



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.

QL366

.A6



**INDIANA
UNIVERSITY
LIBRARY**

BIOLOGY LIBRARY

BIOLOGY LIBRARY

Archiv für Protistenkunde

Begründet von
Fritz Schaudinn

Herausgegeben von
Max Hartmann und **Adolf Pascher**
Berlin Prag

56. Band

Mit 202 Abbildungen, 2 Tabellen, 1 Kartenskizze, 1 Kurve im Text und 16 Tafeln



Jena
Verlag von Gustav Fischer
1926

UNIVERSITÄT JENA

197968

QL366
.A6

~~~~~  
**Alle Rechte vorbehalten.**  
~~~~~

UNIVERSITÄT WÜRZBURG

Digitized by Google

Inhaltsübersicht.

Erstes Heft.

(Ausgegeben am 20. Oktober 1926.)

Abhandlungen:	Seite
SCHILLER, J.: Der thermische Einfluß und die Wirkung des Eises auf die planktischen Herbstvegetationen in den Altwässern der Donau bei Wien nach regelmäßiger Beobachtung von Oktober 1918 bis Ende 1925. (Mit 40 Textfiguren, 2 Tabellen und 1 Kartenskizze) . . .	1
IVANIĆ, MOMČILO: Zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte von <i>Coclosporidium periplanetae</i> (LUTZ u. SPLENDORF). (Mit 5 Textfiguren und Tafel 1 u. 2)	63
KUDO, R.: On <i>Myxosoma catostomi</i> KUDO 1923, a myxosporidian parasite of the sucker, <i>Catostomus commersonii</i> . (With Plates 3—5)	90
KRIJGSMAN, B. J.: Wie werden im Intestinaltractus des Wirtstieres die Sporozysten der Coccidien aus ihren Hüllen befreit? (Mit 1 Kurve im Text)	116
GEITLER, LOTHAR: Zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pyrenoide. (Mit 8 Textfiguren)	128

Zweites Heft.

(Ausgegeben am 24. November 1926.)

Abhandlungen:	
ROSKIN, GR. u. L. LEVINSOHN: Die Oxydasen und Peroxydasen bei Protozoa. (Mit 11 Textfiguren und Tafel 6)	145
CONRAD, W.: Recherches sur les Flagellates de nos eaux saumâtres. II ^e Partie: Chryomonadines. (Avec 28 figures et Planches 7—9)	167
GELBI, J. v.: Sind die Neurophane von NERESHEIMER neuroide Elemente? (Mit 6 Textfiguren)	232
KLEIN, BRUNO M.: Ergebnisse mit einer Silbermethode bei Ciliaten. (Mit 33 Textfiguren)	243
JIROVEC, O.: Protozoenstudien I. (Mit 9 Textfiguren und Tafel 10)	280
GEITLER, LOTHAR: Zwei neue Chrysophyceen und eine neue „Syncyanose“ aus dem Lunzer Untersee. (Mit 3 Textfiguren)	291
Berichtigung zur Arbeit LOHWAG: Über die Homologie der Sporangien, Oogonien und Antheridien bei den Oomyceten. Bd. 55 H. 1	294

Drittes Heft.

(Ausgegeben am 15. Dezember 1926.)

Abhandlungen:	Seite
FORTNER, HANS: Zur Frage der diskontinuierlichen Excretion bei Protisten. (Mit 9 Textfiguren und Tafel 11)	295
BOCK, FRIEDRICH: Experimentelle Untersuchungen an koloniebildenden Volvocaceen. (Mit 12 Textfiguren und Tafel 12)	321
KALENSCHER, HELLMUTH: Studien zur Jugendgeschichte von <i>Leptotheca macrospora</i> , einer disporeen Myxosporidie. (Mit 5 Textfiguren u. Tafel 13—15)	357
ENTZ, GÉZA: Beiträge zur Kenntnis der Peridineen. I. Zur Morphologie und Biologie von <i>Peridinium Borgei</i> LEMMERMANN. Mit 33 Textfiguren und Tafel 16)	397
Titel und Inhalt zu Band 56.	

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Der thermische Einfluß und die Wirkung des Eises auf die planktischen Herbstvegetationen in den Alt- wässern der Donau bei Wien

nach regelmäßiger Beobachtung von Oktober 1918 bis Ende 1925¹⁾.

Von
J. Schiller (Wien).

(Hierzu 40 Textfiguren, 2 Tabellen und 1 Kartenskizze.)

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Systematisch-statistischer Teil	2
1. Einleitung	2
2. Topographie und Hydrographie des Magenschein- und Karpfenwassers	3
3. Allgemeiner Charakter der Herbstvegetation	5
4. Spezielle Charakteristik der einzelnen Glieder der Herbstvegetationen	9
5. Quantitativer Ablauf der Herbstvegetation und einzelner ihrer Glieder	38
II. Physiologischer Teil	46
6. Wirkung plötzlicher Temperaturänderung und tiefer Temperaturen	46
7. Biologische Untersuchung des Eises	47
8. Wie entgehen die Organismen dem Einfrieren? Experimentelle Untersuchungen	52
9. Zusammenfassung der Ergebnisse	56

¹⁾ Seit Eröffnung der Hydrobiologischen Station an der alten Donau in Wien im Oktober 1925 wurden die Untersuchungen hier ausgeführt.

Nicht die einzelnen beobachteten Tatsachen und Versuche an sich haben Wert, und wenn ihre Zahl noch so unermesslich wäre. Erst dadurch erhalten sie Wert, theoretischen wie praktischen, daß sie uns das Gesetz einer Reihe gleichartiger, wiederkehrender Erscheinungen erkennen lassen.

H. v. Helmholtz, Vorträge und Reden.

I. Systematisch-statistischer Teil.

1. Einleitung.

Die Altwässer der Flüsse erfreuen sich infolge ihres besonderen Reichtums und des in allen Jahreszeiten stets wechselvollen Bildes ihrer planktischen Bevölkerungen schon seit langer Zeit bei den Biologen einer besonderen Aufmerksamkeit, die aus ihnen eine Fülle stammesgeschichtlich interessanter und biologisch wertvoller Organismen nahmen. Nur auf einige wenige Forscher wie BOLOCHZEW, BRUNNTHALER, KLEBS, LAUTERBORN, PASCHER und SCHRÖDER sei hingewiesen, die Altwässer in verschiedenen Gegenden Europas erfolgreich untersuchten. Solche Gewässer stellen bekanntlich ehemalige Teile des Bettes eines Flusses vor, mit dem sie nunmehr keine oder eine sehr geringe meist nur bei Hochwasser vorhandene oberirdische Verbindung haben. Insofern stehen sie aber vom Flusse in direkter Abhängigkeit, als sie von ihm aus mit Grundwasser gespeist werden und damit von seinem Wasserstande abhängig sind, mit dem sie regelmäßig fallen und steigen. Hierin liegt ein wichtiger biologischer Faktor; denn dadurch sind sie im Laufe des Jahres oftmaligen und sehr starken vertikalen Wasserbewegungen und damit gründlicher Durchmischung unterworfen, wodurch die im Grundschlamm sich stetig bildenden Nährstoffe immer wieder dem Wasser zugeführt werden und große Fruchtbarkeit bedingt ist. Hiermit im Zusammenhange steht der oftmalige und rasche Wechsel ganz verschiedener Vegetationen und Faunen innerhalb einzelner Jahreszeiten. Meine Untersuchungen begannen 1917 und wurden regelmäßig vom Oktober 1918 an jeden Monat durchgeführt, wobei in erster Linie die Zentrifuge und Sedimentierung, das Netz nur für besondere Zwecke zur Verwendung kamen. Diesen regelmäßigen 14 tägigen Untersuchungen lag der Leitgedanke zugrunde, ob und inwiefern das Aufkommen und der Ablauf der Assoziationen und Völker

während der einzelnen Jahreszeiten auch von den regelmäßig wechselnden Temperaturen beeinflusst sind. Dem Autor war natürlich jederzeit klar, daß im engsten Verbande mit der Temperatur neben anderen Nährstoffen der O- und CO₂-Gehalt des Wassers steht und wirkt. Bevor aber die analoge Prüfung dieser beiden trophischen Faktoren erfolgt, wollte ich zunächst im obigen Sinn die Wirkung der Temperatur prüfen, da eine ähnliche lange periodische Untersuchung noch nicht vorzuliegen scheint.

Diese biologischen Untersuchungen, die von jetzt ab nach Abschluß der 8jährigen Temperaturbeobachtung auch auf die Faktoren O und CO₂ in der Natur wie experimentell im Laboratorium ausgedehnt werden, sollen einen Baustein zur Lösung des großen Problems abgeben, wodurch die gewaltige Zunahme der Fruchtbarkeit des süßen Wassers sowohl wie des Meeres, parallel der höheren Breitengrade und der Abnahme der Jahrestemperaturen bedingt ist.

Es galt für diese Untersuchungen zwei Gewässer zu finden, die von Wien aus leicht jederzeit erreichbar wären, eutrophen Charakter, öfteren Wechsel und Unterschiede der Vegetationen, deutliche Konvektion und Klarheit über den Ursprung des Wassers zeigten. Diesen Ansprüchen genügten voll die nachfolgend beschriebenen Altwässer. Sie erwiesen sich in der Folge auch dadurch sehr günstig, daß nur das eine Schizophyceen produzierte und zwar vorwiegend *Anabaena*.

Die beiden Altwässer wurden bisher nur von HANSGIRG und BRUNNTHALER bearbeitet. Insbesondere hat letzterer das Karpfenwasser im Laufe der Jahre 1905—1906 wiederholt mit dem Netze untersucht und seine Beobachtungen in der Arbeit: Die Algen und Schizophyceen der Altwässer der Donau bei Wien (Verh. d. k. k. zool.-bot. Ges. Wien 1907) gesammelt.

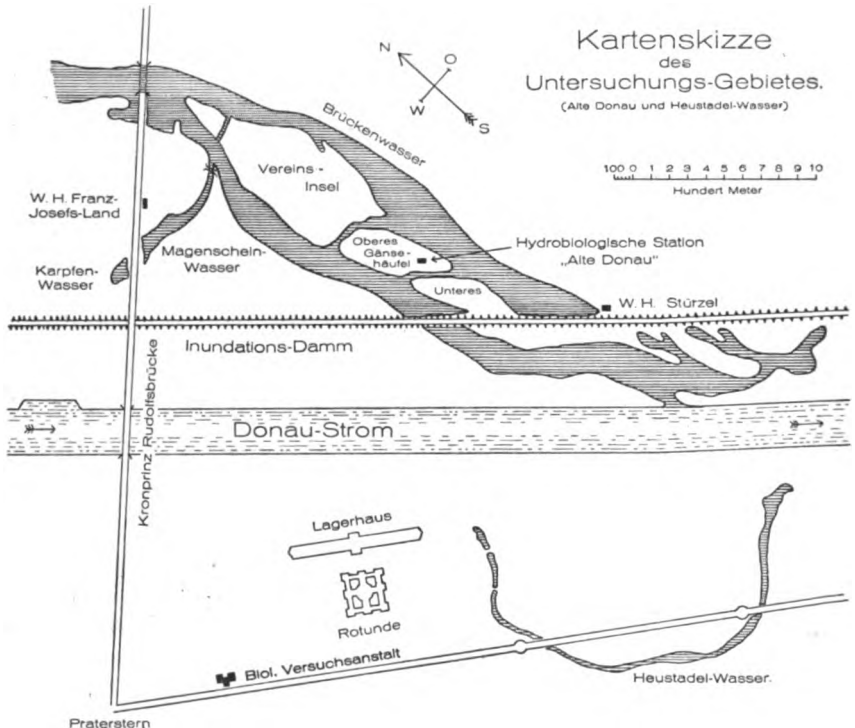
2. Topographie und Hydrographie des Magenschein- und Karpfenwassers.

Vom Zentrum der Stadt Wien liegen in leicht erreichbarer Nähe zwischen dem Donaustrom und dem alten Flußbette, der sog. Alten Donau, rechts und links der Straße nach Kagran, zwei kleine teichartige Altwässer, das Karpfenwasser links und das Magenscheinwasser rechts der Straße, die hier auf einer Kartenskizze eingetragen sind (Skizze 1). Für diesen Bericht sind nur die Ergebnisse der Beobachtungen in den zwei genannten kleinen Altwässern verwendet, da die Alte Donau selbst nicht regelmäßig untersucht wurde.

1*

Ihr Wasserstand entspricht jeweils jenem des Stromes. Wenn in diesem das Wasser steigt oder sinkt, so tritt in ihnen nach 30—48 Stunden die analoge Bewegung ein. Das Karpfenwasser hat eine Länge von 80 m und eine Breite von 70 m. Der Grund wird aus zähem grauen bis schwarzen Schlamm gebildet, der keinen phanerogamen Bewuchs trägt. Die Tiefe beträgt $2\frac{1}{2}$ m, die Ufer sind flach.

Das Magenscheinwasser ist ein etwa 50 m breiter und $\frac{1}{2}$ km langer Wasserarm, der sein Wasser im oberen westlichen Teile



als Grundwasser, vermutlich teilweise auch aus dem Karpfenwasser durch den Straßendamm hindurch erhält, an welcher Stelle ehemals ein jetzt verschütteter Kanal die beiden Gewässer verband. Nur ein kleiner schmaler Abfluß in das Hauptwasser der Alten Donau ist vorhanden. Beide Gewässer sind durch den erwähnten Straßendamm voneinander getrennt. Daß der größte Teil des Wassers im äußersten westlichen Ende emporquillt, geht im Sommer aus den hier herrschenden tieferen Temperaturen, im Winter aus der überhaupt nicht oder erst später bei andauernder Kälte eintretenden

Eisbildung hervor, da das Grundwasser eine Temperatur von 9—10° besitzt.

Die Schlammablagerungen beider Gewässer sind wesentlich organischen Ursprungs, typisches Sapropel (Gythja). Während im Karpfenwasser eine reine Planktonävja entsteht, ist die autochthone Litoralgythja des Magenscheinwassers aus Förna und Ävja hervorgegangen, wobei aber dem Planktonävja der weitaus größte Anteil zukommt. Pyritbildung ist nachweisbar. Auch dieses Gewässer ist seicht mit Tiefen bis zu 3 m. Das umgebende Land besteht hier wie dort aus Donauschottern und -sanden (Kalk).

Das Wasser beider Gewässer ist hoch eutroph. Es ist dementsprechend durch das ganze Jahr trüb; die Farbe wechselt je nach den herrschenden Populationen zwischen grau, braun, grünlich. Mehrmals im Jahre treten Wasserblüten auf.

Die Assoziationen sind typisch mesosaprob (β -m). Anfang des Herbstes tritt vielfach in dem noch warmen Wasser die Assoziationsgruppe β -m- α -m auf.

Die Temperaturen betragen vom 21. September in beiden Gewässern zwischen 14 und 17° C, sinken von Mitte Oktober an bis Ende des Monats auf 10—12°, also knapp bis zur Grundwassertemperatur, auf der sie sich halten, bis die Lufttemperaturen nahe dem Gefrierpunkt kommen. Bei starker Eisbildung und konstantem Wasserstande fallen die Temperaturen 10 cm über dem Grunde im mittleren Teile der beiden Gewässer auf 3—4° C. Das Karpfenwasser ist bei Lufttemperaturen über 5° um 1—2° kälter als das Magenscheinwasser.

Im Karpfenwasser tummeln sich stets 40—60 Gänse und Enten, die durch ihre bekanntlich sehr P- und N-reichen Exkremente zur Fruchtbarkeit beitragen.

3. Allgemeiner Charakter der Herbstvegetation.

a) Karpfenwasser.

Zu Beginn des Herbstes herrscht hier noch regelmäßig die von Anfang oder Mitte Mai an auftretende mäßig dichte *Anabaena*-Wasserblüte, die eine graugrünliche Färbung verursacht. Seit 1917 kam es viermal vor, darunter im letzten Herbst 1925, daß sie Ende Oktober nicht zu Ende ging, sondern den ganzen Herbst hindurch bis Anfang Januar andauerte und dann plötzlich oder überhaupt nicht verschwand. Fällt in ihre Vegetationszeit Eisbildung, so wird trotz der starken Abkühlung des Wassers auf 0,5—1° C *Anabaena delicatula*

nicht geschädigt. Die im Eise eingeschlossenen Fäden sterben dagegen alle ab, auch die in ihnen enthaltenen Dauerzellen. Diese Alge ist somit eine euritherme Pflanze, die im Sommer Temperaturen bis zu 25° erträgt, und deren Temperaturspannung somit etwa 24° ausmacht. Jedes Jahr tritt von Mitte November an eine sehr dichte von *Asterionella gracillima* gebildete Wasserblüte auf, die stets nur 2—3 wöchentliche Dauer hat und das Wasser braungelb färbt. Beide Wasserblüten kamen nur zweimal gleichzeitig vor, wie z. B. im vergangenen Herbst (1925), meist folgt die *Asterionella*-Vegetation in 14 tägigem bis 4 wöchentlichem Abstand der oben erwähnten nach und die Meinung, der ich ursprünglich zuneigte, daß *Asterionella* sich auf Kosten der zugrunde gegangenen Anabaenen aufbaue, wird nicht richtig sein. Die Asterionellen zeigen weder in ihrem Beginn noch in ihrem Ablauf eine Beeinflussung durch Temperatur oder Licht, selbst dann nicht, wenn sie durch Temperaturstürze von 10° auf 4—2° innerhalb 5 Tagen getroffen werden und das Wasser mit einer Eisschicht sich bedeckt. Daß die Hochproduktion von *Asterionella* auch durch Lichtabnahme unberührt bleibt, konnte wiederholt im Laufe der Jahre festgestellt werden, wenn oft 2—3 Wochen lang nebeliges Wetter herrschte und die Sonne nur selten durch Wolken und Nebel durchbrach: klimatische Verhältnisse, wie sie für das Wiener November- und Dezemberwetter sehr charakteristisch sind. Unwillkürlich denkt man dabei an die Schilderungen der Verhältnisse des Polarmeeres durch KJELLMANN, an die monatelange winterliche Finsternis und den dichten Nebel über den eiskalten Gewässern, die von pflanzlichen und tierischen Organismen überreich bevölkert sind. Außerhalb des Herbstes kann *Asterionella* jederzeit bei stark steigendem Wasser Hochproduktionen bilden.

Wenn normalerweise *Asterionella* Anfang Dezember den Rückzug antritt, dann kommt bei erreichten Temperaturen von etwa 6° *Eudorina elegans* hoch und noch Ende des Herbstes oder erst im Januar bis Februar bildet sie eine Wasserblüte von bedeutender Dichte. Die durch sie veranlaßte graugrüne Vegetationsfärbung des Wassers ist im Gegensatz zu den beiden vorherigen Pflanzen weniger durch die Zahl der Kolonien als durch deren Größe und lebhaftere Färbung verursacht. 6° ist auch die erregende Temperatur, welche die gleichzeitige Entwicklung mehrerer *Cryptomonas*-Arten veranlaßt, die nun — jedoch nur bei Temperaturen zwischen 1—3° — während der letzten Herbstwochen und dann den Winter hindurch immer wieder abflauende und hochgehende Bevölkerungen von 8—12 tägiger Dauer bilden. Bei weiterer Erniedrigung der Wassertemperatur auf 5° treten reichlich

hinzu die Kaltwasserperidineen *P. aciculiferum*, *P. quadridens*¹⁾, *Gymnodinium tenuissimum* und *Glenodinium* spec. Die Chrysomonaden sind besonders durch *Chromulina*- und *Dinobryon*-Arten vertreten, die den ganzen Herbst hindurch wechselnde Bevölkerungsanteile ausbilden und erst bei Temperaturen unter 3° zurückgehen, ohne zu verschwinden. Unter sie gemischt lebt *Trachelomonas volvocina*²⁾, das erst im Dezember bei Eisbedeckung und Temperaturen von 0,5—3° C große und dichte Bestände bildet.

Den bisher genannten Organismen gegenüber treten die Chlorophyceen bis auf *Dictyosphaerium* um so mehr in den Hintergrund, je artenreiner und dichter die drei oben erwähnten Wasserblüten auftreten, weil sie vollständig die trophischen und energetischen Faktoren für sich ausnützen. Dies gilt für *Scenedesmus quadricauda*, *Ankistrodesmus falcatus*, *A. longispinus*, *Tetraedron*-Arten, *Pediastrum integrum*, *P. clathratum* und *P. simplex*.

Die genannten Organismen treten alljährlich regelmäßig bei bestimmten Temperaturen freilich unter Schwankungen ihrer Volkdichte auf. Daneben gibt es solche, die ganz unregelmäßig erscheinen. Sie treten in einem Jahr auf und bleiben durch mehrere Jahre ganz aus. Z. B. *Volvox*, *Euglena*, *Rhodomonas*, die dieses stets nur sehr individuenarm tun, während *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* viermal in ungeheurer Menge, mit Wasserblüte und Vegetationsfärbung erschien.

Neben *Asterionella* kommen andere Diatomeen sehr spärlich vor, so daß sie während der Beobachtungszeit keine Rolle als Produzenten spielten.

b) Magenscheinwasser.

Wiewohl das Magenscheinwasser nur durch den Straßendamm vom Karpfenwasser geschieden ist und, wie schon oben gesagt, neben dem Grundwasser auch durch das Material des Straßendammses filtriertes Wasser vom Karpfenwasser eindringt, somit letzten Endes beide Donaugrundwasser führen, ist doch zu keiner Jahreszeit die Planktonbevölkerung die gleiche. Dieser Unterschied kommt sehr scharf darin zum Ausdruck, daß sie weder artengleiche Hochproduk-

¹⁾ Dieses winterliche *P. quadridens* unterscheidet sich in der Zellform und im Fehlen des Stigmas von der Anfang Juni auftretenden typischen Form. Wahrscheinlich handelt es sich um zwei verschiedene Arten. Auch eine farblose Peridinium-Art tritt auf.

²⁾ *Tr. volvocina* ist eine Sammelart, die 3—4 Arten umfaßt. Siehe die Abbildung auf S. 32.

tionen noch zu gleichen Zeiten die gleichen Organismen haben. Nie trat in der Beobachtungszeit *Asterionella* als Wasserblüte auf und *Anabaena delicatula* tat dies im Herbst 1925 zum ersten Male. Man könnte glauben, daß die oben für das Karpfenwasser erwähnten Vögel das ihrer Zahl gegenüber doch kleine Gewässer trophisch so stark verändern, daß damit der biologische Unterschied der beiden Gewässer parallel ginge. Doch die Enten und Gänse werden erst seit 1920 in so großer Zahl gehalten. Bedenkt man, daß eingetrocknete Schlammteilchen mit *Anabaena*-Zellen durch die häufigen Winde oder durch das bisweilen aus einem ins andere Gewässer wechselnde Geflügel lebende Zellen ins Magenscheinwasser kommen, so ist klar, daß in diesem Wasser andere Faktoren, die uns wohl noch lange Zeit unbekannt bleiben werden, wirksam sind.

Wenn Ende September die sommerliche Chlorophyceen- und Peridineenvegetation in dem auf 12—17° temperierten Wasser schwindet, dann bleibt vom Sommer her nur *Dinobryon* durch den ganzen Herbst hindurch dem Wasser treu und schwindet erst langsam bei Temperaturen unter 5°, wenn auch nicht ganz, so doch zum größten Teil. Am Grunde in dem kühlen aufquellenden Grundwasser beginnt *Synura uvella* schon Mitte Oktober langsam ihre Vegetationszeit, die mit fortschreitender Abkühlung in die höheren Wasserschichten einwandert, aber weniger in dichten und großen Kolonien als vielmehr mit schwärmenden Einzelzellen und in lockeren Zellaggregaten auftritt. Ihre Blütezeit hat sie bei 4—6° und bei weiterer Abkühlung geht sie zurück, wenn auch das Netz von ihnen unter dem Eise noch manche Kolonie zutage bringt. Die typische Herbstvegetation besteht aus Flagellaten und Volvocalen. Neben den Dinobryen fehlen von Anfang Oktober an *Chrysopsis*- und *Chromulina*-Arten nie. Ihnen schließt sich Anfang November bei Temperaturen von etwa 8° *Uroglenopsis* und *Kephyrion* an. Die letztere Gattung erreicht aber erst gegen Ende November die volle Entwicklung. *Mallomonas akrokomos* bereichert mit zahlreichen Zellen alsogleich das auf unter 6° gekühlte Wasser und unmittelbar folgt mit etwa 4 bis 5 Arten *Cryptomonas*. Damit haben die Herbstvegetationen ihre Höhe und ihr am meisten charakteristisches Aussehen erlangt. Denn von jetzt an herrscht *Cryptomonas* oft fast gattungsrein und in so ungeheuren Mengen, daß das Wasser einen gelblichgrünen Ton erhält und je mehr die Temperatur dem Nullpunkte sich nähert um so zahlreicher werden sie, unabhängig von der Dicke des stets oberflächlich durch viel Staub und Ruß dunkel gefärbten und wenig Licht durchlassenden Eises. Unter sie gemischt und die Periode mit ihnen beginnend

und zu Ende führend entwickeln sich auch im Magenscheinwasser die oben genannten Peridineen.

Die Chlorophyceen sind in manchen Jahren bald im Karpfen-, bald im Magenscheinwasser häufiger. *Eudorina* tritt auch hier von Ende November an aber nie so reich wie im Karpfenwasser auf, ist aber ebenso dicht mit *Rhizophyidium eudorinae* besetzt. *Volvox* tritt durch Jahre hindurch nicht auf, kann unvermittelt aber stets spärlich in beiden Gewässern selbst noch in Wasser bis zu 8° C Ende November erscheinen. Während *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* im Karpfenwasser wenigstens jedes zweite Jahr bei Temperaturen zwischen 9 und 5° mächtige Hochproduktionen mit Vegetationsfärbung bildet, trat diese Pflanze in der achtjährigen Beobachtungszeit im Magenscheinwasser nur ein einziges Mal im Jahre 1923 auf.

Ähnliches gilt von *Asterionella gracillima*, die im Magenscheinwasser in der Beobachtungszeit wohl auch bisweilen bis zu 400 Zellen im cm³ Wasser auftrat, aber niemals jene dichten Völker bildete wie im Karpfenwasser. Bei hohem Wasserstande entwickeln sich *Melosira varians* und *Fragilaria virescens*, *Cyclotella* und *Stephanodiscus*.

Zwischen den beiden Gewässern bestehen somit beträchtliche qualitative Unterschiede im Aufbau und Ablauf der herbstlichen Bevölkerungen, und da das Karpfenwasser auch weit produktiver ist, kommen zu jenen so beträchtliche quantitative, die man bei der großen Nähe der beiden Gewässer und den genetischen Beziehungen ihres Wassers schwer versteht.

4. Spezielle Charakteristik der einzelnen Glieder der Herbstvegetationen.

A. Chrysomonadinae.

Die Zahl der in den beiden Gewässern im Herbst lebenden unbekanntenen Arten übersteigt um wenigstens das Doppelte die Zahl der hier behandelten neuen Arten. Von diesen stehen Interessenten Zentrifugenproben zur Verfügung. Nur die mit einiger Vollständigkeit erfaßten oder sonst interessanten, häufigen Arten werden hier gebracht. Denn eine rein systematische Durcharbeitung war nicht beabsichtigt.

