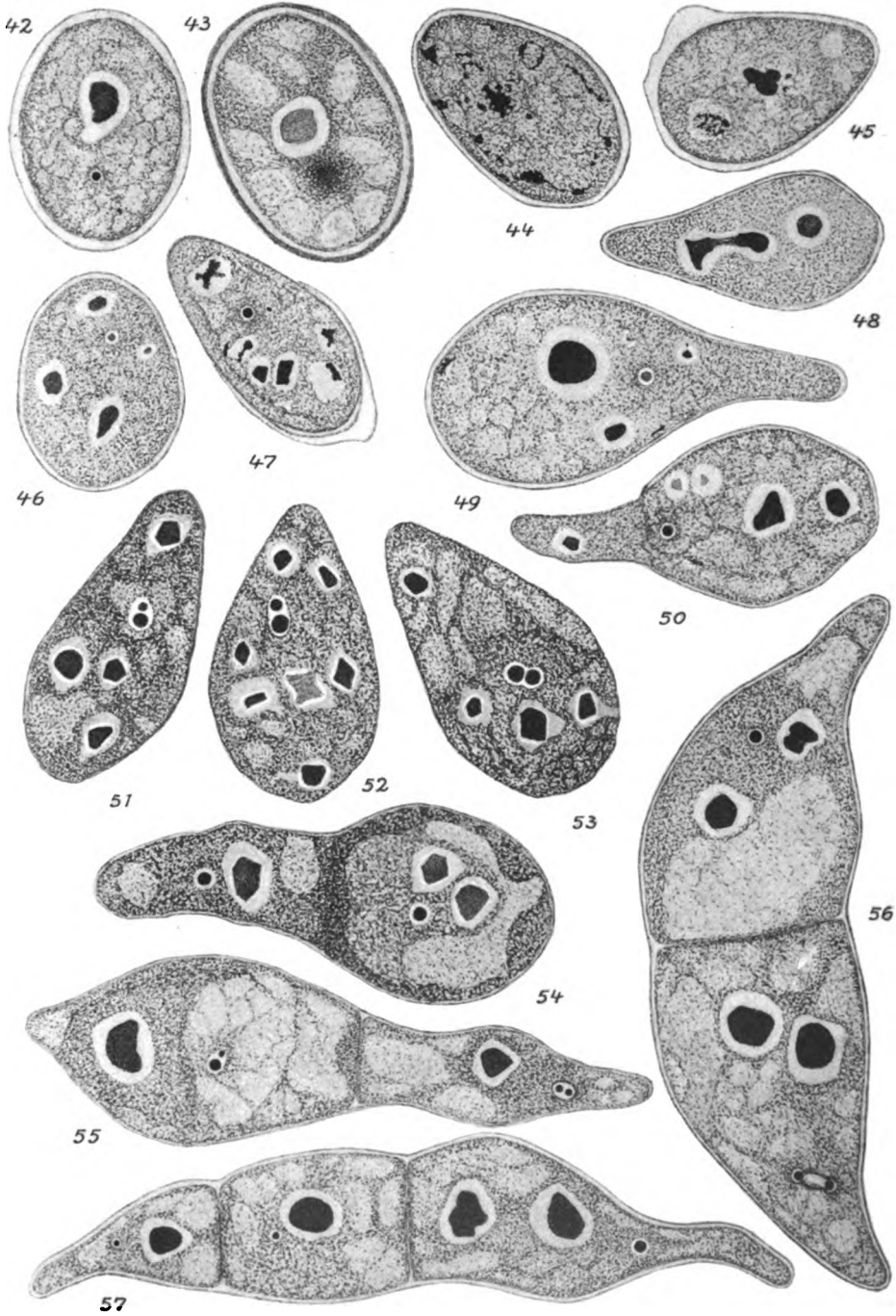












K. Reich.

Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

















ALF Collections Vault



3 0000 096 826 205