Chryapsis gigantea spec. nov. (Fig. 1 a, b.)

Cellula planctonica, solitaria, pyriformis, 50 μ longa, 20—30 μ lata, nuda, paulum metabolica, flagellum unicum, cellula longius, chromatophorus unus retiformis, interdum in partes multas divisus,

stigma minimum, vix visibile, pars anterior cellulae hyalina. Propagatio fit divisione.

Zellen einzeln lebend, birnförmig, wenig metabolisch, im Querschnitt kreisförmig, 50 μ lang, 20–30 μ breit, Periplast etwas gekörnt; Chromatophor entweder netzartig durchbrochen, bisweilen in einzelne Stücke zerspalten, sehr schön goldgelb gefärbt, netzförmig in der Mitte der Zelle, zerspalten auch den rückwärtigen Teil der Zelle einnehmend. Stigma vorhanden, sehr klein. Längsteilung im beweglichen Zustande gegen Abend beginnend. Magenscheinwasser im Gebiet der Alten Donau bei Wien. Vegetationszeit Nov.—Dez.

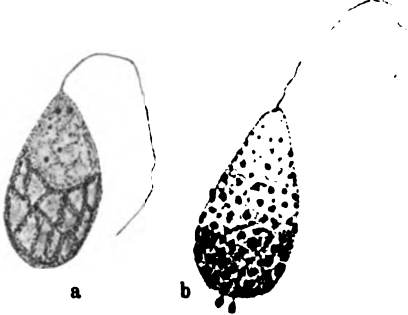


Fig. 1 a, b. *Chrysopsis gigantea* spec. nov. Vergr. 490 \times . a normales frischlebendes Individuum. b pathologisch verändertes Individuum mit in Stücke zerfallendem Chromatophor.

Die Auflösung des Netzchromatophors in einzelne Körner

dürfte einen pathologischen Zustand darstellen, da man solche Zellen am häufigsten erst nach mehrstündigem Stehen des Wassers im Zimmer findet.

Chrysopsis gigantea tritt meist plötzlich und in Mengen von 60–130 Individuen im ccm bei Temperaturen von 9° C auf und schwindet bei ca. 5° C.

In den beiden eutrophen Gewässern bilden die *Chromulina*-Arten stets einen markanten Bestandteil der Flora. In ihrer Schönheit sieht man sie nur in Zentrifugenfängen aus ganz frisch geschöpftem Wasser. Schon während einer 10 Minuten langen mikroskopischen Betrachtung bei Zimmertemperaturen von 15° C platzt der größte Teil der Zellen. Ihr Studium bietet daher während der kühlen Jahreszeit Schwierigkeiten. Das Herbstwasser in beiden Teichen führt in der Reihenfolge ihres gewöhnlichen Auftretens folgende Arten: *Chromulina ovalis* KLEBS, *Chr. nebulosa*, *Chr. flavicans*, *Chrom. stellata* und *Chr. globosa*.

Diesen seien folgende neue Arten zugefügt:

***Chromulina danubiensis* spec. nov. (Fig. 2 a, b.)**

Cellulae singulares, libere natantes, pyriformes vel sphaeroideae, metabolicae, cute tenerrima, sine verrucis, chromatophoro unico patelli-

formi, bruneo-luteo; flagellum unicum corpore duplo longiore. Long. 13—18 μ , lat. 13 μ .

Zellen einzeln, freischwimmend, birnförmig bis sphaeroidisch, im Umriß kreisförmig, metabolisch, Hautschicht sehr zart, ohne Wärzchen. Chromatophor muldenförmig, gelbbraun. Geißel etwa zweimal körperläng. Stigma fehlt. Teilung ist Längsteilung im beweglichen Zustande. Länge 13—18 μ , Breite 13 μ .

Magenschein- und Karpfenwasser.

Vegetationszeit: Herbst bis März.

Soz. Verh.: reichlich; mitbestimmend-zurücktretend; einzeln.

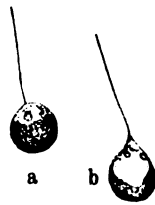


Fig. 2 a, b.

Chromulina danubiensis
spec. nov. Vergr. 490 \times .

a Ansicht von der Seite.
b Ansicht schief von unten.

Chromulina grandis spec. nov. Fig. 3 a, b.

Cellulae singulares, libere natantes, globosae vel subsphaeroideae paululum in parte anteriore excavatae, cute crassiuscula, paucis et parvis verrucis oblecta, chromatophoro unico vel duobus ante divisione, colore luteo vel bruneo-luteo, flagello duplo vel triplo longiore cellula, cum stigmate parvulo; metabolia parva. Diam. 27—35 μ .

Zellen einzeln, frei schwimmend, kugelig oder schwach quer-sphaeroidisch und dann an der Geißelbasis etwas ausgerandet. Hautschicht wenig derb, mit wenigen kleinen Wärzchen; ein Chromatophor, in den späteren Nachmittagsstunden auch zwei als Folge der in den ersten Nachtstunden vor sich gehenden Längsteilung im mobilen Zustande. Morphologische Ausbildung des Chromatophors sehr eigentümlich, eine Hohlkugel mit tiefem keilförmigen Ausschnitt darstellend, dessen Farbe gelbbraun oder mehr goldgelb ist. Geißel 2—3 mal länger als der Zelldurchmesser. Stigma vorhanden, sehr klein und undeutlich. Metabolie schwach. Ernährung holophytisch, bisweilen auch animalisch. 27—35 μ im Durchmesser.

Im Magenscheinwasser.

Vegetationszeit: Herbst bei Temperaturen zwischen 9—5°, dgl. im Winter.

Soz. Verh.: zerstreut; zurücktretend; einzeln; kontinuierlich.

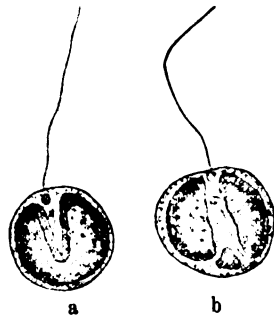


Fig. 3 a, b.

Chromulina grandis spec. nov.
Vergr. 530 \times .

a Individuum im normal vegetativen Zustande.
b Zelle in Teilung; Chromatophor bereits geteilt.

Kephyrion ovum PASCHER.

Dieser bis jetzt nur aus Böhmen bekannte Nannoplanktont lebt in den Donaualtwässern im Herbste diskontinuierlich und erreichte in der 8jährigen Beobachtungsperiode nie eine in Betracht kommende Dichte. Vermehrung durch langsam aus dem Gehäuse schlüpfende Tochterzellen, die ihr Gehäuse freischwimmend neu bilden.

Ort: Altwässer der Donau.

Vegetationszeit: diskontinuierlich durchs ganze Jahr.

Soz. Verh.: spärlich; untergeordnet; einzeln.

Stenokalyx nov. gen. Fig. 4 a—d.

Zellen einzeln, planktisch, frei schwimmend.

Protoplast in einem Gehäuse sitzend und dasselbe fast ausfüllend. Gehäuse gelblich gefärbt oder fast farblos, nach rückwärts konisch abgerundet, vorn plötzlich verengt mit aufsitzendem dünnen, farblosen, kurzen Cylinder, durch den die einzige Geißel austritt. Dorso-ventral gebaut, mit zwei etwas unregelmäßig verlaufenden geflügelten Leisten versehen, die zwischen sich eine Art Furche bilden; ventral treffen die beiden Krägen zusammen und bilden eine kurze nach vorn zur cylindrischen Röhre gehende Längsfurche. Geißel kräftig $2-2\frac{1}{2}$ mal länger als die Gehäuselänge. Ein Chromatophor von gelbbrauner Farbe, gelappt, am Gehäusegrunde der Seitenwand liegend.

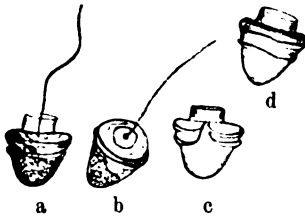


Fig. 4 a—d.

Stenokalyx circumvallata
nov. gen. nov. spec.

Vergr. 950 \times .

a, b lebende Zellen von der Rückenseite bzw. von oben gesehen. c, d leere Gehäuse vom Rücken und von der Ventralseite gesehen.

Vermehrung durch Teilung des Protoplasten und langsames Austreten der Tochterzelle aus dem Gehäuse, das darauf von ihr neu gebildet wird.

Cysten unbekannt.

Stenokalyx circumvallata nov. gen. nov. spec.

Diagn. gen.

Länge $9\ \mu$, Breite $8\ \mu$.

Ort: Gewässer der alten Donau.

Vegetationszeit: Dezember bis März.

Soz. Verh.: zerstreut bis reichlich; zurücktretend; einzeln.

Meso- bis oligosaprob. Stenotherm.

Das Gehäuse von *Stenokalyx* wird von schwacher Kalilauge aufgehellt und allmählich besonders bei Temperaturen von 50—60° großenteils gelöst. In Wasserglas und zwar selbst in sehr verdünnter Lösung findet die Aufhellung und Entfärbung noch stärker statt, nach einigen Stunden tritt Quellung ein (bei stärkeren Lösungen schon früher) und bei Erwärmung im Paraffinofen eine teilweise Auflösung.

***Mallomonas* PERTY.**

Bei den meisten Arten dieser noch wenig bekannten Gattung sah ich Metabolie, auf die meines Wissens als erster REVERDIN hingewiesen hat (1919, p. 71). Bei Besprechung der Winter- und Frühjahrsvegetation wird darauf eingegangen werden. Viele Arten lassen sich nur in ganz frisch geschöpftem Wasser studieren, da sie sonst alsbald sich auflösen. Von den angeführten Arten gilt dies von *M. ovum*. Die Kieselschuppen stecken lose in einer je nach der Art mehr oder weniger dünnen Hautschicht, oder in einer Kieselhülle z.B. *M. akrokomos*. Die Vermehrung erfolgt durch Teilung der Protoplasten, wobei entweder beide Tochterzellen die mütterliche Hülle verlassen (z. B. bei *M. akrokomos*), oder nur die eine, und zwar durch den vorhandenen oder sich erweiternden Geißelspalt. Dieses Ausschlüpfen geht oft sehr langsam vor sich.

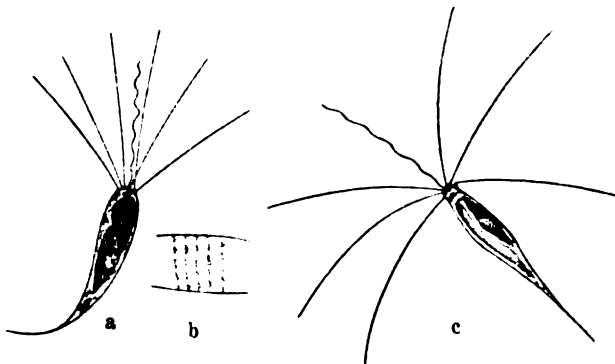


Fig. 5 a—c. *Mallomonas akrokomos* RUTTNER. Vergr. 510×.
 a Hinterende haardünn ausgezogen und gebogen. b Anordnung der Kieselschuppen.

Eine beschränkte Zahl von Vertretern der Gattung *Mallomonas* beleben im Herbst die Altwässer der Donau. Keine Art trat in der Untersuchungszeit ganzjährig auf. Von Oktober bis April traten als höchste Artenzahl im Jahre fünf Mallomonaden auf, darunter am häufigsten *M. akrokomos* RUTTNER (Fig. 5 a—c). Gegenüber den aus den Lunzer Seen beschriebenen Individuen dieser Art erreichen

die der Donaualtwässer nach Länge und Breite größere Dimensionen. Denn sie sind 46—52 μ lang und 8—13 μ dick gegenüber 23—34 μ beziehungsweise 4,5—6 μ . Ihre Geißel ist fast körperlang, während sie RUTTNER nur halb körperlang fand. Diese Unterschiede können mit dem Unterschied in der Trophie zusammenhängen. Denn die Lunzer Seen sind oligotroph, die behandelten Donaualtwässer eutroph. In diesem Falle wäre dies das erste Beispiel, daß Individuengröße mit Oligo- bzw. Eutrophie korreliert. Dazu kommt ferner ein saisonaler Unterschied, da RUTTNER in den alpinen Lunzer Seen das Maximum im Frühjahr an der Oberfläche feststellte, während in den Donaualtwässern die reichste Entwicklung von Mitte Oktober bis Febr. — Maximum im November-Dezember — bei Temperaturen zwischen 7° und 1° C eintritt, oft gerade bei 0,5—1,5°, wobei bis 545 Individuen im ccm enthalten sind. An den zahlreichen leeren Gehäusen, die man bei reicher Entwicklung stets neben den bewohnten findet, wurde der Versuch nach Aufklärung des noch unbekanntes Baues und der Anordnung der Schuppen gemacht. Das mit dem Wasser fast gleiche Lichtbrechungsvermögen und eine schwer zu erreichende distinkte Färbung der Schuppen machten es nur wahrscheinlich, daß die Kieselschuppen dreiseitigen Umriß haben, flach und ringförmig angeordnet sind (Fig. 5 c).

Die Cysten von *M. akrokomos* treten erst nach mehrwöchentlicher Dauer der Vegetation auf. Daher trifft man sie erst ab Januar häufiger. Sie bauchen die Zelle genau so stark auf, wie dies auch RUTTNER angibt. Die am Vorderende ringförmig angeordneten Borsten sind fast körperlang und in wechselnder Zahl vorhanden (6—8).

In einer eben erschienenen Arbeit von H. UTERMÖHL wird *M. akrokomos* für zahlreiche ostholsteinische Seen angegeben, als stenotherme Kaltwasserform und als β -mesosaprob bezeichnet. Das stimmt mit dem oben Gesagten völlig überein. Auf Grund der weit kleineren Zellen der alpinen Form kam ich zu derselben Ansicht wie UTERMÖHL (l. c. vgl. p. 395), „daß die Art in dem oligotrophen und reinen Alpensee im Vergleich zur Massenentfaltung in den holsteinischen Gewässern nur eine Kümmerentwicklung zeigt“. Leider bringt UTERMÖHL keine Größenangaben.

Mallomonas tonsurata TEILING.

Var. *megalepis* nov. var. (Fig. 6.)

Zellform wie von TEILING angegeben. Kieselhülle mit relativ weit schief nach unten abstehenden Kieselschuppen bedeckt, aus

deren Spitzen im Bereich der vorderen Zellhälfte etwas mehr als körperlange Borsten ragen, die gleichmäßig haardünn verlaufen. Die Schuppen stehen in schiefen Reihen. Zellgrößen über die von TEILING angegebenen Maße hinausgehend, 30 μ lang, 15 μ breit (gegenüber 18 μ und 7–8 μ nach TEILING). Geißel etwas mehr als körperlang.

Im strikten Gegensatz zu der vorigen Art ist sie eurytherm, demnach an das kalte Wasser nicht gebunden und in ihrem saisonalen Auftreten unregelmäßig. In manchen Jahren lebt sie nur im Herbst in Wasser über 7° C, in anderen Jahren unter Eis zu 80–120 Individuen im ccm; zweimal trat sie im Herbst und Winter nicht, dagegen plötzlich im April und Mai in Wasser über 10° auf.

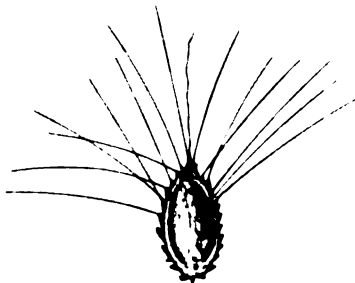


Fig. 6. *Mallomonas tonsurata*. var. *megalepis*. Vergr. 510 \times .

Mallomonas ovum spec. nov. (Fig. 7.)

Cellulae singulares, libere natantes oviformes, pars anterior acuta posterior rotundata. Longitudo 20–25 μ , latitudo 15–18 μ . Squamae coniformes irregulariter dispositae. Spinae lenter arcuatae, in media et anteriore parte corporis sitae. Flagellum unicum cellulae aequilongum, chromatophori bini, magni, patteliformes virido-flavescentes.

Zellen einzeln, freischwimmend, spitz-eiförmig, am Geißelpol spitz konisch auslaufend, rückwärts fast halbkugelig, mehr oder weniger metabolisch, Hülle sehr zart; Kiesel-schuppen und Nadeln nur etwa $\frac{2}{3}$ der Oberfläche des Zelleibes vorn bedeckend, unregelmäßig angeordnet. Schuppen konisch abstehend und je eine schwach gekrümmte nach

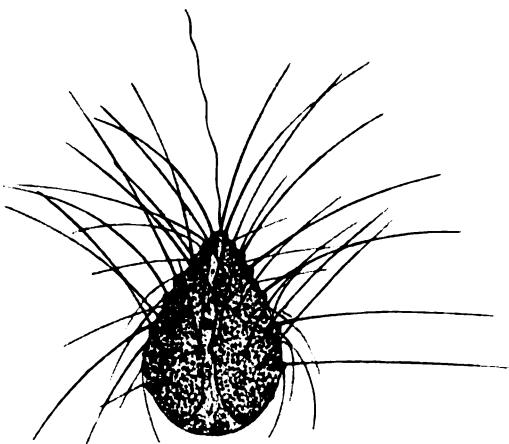


Fig. 7. *Mallomonas ovum* spec. nov. Vergr. 1200 \times .

oben ein wenig dünnere Borste tragend. Geißel körperlang. Chromatophoren zu zweien, gelbgrünlich, groß, breit und tief muldenförmig. Zelllänge 20—25 μ lang, 12—15 μ breit. Vermehrung durch Teilung des Protoplasten innerhalb der Mutterzelle; die eine Tochterzelle entweicht, die andere verbleibt.

Ort: Magenscheinwasser bei Wien.

Vegetationszeit: Herbst und Winter, diskontinuierlich.

Soz. Verh.: vereinzelt-spärlich; völlig untergeordnet; einzeln.

M. globosa spec. nov. (Fig. 8.)

Cellulae singulares, libere natantes, globosae, squamis acutis, conformibus obtectae, spinae \pm arcuatae, tenerae; chromatophori bini virides, flagellum unicum, triplo vel quadruplo diametro cellulae longius. Diameter 12—13 μ .

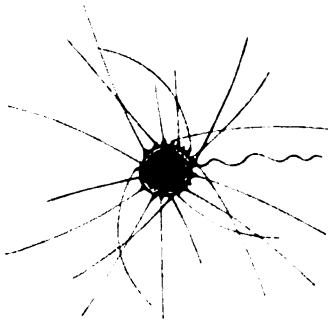


Fig. 8.

Mallomonas globosa spec. nov.
Vergr. 510 \times .

Zellen einzeln lebend, freischwimmend, kugelig, bedeckt mit spitz kegelförmigen Schuppen, die alle sehr dünne mehr oder weniger gekrümmte Kieselnadeln tragen. Zwei grüne Chromatophoren. Eine Geißel, etwas länger als der Zelldurchmesser, dieser 12—13 μ lang.

Ort: Magenscheinwasser und Alte Donau bei Wien.

Vegetationszeit: Herbst und Winter, diskontinuierlich.

Soz. Verh.: vereinzelt; untergeordnet; einzeln.

Ein von bestimmten Temperaturen abhängiges Auftreten dieser Pflanze konnte nicht festgestellt werden.

Synura uvella.

Sobald das sich abkühlende Wasser 7° erreicht hat, beginnt dieser Flagellat vom Grunde aus sich zu entwickeln und es kam selbst in diesen so seichten Gewässern vor, daß *Synura* nur eine etwa 30 cm hohe Wasserschicht über dem Boden besiedelte und erst bei weiterer Abkühlung die ganze Wassermasse belebte. Starke und rasche Abkühlung des Wassers mit Eisbildung erhöht geradezu das Wohlbefinden und kann ihre Entwicklung oft plötzlich steigern, sofern die Cryptomonaden ihr nicht in der Massenentwicklung zuvorkommen und den Wohnraum beschränken. Ihre maximale

Entwicklung findet *S. uvella* stets in den beiden letzten Herbstmonaten. Während des Winters erscheint sie selten; an ihre Stelle tritt mit sehr kleinen nur 8—10 zelligen Kolonien und fast glatten, rundlich ovalen Zellen *S. verrucosa*.

Trotz verschiedener Untersuchungen aus der letzten Zeit (besonders PASCHER und CONRAD) haben unsere Kenntnisse der Fortpflanzung der Synuren keine Fortschritte zu verzeichnen. Man kennt das Ausschwärmen nackter Tochterzellen aus den Kolonien (PASCHER 1912), aber die Bildung der Kolonien blieb trotz alledem unbekannt. Das Zusammenhängen von 4 Zellen mit ihren langen Stielen, das CONRAD 1920 sah und zeichnet, dürfte kaum einen regulären Zustand bedeuten.

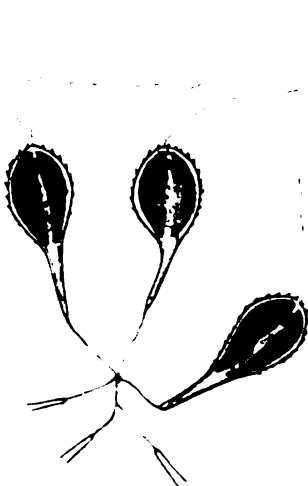


Fig. 9a.

Fig. 9a. 6 *Synura uvella*-Zellen durch einen Gallertfaden locker zusammengehalten. Vergr. 510 \times .

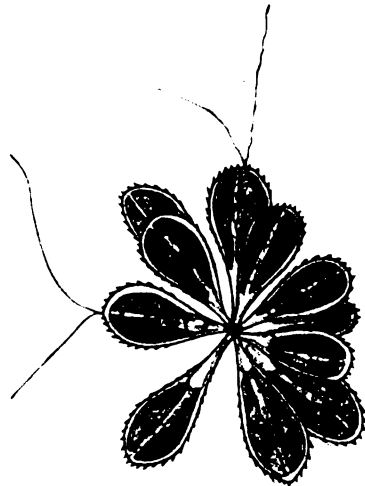


Fig. 9b.

Fig. 9b. Lockere Kolonie von *Synura uvella*; die Zellen stecken in einer kleinen Gallertkugel. Vergr. 510 \times .

Man findet jeden Herbst in allen Gewässern Mitteleuropas zuzeiten mehr Einzelzellen (Fig. 11) als Kolonien und bald darauf das Gegenteil. In diesen Zwischenzeiten trifft man Zellen normalen Baues zu zweien bis mehreren durch einen festen Gallertfaden im lockeren kolonialen Verbände (Fig. 9a). Der Gallertfaden entstammt dem verlängerten Hinterende. Seine Verkürzung bringt die Zellen, die durch Längsteilung auseinander succedan entstanden, näher und schließlich stecken in einer mehr oder weniger großen Gallertkugel oder -masse sämtliche Individuen der Kolonie, durch

sie fest zusammengehalten (Fig. 9 b). Damit ist ein Modus der Koloniebildung ermittelt, der nicht allein stehen dürfte, worauf Angaben von CONRAD hindeuten.

Seit der allbekannten Abbildung STEIN's der sich teilenden Kolonie werden auch zwei gleichlange Geißeln allgemein angenommen, wie sie in STEIN's Darstellung gezeichnet sind. Auch PASCHER versteht in der Süßwasserflora (H. 2, Flagellaten II, S. 50) *S. verrucosa* (Fig. 78 b) und *S. uvella* (Fig. 78 d) mit zwei gleichlangen Geißeln.

Erst vor wenigen Jahren (1918) hat J. B. PETERSEN unter Anwendung der bekannten LOEFFLER-FISCHER'schen Methode gezeigt, daß die Geißeln nicht nur in ihren Bewegungen und Richtungen, sondern auch in der Länge und Morphologie ganz verschieden sind, da die längere und nach vorn gerichtete mit zwei Reihen seitlich inserierten sekundären Cilien bedeckt ist, so daß sie wie einfache Federchen aussehen. Die kürzere und seitlich gerichtete ist normal peitschenförmig. Da der Autor dieselbe Ausbildungsweise auch bei *Dinobryon* und *Uroglena* fand, ist anzunehmen, daß *Uroglenopsis* und sehr viele andere zweigeißelige Chryomonaden gleichen Geißelbau besitzen dürften.

Die solitären frei im Wasser schwimmenden Zellen der *Synura* bilden für sich ein vegetatives Stadium, das zur Koloniebildung übergehen kann. Es gab Herbstmonate in den 8 Jahren fast ohne Koloniebildung, wobei die Zellen neben den Teilungen auch Cystenbildung eingingen, also alle Stadien ihres Lebensablaufes durchmachten. Fig. 10 a, b zeigt zwei solche freilebende Zellen, davon die rechte sich abrundet und zur Cystenbildung schreitet.



Fig. 10 a, b. *Synura uvella*, zwei Einzelzellen (Schwärmzellen). Die rechte in Cystenbildung begriffen. Vergr. 510 \times .

Ungeklärt bleibt die differente Ausbildung der Schwärmzellen. Oben schon wurde ein Typus mit dem in einen langen gallertigen Faden ausgehenden Hinterende besprochen S. 17, Fig. 9 a u. 11; dem anderen fehlt der Faden, an dessen Stelle ein etwa zellenlanger Stiel vorhanden ist (Fig. 10 a, b). Möglicherweise handelt es sich um zwei Arten, die nur in der Form der Schwärmzellen, dagegen nicht oder minimal in der der kolonialen Zelle morphologisch ausgeprägt sind. PASCHER betont in der Süßwasserflora, daß die drei aufgestellten Arten nur Glieder derselben Variationsreihe sind.

Als Glieder der Chryomonadenassoziation des Herbstes beider

Gewässer seien erwähnt: *Ochromonas crenata* KLEBS, *O. mutabilis* KLEBS,¹⁾ *O. granulosa* MEYER. Da sie ganz zurücktreten, wurde auf ihre Abhängigkeit von der Temperatur nicht geachtet.

Uroglenopsis LEMMERMANN.

Während der 8 Jahre bot sich oft Gelegenheit zum genauen Studium der Arten dieser Gattung. Bis jetzt konnte man in Europa vier Arten unterscheiden: *Uroglenopsis americana* LEMMERMANN, *U. europaea* PASCHER, *U. botrys* PASCHER und *U. acuminata* REVERDIN, davon die beiden letzten Arten denselben Flagellaten bezeichnen dürften. *Uroglenopsis americana* tritt sprunghaft und selten im Herbst auf¹⁾. Ich sehe deshalb jetzt von einer Besprechung ab und verweise auf die eingehende Arbeit von TROITZKAYA (1924). Nach dieser Autorin tritt *U. americana* vom Sommer bis Herbst in Teichen bei Petersburg auf. Die verschiedene Gestalt der einzelnen Zellen der Kolonien veranlaßt die Verf. ihnen Metabolie zuzuschreiben. Es geht aus der Arbeit nicht hervor, ob die große Empfindlichkeit und Veränderungsfähigkeit der in einem kleinen Wasserquantum gefangenen gehaltenen Organismen dabei in Betracht gezogen wurde. Jedenfalls ist Metabolie bei den Chrysomonaden sehr verbreitet. Es ist anzunehmen, daß die durch TROITZKAYA mittels Tusche nachgewiesenen Gallertstränge und Gallertlappen, an deren Enden nur die Spitzen des Hinterendes der Zellen in der Gallerte stecken, während der übrige Protoplast frei ins Wasser ragt, auch den anderen Arten zukommen.

Auf einige Unterschiede zwischen den Angaben TROITZKAYA'S und meinen nachfolgenden muß aufmerksam gemacht werden. TROITZKAYA sah ganz richtig die längere Geißel abseits vom Stigma, die kürzere näher demselben entspringen, so daß zwischen ihnen ein Abstand liegt. Bei den nachfolgenden Arten sah ich die Geißeln an den frischen Zellen stets fast gemeinsam unmittelbar am Stigma hervorgehen. TROITZKAYA berichtet, daß das neue Stigma am entferntesten unteren Teile des Chromatophors de novo entstehe, während ich bei *U. europaea* und *U. botrys*, siehe Fig. 13, 17, es durch Teilung aus dem alten sich bilden sah. Dabei waren die beiden neuen Stigmata gleich intensiv rot gefärbt, während TROITZKAYA berichtet, daß es nicht schwer sei, das neue Stigma von dem kaum gefärbten Fleckchen bis zum Augenfleck zu verfolgen. Da ich diese Angaben in meinem Material bestätigt fand,

¹⁾ Im Frühjahr erscheint sie bisweilen massenhaft in beiden Gewässern.

scheint ein scharfer Gegensatz gegenüber den nachfolgenden Arten zu bestehen, der aber doch mit Rücksicht auf die Zusammengehörigkeit der Arten und aus prinzipiellen Gründen mir unverständlich geblieben ist.

Uroglenopsis europaea PASCHER.

a) Morphologisches.

Die von PASCHER 1910 a S. 4 und dann 1910 b S. 54, Taf. III, Fig. 28 beschriebenen und sehr schön abgebildeten Arten, habe ich wiederholt aus Netz- und Zentrifugenfängen völlig frisch erhalten und beobachten können. Ich lege Wert auf diese Umstände und betone, daß die Zellen in der kühlen Herbstzeit nie länger als etwa 4—7 Minuten im warmen Zimmer unverändert bleiben. Man muß daher den Fang oder das zu zentrifugierende Wasser in Thermosflaschen oder sonst wie kühl aufbewahren. Damit finden einige Ergänzungen zu PASCHER's Angaben ihre Erklärung.

Die Beschreibung PASCHER's stimmt genau auch auf die Donauformen. Eine Ergänzung bedarf sie nur hinsichtlich des Stigma. Dieses ist im völlig frischen Material stets



Fig. 11.

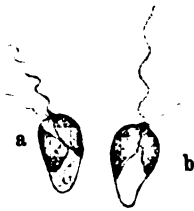


Fig. 12.

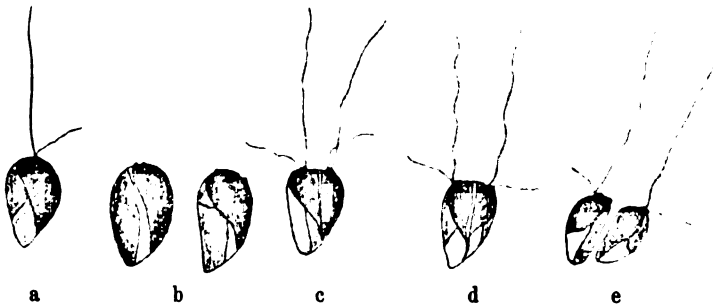


Fig. 13.

Fig. 11. *Synura uvella*, Schwärmzelle. Vergr. 510 \times .

Fig. 12 a, b. *Uroglenopsis europaea*. Vergr. 510 \times .

Zwei vegetative koloniale Zellen.

Fig. 13 a—e. *Uroglenopsis europaea*. Vergr. 510 \times . Teilung einer kolonialen Zelle.

sichtbar, wird aber bei Schädigung des Zellzustandes fast farblos. Es ist sehr klein (Fig. 12, 13), aber intensiv rot gefärbt. Von dem nur wenig vorspringenden Augenflecke ist stets fast nur das rote Pigment

sichtbar (siehe die Fig. 12—13), während der Linsenkörper bei Vergrößerungen bis $1000\times$ nur schwach entwickelt erscheint. Betreffs der Zellform sei noch erwähnt, daß sie nach rückwärts stärker verschmälert ausgeht als dies PASCHER zeichnet. Auch dieser Unterschied ist nur am absolut lebend frischen Material zu beobachten.

b) Vermehrung der Zellen in der Kolonie.

a) Die Bildung vegetativer Zellen durch Teilung setzt in den Nachmittagsstunden im November nach $\frac{1}{2}$ 3 Uhr ein und dauert 20—30 Minuten bei Zimmertemperaturen von etwa $10-12^{\circ}$ C. Eingeleitet wird der Vorgang durch die Teilung des Stigmas, danach sich eine helle Zone bildet, die die Chromatophoren der Mutterzelle scheidet. Durch eine unregelmäßig verlaufende Teilungslinie zerfällt jeder in zwei meist wohl ungleich große Stücke, die aneinander vorbeigleiten (Fig. 13), und die normale Lage dann einnehmen. Während des Ablaufes der Teilung waren Geißeln nicht zu sehen. Erst während der letzten Phasen treten sie auf (Fig. 13 b, c). Die beiden Tochterzellen weichen nun auseinander und bleiben im kolonialen Verbände Nachbarzellen.

β) Bildung von vier Schwärmzellen (Schwärmsporen).

Waren an den Beobachtungstagen die Zimmertemperaturen mit der des Wassers gleich oder nur um $1-2^{\circ}$ verschieden, so blieben die Kolonien in den Corischen Planktonschalen stundenlang völlig frisch. Hierbei trat mehrmals Schwärmsporenbildung auf (Fig. 14, a—d). Bei derselben verläuft der Teilungsvorgang zunächst genau so, wie er eben oben geschildert wurde. Die beiden Tochterzellchen strecken sich jedoch nicht, sondern teilen sich sofort wieder, runden sich dann kugelig ab und es macht den Eindruck, als würde von der Mutterzelle her eine Hülle oder ein Hohlraum in der Gallerte übrig bleiben, innerhalb deren sie langsame Drehungen ausführen, sobald sie Geißeln besitzen. Nach deutlicher Geschwindigkeitszunahme der Bewegungen schwärmt zunächst die eine und bald darauf kommen auch die anderen heraus. Auch während der lebhaften Bewegung bleibt ihre kugelige Gestalt erhalten. Bis zu $1\frac{1}{2}$ Stunden konnten diese Schwärmzellen am Leben erhalten bleiben. Veränderungen gingen keine vor sich und ihr weiteres Schicksal blieb unbekannt.

c) Die Vermehrung der Kolonien.

In den erwähnten Planktonschalen spielte sich ein überaus interessanter Vorgang ab. Man bemerkt an Kolonien, die sonst in keiner Weise Besonderheiten zeigen, wie plötzlich in einem bald

größeren bald kleineren Bezirke der kugeligen Kolonie etwa 10—20 Zellen lebhaft hin und her pendelnde Bewegungen ausführen, sich dadurch aus der wahrscheinlich schon veränderten Gallerte herausarbeiten und nach wenigen Minuten dringen sie aus ihr heraus und der braungelbe Schwarm vegetativer Zellen schwärmt in fast geschlossenem Verbands aus. Dabei fiel ihre langsame Bewegung gegenüber den oben beschriebenen Schwärmsporen sofort in sehr auffälliger Weise auf. In dem mit vielerlei Organismen gefüllten Wasser der Planktonschalen kam es zwar meist alsbald zu einer Abspaltung einzelner Schwarmzellen. Die beisammen blieben, setzten sich an der Wand der Glasschale oder an einem tierischen oder pflanzlichen Körper an. An solchen Individuen fiel bei schiefer Beleuchtung oder bei Betrachtung im optischen Querschnitte ein zarter Saum auf und es schien, als würden die Individuen eines solchen Schwarmes eine dünne Schleimhülle mitbringen oder ausbilden. Diese ließ sich mit Toluidinblau tatsächlich nachweisen, wobei die Hülle genau den gleichen rotviolettten Farbton annahm wie die Gallerte der Kolonie. In mehreren Fällen sah man das Wachstum der individuellen Schleimhüllen und deren Verschmelzen zu einer die hintere Hälfte der Schwarmzellen einhüllenden gemeinsamen Gallerte. Es dürfte damit eine Möglichkeit zur Entstehung von Kolonien bei *Uroglenopsis* gegeben sein. Eine zweite Möglichkeit liegt in den oben besprochenen Schwärmsporen vor und die dritte aus den keimenden Cysten. Durchschnürung der Gallertkugeln wurde an frischem Material nie gesehen. Eine in dieser Weise erfolgende Teilung der Kolonie ist im Hinblick auf die Gallerte vom mechanischen Standpunkte schwer vorstellbar.

Bei mehr als halbstündigem Beobachten der Kolonien unter von der des Teichwassers abweichenden Temperaturen geht fast regelmäßig die Kugelgestalt der lebend frischen Kolonie in eine langgestreckt ovale Form über. Bevor aber diese Formänderung eintritt, sterben bereits größere Mengen der Zellen ab, so daß also erst die geschädigte Kolonie ihre Form ändert. Im Weiterverlauf kommt es dann auch zu einem Zerfließen in zwei oder drei unregelmäßig geformte Gallertmassen, die kaum noch eine einzige lebende Zelle enthalten. Den Beweis hierfür ersieht man stets leicht an den grünlich verfärbten Chromatophoren.

d) Cystenbildung.

Die wie oben gesagt bei etwa 8° C Wassertemperatur auftretenden Kolonien bilden bei Temperaturen unter 4° die Cysten

aus und dann liegen in wechselnder Zahl kugelige, mit einer sehr distinkten Hülle umgebene Dauerzellen, die Cysten, die auf einer Seite die Chromatophoren und den größten Teil des Plasmas konzentrieren, während ein kleinerer Raum fast völlig hyalin erscheint. Einen deutlichen Porus oder eine sonstwie differenzierte Membranstelle fiel nicht auf, wird jedoch vorhanden sein.

Uroglenopsis europaea wurde von PASCHER nur ein einziges Mal in wenigen Exemplaren im Hirschberger Großeiche in Böhmen gefunden. In den beiden Altwässern kommt die Art hauptsächlich im Magenscheinwasser und in dem im Prater gelegenen Heustadelwasser vor, das ebenfalls ein Altwasser der Donau ist. Daß sie ebenso wie *U. americana* im Herbst und Frühjahr auftritt, ging aus den Beobachtungen hervor. Im Herbst verschwindet sie bei Abkühlung des Wassers auf 5° C, im Frühjahr nach oben hin bei Temperaturen von 12° an. Die optimale Temperatur liegt bei 7–8°, bei 12 bzw. 5° hört ihre Vegetation auf. Pro Liter wurden 2–9 Kolonien beobachtet.

Uroglenopsis botrys PASCHER. (Fig. 15–18.)

(Syn. *U. acuminata* REVERDIN).

Zu wiederholten Malen kam die vorige Art mit *U. botrys* zu gleicher Zeit in den Altwässern vor. Dies trifft sich häufiger im Herbst in den Monaten Oktober–November als im Frühjahr vom März bis April. Die außerordentliche Empfindlichkeit gegen stärkere Temperaturveränderungen sowie die für die vorherige Art angegebene den Beginn und die Länge des Auftretens bestimmenden Temperaturen gelten auch für diese Art.

Daß *U. botrys* und *U. acuminata* den gleichen Organismus bezeichnen, ergab sich aus der Beobachtung reichlichen Materiales aus verschiedenen Zeiten. PASCHER stellte

1910 b p. 51 diesen Organismus zu *Ochromonas*, betonte aber in seiner Arbeit wiederholt seine Zweifel an der vorgenommenen Einteilung. „Die vorbeschriebene Chrysomonade stelle ich nur mit allem Vorbehalte zur Gattung *Ochromonas*. Ich hatte nie genügendes Material, um sie gründlich zu untersuchen“ (l. c. p. 51). Sie wurde von REVERDIN 1919 in ausgezeichneter Weise in Wort und Bild dargestellt. PASCHER

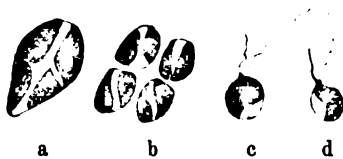


Fig. 14 a–d. *Uroglenopsis europaea*.
Vergr. 670 ×.

Bildung der Schwärmsporen. a Mutterzelle, b die aus der Mutterzelle durch zwei sukzessive Teilungen gebildeten vier Tochterzellen. c, d zwei auschwärmende Schwärmsporen.

lag seiner Darstellung nach zu schließen für seine Zeichnung auch kein lebendes Material vor, da keine Zelle in der gezeichneten Kolonie der anderen gleicht. Dies ist ein typisches Zeichen für langsames Absterben oder Konservierung mit Formol. Ein solches Bild wäre denkbar, wenn es sich um stark metabolische Zellen handelte, doch der Autor sagt selbst in der Diagnose: „Zellen nicht metabolisch.“ Es fehlen in der Zeichnung die Geißeln wie der Augenfleck. Auch das stimmt mit meinen Erfahrungen an absterbendem bzw. totem Material. Da die lebendfrischen Kolonien stets kugelig sind, so ist auch die von PASCHER gegebene ovale Form der Kolonie ein Beweis für die Schädigung oder deren Tod.

Die morphologischen Angaben von REVERDIN sind so vollständig, daß ich ihnen nichts Wesentliches beizufügen brauche. Wenn REVERDIN die Kolonien als scheibenförmig mit unregelmäßigem Umriss beschreibt, so gilt das natürlich für die nicht mehr intakten Kolonien auch nach meinen Beobachtungen. Die Gallerte ist nämlich

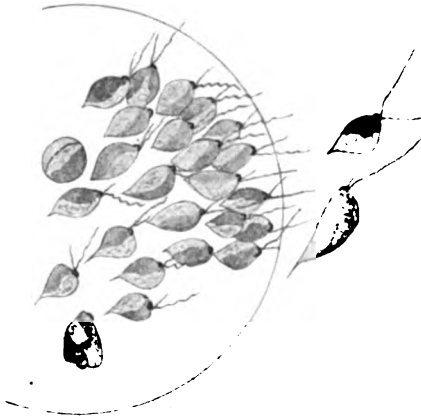


Fig. 15. *Uroglenopsis botrys* PASCHER
(= *U. acuminata* REVERDIN). Vergr. 400 X.
Teil einer Kolonie mit zwei ausgeschwärmten
vegetativen Zellen.

bei dieser Art weicher und damit plastischer als bei der vorigen. Deformierung der Kolonie im Netzfange geht leicht und rasch vor sich, besonders bei hohen Temperaturen in einem reichen Fange. REVERDIN beobachtete im August 1918 im Genfer See. Zwischen der Fangzeit draußen auf dem See und der mikroskopischen Betrachtung im Laboratorium wird eine geraume Zeit liegen, so daß Schädigungen bei der großen Empfindlichkeit dieses Organismus unvermeidlich waren.

Wenn wir alle diese Momente in Anschlag bringen, so sind die oben mehrfach betonten Abweichungen zwischen PASCHER und REVERDIN durchaus verständlich und ich führte sie an, um für meine Überzeugung, daß es sich um dieselbe Art handelt, die Grundlage zu schaffen.

An lebend frischen Material fällt der Augenfleck durch Größe und intensive Färbung angenehm auf (Fig. 15, 16). Es lag mir bis nun keine andere Chrysomonade mit einem ähnlich schönen Stigma

vor. Stets tritt es halbkugelig über die Zellkontur hervor. Dies hängt mit der starken Ausbildung des Linsenkörpers zusammen, der eine konvex konkave Gestalt hat (nach außen konvex, nach innen konkav). Der Umriß ist oval und auf ihr liegt die intensiv dunkel karminrote Pigmentschicht (Fig. 14, 15). Die Übereinstimmung mit den Stigmen der Schwärmsporen höherer Algen, z. B. von *Ulva*, *Cladophora* ist damit morphologisch gegeben.

Vermehrung der Zellen.

Die Bildung eines neuen Augenfleckes ist immer das deutlichste Zeichen der beginnenden Zellteilung, die auch hier in den Abendstunden lebhaft vor sich geht, aber an den dunklen Herbsttagen

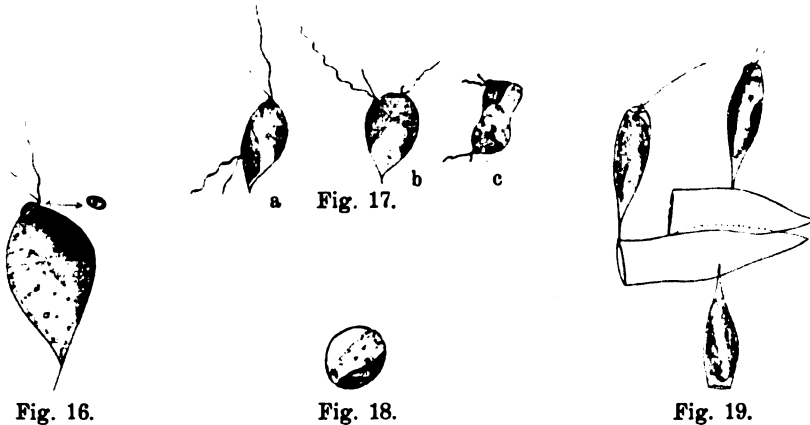


Fig. 16. *Uroglenopsis botrys* PASCHER. Vergr. 800 ×.
Augenfleck mit Linse zeigend.

Fig. 17 a—c. *Uroglenopsis botrys*. Vergr. 510 ×. Teilung der kolonialen Zellen.

Fig. 18. *Uroglenopsis botrys*. Vergr. 670 ×.

Cyste mit sehr zarter Kieselhülle und einseitig gelagerten Protoplasten.

Fig. 19. *Dinobryon utriculus* STEIN var. *acutum* nov. var.
auf *Dinobryon sertularia* aufsitzend. Vergr. 800 ×.

bereits von $\frac{1}{2}$ 4 Uhr an in Fluß kommt. Der neue Augenfleck entsteht durch Teilung innerhalb 5—7 Min. aus dem alten. Es sieht so aus, als würde der alte förmlich in zwei auseinanderfließen. Zugleich hat sich auch der Chromatophor geteilt und an jedem sitzt dann ein Stigma (Fig. 17). Neben dem jungen Stigma entspringen sofort die beiden Geißeln. Die beiden Chromatophoren wandern mit Stigma und Geißeln seitlich gegen das spitze Körperende (Fig. 17) und dann geht die Teilung des Protoplasten schief zur ursprüng-

lichen Längsachse der Mutterzelle vor sich (Fig. 17). Bei *U. europaea* verläuft die Teilungsebene entweder genau in der Richtung der Längsachse oder weicht nur wenig von ihr ab.

Schwärmsporenbildung, Vermehrung der Kolonien durch Ausschwärmen von kolonialen Zellen und Cystenbildung wie bei voriger Art.

Vegetationszeit. In den beiden Altwässern lebt *U. botrys* im Herbst von Mitte Oktober an bei Temperaturen von 9° bis zum Eintritt kalten Wetters und Wasserabkühlung auf 5° C. Dann verschwindet sie und kehrt erst im Frühjahr in geringerer Menge als im Herbst wieder. Die thermischen Grenzen hat sie mit *U. europaea* gleich. Da REVERDIN im Genfer See diese Art im Mai und besonders häufig im August fand, verhalten sie sich anscheinend thermisch anders. Wahrscheinlich wird sie sich auch im Genfer See noch zu anderen Zeiten finden. Das zeitlich verschiedene Auftreten in den Altwässern der Donau könnte damit zusammenhängen, daß diese kleinen eutrophen Gewässer im Sommer eine sehr geringe O-Spannung haben, die sich an heißen Tagen deutlich an dem durch Sauerstoffmangel veranlaßten Emporkommen der Fische an die Oberfläche, um Luft zu schnappen, kundgibt. Im Genfer See ist jedenfalls auch im Hochsommer das Wasser bis zum Sättigungspunkte mit Sauerstoff versehen, während es in meinen Untersuchungsgebieten gerade vom Herbst bis Frühjahr am sauerstoffreichsten ist. Es läßt sich leicht vorstellen, daß Anhäufungen auf kleinstem Raume von 200 bis 600 Zellen in einer Gallertkugel von 100—300 μ Durchmesser in einem Wasser, welches zugleich auf das dichteste mit anderen Autotrophen belebt ist, nur in einem an Sauerstoff- und Kohlendioxyd reichen Medium günstige Lebensbedingungen findet. Wenn Volvox im Sommer in kleinen stark erwärmten Teichen oder Tümpeln vorkommt, so tritt er fast immer nahezu in Speziesreinkultur auf, verschwindet aber meist nach kurzer Zeit. Sauerstoff und Kohlensäure stehen ihm allein zur Verfügung.

Die Berücksichtigung der Temperatur als biologischen Faktor und ihre Einwirkung auf Beginn und Verlauf der Vegetationszeit pflanzlicher Organismen verlangt äußerste Kritik, wie schon oben betont wurde, und stets muß an die mit ihr gekoppelten trophischen Faktoren O und CO₂ gedacht und ihr besonderer Einfluß erwogen werden.

Die Familie der Lepochromadinae ist im Herbst durch *Dinobryon* und *Kephyriopsis* vertreten. Letztere kommt erst im Januar—Februar zur Vollentwicklung.

***Kephyriopsis* PASCHER u. RUTTNER.**

Von *Kephyriopsis* treten *K. ovum* und *K. ellipsoidea* hauptsächlich in manchen Jahren fast ausschließlich im Magenscheinwasser auf. In Wintermonaten ohne Eisbildung bei Temperaturen von 5—9° zeigen sie Massenentwicklung, bei deren Eintritt die bis jetzt bei dieser Gattung noch unbekannte Vermehrung durch Sprossung sehr reichlich zu beobachten ist (Fig. 20, 22 und 23), die bei allen Arten studiert werden konnte.

Zunächst tritt nach Teilung des Chromatophors und Verlust der Geißeln (ob immer?) Plasma als Bläschen aus dem Gehäuse heraus. In die langsam größer werdende Plasmablase dringt der Tochterchromatophor (Fig. 20 c, d) ein. Zugleich bilden sich nun die Geißeln und die Grundlage der Gehäuse aus (Fig. 20 e, f). Die Geißeln stehen häufig fast horizontal zur Längsrichtung der Zellen ab. Merkwürdig erscheint das noch durch einen Plasmaschlauch bewirkte Beisammenbleiben der beiden Individuen auch nach Ausbildung des jungen Gehäuses durch anscheinend längere Zeit. Die Dauer des ganzen Vermehrungsvorganges bis zur Trennung dürfte 6—8 Stunden betragen. Der Austritt der Plasmablase beginnt schon häufig in den ersten Nachmittagsstunden.

Auch ein Ausschwärmen der Protoplasten aus dem Gehäuse kommt oft vor (Fig. 21).

Die vegetative Vermehrung durch Sprossung ist, nach einigen Hinweisen in der Literatur, in der Chryomonadengruppe eine wahrscheinlich verbreitete Erscheinung. PASCHER erwähnt sie in der Süßwasserflora Heft 2, Flagellatae II p. 34 für *Mallomonas* und nach brieflicher Mitteilung soll sie auch bei *Dinobryon* vorkommen. Bei keiner der beiden Gattungen konnte ich Sprossung bisher beobachten. Klare Angaben mit Zeichnungen liegen in der Literatur nur von LAUTERBOHN für *Palatinella* vor (1906).

***Kephyriopsis cincta* spec. nov. (Fig. 20 a—f, Fig. 21.)**

Domu cellulae tam lata quam longa vel aliquid longius, ornata cum duabus limis crassiusculis. Longit. 6—7 μ , lat. 6 μ .

Gehäuse so weit als breit, oben verschmälert, mit zwei sehr dünnen, etwas eingekerbten Verdickungsstreifen versehen, schwach gelblich gefärbt bis ungefärbt. Netzartige Skulptur nicht zu sehen.

Ort: Alte Donau.

Vegetationszeit: Dezember bis März.

Soz. Verh.: reichlich; mitbestimmend; einzeln. Mesosaprob.

***Kephyriopsis conica* spec. nov. (Fig. 22 a—e.)**

Domus conica, in partem anteriorem angustior.

Long. 5—6 μ , lat. 5—7 μ .

Gehäuse konisch, nach vorn ein wenig eingezogen, am breitesten Teile mit einem Verdickungsringe.

Sonst mit den Merkmalen der Gattung.

Länge 5—6 μ , Breite 5—7 μ .

Ort: Alte Donau bei Wien.

Vegetationszeit: Dezember bis März.

Soz. Verh.: reichlich; mitbestimmend; einzeln.

Mesosaprob. Stenotherm.

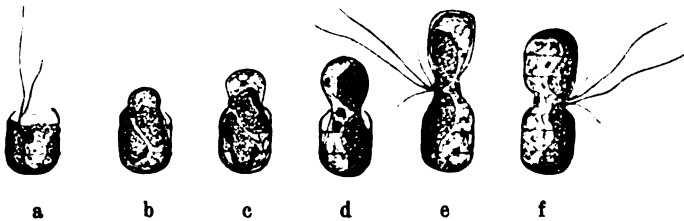


Fig. 20 a—f. *Kephyriopsis cincta* spec. nov. Vergr. 990 \times .

a Vegetative Zelle, b—f Neubildung der Tochterzelle durch Sprossung aus der Mutterzelle.

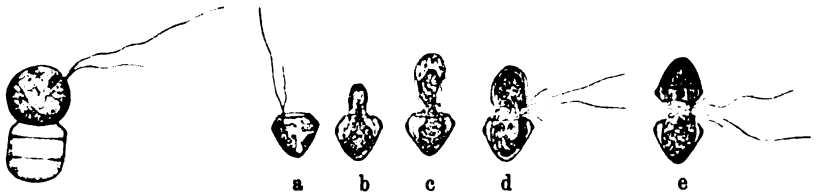


Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 21. *Kephyriopsis cincta* spec. nov. Vergr. 990 \times .

Ausschwärmen des Protoplasten aus dem Gehäuse.

Fig. 22 a—e. *Kephyriopsis conica* spec. nov. Vergr. 990 \times .

a vegetative Zelle. b—d die Zellvermehrung erfolgt durch Aussprossen.

***Dinobryon utriculus* STEIN, var. *acutum* nov. var. (Fig. 19.)**

Gehäuse schmal spindelig, in der Mitte stärker ausgebaucht, nach vorn sich ein wenig, nach rückwärts stärker verschmälernd und in eine dünne Spitze auslaufend. Gehäuse 22 μ lang, 6 μ breit. Diese Varietät kommt auf den großen *Dinobryon*-Kolonien als Epyphyt vor.

Folgende Arten von *Dinobryon* treten bald in diesem, bald in jenem Herbstmonat meist spärlich, doch auch bisweilen plötzlich massenhaft auf, verschwinden jedoch zum großen Teil bei Tempera-

turen unter 4°: *Dinobryon sertularia*, *D. sociale*, *D. stipitatum*, *D. divergens*.

Cryptomonadinae.

Neben einer Anzahl von 3—4 noch nicht genügend erkannten Arten treten folgende *Cryptomonas*-Arten auf: *C. erosa* STEIN, *C. ovata* EHRENBURG, *C. nasuta*, PASCHER, *C. tenuis* PASCHER, *C. obovoidea* PASCHER (Fig. 26), *C. caudata* spez. nov., *C. brevis* spez. nov.

Im stark erwärmten und sauerstoffarmen Wasser der Monate Juli bis Mitte September fehlen die *Cryptomonaden* in warmen Sommern ganz, erscheinen von Mitte September an spärlich und spielen erst eine Rolle, wenn von Anfang November das Wasser sich unter 8° abkühlt. Jedes Jahr ist die parallel mit der Abkühlung laufende Steigerung der *Cryptomonaden* eine absolut regelmäßige Erscheinung. Ihren dominierenden Anteil an der Bevölkerung erreichen sie bei Temperaturen von 6—4°, die normalerweise Anfang Dezember erreicht werden. Während des ganzen Herbstes und Winters sind die *Cryptomonaden* bei diesen Temperaturen zur Ausbildung von Hochproduktionen jederzeit befähigt, besonders bei steigendem Wasser. Im Karpfenwasser entzieht bisweilen *Asterionella* den *Cryptomonaden* Lebensraum und Nährstoffe so vollständig, daß sie erst beim Nachlassen der *Asterionellen* die Möglichkeit zu ihrer Entwicklung finden, die dann im selben Tempo aufwärts geht, als die *Asterionella* abwärts geht. Der Wechsel der einen Hochproduktion durch die andere ging mehrmals innerhalb 9 Tagen vor sich, also in sehr kurzer Zeit.

Ihrer übermäßigen Entwicklung wirken einerseits die von Anfang Dezember an schnell wuchernden *Trachelomonaden* entgegen, die mit ihnen um die Nährstoffe konkurrieren, andererseits die bei denselben Temperaturen massenhaft gedeihenden Protozoen neben geringeren Mengen Rotatorien und Cladoceren, die sie massenhaft vertilgen. Die Protozoen fressen hauptsächlich die *Trachelomonaden* und die kleinen Chryso- und *Cryptomonaden*, während die Cladoceren um diese Zeit hauptsächlich nur *Cryptomonas* zehren. Man sieht deutlich ein gewisses Auswahlvermögen dieser Tiere, das von der Art ihres Fangapparates abhängt (STORCH 1925). Die im Grundschlamm in Mengen lebenden Muscheln nehmen dagegen wahllos das pflanzliche Plankton in sich auf.

Meine hauptsächlich auf die biologischen Phänomene gerichteten Untersuchungen hielten mich bisher ab, auf die systematischen Eigentümlichkeiten der *Cryptomonaden* einzugehen. Solche Studien sind

gerade bei dieser Gattung sehr zeitraubend. Es folgen daher hier nur zwei auffällige und genügend erkannte neue Arten.

1. *Cryptomonas brevis* spec. nov. (Fig. 24.)

Cellulae singulares, libere natantes, in aspecto ventri late ovi-formes, in medio latissimae, in partem anteriorem et posteriorem in acutum exeuntes, linea dextra plus curvata et in parte anteriore cum angulo. Dorsum paulum curvatum; sulcus paulum in dorsum transeuns et in ventro usque ad partem mediam pertinens. Fauces ad partem mediam cellulae pertinens. Long. 25—30 μ , lat. 18—20 μ .

Zellen einzeln lebend, freischwimmend, in Ventralansicht, breit eiförmig, am breitesten in der Mitte, nach vorn und rückwärts verschmälert, die rechte Seitenkontur stärker gekrümmt als die

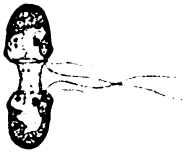


Fig. 23.



Fig. 24.

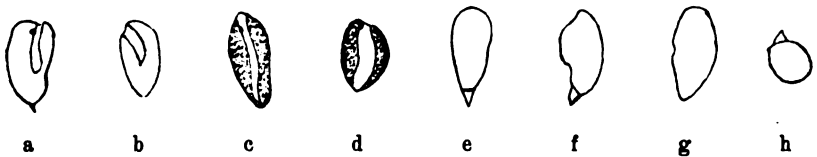


Fig. 25.

Fig. 23. *Kephyriopsis ovum* PASCHER und RUTTNER. Vergr. 990 \times .

Die Tochterzelle durch Sprossung aus der Mutterzelle (unten) entstanden.

Fig. 24. *Cryptomonas brevis* spes. nov. Vergr. 510 \times .

Fig. 25 a—h. *Cryptomonas caudata* spec. nov. Vergr. 510 \times .

linke und vorn ein stärker vorgezogenes Eck bildend. Dorsal mäßig gebogen, Furche wenig auf den Rücken gehend und ventral bis knapp zur Mitte reichend. Schlund bis zur Zellmitte hinabgehend. Chromatophor gelbbraun. Geißeln am Schlundrande stehend etwas länger als die halbe Zelllänge. Länge 25—30 μ , Breite 18—20 μ .

Ort: Altwässer der Donau.

Vegetationszeit: November bis März oft massenhaft, 200—500 Zellen pro Kubikzentimeter.

Soz. Verh.: reichlich, mitbestimmend, einzeln.

2. *Cryptomonas caudata* spec. nov. (Fig. 25 a—h).

Cellulae singulares, libere natantes, longiores quam latae, in partem posteriorem paulum angustiores et subito in caudiculum exeuntes, e transverso in orbem actae, linea sinistra plus arcuata,

in parte anteriore utrimque pariter alta; sulcus sub partem mediam cellulae pertinens. In parte media sulcus parvus transversus. Long. 14—17 μ , lat. 8 μ .

Zellen freischwimmend, viel länger als breit. In Ventralansicht, sich nach rückwärts nur wenig verschmälernd und plötzlich in ein flaches Anhängsel ausgehend, das dabei von der Kante sichtbar wird, im Querschnitt fast kreisrund, linke Seitenkontur stärker als die rechte gekrümmt, vorn zwischen der Furche beiderseits gleichhoch oder höchstens links etwas höher. Furche bis unter die Zellmitte reichend, zuerst dorsal, dann ventral gekrümmt. Ventral unter der Mitte eine quergerichtete und nach den beiden Seiten seicht auslaufende Furche. Länge 14—17 μ , Breite 8 μ .

Ort: Alte Donau. Magenschein- und Karpfenwasser.

Vegetationszeit: Dezember—Januar.

Soz. Verh.: reichlich, mitbestimmend, einzeln.

Von anderen Cryptomonaden sind erwähnenswert: *Protochrysis*- und *Nephroselmis*-ähnliche braungelb gefärbte Zellen, die im Herbstwasser besonders bei Temperaturen unter 5° alljährlich in großen Mengen auftreten. Über sie soll bei Besprechung der Wintervegetation berichtet werden.

Anhang.

Formänderung von *Cryptomonas* bei Centrifugierung.

Wenn man nach Centrifugierung bei hohen Umdrehungen (etwa 2000 pro Min.) das Sediment rasch auf den Objektträger bringt und schnell beobachtet — es darf zwischen dem Aufhören der Centrifugierung und der mikroskopischen Beobachtung nur eine Zeitspanne von 1—1½ Min. liegen — so beobachtet man häufig einige *Cryptomonas*-Zellen, deren mittlerer Zelleib oft haardünn ausgezogen ist (Fig. 27). Sehr bald bemerkt man aber, daß die Individuen wie ein ausgezogener Gummischlauch sich plötzlich wieder zu ihrer normalen Gestalt zusammenziehen und davon schwimmen. Im ausgezogenen Zustande sind die Individuen ohne Bewegung. Das nachherige ganz normale und lebhafte Schwimmen beweist, daß die Zellen durch die gewaltsame Gestaltänderung keine Schädigung ihres normalen Zustandes erlitten.

Eugleninae.

Während der gesamten achtjährigen Untersuchungszeit trat im Herbst *Euglena* entweder gar nicht oder völlig untergeordnet auf. Hingegen fehlen *Trachelomonas*-Arten nie und meist liefern sie mehrmals

im Jahre Hochproduktionen. Die Bedeutung dieser Gattung für die Ernährung der Planktontiere ist sehr groß. Die größten Völker werden im Herbst oft von *Trachelomonas volvocina* (Fig. 28) gebildet, neben der natürlich noch einige andere Arten auftreten.

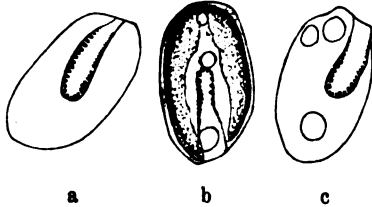


Fig. 26.



Fig. 28.



Fig. 27.

Fig. 26. *Cryptomonas obovoidea* PASCHER. Vergr. 510 \times .

Fig. 27. *Cryptomonas ovata*. Vergr. 860 \times .

Wirkung der Zentrifugierung. Die Zelle ist lang ausgezogen und nimmt rasch wieder die normale Gestalt an.

Fig. 28 a—b. Vergr. 510 \times .

a *Trachelomonas volvocina*. Hauptart mit einfacher Geißelspore.

b *Tr. volvocina* var. *scutella* nov. var.

Die Sammelspezies *Trachelomonas volvocina* erscheint in der Literatur bereits in einige Varietäten zerlegt (s. LEMMERMANN in PASCHER, Süßwasserflora, Heft 2, S. 146), wobei die Bildung der Geißelöffnung das unterscheidende Merkmal darstellt. In der Fig. 28 a, b gebe ich die Normalform mit einfacher Gehäusemündung, sowie die neue Varietät *scutella* var. nov.: Gehäuse wie bei der Hauptform, Mündung des Gehäuses schalenförmig vertieft und auf der Mitte der Vertiefung ein kurzes Röhrchen aufsitzend, durch das die Geißel austritt.

Dinoflagellata.

Sobald das Wasser im Laufe des November auf unter 8° dauernd abgekühlt ist, tritt alljährlich unfehlbar *Gymnodinium tenuissimum* LAUTERBORN auf, die schon der Entdecker und später SCHILLING und andere als

stenotherme Kaltwasserform erkannten. Diese große durch zahlreiche prachtvoll goldgelbe Chromatophoren ausgezeichnete Art erleidet bei Temperaturerhöhung sogleich weitgehende Gestaltsveränderung, die schon bei LAUTERBORN zu einer die wahre Gestalt nicht entfernt wiedergebenden Zeichnung Veranlassung gab. Auch die in neuerer Zeit von I. WOLOSZYNSKA gegebene Zeichnung gibt sie nicht wieder (s. 1912 T. XI Fig. 7—9, T. XII Fig. 1—4), so daß ich mich bemühte, die richtige Gestalt einmal im Bilde festzuhalten (Fig. 29 a—e). Daß diese Art natürlich durch Konservierung völlig verändert wird, ist nach dem Gesagten verständlich.

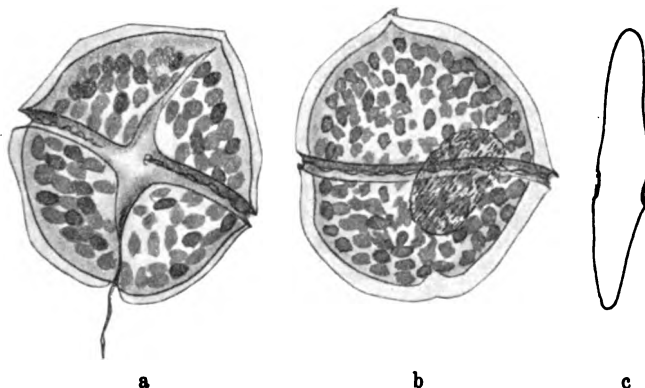


Fig. 29 a—c. *Gymnodinium tenuissimum* LAUTERBORN. Vergr. 510 \times .
a Ventralansicht, b Rückenansicht, c Profilsansicht.

Das in Fig. 38 dargestellte *Gymnodinium* spec.? wird bei Behandlung des Winterplanktons besprochen werden.

Glenodinium polonicum WOLOSZ.

Eine zweite regelmäßig im Herbstwasser mit der vorigen vergesellschaftete Peridinee dürfte identisch mit *Glenodinium polonicum* sein. Gestalt und Größe stimmen mit meinen Exemplaren überein. Die Querfurche finde ich freilich nicht so stark linkswindend wie WOLOSZYNSKA sie zeichnet. Es besitzt Chromatophoren von brauner Farbe, die leicht in einen großen braunen Klumpen sich zusammenballen. Diese Art ist von Mitte Oktober bis Mitte März mit etwa 200 Individuen pro Liter vertreten.

Ein *Glenodinium* spec. nov. (Fig. 37) wird erst bei Besprechung des Winterplanktons behandelt werden. Es ist farblos, besitzt jedoch häufig einen unregelmäßigen braunen dichten Körper von unbekannter Natur.

Ebenso typische Vertreter des kalten Wassers wie aus vielen anderen Gegenden bereits bekannt, sind auch in den Altwässern der Donau *Peridinium quadridens* ¹⁾, *P. aciculiferum*, die sehr häufig sind, während *P. Willei*, *P. Lomnicki*, *P. Marsoni* und *P. löve* nur spärlich auftreten. Die vier letzteren Arten beleben das Wasser in der wärmeren Herbstzeit bis zur Temperatur von 7°; die beiden ersteren treten erst bei Temperaturen unter 7° auf, bei welchen also jene schon verschwunden sind. LEMMERMANN fand *P. aciculiferum* bei Temperaturen von 12—2,9°. Hier wurden *P. aciculiferum* und *P. quadridens* bei Temperaturen über 8° noch nie gefunden. Ihr Temperatur-optimum liegt zwischen ein und 5° C. Die Frequenzzahlen zur Zeit des Maximums betragen 220—400 Zellen pro Liter. Einige nur gelegentlich auftretende Arten der besprochenen drei Gattungen erregten weder biologisches noch systematisches Interesse.

Hingegen nahm meine Aufmerksamkeit eine *Gonyaulax* voll in Anspruch, die ich schon 1915 in einem Ziegelteiche bei Wien fand und seither in allen untersuchten Ziegelteichen des Wiener Beckens wiederfand. In diesen Teichen trat *Gonyaulax austriaca* spec. nov. regelmäßig von April an auf und erreicht von Mai bis Ende Juni das Maximum. Im abgekühlten Herbstwasser verschwindet die Form dann fast ganz. Sie ist in den Altwässern der Donau im Gegensatz zu den Ziegelteichen in ihrem Auftreten unregelmäßig und stets nur seltener Planktont, den ich hier nur deswegen anführe, weil bisher als typische Vertreter dieser marinen Gattung im Süßwasser nur zwei Arten angesehen werden können, da eine von WOLOSZYNSKA als *G. polonica* und desgleichen eine von LINDEMANN als *G. limnetica* bezeichnete neue Art nach letzterem Autor mit dem altbekannten *G. apiculata* zusammengelegt werden müssen. Unser *Gonyaulax austriaca* zeigt die typischen Merkmale der verbreiteten marinen Arten.

Gonyaulax austriaca spec. nov. (Fig. 30 a, b.)

Die beiden Körperhälften von nahezu gleicher Größe. Epivalva kantig, ihre obere Hälfte deutlich aufgesetzt. Querfurche fast kreisförmig, schwach linksdrehend, Längsfurche vom Apex bis zur Endplatte der Hypovalva unregelmäßig schwach gewunden verlaufend. Hypovalva nach unten breit abgeplattet mit deutlichen aber sehr feinen Zähnen an den Nähten und deren Kreuzungsstellen. Chromatophoren zahlreich gelbbraune Platten bildend. Schwärmsporen

¹⁾ Siehe die Bemerkung S. 7.

in Einzahl aus der aufgerissenen Querfurche schlüpfend. Cysten unbekannt. 30—40 μ hoch, 25—30 μ breit. Apikalplatten 4, Interkalarplatten 0 (1?), Praeingularplatten 6, Gürtelplatten 6, Postcingulare 6, je eine hintere Interkalar- und Antapicalplatte.

Diese neue Art kann von der allerdings recht variablen *Gonyaulax apiculata* durch die eckigen Körperformen, und besonders durch die abgeplattete hintere Hälfte schon bei schwacher Vergrößerung unterschieden werden.

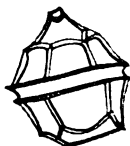
Ort: Ziegelteiche des Wiener Beckens häufig; Altwässer der Donau (spärlich).

Vegetationszeit: April bis Herbst, Maximum im April—Mai.

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



a



b

Fig. 30.



Fig. 31.

Fig. 30 a, b. *Gonyaulax austriaca* spec. nov. Vergr. 560 \times .
a junge Zelle in ventral-antapikal-Ansicht, b alte Zelle in Dorsalansicht.

Fig. 31. *Atheya Zachariasi*. Ruhespore mit Inhalt. Vergr. 1260 \times .

Bacillariaceen.

Unter den Kieselalgen, die in größeren Mengen auftreten oder sonst noch ein Interesse bieten, seien erwähnt: *Melosira varians*, die von Mitte November an auftritt und meist erst im Januar größere Volksdichte gewinnt; *Cyclotella compta*, *C. Kützingiana*. Der mit den langen Borsten mehr marin als limnisch anmutende *Stephanodiscus Hantzschii*, var. *pusilla*, erscheint im kalten Wasser von Anfang Dezember an, erreicht im Winter die größte Volksdichte und flaut im März wieder ab.

Atheya Zachariasi kann in ihrem Auftreten nicht sicher festgelegt werden, da sie infolge der geringen Sichtbarkeit unbemerkt bleibt. Gleiches gilt von *Rhizosolenia longisetata*.

Da die von SCHRÖDER gebrachte Zeichnung die Ruhespore ungenau wiedergibt, sei sie in Fig. 31 gegeben.

Fragilaria virescens bleibt während des ganzen Jahres mit geringen Unterbrechungen; ihre eigentliche Vegetationszeit liegt in der kalten Zeit, mit dem Maximum im Januar—Februar. Je stärker die verti-

kale Wasserbewegung infolge wechselnden Wasserstandes im Donau-
strom sich gestaltet, um so größer ist die Volksdichte.

Asterionella gracillima bildet jedes Jahr im Karpfenwasser eine
Massenvegetation mit braungelber Wasserfärbung in den Monaten
November—Dezember von 2—3 wöchentlicher Dauer bei Temperaturen
zwischen 8—0,5° C. Nie trat im Herbst Hochproduktion im Magen-
scheinwasser ein, darin sie zu denselben Zeiten wie im Karpfen-
wasser in quantitativ weitem Abstand auftritt.

Chlorophyceen.

Während des Herbstes treten die Arten der Gattung *Chlamydo-*
monas sehr spärlich oder überhaupt nicht auf.

Um so größer ist der Anteil von *Eudorina elegans* an den herbst-
lichen Assoziationen. Ihre Vegetationszeit fällt im Jahresverlauf
in die Zeit des kühlen Wassers. Sie lebt im Karpfenwasser weit
zahlreicher als im Magenscheinwasser. Mitte November tritt sie
auf und wuchert mit der Abkühlung des Wassers immer stärker
und selbst das auf 1° abgekühlte Wasser wirkt nicht hemmend auf
ihr Gedeihen. Wenn von Mitte Dezember an die Massenvegetation
der *Cryptomonas*-Arten aufhört, dann steigert sich oft plötzlich
ihre Volksdichte und alle Kolonien geraten sodann in lebhafte
vegetative und geschlechtliche Vermehrung. Auch in den ost-
holsteinischen Seen hat UTERMÖHL (1925 p. 416, 417) solches Ver-
halten nachgewiesen. Dieser Autor fand bei einer sehr starken
Wucherung am 10. Oktober 1923 die Zellen ohne Geißeln, was er
auf die aktive Reaktion $Ph = 4'8$ zurückführt. Auch ich habe
einige Male die Kolonien vergeblich nach Geißeln abgesehen. Diese
Erscheinung kann vielleicht mit dem bei vielen Flagellaten be-
obachteten Abwerfen der Geißel bei starker chemischer Reizung
oder plötzlicher Veränderung des Mediums zusammenhängen. Der
Verlust wurde bei dieser Pflanze auch als Folge starker Infektion
durch eine Chytridiacee beobachtet.

Eine auffällige Beobachtung betrifft die Länge der Geißeln.
Die jungen noch im Wachsen begriffenen Zellen der Kolonien
(Fig. 33) haben im untersuchten Gebiete bis doppelt so lange
Geißeln als zumeist die ausgewachsenen. So sind die in der Text-
figur 33 gezeichneten Geißeln eher noch etwas länger gewesen. Sie
werden mit der Entfernung von der Kolonie immer zarter und
damit weniger gut sichtbar, doch konnte ich eine damit parallel
gehende schnellere Bewegung der jüngeren Kolonien gegenüber den
alten nicht feststellen, da die Bewegungsgeschwindigkeit beider

Stadien schnell und oft wechselt. Dabei wurde natürlich neben der Größe der Kolonien auch die Zahl der Zellen in Betracht gezogen. Ihre Blütezeit fällt bereits in den meisten Jahren in die Wintermonate und im April verschwindet sie völlig.

Während aller acht Jahre waren von Mitte November bis Mitte Februar fast alle *Eudorina*-Zellen der meisten Kolonien sehr stark von einer Chytridiacee besetzt. Zu meiner Verwunderung fand ich in der Literatur keine Angaben über einen auf *Eudorina* lebenden Pilz und in der Meinung, daß mir eine Literaturangabe entgangen sein würde, wendete ich mich an Herrn Dr. SCHERFFEL, der mir eine eben erschienene Arbeit von N. GIMESI über die fragliche Chytridiacee übersandte und die weitere Lebenswürdigkeit hatte, mich über den Inhalt der magyarisch geschriebenen, aber mit einem deutschen Autorreferate versehenen Schrift aufzuklären. GIMESI beschreibt sie unter dem Namen *Phlyctidium eudorinae* als neue Art. Es ist für mich sicher, daß es sich um denselben Organismus wie hier in Wien handelt. Der Autor hat sein Material aus dem Lágymányoser See hinter dem Polytechnikum in Budapest. Dieser See dürfte hydrographisch mit den Altwässern der Donau hier in Wien übereinstimmen. Der Parasit tritt hier in Niederösterreich im Donautale in allen bis jetzt von mir untersuchten Gewässern alljährlich auf. Der Autor hat leider die Arbeit von ZOPF 1884 unberücksichtigt gelassen und Herr Dr. SCHERFFEL teilte mir auch mit, daß er sowohl *Rhizophyidium appendiculatum* als auch *Rh. Braunii* nicht zum Vergleich herangezogen habe.

Schon beim erstmaligen Beobachten 1918 hatte ich den Pilz nach ZOPF für *Rh. appendiculatum* gehalten. ZOPF beschreibt 1884 p. 266 unter diesem Namen zwei deutlich verschiedene Formen, von denen die eine bei der Keimung der Schwärmsporen einen sehr kurzen Tubus treibt, der als leere Hülle später seitlich am Sporangium festsetzt. Von der anderen Form gibt er an, daß die Bildung des Keimröhrchens unterbleibt und daß jede Schwärmspore sofort eine breite zum Sporangium werdende cylindrische oder kugelige Ausstülpung treibt, so daß es nach unten stärker bauchig, nach oben aber schwach köpfchenförmig abgesetzt ist. Damit stimmt unser *Eudorina*-Parasit überein. ZOPF gibt die jüngsten Sporangienstadien für die zweite Form von *Rh. appendiculatum* nicht an.

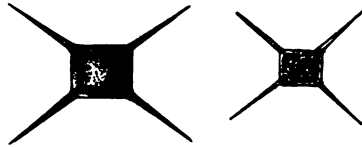


Fig. 32 a, b.
Lagerheimia Chodatii BERNARD mit
Chromatophor und Pyrenoid.
Fig. 32 a 1130 \times , Fig. 32 b 1500 \times .

Als ich die jüngsten Stadien sah, gewann ich die Überzeugung, daß der Parasit mit *Rh. appendiculatum* nichts zu tun hat, aber dem *Rh. acuforme* ZOPF nahe steht, das ZOPF ebenfalls auf einer *Chlamydomonas* fand. Vorderhand halte ich es für das Beste, den PILZ im Anschluß an GIMESI als *Rhizophyidium Eudorinae* (GIMESI) SCHILLER zu bezeichnen und werde auf ihn bei Besprechung der Wintervegetation näher eingehen.

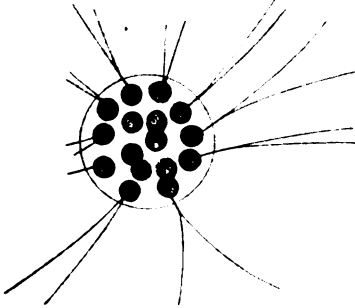


Fig. 33.

Eudorina elegans Vergr. 510 ×.

Sehr junge Kolonie, die Zellen mit sehr langen Geißeln, davon nur einige in fast ganzer Länge wiedergegeben.

Im Herbst tritt recht spärlich eine Pflanze auf, die meines Wissens bis jetzt nur aus Java bekannt ist: *Lagerheimia Chodati* BERNARD (Fig. 32). Aus diesem Funde geht wieder die weite Verbreitung der meisten kleinen Planktonten hervor.

5. Quantitativer Ablauf der Herbstvegetation und einzelner ihrer Glieder.

In dem herbstlichen Chlorophyceen-Plankton bildet nur *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* meist plötzlich aufkommende und nach 14–20 Tagen wieder spurlos verschwindende Hochproduktionen mit intensiver graugrüner Wasserfärbung im Karpfenwasser, und nur einmal trat die Alge auch im Magenscheinwasser auf. Alle übrigen Chlorophyceen (= Protococcalen) treten nur untergeordnet auf. Stets leben sie im Karpfenwasser reichlicher.

Von *Pediastrum*-Arten kommen im Herbst vor:

P. integrum 8–15 Kolonien pro l.

P. clathratum SCHRÖTER-LEMMERMANN 5–9 Kol. pro l.

P. duplex MEYEN 20–26 Kol. pro l.

P. Boryanum TURPIN-MENEGHINI 20–36 pro l.

P. tetras 10–25 pro l.

Tetraedron caudatum (selten).

Scenedesmus obliquus (Frequenzzahlen siehe in der Tabelle).

S. quadricauda.

S. denticulatum.

S. acuminatum.

S. opoliensis.

Crucigenia minima (FRITSCH) BRUNNTH.

Tetrastrum staurogeniaeforme (SCHROEDER) LEMMERMANN.

Ankistrodesmus falcatus var. *aciculus*.

Ankistrodesmus longissimus (untergeordnet).

Dictyosphaerium pulchellum, selten und nur in kleinen Mengen auftretend.

Coelastrum microporum, zurücktretend 200—300 Zellen pro l.

a) Magenscheinwasser. (Tab. Nr. 1.)

Die Volksdichte nimmt alljährlich in ganz regelmäßigem Verlauf von Beginn des September an zunächst langsam und von Ende Oktober an schneller zu; bei Temperaturen unter 6° wird das Maximum erreicht. Für die Tabelle Nr. 1 wurden eben wegen des

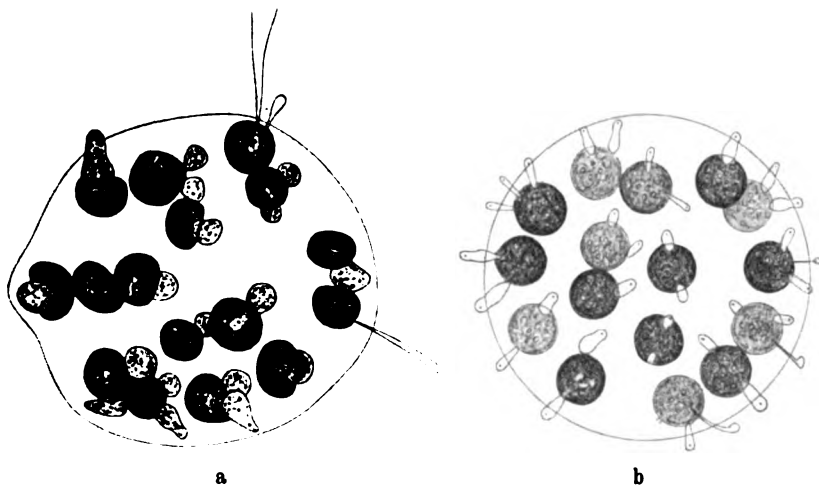


Fig. 34 a. *Eudorina elegans* mit meist fast reifen Sporangien von *Rhizophyidium eudorinae*. Zellen sind deformiert. Die Geißeln der *Eudorina*-Zellen fehlen oder sind sehr kurz. Vergr. 270×.

Fig. 34 b. *Eudorina elegans* mit jungen Stadien von *Rhizophyidium eudorinae* GIMESI (SCHILLER) Vergr. 270×.

in jedem Jahr sehr gleichmäßigen Ablaufes nur zwei Herbste und auch diese nur teilweise verwendet. Von Ende September bis Mitte Oktober beträgt die alljährliche mittlere Bevölkerungsdichte 800 bis 1000 Organismen pro Kubikzentimeter. Sie steigert sich gegen Ende Oktober auf 1600—1800. Parallel mit der Abkühlung im November hebt sie sich im raschen Tempo auf eine Frequenz von mindestens 2000—3000 Zellen. Im Dezember wird das Herbstmaximum bei Temperaturen unter 6° erreicht, das um so größer ist,

Tabelle I.

	15. X. 1923	4. XII. 23	11. XI. 25	18. XI. 25	9. XII. 25	16. XII. 25	16. XII. 25
Magenscheinwasser	0—1,5 m 11° C	0—1 m 0,3° C	0—1 m 7—8° C	0—1 m 7—8° C	0—10 cm 0,5° C	0—10 cm 1° C	über dem Grund 1,9 m 4° C
Alte Donau	—	8 cm Eis	—	—	13 cm Eis	15 cm Eis	15 cm Eis
Bevölkerungsdichte pro ccm angegeben	—	trüb grün	ziemlich klar, gelblich	gelblich	trüb gelblich- braun	gelblich	gelblich
	gelbgrün	grün	gelblich	gelblich	graugrün	graugrün	graugrün
	0,10 ccm	0, 23 ccm	0,441 ccm	1,76 ccm	0,65 ccm	0,205 ccm	0,29 ccm
<i>Cryptomonas</i> -Arten	96	1240	924	1008	1996	1371	183
Unbestimmte <i>Cryptomonaden</i>	15	32	68	103	70	26	12
<i>Dinobryon sociale</i> (Zellen)			328	62			
" <i>stipitatum</i> "				37			
" <i>divergens</i> "							
<i>Keptyrion circumvallatum</i> spec. nov.	24	30	24	103	82	32	30
<i>Synura uvella</i> (Kolonien)			6	4	3		
<i>Uroelenopsis botrys</i> (<i>apiculata</i>) "				3	3		
" <i>europaea</i>				12	545	86	55
" <i>akrokomos</i>		36		13	48		
" <i>tonsurata</i>							
" <i>ovum</i>							
Übrige Chrysomonaden	350	2939	989	2700	5116	2908	962
Summe der Chryso- u. Cryptomonaden	485	4267	2339	4045	7863	4423	1242
<i>Euglena</i> spec.	1						
<i>Trachelomonas</i> -Arten (b. <i>T. voltocina</i>)	9	1343	297	254	2079	2365	1560
Summe der Eugleninae	10	1343	297	254	2079	2365	1560
<i>Peridinium aciculiferum</i>		8			8	19	2
<i>Gymnodinium tenuissimum</i>		6			8	30	2
<i>Gymnodinium</i> spec., farblos		142	5	5	381	22	32
"							
Summe der Peridineen	12	156	5	5	397	71	36
<i>Anabaena delicatula</i> (Fäden)	482					41	
<i>Coclosporium Naegelianum</i>							
Cyanophyceen	482					41	
<i>Closterium acutum</i>		34				36	
" <i>ceratum</i>							
<i>Staurastrum</i> spec.							
<i>Pediastrum duplex</i>							

ja zum Jahresmaximum werden kann, wenn das Wasser auf 2–4° C sinkt und das Wasser eisbedeckt ist. Dieses regelmäßige Zusammenfallen der dichtesten Herbstbevölkerung mit dem Gefrierpunkt nahen Wassertemperaturen ist das auffälligste gemeinsame biologische Ereignis in den Erscheinungen beider Gewässer.

Das Magenscheinwasser erlangt normalerweise nur eine Hochproduktion, gebildet von Chryso- und Cryptomonaden, wobei bald der einen, in einem anderen Jahr der anderen Gruppe die erste Stelle zukommen kann. Im Gesichtsfelde des Mikroskopes fallen die größeren und durch ihre Färbung auffälligen Cryptomonaden stets stärker ins Auge als die weit kleineren und wenig gefärbten Chrysomonaden. Die größte von *Cryptomonas*-Arten gebildete Assoziation betrug 3000 Zellen pro Kubikzentimeter, während die durchschnittliche Dichte bei 1200 Individuen liegt. Wenn die Cryso-monaden zahlenmäßig höher gehen, so erreichen sie bei ihrer Kleinheit den Substanzwert der weit größeren Zellen der Cryptomonaden nicht. Volksdichten von 6000 Zellen pro Kubikzentimeter werden selbst im Wasser von $\frac{1}{2}$ ° C unmittelbar unter der Eisschicht gezählt. Eine regelmäßige Massenvegetation bildet im Magenscheinwasser nur noch *Trachelomonas volvocina*, mit Dichten von 2000 bis 3000 Zellen; auch sie liegt im kalten Wasser (siehe Tabelle Nr. 1).

Sonst brachten es in den 8 Jahren weder Diatomeen, noch *Chlorophyceen* oder *Schizophyceen* zu dichter Vegetation. Nur ein einziges Mal blühte *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* zu gewaltiger Dichte auf, die mit über 10 000 Zellen (die Kolonie zu nur 18 Zellen angenommen) ermittelt wurde. Für die schon oben erwähnten Eigentümlichkeiten des Magenscheinwassers, daß *Anabaena* nur ausnahmsweise in manchen Jahren in größeren Mengen auftritt, ist durch eine Zählung aus dem Jahre 1923 belegt, wo 482 Fäden pro Kubikzentimeter auftraten.

Unter den bisweilen mit zahlreichen Gattungen auftretenden Kieselalgen entwickeln *Fragilaria virescens*, *Melosira varians*, *Synedra acus* und die bekannte *Asterionella gracillima* einigermaßen in Betracht kommende Völker mit Frequenzen bis zu 300 Individuen maximal pro Kubikzentimeter. Es ist ungeklärt geblieben, warum *Asterionella gracillima* im Magenscheinwasser in den 8 Jahren nie zur Massenentwicklung gelangte, wozu sie bekanntlich sehr neigt und die sie zu allen Zeiten ausbilden kann. Dies ist um so auffälliger, weil sie dies in dem über der Straße gelegenen Karpfenwasser mit der größten Regelmäßigkeit tut.

Bezüglich der Protozoen wurde schon oben auf die Parallelität ihrer Entwicklung mit der der niederen Flagellaten hingewiesen, deren Hauptnahrung diese bilden. Den Tieren steht immer eine reiche Weide zur Verfügung. Detritus fehlt im November und Dezember oder ist gering. Die Zahl der Spaltpilze ist der Zahl der angeführten Autotrophen mindestens gleich.

b) Karpfenwasser. (Tabelle Nr. II.)

Während im Magenscheinwasser die Entwicklung der Bevölkerungsdichte stets ruhig und gleichmäßig mit den sinkenden Wassertemperaturen vorschreitet, so daß man fast stets aus der ermittelten Temperatur auf die vorhandene Bevölkerung schließen kann, zeigt die Bevölkerung des Karpfenwassers einen stets unruhigen, sprunghaft sich ändernden Ablauf. Ein besonderes Merkmal gewinnt dieses Altwasser durch wenigstens viermalige Entwicklung von Hochproduktionen. Die eine vom Sommerwasser übernommene besteht aus *Anabaena delicatula*, die in den meisten Jahren schon Mitte Oktober bis auf wenige Zellfäden schwindet. Nur zweimal hielt sie sich auf sommerlicher Dichte bis zum Winter selbst in dem auf $\frac{1}{2}^{\circ}$ C abgekühlten Wasser und bei starker Beschattung unter Eis. Bis Mitte Oktober ist sie reich an Pseudovakuolen, so daß im Planktongläschen sich eine dichte spangrüne oberflächliche Schicht bildet. Meine frühere Meinung, daß aus den zugrunde gegangenen *Anabaena*-Fäden sich die zweite stets im November folgende und von *Asterionella* gebildete Massenvegetation aufbaue, erwies sich auf Grund von zwei Fällen, wo beide Massenvegetationen zu gleicher Zeit wucherten, als irrig. Sie sind in ihrem Nährstoffbedarf jedenfalls voneinander unabhängig. *Asterionella* blüht nur durch längstens 3 Wochen. Doch hält sie sich mehr oder weniger stark bis in die ersten Frühjahrsmonate

Die dritte regelmäßige Hochproduktion des Herbstes fällt stets in die Zeit des kältesten Herbstwassers, in den Dezember. Sie besteht aus denselben Chryso- und Cryptomonaden-Arten wie im Magenscheinwasser, aber die Crysomonaden treten etwas zurück.

In den Jahren 1921 und 1925, als gleichzeitig die von *Anabaena* und *Asterionella* gebildeten Hochproduktionen bis in den Dezember hinein andauerten, blieb die sonst mit Sicherheit einsetzende Cryptomonadenvegetation aus und kam (1921) erst im Januar. Im Medium war weder Raum noch Nahrung für eine dritte Massenwucherung vorhanden.

Eine sonst in den Januar oder Februar fallende Wasserblüte

Tabelle II.

	Zeit des Fanges	26. XI. 1925	16. XII. 1925	15. X. 1923
Karpfenwasser	Tiefe	0—30 cm	0—30 cm	0—10 cm
Alte Donau bei Wien	Oberfl.-Temperatur	7° C	0,3—1° C	0,3—0,8° C
	Eis	—	15 cm Eis	6 cm Eis
Organismen pro 1 ccm	Farbe des Wassers	gelbbraun	gelbl.-grün	gelbgrün
	„ des Plankton- satzes	gelbgrün	graugelb	grün
	Satzvolumen aus 1 l	0, 17 ccm	0,36 ccm	0,37 ccm
<i>Cryptomonas</i> -Arten		447	615	9
Andere <i>Cryptomonaden</i>				
<i>Dinobryon divergens</i>			37	
Chrysomonaden		1192	1222	1410
Chryso- und <i>Cryptomonaden</i>		1639	1874	1419
<i>Trachelomonas</i> -Arten		20	37	44
<i>Peridinium aciculiferum</i>			5	
<i>Gymnodinium tenuissimum</i>			5	
<i>Gymnodinium</i> (farblos)	3		4	5
Peridiniaceen	3		14	5
<i>Anabaena delicatula</i> (Fäden)	836		903	44
<i>Coelosphaerium Naegelianum</i>	20			
Summe der Cyanophyceen	556		703	44
<i>Closterium acutum</i>				66
„ <i>ceratium</i>	75		14	
<i>Staurastrum</i> spec.	3		2	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	365		14	
<i>Pediastrum Boryanum</i>				72
„ <i>Tetras</i>				36
„ <i>integrum</i>	18			
„ <i>duplex</i>	42			
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	5			83
„ <i>quadricauda</i>	18			136
„ <i>denticulatus</i>				13
„ <i>opoliensis</i>				18
<i>Dictyosphaerium Ehrenbergianum</i>				8216
„ <i>pulchellum</i>	1			
<i>Tetraedron caudatum</i>				6
„ spec.				4
<i>Chlamydomonas</i>	9		40	
Chlorophyceen	572		70	8650
<i>Stephanodiscus</i>	18			
<i>Atheya Zachariasi</i>	5			
<i>Asterionella gracillima</i>	1386		56	18
<i>Fragilaria virescens</i>	243		28	
<i>Synedra acus</i>			16	32
<i>Amphora</i> spec.				2
Summe der Bacillariaceen	1652		100	52
Summe aller Protophyten	4650		2898	10214
Protozoen	7		16	34
Metazoen und Eier	1,3		3	2
Summe der Tiere	8,3		19	36
Verhältnis der Protophyten zu den Tieren		580 : 1	144 : 1	290 : 1

von *Eudorina elegans* konnte man in einigen Jahren 1920 und 1922 bereits im Dezember feststellen. Das Wasser war damals mit einer wenige Zentimeter dicken Eisschicht bedeckt. Gleiches gilt von *Trachelomonas volvocina*, das die für das Magenscheinwasser ermittelten Dichten auch im Karpfenwasser erreichen kann.

Eine sechste Alge bildet jedes zweite oder dritte Jahr eine gewaltig hochgehende Vegetation, die in die Zeit Oktober bis Dezember fallen kann. Es ist *Dictyosphaerium Ehrenbergianum*, die Volksdichten bis zu 12000 Zellen im Kubikzentimeter mehrfach erreichte (1919, 1921, 1923; in diesem Jahre lag die größte Dichte im November mit über 11000 Zellen). Sie verbraucht Raum und Nährstoffe in solchem Maße, daß nur wenig andere Organismen leben können und stört die Aufeinanderfolge der einzelnen Herbstvegetationen dann völlig.

Das von UTERMÖHL l. c. p. 423 in den Ostholsteinischen Seen beobachtete Aufblühen dieser Alge während der kalten Jahreszeit, oft am Ende des Winters oder zu Beginn des Frühjahres kann auch für das untersuchte Gebiet bestätigt werden. Nur bleiben die hier gefundenen Frequenzzahlen weit hinter den von UTERMÖHL festgestellten zurück, da er die Kolonienzahl höher angibt als ich oben die Zellenzahl.

Während demnach das Karpfenwasser wenigstens viermal im Herbst jährlich aufblüht, bringt das Magenscheinwasser nur zweimal Hochproduktionen hervor; das erstere Wasser ist produktiver¹⁾. Im ersteren liegt oft, im zweiten immer das herbstliche Dichtemaximum im kältesten Wasser.

Die größere Fruchtbarkeit des Karpfenwassers dürfte darin begründet sein, daß es keinen Abfluß und keine phanerogame Vegetation trägt. Die in den letzten drei Jahren beobachtete vermehrte Produktion wird mit kulturellen Einflüssen zusammenhängen, da in der Umgebung mehr Häuser entstanden und die Zahl der Enten und Gänse sich vermehrte. Darauf führe ich auch das während der Niederschrift dieser Arbeit im Februar 1926 zum ersten Male beobachtete Durchhalten der *Anabaena* über Januar und Februar hinaus zurück.

Das Zusammentreffen der größten Fruchtbarkeit mit der niedrigsten Jahrestemperatur des Wassers während der kurzen Tage und bei niedrigstem Sonnenstand scheint für sehr viele eutrophe

¹⁾ Rein zahlenmäßig scheint dies nach den Tabellen unzutreffend. Man bedenke jedoch, daß die *Anabaena* lange Fäden mit oft Hunderten von Zellen bildet, deren jede einer Chrysonade der Substanz nach etwa gleichwertig ist.

Gewässer mit starken Konvektionsbewegungen des Wassers charakteristisch zu sein. Sie haben ferner um diese Zeit alle hauptsächlich Flagellaten und von Chlorophyceen vorwiegend die automobilen Volvocalen zur Bevölkerung, neben denen nur noch Kieselalgen in größeren Mengen gedeihen. Bei den letzteren kennen wir zur Genüge ihre großen Ansprüche an die Nährkraft und den reichen Gehalt an O und CO₂. In diesem Punkte stimmen jedenfalls mit ihnen jene automobilen Planktonten überein, da sie nur in eutrophen Gewässern zu dichten Assoziationen überhaupt befähigt sind und für die Bewegung einen hohen Bedarf an Kohlenhydraten und O für die Erzeugung der Bewegungsenergie haben. O und CO₂ sind bekanntlich im kalten Wasser in weit größeren Mengen als im warmen löslich und daher können solche dichte Flagellatenbevölkerungen in den eutrophen Gewässern nur bei hohem Gasgehalt bestehen. Das Licht spielt eine geringe Rolle, da alle in kleinen Gewässern lebenden Pflanzen infolge der jederzeit starken Trübung mit den geringsten Lichtmengen auskommen.

Die Meinung E. NAUMANN'S (1925 S. 596), daß eine extensive Untersuchung über die extremen Produktionstypen mit Rücksicht auf Phytoplankton im Sommer durchgeführt werden müsse, weil die Wirkung der grundlegenden chemischen Milieuspektren selbstverständlich nur bei einer optimalen Lage der Licht- und Temperaturspektren festgestellt werden könne, halte ich bezüglich eutropher Gewässer für irrig, weil bei minimalem Lichte und dem Eispunkte nahen Temperaturen sehr viele Chryso- und Cryptomonaden gerade ihre optimalen Lebensbedingungen haben und solche Gewässer oft im Winter stärker und artenreicher als im Sommer besiedelt sind.

B. Physiologischer Teil.

6. Wirkung plötzlicher Temperaturänderung und tiefer Temperaturen.

Für die aus Cryptomonaden, verschiedenen Chrysomonadengattungen, besonders *Chromulina*, gebildete späte Herbstvegetation ging aus den 8jährigen Beobachtungen hervor, daß sie erst bei Temperaturen unter 7° größere Dichte zu erreichen vermag. Es lag die Frage nahe, ob bei rascher Abkühlung des Wassers, die in so seichten Gewässern rasch erfolgen kann, eine Schädigung dieser

sonst so sehr empfindlichen Crypto- und Chrysomadenvegetation eintritt.

In der Beobachtungszeit konnte viermal, zuletzt 1925, nach normaler langsamer Abkühlung der Wasserschichten bis 20 cm Tiefe auf 5°C ein sprunghafter Temperaturrückgang innerhalb 3 Tagen auf $\frac{1}{2}-1^{\circ}\text{C}$ und durch 3 Wochen anhaltende Eisbildung festgestellt werden. Es zeigte sich stets, daß plötzliche Abkühlung keinen hemmenden, sondern vielmehr einen fördernden Einfluß auf die Vegetation hat, da die quantitativen Zunahmen sowie die der Arten weiter fortschreiten und ihren Höhepunkt erreichen. Tritt nämlich bis Herbstende keine Eisbildung bzw. Wassertemperatur von $2-5^{\circ}\text{C}$ ein, und werden diese erst im Januar oder gar im Februar erreicht, dann fällt die maximale Entwicklung der Chryso- und Cryptomonadenbevölkerung erst in diesen Monat. Die Regelmäßigkeit dieser Erscheinung besagt, daß das Optimum der Entwicklung dieser Organismengruppen bei Temperaturen von $1-5^{\circ}\text{C}$ liegt.

Umgekehrte nach oben gerichtete rasche Änderungen der Temperaturen zerstören die stenothermen Glieder binnen wenigen Tagen.

7. Biologische Untersuchung des Eises.

Als im Jahre 1917 während des damals außergewöhnlich strengen und langanhaltenden Winters alle Altwässer der Donau bis auf die tiefsten Stellen einfroren, da drängte sich die Frage nach dem Schicksal der im Eise eingeschlossenen Planktonten auf. In der Folgezeit wurde wiederholt Schmelzwasser zentrifugiert und besonders im Herbst 1925 wurde die Eisuntersuchung systematisch unternommen.

1. Probe. Am 2. Dezember 1925 bildete das Eis im Magenscheinwasser eine 4—5 cm dicke Schicht, die aus reinem 3—4 Tage altem Eis mit kleinen Luftblasen bestand. Ein Stück von etwa 5 kg Gewicht wurde herausgeschlagen und bei einer Lufttemperatur von -3°C in das nahegelegene Laboratorium der hydrobiologischen Donaustation in einem Glanzleinwandsack getragen und hier bei Zimmertemperatur von 8°C zum langsamen Auftauen gebracht. Von den in einer Glasschale liegenden großen Eisstücken wurde das erste Schmelzwasser weggeschüttet, weil möglicherweise die oberflächlich eingefrorenen Organismen beim Herausschlagen des Eises geschädigt sein konnten. Erst das später sich bildende Schmelzwasser wurde zentrifugiert. Von der Stelle, wo das Eis herausgenommen war,

wurde Oberflächenwasser (0—15 cm) mitgenommen und davon 7 ccm zentrifugiert. In diesem Wasser fanden sich folgende Organismen pro ccm:

Magenscheinwasser:	
Chryso- und Cryptomonaden	4 200 pro ccm
Trachelomonaden	1 800 " "
Peridineen	185 " "
Chlorophyceen	42 " "
Diatomeen	124 " "
Proto- und Metazoen	672 " "
	<hr/> 7 023 pro ccm

Nun wurden 7 ccm Schmelzwasser zentrifugiert aus dem 4 Tage altem Eise. Die darin vorhandenen Organismen sind je nachdem sie lebend oder tot waren, hier angeführt:

Schmelzwasser.

Organismengruppe	Magenscheinwasser pro ccm			
	1. Probe		2. Probe	
	lebend	tot	lebend	tot
Chryso- u. Cryptomonaden	0	12	0	18
Trachelomonaden	124	—	82	—
Peridineen	18	—	3	—
Chlorophyceen	—	4	—	5
Diatomeen	12	—	—	—
Proto- u. Metazoen	1	3	—	—

Dieses Resultat ergab, daß nur ein Bruchteil der im Wasser unterhalb des Eises vorhandenen Organismen im Eise waren. Von den Chryso- und Cryptomonaden wurde keine einzige lebende Zelle gefunden. Nur spärlich sah man tote Exemplare von *Mallomonas* und *Cryptomonas* (s. Fig. 35 u. 36); an ihrem Tode konnte nicht gezweifelt werden, da die Zellen völlig desorganisiert und die Chromatophoren die graugrüne Todesfärbung zeigten. Dagegen bewegte sich *Trachelomonas volvocina* mit mäßiger Geschwindigkeit. Die stets geschlossen auftretende stenotherme Peridineenassoziation, der oben wiederholt Erwähnung geschah, fand sich vollständig und lebend mit allen Arten auch im Eise vereint (s. *Glenodinium* (Fig. 37 und *Gymnodinium* Fig. 38 a—c. An den schönen goldgelben Chromatophoren und ihrer natürlichen Anordnung sah man keinen Unterschied gegenüber den aus dem Wasser erbeuteten Exemplaren. Auch alle Diatomeen (*Fragilaria virescens*, *Asterionella*, *Rhicosphenia curvata*

Synedra acus, *Navicula*-Arten und andere waren normal gefärbt, ihre Chromatophoren ausgebreitet und nur ein kleiner Bruchteil zeigte Systrophe; auch deren Chromatophoren zeigten normale Färbung.

2. Probe. Am 9. Dezember aus dem Magenscheinwasser. Eisdicke 13 cm. Das Eis wurde wie oben gewonnen, doch wurden die Stücke mit einem Meisel quergeteilt um zu sehen, ob die ältere

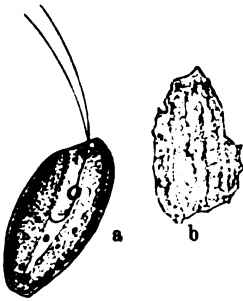


Fig. 35.

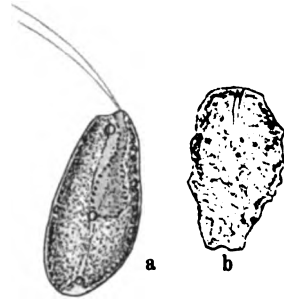


Fig. 36.

Fig. 35 a, b. *Cryptomonas* spec. nov.? Vergr. 510 \times .

a normale Zelle aus dem Wasser, b aus dem Eise vollständig desorganisiert.

Fig. 36 a, b. *Cryptomonas* spec. Vergr. 510 \times .

Links normale Zelle aus dem freien Wasser unter dem Eise, rechts aus dem Eise, ganz deformiert.



Fig. 37.

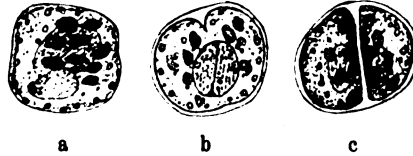


Fig. 38.

Fig. 37. *Glenodinium* spec. nov. Farblos; mit großem, eckigem, braunem Körper.

Fig. 38 a—c. *Gymnodinium* spec.? Vergr. 510 \times .

a Ein Individuum mit normalem Aussehen des Zellinhaltes und gequetschter Form aus Schmelzwasser zentrifugiert. b, c. Zwei Individuen in Teilung. Aus Schmelzwasser zentrifugiert.

obere etwa 12 Tage alte Eisschicht und die untere schätzungsweise 6 Tage alte Schicht sich verschieden verhalten. Das Resultat ist aus den folgenden Tabellen ersichtlich. Wiederum wurde Wasser an derselben Stelle geschöpft, wo das Eis herausgehackt war. Die darin vorhandenen Organismen finden sich unten an erster Stelle zahlenmäßig aufgezählt.

Wasser wie oben angegeben geschöpft. In der zentrifugierten Wassermenge von 7 ccm waren enthalten:	Schmelzwasser aus der oberen Eisschicht 0—7 cm. In 7 ccm zentrif. Wasser waren:		Schmelzwasser aus der unteren 7—12 cm dicken Eisschicht. In 7 ccm zentrif. Wasser waren:	
	lebend	tot	lebend	tot
Chryso- u. Cryptomonaden 7860	0	Cryptom. Reste	0	Reste
Trachelomonaden 2080	80	—	110	—
Peridineen 397	3	—	4	—
Chlorophyceen 35	—	Reste unkenntlich	—	Reste
Diatomeen 123	8	—	9	—
Proto- u. Metazoen 903	—	Didinium	2 Rotatorien	—

3. Probe. Eis aus Magenscheinwasser vom 16. Dezember. Eis 15 cm dick. Es ergaben sich prinzipiell dieselben Resultate wie früher.

4. Probe. Eis aus Karpfenwasser vom 16. Dezember 1925. Eis 15 cm dick. Der Gang der Untersuchung war wie bei den früheren Proben. Das Resultat zeigt die folgende Tabelle.

Wasser wie oben angegeben geschöpft. In der zentrifugierten Wassermenge von 7 ccm waren enthalten:	Schmelzwasser aus der oberen Eisschicht 0—7 cm. In 7 ccm zentrif. Wasser waren:		Schmelzwasser aus der unteren 7—14 cm dicken Eisschicht. In 7 ccm zentrif. Wasser waren:	
	lebend	tot	lebend	tot
Chryso- u. Cryptomonaden 1918	—	Reste unkenntlich	—	Reste un- kenntlich
Trachelomonas 280	14	—	49	—
Peridineen 98	7	—	21	—
<i>Anabaena</i> -Fäden 4900	—	118	—	66
Chlorophyceen 490	—	Reste unkenntlich	—	Reste
Diatomeen 700	89	—	63	2
Proto- u. Metazoen 95	—	Reste unkenntlich	2 Rotatorien	Reste

Aus dem Resultate geht hervor, daß *Anabaena delicatula* das Einfrieren nicht lebend überdauert. Merkwürdigerweise waren nicht

bloß die vegetativen Zellen, sondern auch die Dauerzellen vollständig zerrissen und mißfarbig.

Die am 29. Dezember vorgenommene Untersuchung von vier Wochen altem Eise aus dem Karpfenwasser lieferte dasselbe Bild, so daß auch ein längerer Einschluß die Diatomeen, Peridineen, Trachelomonas und Rotatorien nicht schädigte. Leider schmolz um diese Zeit das Eis binnen wenigen Tagen.

Am 9. Dezember wurde die Temperatur des Eises in der Weise gemessen, daß in ein ins Eis gebohrte Loch ein Thermometer kam, das sodann ringsum mit 15 cm dicker Schneeschicht abgeschlossen wurde. Es ergab sich bei einer Lufttemperatur von -8° eine Eistemperatur von -3° .

Aus diesen Untersuchungen ergab sich als gemeinsames Resultat:

1. Daß nur ein Bruchteil der im Wasser unmittelbar unter dem Eise lebenden Organismen im Eise eingeschlossen war. 2. Daß alle Organismen bis auf die oben aufgezählten Peridineen, Diatomeen, Trachelomonas und Rotatorien zerstört waren, daß aber auch diese im Eise lebend gebliebenen nur einen geringen Bruchteil der gleichzeitig im freien Wasser lebenden Individuen darstellten. Ihre volle Lebensfrische bewiesen sie durch ihre Bewegungen im Schmelzwasser der Zentrifugenfänge, solange es Temperaturen unter 5° C bewahrte. Von dem erwähnten *Gymnodinium* fanden sich sogar regelmäßig in Teilung befindliche Stadien (Fig. 38). Da neben sehr weit vorgeschrittenen Teilungsstadien auch eben begonnene sich fanden, ist die Wahrscheinlichkeit wohl größer, daß erst im Schmelzwasser, angeregt durch die langsam steigende Temperatur, die Teilungen ausgelöst wurden, die schnell ablaufen. Während also für den überwiegenden Teil aller unter dem Eise lebenden Protophyten der Eiseinschluß den sicheren Tod bedeutet, erhält sich eine beschränkte Gruppe auch bei wochenlangem Einschluß im Eise völlig frisch.

Über die Kälteresistenz der Protophyten sind bisher nur wenig Angaben vorhanden und im besonderen ist das allgemeine Verhalten des pflanzlichen Herbst- und Winterplanktons unserer süßen Gewässer gegenüber dem Eise in der Natur noch nicht untersucht worden. Deshalb gelangten die vorstehend gebrachten Versuche zur Ausführung.

Unter allen Protophyten ist die Kälteresistenz der Diatomeen am besten bekannt. Nach einer alten Angabe von SCHUMANN, die PFEFFER nach GÖPPERT in seiner Pflanzenphysiologie zitiert, wurde

von einer Wiese ein Stück gefrorene Erde bei -20° mit nach Hause genommen, das er sofort im warmen Zimmer auftauen ließ. Eine halbe Stunde später sah er mehrere Diatomeen in lebhafter Bewegung. PIKTER stellte mit flüssiger Luft Temperaturen bis 200° C her und ließ sie auf Diatomeen einwirken, die dabei lebend blieben. Rotatorien vertrugen nach demselben Autor durch 24 Stunden Temperaturen von -60° C, gingen aber bei gleichlanger Einwirkung von Temperaturen von -80 bis -90° zugrunde. Demgegenüber bringt PFEFFER, Pflanzenphysiologie II, S. 305 eine Angabe von EDWARD, der Diatomeen schon bei -8° bis -10° absterben sah. Ich ließ daher Eisstücke während einer Nacht bei Temperaturen von -9° liegen und fand, daß die oben S. 48, 49 erwähnten Kieselalgen nach langsamem Auftauen lebend waren.

Schwärmosporen von *Ulotrix zonata* sah STRASBURGER bei -6° C absterben, obgleich sie sich noch bei 0° lebhaft bewegen und das Wachstumsminium der Alge bei 0° liegt. Es scheinen sehr viele Chlorophyceen keine große Kälteresistenz zu haben, wie besonders aus den Untersuchungen von MOLISCH (1897) hervorgeht, auf die ich unten zu sprechen komme. Wenn GÖPPERT (1875) *Sphaerella nivalis* bis auf -36° C abkühlen konnte, ohne daß die Alge Schaden litt, so finden wir das bei einer so typischen Schneevalge und arktischen Pflanze ganz begreiflich.

8. Wie entgehen die Organismen dem Einfrieren?

Da von verschiedenen Stellen der beiden Altwässer genommenes Eis stets nur einen verschwindend kleinen Prozentsatz der unter dem Eise üppig gedeihenden Massenvegetationen enthielt, so galt es die Frage zu entscheiden, ob größere Mengen eingefroren waren und im Eise zerstört wurden und wenn ersteres nicht der Fall, wie sie dem Einfrieren entgingen?

Zur Klarstellung untersuchte ich die 3 cm dicke unterste Schicht des Eises, die ich mittels des Meisels abspaltete und durch etwa 4 Stunden ganz langsam auftauen ließ. Da zeigten sich Reste von Chromulinen, *Cryptomonas*, *Kephyrion*, *Mallomonas*, *Dinobryon*, *Synura* und verschiedenen Chlorophyceen nur in wenig größerer Menge als in den älteren Eisschichten, deren Untersuchung oben mitgeteilt wurde, aber noch immer in verschwindend kleiner Zahl. Alle waren tot, meist schon so stark zerstört, daß ihre Erkennung unmöglich war. Selbst so große Formen wie *Eudorina* stellten eine formlose Masse dar. *Uroglenopsis* konnte mehr geahnt als wirklich erkannt werden. Die mechanische Wirkung, die weniger auf das Eis als

durch Wasserentzug, wie wir später sehen werden, zurückgeht, war offenbar.

Ob nun die beweglichen Planktonten dem sich bildenden Eise aktiv sich entziehen oder passiv vom gefrierenden Wasser ausgeschieden werden, etwa analog dem Vorgang den MOLISCH (1897) beim Gefrierenlassen von mit suspendierten Farbstoffteilchen erfüllten Wasser feststellte, konnte experimentell schließlich einfacher beobachtet werden als es zunächst schien. Nach einigen Versuchen führte folgende Methode zum Ziele. Es wurde zunächst das Verhalten des pflanzlichen Planktons unter dem Deckglas bei Eisbildung untersucht.

Versuch a. Ein Zentrifugengang aus 15 ccm frisch aus dem Magenscheinwasser geschöpften Wassers mit großen Mengen von den oben in den Tabellen angeführten Organismen wurde in einem $+4^{\circ}$ C temperierten Zimmer gewonnen und dann in einen auf -3_{0} C abgekühlten Raum gebracht und mit einem 36 mm langen Deckglase bedeckt. Binnen etwa 3 Minuten trat Eisbildung ein und man konnte sehen, wie die eingeschlossenen Organismen binnen wenigen Minuten ihre Körperformen änderten. Nur die Peridineen und die Diatomeen hielten sich in jeder Hinsicht unverändert.

Versuch b. Die Gewinnung des Fanges und die Herstellung des Präparates geschah wie beim vorigen Versuch a. Ein ungefähr 2 mm dicker Karton bekam einen Ausschnitt in der Breite und Dicke des Objektträgers mit Deckglas und wurde durch untergeklebte Papierstreifen so hergerichtet, daß er auf dem Mikroskopisch stand. Den Karton stellt man vertikal so auf, daß er das Objektiv berührt, und etwa $\frac{1}{8}$ der Fläche des Deckglases rechts abschneidet, so daß $\frac{2}{8}$ desselben vom Objektiv an nach links liegen. Nun erhitzt man einen 3 cm dicken, ebenso breiten und 15—20 cm langen Eisenstab im Feuer oder durch eine Flamme und nähert den von einem Stativ gehaltenen heißen Eisenstab dem Drittel des rechts vom Karton befindlichen Deckglase, so daß das Wasser auf dieser Seite des Deckglases nicht gefrieren kann. Die Entfernung des Eisenstabes vom Deckglas hängt natürlich von seiner Erwärmung, von der Temperatur im Zimmer und seiner Masse ab. Durch Versuche läßt sich bald die richtige Entfernung gewinnen. Bei längerer Versuchsdauer wurde das Eisen durch einen Bunsenbrenner an seinem dem Mikroskop abgewandten Ende erhitzt. Auf diese Weise gelingt es, ein solches Temperaturgefälle im Fangwasser unter dem Deckglas herzustellen, daß das Wasser auf der nicht erwärmten Seite des Deckglases vereist, der andere auf der erwärmten Seite

flüssig bleibt. Man erhält auch bald eine ziemlich gerade verlaufende Eislinie unter dem Mikroskop und man kann an dieser Grenze zwischen Eis und Wasser das Verhalten der Organismen direkt beobachten. Läßt man nun den Stab langsam auskühlen oder entfernt ihn langsam vom Deckglas, so schiebt sich die Eisgrenze langsam vor und man kann die folgenden Erscheinungen gut sehen. Die Flagellaten schwimmen an der Eislinie ganz unregelmäßig hin und her, genau wie sie es auch sonst tun. Nichts deutet darauf hin, daß sie taktisch in dem einen oder anderen Sinne beeinflußt werden. Man sieht weiter, wie bei langsam vorschreitender Eisbildung die Organismen geradezu von der Eiskante fortgeschoben werden. Wenn aber die Eisbildung plötzlich fortschreitet und Eisnadeln rasch kreuz und quer ins Wasser schießen, dann kommt es natürlich überall zum Einschließen der Planktonten ins Eis. Und man kann nun wiederum dieselben Erscheinungen beobachten wie sie oben schon im Versuch a geschildert wurden.

Dieser Versuch gestattet die Anwendung auf die Verhältnisse in den Gewässern selbst. Auch hier kommt es oft, solange die Eisschicht noch ganz dünn ist und plötzlich starke Gefriertemperaturen eintreten, zu rascher Eisbildung und damit zum Einschluß zahlreicher Organismen ins Eis. Sobald aber die Eisbildung langsam und gleichmäßig fortschreitet, droht dem Planktonten keine Einschlußgefahr. Auf diese Weise erklärt sich die aus meiner Zentrifugierung von Schmelzwasser hervorgehende zwar variable, aber stets sehr kleine Menge der im Eise enthaltenen Organismen.

Diese Beobachtungen stimmen mit den experimentellen Erfahrungen überein, die MOLISCH in seinem bekannten Buche: „Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen 1897“ schilderte und p. 15 in die Worte zusammenfaßt: „Ob wir es mit einem Colloid, mit einer Emulsion, mit Wasser, in dem sehr kleine feste Teilchen suspendiert sind, oder mit Farbstoff- und Salzlösungen zu tun haben, immer kristallisiert reines Eis heraus, so daß es stets zu einer Scheidung kommt zwischen Wasser und dem betreffenden anderen Körper. — Das wachsende Eis duldet nichts Fremdes in seiner Architektur und schiebt daher, sich vergrößernd, alles Fremde vor sich her; da an verschiedenen nahe gelegenen Punkten fast gleichzeitig Eiskristalle entstehen, so schließen diese endlich aufeinander treffend, den Fremdkörper als eine Art Zwischensubstanz zwischen sich ein.“ Auch bei den Planktonorganismen ließen sich im Erfrieren dieselben Unterschiede beobachten wie sie MOLISCH l. c. p. 26 angibt. So verhalten sich die Chromulinen, Dinobryen

und Cryptomonaden wie die Amöben und *Phycomyces* in den Gefrier-
versuchen von MOLISCH, indem die Zellen gefrieren und innerhalb
des Protoplasten sich Eis bildet. Hingegen stimmen *Eudorina*,
Scenedesmus und *Pediastrum* anscheinend mit *Spirogyra* und *Cladophora*
in den Versuchen von MOLISCH überein, indem sie selbst nicht ge-
frieren, sondern durch Wasserentzug und damit einhergehende starke
Schrumpfung zugrunde gehen.

H. MÜLLER-Thurgau hat als erster den Gedanken ausge-
sprochen, daß das Erfrieren der Pflanzen auf den Wasserentzug infolge
der Eisbildung zurückzuführen sein werde. MOLISCH hat bekanntlich
diese Ansicht durch zahlreiche Experimente bestätigt und die seit-
her immer wieder (siehe z. B. MAXIMOV 1914) als richtig befundene
These aufgestellt (l. c. p. 73), „daß der Gefriertod der Pflanzen im
wesentlichen auf einen zu großen, durch die Eisbildung hervor-
gerufenen Wasserverlust des Protoplasmas zurückzuführen ist, wo-
durch die Architektur desselben zerstört wird, und daß sich alle
einschlägigen Tatsachen unschwer und ungezwungen von diesem
Gesichtspunkte aus erklären lassen“.

Die Frage, worin die spezifische Kälteresistenz jener Peridineen
und Diatomeen, die wir oben lebend im Eise nachwiesen, verursacht
sei, läßt sich auch heute nur im allgemeinen so beantworten, daß die
eigentümliche Konstitution des Protoplasmas sie bedinge. Nur der
Parallelität der Fälle wegen möchte ich auf die von A. FISCHER
(1891 p. 155) hingewiesenen Koinzidenz des Fettgehaltes der Bäume
mit der Kälteresistenz zu sprechen kommen — die Schwäche dieser
Ansicht hat bereits PFEFFER, Pflanzenphysiologie II, p. 306
betont — und bemerken, daß die Peridineen und Diatomeen aus-
gesprochene Fettbildner sind. Gerade bei den Peridineen sieht man,
daß der Fettgehalt mit der Kälteresistenz nicht im kausalen Ver-
hältnis steht, da bekanntlich die Sommerperidineen z. B. *Ceratium*
hirundinella weder in der vegetativen Form noch als Cysten Gefrier-
temperaturen vertragen, worauf in vielen Abhandlungen hingewiesen
ist. Es muß also tief in der Plasmakonstitution bei der oben an-
geführten stenothermen Kaltwasser-Peridineen-Assoziation die Wider-
standsfähigkeit gegen das Erfrieren begründet sein.

Unter den hier im Eise gefundenen Diatomeen befand sich keine
stenotherme Kaltwasser-Diatomee, sondern nur eurytherme perenne
Formen. Es dürfte indessen auch solche Sommerformen geben, die bei
tiefer Kälte erfrieren ¹⁾. Trotzdem geht aus den Versuchen von PICTET,

¹⁾ Vielleicht waren die von EWARD (siehe oben p. 52) benützten Diatomeen,
die bei 8° starben, solche Sommerformen.

meinen und marinen Beobachtungen GRANS hervor, daß den Kieselalgen der gemäßigten und kalten Zone zumindest ganz allgemein hoher Widerstand gegen schädigende Wirkungen der Kälte (Temperatur unter 0°) eigen ist. Andererseits wäre es leicht möglich, daß die Kieselalgen der warmen Zonen keine Kälteresistenz haben.

Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse.

Die untersuchten Altwässer der Donau, das Magenschein- und Karpfenwasser, sind Grundwasseransammlungen des Donautales, deren Wasserstand mit jenen des nahen Donaustromes korreliert und daher starke und beständige vertikale Strömungen aufweisen. Beide Gewässer sind eutroph und mesosaprob. Während der achtjährigen alle 14 Tage durchgeführten biologischen Untersuchung mittels Netz Nr. 20, Zentrifuge und Sedimentation wurde die Abhängigkeit des Auftretens und Verschwindens der einzelnen Glieder der jeweiligen Assoziationen von den thermischen Verhältnissen verfolgt. In vorliegender Arbeit werden nur die diesbezüglichen Herbstbeobachtungen mitgeteilt. Es zeigte sich, daß die Glieder der Herbstvegetationen während der vorschreitenden Abkühlung des Wassers bei den sich einstellenden sukzessiven tieferen Temperaturen auch sukzessiv alljährlich konstant erscheinen, bei gewissen Temperaturen ihr Optimum erreichen und nach längerem oder meist kürzerem (10—20 Tage) Vegetieren wieder verschwinden. Das biologische Gegenbild liegt im Frühjahrswasser, wenn bei steigenden Temperaturen immer neue Organismen aufkommen.

Die herbstlichen Assoziationen der planktischen Organismen des Magenscheinwassers bestehen größtenteils aus Chryso- und Cryptomonaden, denen sich *Eudorina elegans* und *Trachelomonas* zugesellen. In dem noch über 10° erwärmten Wasser der Monate September und Oktober leben noch Peridineen, Chlorophyceen und Chrysomonaden des Sommerwassers mit niedrigen Frequenzen. Bei Abkühlung unter 10° nimmt die Dichte der Bevölkerung parallel der Abkühlung immer mehr zu und erreicht bei winterlichen Temperaturen zwischen 2—5° C ihr Maximum, das die Chryso- und Cryptomonaden nebst *Trachelomonas volvocina* aufbauen und das mit 10000 Zellen pro ccm und darüber nicht bloß die höchste Bevölkerungsdichte des Herbstes, sondern meist auch des ganzen Jahres darstellen kann. Immer fällt die größte Dichte mit den tiefsten Jahrestemperaturen und Eisbildung, mit dem Minimum an Licht und hohem Gehalt des Wassers an O und CO₂ zusammen.

Während das Magenscheinwasser nur ausnahmsweise eine artreine Hochproduktion (z. B. *Dictyosphaerium Ehrenbergianum*, *Stephanodiscus Hantzschii*) besitzt, treten im Karpfenwasser jeden Herbst folgende mehr oder weniger artreine Wasserblüten auf: September-Oktober *Anabaena delicatula*, November-Dezember *Asterionella gracillima*, *Dictyosphaerium Ehrenb.*, *Eudorina elegans* und *Cryptomonas*; ihre Dauer ist oft nur 10—15 Tage. Biologisch kommt somit jederzeit dem Karpfenwasser ein anderer Charakter zu, der auch durch eine durchschnittlich größere produzierte Substanzmenge Ausdruck findet.

Doch tritt gleichzeitig und gleichlange eine stenotherme Peridineenassoziation in beiden Gewässern auf, mit *Peridinium aciculiferum*, *P. quadridens*, *Gymnodinium tenuissimum* einem *Gymnod.* spec. und einem farblosen *Glenodinium* spec. nov. als charakterisierenden Gliedern.

Die systematische Untersuchung der beiden Gewässer förderte eine ungeahnt große Zahl unbekannter Phytoplanktonen, die nur teilweise hier gebracht werden, sowie die Art der Fortpflanzung bei diesbezüglich noch unklaren Chrysomonaden zutage: Bei *Kephyrion* und *Stenokalyx* nov. gen. tritt die Tochterzelle nackt und allmählich aus dem mütterlichen Gehäuse aus und bildet das neue freischwimmend aus.

Bei der Parallelreihe der Lepochromadineen *Pseudokephyrion* und *Kephyriopsis* findet dagegen typische Sproßung statt. Aus dem Gehäuse tritt das Plasma als kleines Bläschen aus, das immer größer wird und den Chromatophor aufnimmt. Die alten Geißeln gehen verloren und die neuen bilden sich, fast senkrecht zur Längsrichtung der Individuen abspitzend, sobald der Chromatophor im Tochterplasma angelangt ist. Zugleich tritt auch die neue Gehäusewand immer bestimmter in Erscheinung. Doch bleibt das schon anscheinend normal entwickelte Tochterindividuum durch einen Plasmahals noch einige Stunden mit dem Mutterindividuum in Verbindung.

Bei den aggregaten Ochromonadineen konnte die Vermehrung der Individuen wie der Kolonien festgelegt oder wahrscheinlich gemacht werden.

Uroglenopsis (*Ur. europaea* und *Ur. botrys*) vermehrt ihre Zellen neben der schon anderweitig beobachteten einfachen Längsteilung durch zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Teilungsschritte in vier Tochterzellen, die sich abrunden und als kleine kugelige Schwärmzellen den kolonialen Verband verlassen. Ihr weiteres Geschick blieb noch unbekannt. Ein gleichzeitiges Ausschwärmen von 10—20 vegetativen Koloniezellen, jede wenigstens rückwärts mit einer Gallerthülle ver-

sehen, dürfte mit der Neubildung einer Kolonie einhergehen und den einen Modus der Koloniebildung repräsentieren.

In pflanzengeographischem Sinne interessant ist das Auffinden der bis jetzt nur aus Java bekannten *Lagerheimia Chodati*, die sogar unter dem Eise in dem auf $\frac{1}{2}^{\circ}$ C abgekühlten Wasser zu leben vermag.

Im physiologischen Teile wird zunächst die Einwirkung plötzlicher Temperaturstürze (von etwa 10° auf $5-3^{\circ}$ C), wie sie in den beiden seichten Gewässern im Spätherbst ab 15. November nicht selten sind, auf die vorhandene Bevölkerung besprochen und angeführt, daß die um diese Zeit bereits vorhandenen besonders aus Chryso- und Cryptomonaden gebildeten Assoziationen nicht geschädigt, vielmehr stark gefördert werden. Der Großteil der Assoziationsglieder ist stenotherm mit dem Temperaturoptimum von etwa 5° C. Hingegen wirken Temperaturerhöhungen des auf etwa 5° C bereits temperierten Wassers destruktiv auf die Bevölkerung.

Die biologische Untersuchung des Eises geschah in der Weise, daß das durch langsames Auftauen des Eises erhaltene Schmelzwasser zentrifugiert wurde. Dabei fand sich nur eine sehr geringe Anzahl der im Wasser unter dem Eise in großen Mengen lebenden Organismen im Eise selbst eingeschlossen und von diesen ertragen nur wenige Gruppen lebend das Einfrieren: die Diatomeen, die oben genannten stenothermen Peridineen und *Trachelomonas*; von den Tieren die Rotatorien. Hingegen erfrieren alle Chryso- und Cryptomonaden, die Schizophyceen samt den Dauersporen und die Chlorophyceen (*Protococcales* und *Volvocales*), also der größte Teil der Phytoplanktonen.

Es entgehen demnach die Planktonen größtenteils dem Einfrieren und experimentell ließ sich durch Gefrierenlassen von Centrifugenfängen unter dem Mikroskop beobachten, wie das langsam wachsende Eis die Organismen vor sich herschiebt. Nur bei rascher Eisbildung findet Einschluß proportional der Geschwindigkeit der Vereisung statt. In der Natur wird nur auswahmsweise meist am Anfang der Vereisung der Gewässer rasche Eisbildung eintreten und damit ist die Gefahr des Gefriertodes für die Planktonorganismen sehr gering.

Womit die Kälteresistenz der Diatomeen, der stenothermen Peridineen und von *Trachelomonas volvocina* zusammenhängt, konnte für diese niederen Organismen ebensowenig erkannt werden, wie dies für die höheren bislang möglich war und muß dort wie hier in uns unbekanntem spezifischen Eigenschaften der plasmatischen Substanzen begründet sein.

Literaturverzeichnis.

- BACHMANN, H.: Vergleichende Studien über das Phytoplankton von Seen Schottlands und der Schweiz. Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonk. 1908 Bd. 3.
- : Das Phytoplankton des Süßwassers mit besonderer Berücksichtigung des Vierwaldstättersees. Jena 1911.
- BACHMETJEW, P.: Über die Temperatur der Insekten nach Beobachtungen in Bulgarien. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1899 Bd. 66 p. 521.
- BREHM, V.: Einige Beobachtungen über das Zentrifugenplankton. Intern. Rev. d. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 1910/11 Bd. 8.
- BRUNNTHALER, J.: Das Vorkommen von *Atheya Zachariasii* in der alten Donau bei Wien. Verh. zool.-bot. Ges. Wien LIII 1903.
- : Planktonstudien. Das Phytoplankton des Donaustromes bei Wien. Ebenda L 1900.
- : Chlorophyceae. II. Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft 5: Chlorophyceae II. 1915.
- CHODAT, R.: Études de Biologie lacustre. A. Recherches sur les Algues pelagiques de quelques lacs suisses et français. Bull. Herb. Boiss. T. 5 1897.
- : Algues vertes de la Suisse. Pleurococcoïdes chroolépoides. Bern 1902.
- CONRAD, W.: Note sur un état filamenteux du *Synura uvella* EHRBG. Bull. soc. roy. de Belgique 1912 Bd. 40 p. 126.
- : 1. Stades amoeboides et palmellaires chez *Mallomonas mirabilis* n. s. 2. *Mallomonas calva* MASS. Arch. f. Protistenk. 1914 Bd. 34 p. 79.
- : Contributions à l'étude des Chrysomonadines. Acad. de Belgique. Bull. de la Class. des sciences 1920 No. 5.
- CORNU: Fähigkeit der Algen, der Kälte zu widerstehen. Bull. de la soc. de bot. France 1878 T. 79.
- DOFLEIN, F.: Untersuchungen über Chrysomonaden. III. Arten von *Chromulina* und *Ochromonas* aus dem badischen Schwarzwald und ihre Cystenbildung. Arch. f. Protistenk. 1923 Bd. 46 p. 267.
- : Idem. IV. Über einige aus dem Schwarzwald stammende noch nicht genügend bekannte oder neue Chrysomonaden. Ibid. p. 328.
- DREŻEPOLSKI, ROM.: Przyncsynek do znajomości polskich Euglenin. Kosmos. Bull. de la soc. polon. des naturalistes a Leopold. 1925 Vol. 50 p. 173.
- EWART, A. J.: The action of cold and of sunlight upon aquatic plants. Annals of Botany 1898 Vol. 12 p. 366.
- FISCHER, A.: Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. PRINGSH. Jahrb. 1891 Bd. 22 p. 155.
- GEITLER, L.: Cyanophyceae. Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz Heft 12. Jena 1925.
- GIMESI, N.: Hydrobiológiai Tanulmányok (Hydrobiologische Studien). I. *Phlyctidium Eudorinae* GIM. n. sp. K. M. Természettudományi Társulat Névenytani Szakosztályának 1924. Budapest 1924.
- GÖPPERT, H. R.: Einwirkung des Frostes. Bot. Zeitschr. 1875 Bd. 53 p. 615.
- : Einwirkung des Frostes. Ibid. 1878 Bd. 62.
- GRAN, H. H.: Diatomaceae of the ice-flores and Plankton of the arctic Ocean. The norwegian North Polar Expedition 1893/96 Nr. 11.

- KNAUTH, K.:** Der Kreislauf der Gase in unseren Gewässern. Biol. Zentralbl. 1898 Nr. 18.
- : Beobachtungen über den Gasgehalt der Gewässer im Winter. Ibid. 1899 Bd. 19.
- KOLKWITZ, R.:** Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1908 Bd. 24.
- : Die Beziehungen des Kleinplanktons zum Chemismus der Gewässer. Mitt. a. d. Reichs-Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung Heft 14. Berlin 1911.
- : Plankton und Seston. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1912. Berlin 1912.
- : Quantitative Studien über das Plankton des Rheinstromes. I. Mitteilung. Mitt. a. d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung Heft 16. Berlin 1912.
- : Das Plankton des Rheinstromes von seinen Quellen bis zur Mündung. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1912 Bd. 30. Berlin 1912.
- : Plankton und Seson. II. Ibid. Bd. 36.
- : Pflanzenphysiologie. II. Aufl. Jena 1922.
- KOLKWITZ, R. u. MARSSON, M.:** Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. Mitt. d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung u. Abwässerbeseitigung. Berlin 1902.
- KYLIN, H.:** Über die Kälteresistenz der Meeresalgen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1917 Bd. 35 p. 298.
- LAKOWITZ:** Die winterliche Microfauna und Microflora des Klostersees bei Karthaus i. Westpr. Die niedersten Pflanzen und Tierformen des Klostersees. Schriften d. naturf. Ges. in Danzig 1900 N. F. Bd. 10.
- LAUTERBORN, R.:** Über die Periodizität im Auftreten und in der Fortpflanzung einiger pelagischer Organismen des Rheins und seiner Altwässer. Verh. d. naturhist. med. Vereins zu Heidelberg 1893 N. F. Bd. 5 p. 103.
- : Über das Vorkommen der Diatomeengattungen *Atheya* und *Rhizosolenia* in den Altwässern des Oberrheins. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1896 Bd. 14 p. 11.
- : Eine neue Chrysomonadineengattung (*Palatinella cyrtophora* nov. gen., nov. spec.). Zool. Anz. 1906 Bd. 30 p. 423/428.
- LEMMERMANN, E.:** Das Phytoplankton sächsischer Teiche. Ibid. Teil VII 1899.
- : Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. XV. Das Phytoplankton einiger Plöner Seen. Ibid. Teil X 1903.
- : Algen I. Kryptogamenflora der Mark Brandenburg 1910 Bd. 3.
- : Euglenimae. In: A. PASCHER, Die Süßwasserflora Deutschlands. Heft 2. Flagellaten II. Jena 1913.
- : Flagellaten I. Ibid. Heft 1. Jena 1914.
- : Tetrastporales. 5. Heft von PASCHER's Süßwasserflora. Jena 1915.
- LIESEGANG, R. E.:** Über das Erfrieren der Pflanzen. Flora 1906 Bd. 96 p. 523.
- LINDEMANN, E.:** Studien zur Biologie der Teichgewässer. Zeitschr. f. Fischerei N. F. Berlin 1915.
- : Untersuchungen über Süßwasserperidineen und ihre Variationsformen. Arch. f. Protistenk. 1918 Bd. 39.
- : Untersuchungen über Süßwasserperidineen und ihre Variationsformen. II. Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 1918. Berlin 1920.
- : Technische Winke für die Untersuchung von Süßwasserperidineen. Mikrobiol. Monatshefte 12. Jahrg. 1922/23. Berlin-Steglitz.
- LIST, TH.:** Das Plankton einiger Kolke des Altrheins bei Erfelde und ein Vergleich des Kolkplanktons mit dem einiger Teiche in der Umgebung von Darmstadt. Arch. f. Hydrobiol. 1918 Bd. 12.

- LOZERON, H.:** La repartition verticale du plancton dans le Lac de Zürich. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich 1902 47. Jahrg.
- MAXIMOW, N. A.:** Experimentelle und kritische Untersuchungen über das Gefrieren der Pflanzen. PRINGSHEIM's Jahrb. 1914 Bd. 53 p. 327.
- MEZ, C.:** Neue Untersuchungen über das Erfrieren eisbeständiger Pflanzen. Flora 1905 Bd. 95 p. 89.
- MOLISCH, H.:** Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen. Jena 1897.
—: Über das Erfrieren in Colloiden. Flora 1907 Bd. 97 p. 121.
- NATHANSON, A.:** Vertikale Wasserbewegung und quantitative Verteilung des Planktons im Meere. Analen der Hydrogr. u. maritimen Metereolog. Berlin 1906.
—: Über die allgemeinen Produktionsbedingungen im Meere. Int. Revue f. d. ges. Hydrob. u. Hydrogr. 1908 Bd. 1.
- NAUMANN, E.:** Amen år Trachelomonas volvocina EHRBG. för orsakad vegetationsfärgning. Botaniska Notiser för år 1911. Lund.
—: Bidrag till kännedomen an vegetationsfärgningar i sölvatten. Ibid. 1914.
—: VIII. Eine Vegetationsfärbung durch *Scenedesmus quadricauda* (TURG.) BRÆB.
—: IX. Ein neuer Fall eines vegetationsfärbenden *Trachelomonas volvocinae*.
—: Über einige besonders auffällige Hochproduktionen aus Nannoplankton im Süßwasser. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1919.
—: Notizen zur Systematik der Süßwasseralgen. Arkiv för Botanik 1919 Bd. 16 Nr. 2.
—: Beiträge zur Kenntnis des Teichnannoplanktons III. Einige Gesichtspunkte zur Beurteilung des biologischen Effekts der vegetationsfärbenden Hochproduktion. Biol. Zentralbl. 1919 Bd. 39.
—: Plankton und Seston. Handb. d. biolog. Arbeitsmethoden Abt. IX Teil 2, 1. Hälfte Heft 1.
—: Die Rohkultur des Heleoplanktons. Ebenda.
—: Die Arbeitsmethoden der regionalen Limnologie. Einige Hauptprobleme der modernen Limnologie. Handb. d. biolog. Arbeitsmethoden Abt. IX. Methoden zur Erforsch. d. Leist. d. tierischen Organismen Teil 2, 1. Hälfte Heft 3, p. 543—588.
- OLTMANN, F.:** Morphologie u. Biologie der Algen. Jena 1922.
- PASCHER, A.:** Chrysomonaden. in: Der Großteich bei Hirschberg in Nordböhmen. Monographien und Abhandl. zur Int. Revue d. ges. Hydrob. u. Hydrogr. Heft 1 1910.
—: Über Nannoplanktonen des Süßwassers. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 29 S. 523.
—: Chrysomonadinae. Cryptomonadinae. Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs u. d. Schweiz Heft 2. Flagellaten 2. Jena 1913.
—: Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten I. Arch. f. Protistenk. 1915 Bd. 36 p. 81.
—: Flagellaten und Rhizopoden in ihren gegenseitigen Beziehungen. Arch. f. Protistenk. 1917 Bd. 38 Heft 1.
- PETERSEN, I. B.:** Om *Synura uvella* STEIN og nogle andre Chrysomonaden. Vidensk. Medd. Dansk naturh foren 1918 Bd. 69 p. 345.
- PICTET, R.:** Arch. d. scienc. phys. et naturel d. Genève 1893 III. Sér. Bd. 30 p. 311.
- PFEFFER, W.:** Pflanzenphysiologie 1897 2. Aufl.
- REVERDIN, LUIS:** Etude phytoplantonique expérimentale et descriptive des eaux du lac de Genève. Arch. des scienc physiques et naturelle 1919 Vol. I.

- SCHÄDEL, A.: Produzenten und Konsumenten im Teichplankton. Arch. f. Hydrob. und Planktonk. 1917 Bd. 11.
- SCHERFFEL, A.: Über die Cyste von *Monas*. Arch. f. Protistenk. 1924 Bd. 48 p. 187.
—: Beitrag zur Kenntnis der Chrysomonaden. Arch. f. Protistenk. 1912 Bd. 25 p. 153.
- SCHILLING, A. J.: Dinoflagellaten. Flagellaten Heft 3 in PASCHER's Süßwasserflora Deutschlands. Jena 1913.
- SCHÖNFELD, H.: Bacillariales. Ibid. 1913 Heft 10.
- SCHRÖDER, Br.: *Attheya*, *Rhizosolenia* und andere Planktonorganismen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1897 Bd. 15.
- SCHRÖDER, B.: Das Plankton der Oder. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1897 Bd. 15 p. 482.
—: Das Plankton des Oderstromes Plöner Forschungsber. 1900 Bd. 7.
- STEINECKE, Fr.: Das Phytoplankton masurischer Seentypen. Bot. Arch. 1923 Bd. 3.
- STUEBER, Cr.: Planktonkunde. Leipzig-Berlin 1910.
- STRASSBURGER, E.: Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmersporen.
- THIENEMANN, A.: Die Faktoren, welche die Verbreitung der Süßwasserorganismen regeln. Arch. f. Hydrob. u. Planktonk. 1913 Bd. 8.
—: Wesen, Wert und Grenzen der biologischen Wasseranalyse. Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel 1914 Bd. 27 Heft 1.
—: Das Nannoplankton ostholsteinischer Seen. Verh. d. Intern. Vereinigung f. theoretische u. angew. Limnologie. Stuttgart 1923.
- VOLK, R.: Die bei der Hamburger Elbe Untersuchung angewandten Methoden zur quantitativen Ermittlung des Planktons. Mitt. a. d. Naturh. Mus. in Hamburg XVIII. Jahrg. 1900. Hamburg 1901.
- WERMEL, E.: Beschreibung neuer Flagellaten aus Rußland. Neue oder wenig bekannte Protozoen XII. Arch. f. Prot. 1924 Bd. 48 p. 204.
—: Zur Biologie der Flagellaten eines Moortümpels. Ibid. p. 207.
- WISLOUCH, S., M.: Über das Ausfrieren (Kältetod) der *Alge Stichococcus bacillaris* NAG. unter verschiedenen Lebensbedingungen. Bull. jard. imp. bot. St. Pétersbourg 1910 Bd. 10 p. 166.
- WITTROCK, V.: Über die Schnee- und Eisflora, besonders in den arktischen Gegenden. Studien und Forschungen, veranlaßt durch meine Reise im hohen Norden von A. E. v. NORDENSKIÖLD. S. 67. Bot. Zentrabl. 1883 Bd. 14 p. 386.
- WOLOSZYŃSKA, J.: Das Phytoplankton einiger javanischer Seen mit Berücksichtigung des Sawa-Planktons. Extr. du Bulletin de l'acad. des sciences de Cracovie. Cl. d. scienc. math. et natur. sér. B. scienc. natur. Juin 1912.
—: Polnische Süßwasserperidineen. Bulletin de l'Academie des sciences de Cracovie. Classe des sciences mathematiques et naturelles. Serie B. Science Naturelles. Okt.-Dez. 1915. Cracovie 1916.
—: Neue Peridineenarten nebst Bemerkungen über den Bau der Hülle bei *Gymno-* und *Glenodini*en. Dasselbst 1917.
- ZACHARIAS, O.: Über die Ursache der Verschiedenheit des Winterplanktons in großen und kleinen Seebecken. Forschungsber. d. Biol. Station zu Plön 1899 Bd. 7.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Hygienisches Zentralinstitut des Gesundheitsministeriums des
Königreiches SHS. Vorstand: Dr. STEVAN IVANIĆ.)

Zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte von *Coelosporidium periplanetae* (LUTZ u. SPLENDORE).

Von
Momčilo Ivanić, Belgrad.

(Hierzu 5 Textfiguren und Tafel 1 u. 2.)

1. Geschichtliches, Material und Methode.

Das *Coelosporidium periplanetae* ist ein sehr leicht zu beschaffendes Haplosporidium, da die Küchenschaben fast ohne Ausnahme infiziert sind. Doch stimmen die Forscher, die seine Entwicklungsgeschichte untersucht haben, untereinander bei weitem nicht überein. Vor allem ist seine Stelle im System noch immer fraglich geblieben. LUTZ u. SPLENDORE (1903), die dieses Sporozoon entdeckt und zuerst beschrieben haben, betrachteten es als ein Microsporidium und bezeichneten es als *Nosema periplanetae*. Der erste Forscher nach LUTZ u. SPLENDORE, PERRIN (1906), reihte dieses Haplosporidium aus der Microsporidiengattung *Nosema* in die Gattung *Pleistophora* ein und taufte es in *Pleistophora periplanetae* um. Nach acht Jahren aber stellte SWARCZEWSKY (1914) fest, daß wir es hier überhaupt nicht mit einem Microsporidium, sondern mit einem Haplosporidium zu tun haben. Weiter fand SWARCZEWSKY, daß dieses Haplosporidium mit *Coelosporidium blattellae* aus den MALPIGHI'schen Gefäßen von *Blattella germanica* identisch ist, deren Entwicklungsgeschichte von CRAWLEY (1905) vor mehr als zwanzig Jahren in einer vorläufigen Mitteilung

beschrieben wurde, und gab ihm den Namen *Coelosporidium periplanetae*. Doch betrachtet SWARCZEWSKY auch diese Stelle im System nicht als völlig gesichert, da er hierüber wie folgt schreibt: „Ich persönlich übernehme es nicht, die Frage zu entscheiden, ob das *Coelosporidium blattellae* CRAWLEY und folglich auch die *Pleistophora periplanetae* als eine der Formen der Gattung *Bertramia* angesehen werden muß, da wie ich es bereits weiter oben erwähnt habe, der Entwicklungszyklus der Vertreter dieser Art noch bei weitem nicht als völlig aufgeklärt gelten kann. — Ich halte es daher für durchaus erlaubt, die Angehörigkeit des fraglichen Organismus, von dem hier die Rede ist, zu der Gattung *Coelosporidium* (vielleicht zeitweilig) gelten zu lassen.“

Was die vegetative Periode seiner Entwicklungsgeschichte anlangt, widersprechen sich die Angaben der verschiedenen Forscher sehr. Nach LUTZ u. SPLENDORE, welche die erste Artbeschreibung dieses Parasiten gegeben haben, scheint PERRIN dessen Entwicklungsgeschichte am vollständigsten und genauesten untersucht zu haben, da er in seiner mir leider unzugänglichen Arbeit, wie EPSTEIN (1911) schreibt, „die Zweiteilung der einkernigen vegetativen Formen und die Schizogonie der mehrkernigen Tiere“, „in den Sporen . . . einige Stadien von Kernteilungen . . . die jedoch ganz unklar und auch ohne Erklärung geblieben sind“, beschrieben hat. Doch fanden die Angaben PERRIN's nicht die verdiente Aufnahme, ich glaube, daß seine Präparationsmethoden nicht ganz einwandfrei waren. Wie ich aus der Arbeit von SCHIWAGO (1909) sehe, untersuchte PERRIN Trockenpräparate nach GIEMSA, die für die so feine cytologische Untersuchungen bei Protozoen zu vermeiden sind.

SCHIWAGO beschäftigte sich in seiner vorläufigen Mitteilung (seine ausführliche Arbeit in russischer Sprache ist mir unzugänglich), nicht eingehender mit der Beschreibung der vegetativen Periode von *Coelosporidium periplanetae*. Er beschreibt nur die Periode vor und während der Sporenbildung. Dabei glaubt er, ganz abenteuerliche Prozesse festgestellt zu haben. Nach der stattgefundenen Plasmogamie mehrerer vielkerniger Plasmodien sollen sich nach SCHIWAGO die Kerne aller plasmogamisch miteinander verschmolzenen Tiere nach und nach auflösen. In dieser Weise entstehen die Plasmodien, die keine organisierten Kerne, sondern nur mehr Chromidien enthalten. Nach SCHIWAGO findet nun ein Chromidiogamieprozeß statt, wie SWARCZEWSKY (1908) ihn bei *Arcella vulgaris* festgestellt zu haben glaubt. Nach der erfolgten angeblichen Chromidiogamie werden aus den Chromidien die sekundären Kerne neugebildet. Die

plasmogamisch verschmolzenen Tiere gehen auseinander und treten in die Periode der Sporenbildung ein. Da ich im weiteren noch Gelegenheit haben werde, die Angaben SCHIWAGO's näher zu besprechen, sei hier nur eine Bemerkung über die Präparationsmethoden SCHIWAGO's gestattet. Mit vollem Recht hat SCHIWAGO gegen die Präparationsmethoden PERRIN's Einwände erhoben, doch hat er PERRIN gegenüber nur einen halben Schritt vorwärts getan, indem seine Präparationsmethode in letzter Linie nur Halbtrockenpräparate lieferte.

Was die Sporenbildung bei *Coelosporidium periplanetae* betrifft, so bestehen hier ebenfalls Widersprüche unter den Auffassungen der einzelnen bisherigen Forscher. EPSTEIN (1911) will, in der fertig ausgebildeten Spore, echte Autogamie festgestellt haben. Nach seinen Angaben macht der eine Kern in der Spore zwei aufeinanderfolgende Teilungsschritte durch, wodurch vier Kerne entstehen. Die zwei äußeren Kerne degenerieren nun und werden vom Protoplasma resorbiert; die beiden inneren dagegen verschmelzen in einen einzigen Kern zu dem Syncaryon. Im Gegensatz zu EPSTEIN glaubt SWARCZEWSKY (1914) nicht an eine Autogamie, sondern an eine pädogame Gamogonie. Auf dem Wege endogener Knospung sollen in vielkernigen Plasmodien die einkernigen Gameten gebildet werden, die sich paarweise anordnen und miteinander verschmelzen. Auf diesem Wege kommen die pädogamen Zygoten zustande, die direkt zu den Sporoblasten, resp. Sporen werden. Die beiden Kerne der so zweikernig gewordenen Sporoblasten machen nun einen Teilungsschritt durch, und es entstehen in jeder Spore vier Kerne. Die zwei äußeren Kerne degenerieren und werden resorbiert; die zwei inneren verschmelzen dagegen zu einem einzigen Kern, dem Syncaryon, wie auch schon EPSTEIN behauptet hat.

Die Arbeit CRAWLEY's (1905) war mir ebenfalls nicht zugänglich. Soweit ich aus den Angaben von SWARCZEWSKY urteilen kann, hat CRAWLEY in seinem *Coelosporidium blattellae* aus den MALPIGHI'schen Gefäßen von *Blattella germanica* tatsächlich dasselbe Haplosporidium vor sich gehabt, wie LUTZ u. SPLENDORE aus den MALPIGHI'schen Gefäßen von *Periplaneta americana* als *Nosema periplanetae*, ferner PERRIN und EPSTEIN als *Pleistophora periplanetae* aus den MALPIGHI'schen Gefäßen von *Periplaneta orientalis*.

Da die Küchenschaben fast ohne Ausnahme infiziert sind, ist es leicht möglich sich genügendes Material jeder Zeit zu beschaffen. Aus diesem Grunde eignet sich das *Coelosporidium periplanetae* besonders für die Einführung in das Studium der Haplosporidien über-

haupt. Es ist nur nötig, unter den infizierten Küchenschaben jene ausfindig zu machen, die nicht nur eine möglichst starke und frische Infektion, sondern auch einen möglichst großen Stamm der Parasiten enthalten. In einem einzigen Präparat kann man dann alle Entwicklungsstadien finden. Die damit verbrachte Zeit und Mühe lohnen sich auch mit Rücksicht auf die Präparation, da ein in jeder Hinsicht gutes Material auch die Möglichkeit für die Herstellung der besten Präparate bietet.

Wie bei Protozoen überhaupt, so sind auch hier sowohl die Trockenpräparate PERRIN's als auch die Halbtrockenpräparate SCHIWAGO's völlig zu vermeiden. Ebenso ist die Schnittmethode, welcher EPSTEIN (1911) und SWARCZEWSKY (1914) ausschließlich sich bedient haben, weder notwendig noch genügend, um eine völlig einwandfreie Präparation zu erzielen. Die Schnittmethode ist unnötig, da einwandfreie Ausstriche sehr leicht anzufertigen sind, wenn man die MALPIGHI'schen Gefäße von Küchenschaben aufmerksam mit Präpariernadeln zerzupft. Auf diese Weise fallen alle möglichen Entwicklungsstadien von *Coelosporidium* aus und lassen sich nach Belieben wie andere Ausstriche behandeln. Anstatt der physiologischen Kochsalzlösung benutzte ich einen Tropfen der Blutflüssigkeit der Küchenschabe, die zu erhalten ist, wenn man ein vorderes Bein der Küchenschabe in der Höhe des Trochanters abschneidet. Man gewinnt so ganz gute Präparate, die selbst für das Studium mit stärksten Systemen sich eignen, wenn die ganzen MALPIGHI'schen Gefäße in toto präpariert werden. Solche Präparate sind besonders für Orientierungszwecke zu empfehlen. Die Schnittmethode ist nicht genügend für die völlig einwandfreie Präparation, da die Bilder, wie bei der Mehrzahl von Protozoen, bei weitem nicht so schön und treu die tatsächlichen Verhältnisse wiedergeben, wie die Totopräparate.

Mein ganzes Material habe ich mit SCHAUDINN'schem Sublimatalkohol fixiert. Die Färbung mit HEIDENHAIN'schem Eisenhämatoxylin erwies sich auch hier als jene, durch welche die schärfsten und die besten Bilder zu erhalten sind. Nur für die Sporenbildung ist diese Färbungsmethode nicht völlig geeignet, da die Sporenmembran mit Eisenhämatoxylin sich sehr tief schwarz färbt und sehr schwer sich differenzieren läßt und so die innere Struktur der Spore verdeckt wird. Da aber die Sporen in einer ungeahnten Menge jeder Zeit zur Verfügung stehen, macht auch dies keine Schwierigkeit in der Untersuchung, da eine genügende Anzahl gut gefärbter Sporen immer anzutreffen ist. Ich muß noch besonders hervorheben, daß

viele Sporen deswegen sich schlecht färben, weil sie Degenerationsstadien darstellen.

2. Form, Größe und Keimung der fertig ausgebildeten Sporen.

Die weitaus größere Zahl der fertig ausgebildeten Sporen hat auf den ersten Blick länglich-ovale Form (Taf. 1 Fig. 1). In der Tat ist es aber doch nicht so. Wenn die Sporen in der Ansicht „von oben“ („Aufsicht“), wie es meistens der Fall ist, beobachtet werden, scheinen sie diese Form zu besitzen. Bei aufmerksamer Durchmusterung der Präparate sind aber immer Fälle zu treffen, wo die Sporen auch in anderer Ansicht zu sehen sind, wobei ihre tatsächliche Form in anderem Lichte hervortritt. So ist die Spore Taf. 1 Fig. 2 in „Halbprofilansicht“, die Spore Taf. 1 Fig. 3 in „Profilansicht“ zu sehen. So überzeugen wir uns, daß die länglich-ovale Spore eine abgeplattete Seite besitzt, über welche einerseits der Sporenkörper als eine leichte, regelmäßige Aufwölbung sich erhebt. Da die Sporen in überwiegender Mehrzahl mit der abgeplatteten Seite auf den Objektträger kleben, ist es meist unmöglich, diese Erhöhung des allzu kleinen Sporenkörpers zu bemerken. Sie tritt nur in den Fällen deutlich hervor, wo die Sporen mehr oder minder in „Profilansicht“ zu sehen sind.

In Taf. 1 Fig. 4 ist eine junge Spore in „Profilansicht“ zu sehen, wo auch die innere Struktur sehr deutlich erkennbar ist. Die Spore scheint dreikernig zu sein. Doch glaube ich, daß dies nur ein Trugbild ist, sondern daß nur ein sehr zarter Kern besteht, der durch die Präparation wie zwei-, drei- oder mehrteilig aussieht.

Die reife Spore ist immer einkernig (Taf. 1 Fig. 6 u. 7). Das wichtigste Charakteristikum der Sporenkerne ist, daß sie kein Caryosom besitzen. Ihr ganzes färbbares Material ist in Form von feinen Körnchen über den ganzen Kernkörper zerstreut. Der Protoplasma-körper füllt normalerweise die Sporenhülle völlig aus. Wenn dies manchmal nicht der Fall ist, so ist es infolge mangelhafter Präparation, besonders Fixation (Taf. 1 Fig. 7).

Nach der Größe unterscheiden sich die Sporen nicht selten recht erheblich untereinander. Besonders ist auf Taf. 1 Fig. 5 aufmerksam zu machen. Es sind hier zwei Sporen im Präparate nebeneinander gefunden worden. Die kleinere Spore läßt keine innere Struktur erkennen. In der Riesenspore dagegen sind ein Kern und der Protoplasma-körper deutlich zu differenzieren. Der Kern besitzt kein Caryosom. Sein ganzes färbbares Material ist in Form von feinen Körnchen über den ganzen Kern zerstreut.

Sporenkeimung habe ich mehrmals beobachtet (Taf. 1 Fig. 8). Doch eignen sich die Bilder selten für eine Zeichnung. Denn die Sporenhüllen schrumpfen meist sehr stark zusammen. Ich konnte deshalb nicht feststellen, wie das Öffnen der Spore vor sich geht. Es scheint mir, als ob ein kappenförmiges Gebilde an dem einen Ende der Sporenhülle sich finden würde. Dasselbe wird abgeworfen, und das Tierchen schlüpft aus der Sporenhülle aus. Da die Sporenhüllen, wahrscheinlich wegen der Präparation, häufig zusammenschrumpfen, ist es tatsächlich sehr schwer, den Keimungsprozeß in allen seinen Einzelheiten zu verfolgen. Das Sporenkeimstadium ist den Sporozoiten der Coccidien sehr ähnlich. Es tritt in Sichelform auf mit einem Kern ohne Caryosom. Der Körper besteht aus einem dichten, fein granulierten Protoplasma. Nach dieser Beschaffenheit des Protoplasmakörpers, der ohne Spur irgendwelcher Vakuolisierung bestehen bleibt, sind die jüngsten Keimstadien von *Coelosporidium periplanetae* auf den ersten Blick zu erkennen. Die leeren Sporenhüllen sind in jedem Präparat mehr oder minder häufig anzutreffen (Taf. 1 Fig. 9). Deshalb dürfen wir annehmen, daß die Sporenkeimung bei *Coelosporidium periplanetae* ein häufig vorkommender Prozeß ist. Noch ist zu erwähnen, daß in den leeren Sporenhüllen die Artefakte, die Teilungsstadien vortäuschen, sehr oft zu beobachten sind (Taf. 1 Fig. 9). Es scheint mir, daß auch ein Teil der Teilungsstadien in den Sporen von EPSTEIN als solche Artefakte aufzufassen und zu deuten ist.

In letzter Zeit habe ich zeigen können, daß zwei Arten der Sporenkeimung zu unterscheiden sind: eine primäre und eine sekundäre bei Coccidien, Myxosporidien und Haplosporidien (IVANIĆ 1925 und 1926). Die primäre Sporenkeimung findet bei der Neuinfektion statt, die sekundäre bei der Autoinfektion. Von Haplosporidien ist bisher die sekundäre Sporenkeimung bei *Rhinosporidium equi* (HARTMANN 1921) bekannt geworden. Es scheint mir, daß die Fälle der Sporenkeimung, die bei *Coelosporidium periplanetae* öfters zu finden sind, meistens der sekundären Sporenkeimung angehören, da die keimenden Sporen in Präparaten gefunden werden, in denen Darminhalt ausgeschlossen war, weil die Ausstriche nur aus den MALPIGHISCHEN Gefäßen verfertigt wurden. Doch ist diese wichtige Frage erst auf experimentellem Wege zu entscheiden. Die größte Schwierigkeit liegt aber darin, daß die Küchenschaben fast ohne Ausnahme infiziert sind. Wenn die häufig vorkommende, höchstwahrscheinlich sekundäre Sporenkeimung bei *Coelosporidium periplanetae* sich auf experimentellem Wege bestätigt, wird damit auch die Tatsache genügend erklärt, warum die Küchenschaben so häufig infiziert sind.

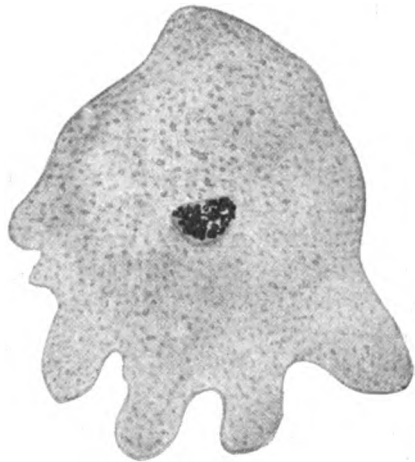
Daß eine, auf diesem Wege verlängerte Infektion der allgemeinen Verbreitung der Infektion unter den Küchenschaben beitragen muß, ist ohne weiteres klar.

Ich habe schon erwähnt, daß viele Sporen sich sehr schlecht färben, da sie ein pathologisch geschädigtes Material darstellen. Dies ist auch die Ursache, warum viele Sporen keimungsunfähig sind. Deswegen ist die Sporenkeimung im allgemeinen selten im Freien zu treffen. Ebenso gelingt es schwer künstliche Infektion hervorzurufen.

3. Wachstums- und vegetative Vermehrungsperiode (die gewöhnliche Zweiteilung, die multiple Teilung [Schizogonie] und die Plasmotomie).

Nach dem Auskriechen aus der Sporenhülle nimmt das Keimstadium bald die Amöboidform an (Taf. 1 Fig. 10). Das Amöboidkeimstadium zeichnet sich auf den ersten Blick durch sein fein granuliertes, dichtes Protoplasma aus. Der Kern behält immer den Bau des Sporenkernes bei. Ein Caryosom ist dabei nicht zu sehen. Das ganze färbbare Material des Kernes ist in Form feiner Körnchen im Kerne verteilt.

Die Amöboidstadien wachsen immer mehr heran (Taf. 1 Fig. 11 bis 18 und Textfig. 1). Bei der Mehrzahl ist ein Caryosom noch nicht zu sehen. Die färbbare Substanz des Kernes besteht noch immer aus einer Unmenge feiner Körnchen. Wenn wir aber einen solchen Kern, der ein Caryosom schon besitzt, in „Profilansicht“ zur Beobachtung erhalten, so können wir uns leicht überzeugen, daß wir es auch hier mit einem



Textfig. 1.

typischen Bläschenkerne zu tun haben (Taf. 1 Fig. 13). In Taf. 1 Fig. 16 ist ein Tier zu sehen, wo der Kern in der Ansicht „von oben“ („Aufsicht“) sich präsentiert. Die Neubildung des Caryosoms kann sich manchmal stark verzögern, wie es das Riesentier in Textfig. 1 zeigt. Ebenso können Amöboidstadien geradezu zu Riesentieren heranwachsen, ohne sich auch nur einmal zu teilen. Oft nehmen die Amöboidstadien die Form der Limaxamöben an (Taf. 1 Fig. 13—16).

Wie *Limaxamöben* bilden sie auch dann immer nur eine, vordere Lobopodie aus. Doch sind auch nicht selten Amöboidstadien anzutreffen, bei denen reiche Pseudopodienbildung stattfindet (Taf. 1 Fig. 17 u. 18 und Textfig. 1). In solchen Fällen erinnern die Amöboidstadien von *Coelosporidium periplanetae* sehr an die höheren Amöben. Jedoch sind alle diese Stadien immer leicht von den echten Amöben zu unterscheiden. Der Protoplastmakörper besteht hier immer aus einem dichten, fein granulierten Protoplasma ohne Spur von Vakuolisierung. Weiter ist meistens ein Caryosom im Kern noch nicht zu unterscheiden. Die färbbare Kernsubstanz ist immer feinkörnig.

So wie die Amöboidstadien in den verschiedensten Größen zu treffen sind, ebenso findet man auch Teilungen dieser Stadien bei verschiedenster Körpergröße (Taf. 1 Fig. 19—32). In Taf. 1 Fig. 19 ist ein Teilungsstadium bald nach dem Auskriechen aus der Sporenhülle zu sehen. Diesem allerkleinsten und allerjüngsten Amöboidteilungsstadium gegenüber haben wir in Taf. 1 Fig. 31 ein geradezu riesiges Plasmodium vor uns, wo die Kernteilung eben vollendet ist, die Tochterkerne aber noch nicht rekonstruiert sind. Die Kernteilung ist eine typische, primitive Mitose, die bei Protozoen allgemein verbreitet ist.

Doch sind alle diese Kernteilungsstadien nicht als Vorbereitung für die Zweiteilung der einkernigen vegetativen Formen zu betrachten. Die echten Zweiteilungsstadien sind in Taf. 1 Fig. 36—40 (besonders Taf. 1 Fig. 37—40) zu sehen. Diese Stadien sind ziemlich selten zu finden. Meist bleibt nach der stattgefundenen Kernteilung die Teilung des Protoplastmakörpers aus, wodurch mehrkernige Plasmodien aufzutreten beginnen (Taf. 1 Fig. 28—33). Manchmal behalten die Kerne dieser Stadien den ursprünglichen Bau bei und enthalten kein Caryosom (Taf. 1 Fig. 33). Doch wird das Caryosom in der überwiegenden Mehrzahl dieser Stadien gebildet (Taf. 1 Fig. 42—44). In dieser Weise erhalten wir typische Bläschenkerne in mehrkernigen Plasmodien von *Coelosporidium periplanetae*. In allen diesen Stadien sind die Kerne in „Profilansicht“ zu sehen. Wie sonst bei Protozoen mit typischem Bläschenkerne, bestehen die Kerne auch hier aus einer mehr oder minder festgefügteten Lininkugel, derer einer Seite das färbbare Material des Caryosoms anliegt.

Die Kernvermehrung schreitet weiter fort (Taf. 1 Fig. 45 u. 46). Wenn die zwei Kerne, wie hier, sich gleichzeitig teilen, entstehen vierkernige Plasmodien (Taf. 1 Fig. 53—55). Die Kerne aller dieser vierkernigen Stadien sind in „Profilansicht“ zu sehen. Alle Kerne stellen sich als typische Bläschenkerne dar. Ich mache noch darauf aufmerk-

sam, wie verschieden groß die Stadien in Taf. 1 Fig. 45 u. 46 sind. Das in Taf. 1 Fig. 46 dargestellte Amöboidstadium zeigt noch eine Besonderheit. Es enthält als Einschlußkörper in seinem Protoplasma eine fertig ausgebildete Spore. Wie viele andere parasitische Protozoen, ernähren sich auch die Plasmodien von *Coelosporidium periplanetae* auf osmotischem Wege, durch flüssige Nahrung. Es ist deshalb eine seltsame Erscheinung, eine fertig ausgebildete Spore als Protoplasmakörpereinschluß in einem Parasiten zu finden. Da ich nur einmal ein Plasmodium mit festem Nahrungseinschlusse gefunden habe, kann ich nicht ohne weiteres von der Hand weisen, daß diese Spore rein mechanisch in den Protoplasmakörper dieses Plasmodiums gelangen konnte. Doch bleibt es weiteren Untersuchungen vorbehalten, zu prüfen, ob nicht gelegentlich auch die Aufnahme fester Nahrung bei *Coelosporidium periplanetae* möglich ist. Würde sich dies bestätigen, dann hätten die Plasmodien von *Coelosporidium periplanetae* eine weitere, gemeinsame Eigenschaft mit freien Amöben, was vielleicht auch von Bedeutung für die Phylogenie der Haplosporidien sein könnte. Solche Fälle von Kannibalismus sind bei freilebenden Amöben auch zu finden.

Die Synchronicität der Kernteilungen kann schon auf dem zweikernigen Stadium gestört sein, wodurch die dreikernigen Plasmodienformen zustandekommen (Taf. 1 Fig. 47 u. 48). Ungleichzeitig teilen sich die Kerne weiter fort (Taf. 1 Fig. 49—51). In Taf. 1 Fig. 49 u. 50 ist je ein Kern; in Taf. 1 Fig. 51 sind zwei Kerne in Teilung begriffen. Die Kernteilung ist immer eine primitive, bei Protozoen häufig vorkommende Mitose. Wieder fällt es auf, daß die Plasmodien sich in der Größe stark voneinander unterscheiden.

Das fünfkernige Plasmodium zeigt, wie in Taf. 1 Fig. 56 zu sehen ist, wieder die typischen Bläschenkerne in „Profilsicht“. Es unterscheidet sich, mit Ausnahme der Kernzahl, nicht im geringsten von dem in Taf. 1 Fig. 18 gegebenen einkernigen Amöboidstadium. Das fünfkernige Plasmodium kann als Beweis dafür dienen, daß das einkernige Amöboidstadium zum *Coelosporidium periplanetae* sicher gehört.

Die Kernvermehrung schreitet weiter fort. Die Plasmodien werden sechskernig (Taf. 1 Fig. 57). Die Kernteilung bleibt ständig eine primitive Mitose.

In Taf. 1 Fig. 58 ist ein siebenkerniges Plasmodium zu sehen. Das in Taf. 1 Fig. 59 wiedergegebene Plasmodium enthält acht Kerne. Ein Kern ist in Teilung begriffen. Die Teilung ist immer eine primitive Mitose.

Die Kernzahl wird immer größer: neun (Taf. 1 Fig. 60 u. 61), elf

(Taf. 1 Fig. 62), dreizehn (Taf. 1 Fig. 63 u. 65). Das in Taf. 1 Fig. 63 dargestellte Plasmodium enthält einen Kern, das in Taf. 1 Fig. 65 zwei Kerne in Teilung. Die überwiegende Mehrzahl der Kerne bei allen diesen Stadien ist in „Profilsansicht“ zu sehen. Deshalb ist der Bläschentypus dieser Kerne mit voller Deutlichkeit zu erkennen. Manchmal erwacht die Synchronicität der Kernteilungen auch bei diesen mehrkernigen Plasmodien. So habe ich ein neunkerniges Plasmodium gefunden, wo alle neun Kerne gleichzeitig sich teilen (Taf. 1 Fig. 64). Alle neun Kerne finden sich im Tochterplattenstadium. Deshalb sind 18 Tochterplatten im ganzen zu zählen. Diese Tochterplatten sind ein neuer Beweis dafür, daß die Amöboidstadien durch eine primitive Mitose sich teilen.

Die Kernvermehrung setzt sich in den Plasmodien weiter fort. So erhalten wir Plasmodien mit hoher und recht verschiedener Kernzahl (Taf. 1 Fig. 66—72). Häufig enthalten diese Plasmodien Kernteilungsstadien (Taf. 1 Fig. 67—70 u. 72). Die Kernteilung ist immer eine primitive Mitose. Ebenso sind manche Kerne bei diesen Plasmodien in „Profilsansicht“ zu sehen (Taf. 1 Fig. 67—69). In Ansicht „von oben“ erscheinen diese Plasmodienkerne wie typische Caryosomkerne. Die „Profilsansicht“ lehrt aber, daß wir es hier mit typischen Bläschenkernen zu tun haben. Ebenso ist bei diesen Stadien klar zu sehen, daß die Kernzahl in keinem direkten Zusammenhang mit der Größe des Protoplasmakörpers steht. Das in Taf. 1 Fig. 68 dargestellte Stadium ist z. B. etwa zweimal so groß wie das in Taf. 1 Fig. 66 gegebene; doch enthält es etwa nur die Hälfte der Kernzahl des um die Hälfte kleineren Plasmodiums. Die Taf. 1 Fig. 71 u. 72 zeigen, im Vergleiche zu den vorhergehenden Figuren, daß auch die Größe der Kerne in keiner näheren Beziehung zu der Größe des Protoplasmakörpers steht.

Wie sehr die verschiedenen Stämme, die von verschiedenen Infektionen herkommen, nach der Größe verschieden sein können, zeigen die Taf. 1 Fig. 73 u. 74. Es waren das die größten Plasmodien, die ich in diesem Falle gefunden habe. Wie ersichtlich, sind diese größten Plasmodien wahre Zwerge gegenüber den Plasmodien, die in den vorhergehenden Figuren wiedergegeben sind. Darum ist es Vorbedingung für jede erfolgreiche Untersuchung, daß man jene Infektionen der Küchenschaben ausfindig macht, bei welchen die kräftigsten und möglichst großen Parasiten sich entwickeln.

Noch sei eine weitere Erscheinung bei vielkernigen Plasmodien erwähnt. Es fällt bei manchen Plasmodien auf, daß sie eine Anzahl riesiger Kerne, neben normal großen und völlig normal aussehenden

Kernen, enthalten (Taf. 1 Fig. 52, 75 u. 76). Es handelt sich hier wohl um Degenerationskerne. Darauf weisen besonders die in Taf. 1 Fig. 52 u. 76 gegebenen Riesenkerne hin. Ich glaube auch die Ursache der Degeneration bei diesen Kernen angeben zu können. Diese Kerne zeigen Teilungsstörung und Teilungssistierung. Deshalb wachsen sie zuerst stark heran (Taf. 1 Fig. 75) und unterliegen dann der Degeneration (Taf. 1 Fig. 52 u. 76). Bei *Limaxamöben* habe ich solche Kerndegenerationen auch beobachten können (IVANIĆ 1924). Es ist nun von Bedeutung, daß die gleichen Vorgänge auch bei den Amöboidstadien von *Haplosporidien* vorkommen.

Auf die mehr oder minder rege Kernvermehrung folgt schließlich auch die Teilung des Protoplasmakörpers bei den vielkernigen Plasmodien (Taf. 2 Fig. 77—81). Es ist eine typische multiple Teilung (Schizogonie), wie sie bei Protozoen auch sonst anzutreffen ist. Manche dieser Stadien erinnern sehr an die entsprechenden Schizogoniestadien bei *Coccidien*. Diese Stadien sind ebenso wie die gewöhnliche Zweiteilung nur ziemlich selten zu finden.

Wenn die Produkte der multiplen Teilung auseinandergehen (Taf. 2 Fig. 80 u. 81), wachsen sie stark heran (Taf. 2 Fig. 82 u. 83). Diese Stadien unterscheiden sich deutlich von den primären Sporenkeimstadien, da ihr Kern ein deutliches Caryosom besitzt.

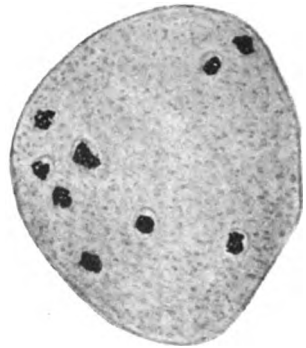
Neben der gewöhnlichen Zweiteilung und der multiplen Teilung (Schizogonie), durch welche die vielkernigen Plasmodien in die normalen, einkernigen Stadien sich umwandeln, wurden auch Stadien von Plasmotomie gefunden (Taf. 2 Fig. 84—88). Diese Stadien sind häufig, woraus hervorgeht, daß die endgültige Sistierung der Teilungsfähigkeit des Protoplasmas sehr früh aufzutreten pflegt. In den verschiedensten Stufen von Körpergröße und Kernzahl kann Plasmotomie eintreten. In Taf. 2 Fig. 84 haben wir ein vierkerniges Plasmodium, das sich in zweikernige Tochterplasmodien durchschnürt. Das vierkernige Plasmodium kann auch in vier einkernige Tochtertiere zerfallen (Taf. 2 Fig. 85). Auf diesem Wege kehrt das vierkernige Plasmodium aus dem anormalen mehrkernigen Zustand in den normalen einkernigen zurück. Ein solches Stadium habe ich nur einmal gefunden. Die Plasmotomie kann auch unregelmäßig vor sich gehen. In diesem Fall werden die Mutterplasmodien in die verschieden großen Tochterplasmodien mit verschiedener Kernzahl aufgeteilt (Taf. 2 Fig. 86—88). Dieserart wandeln sich vielkernige, primäre Riesenplasmodien in wenigerkernige, sekundäre Tochterplasmodien um. Die Plasmotomieteilung zeichnet sich der Schizogonie gegenüber dadurch aus, daß die Teilungsprodukte auf

diesem Wege nicht zu dem normalen einkernigen Zustand zurückkehren.

Bisher habe ich nur über die freien Amöboidstadien und die freien Plasmodien, ohne Bildung von Parasitencysten gesprochen. Es gibt aber auch Stadien mit einer deutlichen Parasitencyste (Taf. 1 Fig. 34, 35 u. 41). In gewissen Infektionen sind manchmal nur diese Stadien zu finden. Sie besitzen auch einen typischen Bläschenkern, der häufig in „Profilansicht“ zu beobachten ist (Taf. 1 Fig. 34). Nicht selten sind auch Kernteilungen bei diesen Stadien zu finden (Taf. 1 Fig. 35 u. 41). Öfters läßt sich nach der stattgefundenen Kernteilung auch die Protoplastmakörperteilung verfolgen. Es ist



Textfig. 2.



Textfig. 3.

interessant hervorzuheben, daß sich dabei auch die Parasitencyste durchschnürt. Selten habe ich mehr als zwei Kerne bei diesen mit einer Parasitencyste umgebenen Stadien gefunden. Es scheint, daß die Tiere aus der Parasitencyste sich bald befreien, worauf die Periode der regen Kernvermehrung und die vielkernigen Plasmodien immer häufiger werden.

Daß die Plasmodien von *Coelosporidium periplanetae* manchmal ein recht abenteuerliches Aussehen annehmen können, zeigt die Textfig. 2. Dieses Stadium deutet auch darauf hin, daß die Plasmodien lebhaft beweglich sein müssen. Das war auch an den durch

reiche Pseudopodienbildung sich auszeichnenden Amöboidstadien ersichtlich. Daß in Textfig. 2 wiedergegebene Stadium ist wohl als ein unzweideutiger Beweis für diese Annahme anzusehen.

Daß die Kernzahl bei diesen Stadien in keinem engeren Zusammenhang mit der Protoplastmakörpergröße steht, kann man aus der Textfig. 3 ersehen. Hier haben wir eines der größten Plasmodien vor uns; doch enthält es nicht mehr als neun Kerne.

Da die Arbeit PERRIN'S mir leider nicht zugänglich war, kann ich nur auf Grund der aus anderen Arbeiten entnommenen, mangelhaften Angaben mich äußern. Wie ich aus der Arbeit EPSTEIN'S sehe, hat PERRIN vor mir die gewöhnliche Zweiteilung der einkernigen, vegetativen Formen als auch die multiple Teilung (Schizogonie) der vielkernigen Plasmodien beobachtet und beschrieben. Doch kann ich nicht entscheiden, ob PERRIN die echte Schizogonie von der Plasmotomie unterschieden hat. Diese zwei Vermehrungsarten unterscheiden sich indessen prinzipiell voneinander, da die Einkernigkeit bei *Coelosporidium periplanetae* nur durch Schizogonie zustande kommt.

Was die Arbeit SCHIWAGO'S betrifft, muß ich leider feststellen, daß SCHIWAGO größte Beobachtungsfehler bei Beurteilung seiner Fig. 1, 5, 6 u. 7 begangen hat. Für das in seiner Fig. 1 dargestellte Stadium sagt SCHIWAGO, daß es ein „Verschmelzen von wahrscheinlich vier Amöboiden darstellt.“ Indessen ist es ein Plasmotomiestadium, das dem in meiner Taf. 2 Fig. 85 wiedergegebenen entspricht. SCHIWAGO hat also ein gewöhnliches Plasmotomiestadium als Chromidiogamie beschrieben. Ebenso sagt SCHIWAGO mit Unrecht für seine Fig. 5, daß sie „einen jungen Pansporoblasten“ darstellt, wobei „K., ein Kern des Pansporoblasten, der eben einen Sporenkern geliefert hat“, ist; „Chrom. K. ein Kern, in welchem sich die Chromatinsubstanz ausscheidet; Sp. K. ein Sporenkern; j. Sp. junge Spore“ darstellen. In Fig. 6 soll „ein etwas älterer Pansporoblast“ wiedergegeben sein, wo „j. Sp. junge Spore“ darstellt. SCHIWAGO hat die verschiedenen Kerne als verschiedene Entwicklungsstadien aufgefaßt und bezeichnet. Seine „chrom. K.“ ist tatsächlich nichts anderes als ein gewöhnlicher Bläschenkern in „Profilansicht“. Nur ist der Kern etwas größer als die anderen, was bei *Coelosporidium periplanetae* in diesen Stadien oft der Fall ist, weil die verschiedenen Kerne eine verschiedene Zahl von Teilungsschritten durchmachen. Jene, die eine kleinere Zahl von Teilungsschritten durchgemacht haben, sind immer mehr oder minder größer und können manchmal sogar außerordentlich groß werden. Was SCHIWAGO als „ein Kern des Pansporoblasten,

der eben einen Sporenkern geliefert hat“, bezeichnet, ist nichts anderes als das Caryosom eines Kernes. In Fig. 7 erklärt SCHIWAGO die gewöhnlichen vegetativen Bläschenkerne in „Profilansicht“ als „junge Spore“.

4. Sporenbildung und Kernverhältnisse in den fertig ausgebildeten Sporen.

Für das Einsetzen der Sporenbildungsperiode bei *Coelosporidium periplanetae* sind, wie ein Blick auf meine diesbezüglichen Bilder lehrt, weder die Plasmodiumgröße noch ihre Kernzahl entscheidend (Taf. 2 Fig. 95—116). Warum diese Faktoren keine entscheidende Rolle spielen können, erhellt aus der Entstehungsweise der verschiedenen großen Plasmotomiestadien mit verschiedener Kernzahl. In dieser Weise sind wohl die wenigkernigen und auch die wenig Sporen enthaltenden Stadien zu erklären (Taf. 2 Fig. 109—113). Wie sehr sich die Sporen bildenden Plasmodien nach Größe unterscheiden können, ist aus Taf. 2 Fig. 114—116 zu sehen. Alle hier wiedergegebenen Plasmodien enthalten die fertig ausgebildeten Sporen. Alle hatten die Fähigkeit, die ganze Sporenbildungsperiode durchzumachen. Besonders aber sind interessant die weiteren Stadien, die noch zu treffen sind. Es besteht auch hier die größte Verschiedenheit in der Zahl der gebildeten Sporen bei den verschiedenen großen Plasmodien. Ein vielkerniges Riesenplasmodium kann gelegentlich nur einige wenige Sporen bilden (Taf. 2 Fig. 107). Es besteht häufig auch ein Unterschied zwischen den in einem und demselben Plasmodium gebildeten Sporen (Taf. 2 Fig. 104 u. 107). Einige sind völlig normal und enthalten deutliche Kerne. Die anderen scheinen aber kernlos zu sein. Diese sind pathologisch veränderte Sporen. Die Verschiedenheit in der Sporenbildung in diesen Stadien ist also als eine pathologische Erscheinung aufzufassen.

Damit die Plasmodien in die Sporenbildungsperiode eintreten, müssen sie eine Sporenbildungsreife erreichen. Morphologisch ist diese Reife deutlich genug festzustellen. Das erste Merkmal der Reife für die Sporenbildung ist bei Plasmodien in besonderen Kernveränderungen gegeben. Die Kerne der in Sporenbildung begriffenen Plasmodien verlassen immer mehr den Bläschenkerntypus, indem ihr Caryosom nach und nach in viele Körnchen zerfällt (Taf. 2 Fig. 89—94). Auf diese Weise kehren die Kerne zu ihrer ursprünglichen Konstitution zurück, welche die die Sporenhülle verlassenden Amöboidstadien hatten. Alle Kerne machen nicht diesen Prozeß durch. In den die Sporen bildenden Plasmodien ist deshalb immer eine größere oder kleinere

Zahl von Bläschenkernen zu bemerken. Diese Kerne nehmen nicht an der Sporenbildung teil. Sie sind die echten vegetativen Kerne bei der Sporenbildung von *Coelosporidium periplanetae*.

Nach der stattgefundenen Kernumwandlung schnürt sich um jeden Kern eine Protoplasmapartie ab und auf dem Wege einer inneren (endogenen) Knospung entstehen die ersten Sporenanlagen (Taf. 2 Fig. 95—99). Die endogenen Knospen besitzen in diesem Stadium amöboide Form. Ihre Kerne enthalten meistens nicht ein Caryosom (Taf. 2 Fig. 97—99). Doch kann die endogene Knospung manchmal vor dem völlig durchgemachten Zerfallsprozesse des Caryosoms stattfinden (Taf. 2 Fig. 95 u. 96). In diesen Fällen sind kleinere oder größere Caryosome in den Knospungsstadien zu beobachten. Die vegetativen Bläschenkerne sind häufig dabei zu treffen (Taf. 2 Fig. 95, 96 u. 99). Sie unterliegen nach und nach der Resorption (Taf. 2 Fig. 99). SWARCZEWSKY hat in Taf. 8 Fig. 88 u. 91 auch die vegetativen Kerne beobachtet und abgebildet, aber ihre Natur nicht erkannt. In dem von ihm gegebenen erläuternden Text erwähnt er die vegetativen Bläschenkerne bei der Sporenbildung nicht.

Die scheinbar kernlosen Sporenanlagen sind nicht selten zu treffen. In meiner Textfig. 4 gebe ich ein solches Stadium, wo alle Sporenanlagen kernlos erscheinen. Daneben sind recht deutliche, vegetative Bläschenkerne wahrzunehmen. Die pathologischen Stadien sind in dieser Periode besonders häufig zu treffen. Darum färben sie sich oft sehr schlecht oder nur mangelhaft. Besonders färben sich die Kerne schwer, wodurch kernlose Sporenstadien vorgetäuscht werden. Noch möchte ich darauf aufmerksam machen, daß die von SWARCZEWSKY in Fig. 89 u. 90 gezeichneten ersten Sporenanlagen ein grob vakuolisirtes Protoplasma besitzen. Ich fand dagegen immer ein dichtes, fein granuliertes Protoplasma, das sich recht deutlich von dem Restprotoplasma abhebt. Es ist dies Folge der Schnittmethode, durch deren Anwendung der Bau des Protoplasmas in den Präparaten SWARCZEWSKY's gelitten hat. Was das Restprotoplasma betrifft, so scheint es strukturlos und dünnflüssig zu sein.



Textfig. 4.

Manchmal wird es in Kanadabalsampräparaten glashell und ist nur bei ganz besonders aufmerksamer Beobachtung zu erkennen.

SWARCZEWSKY hat eine paarweise Anordnung und Copulation der ersten, amöboiden Sporenanlagen angenommen, auf welche Weise die zweikernigen Sporoblasten, die sich direkt zu Sporen entwickeln, gebildet werden. Diese Angabe SWARCZEWSKY's kann ich nicht bestätigen. Denn ich habe immer gefunden, daß die einkernigen, amöboiden Sporenanlagen nach und nach die länglich-ovale Sporenform annehmen und direkt zu Sporen werden. In dieser Weise entstehen die einkernigen, jungen Sporen (Taf. 2 Fig. 100—104). Ich gebe eine Reihe dieser Stadien bildlich wieder, um zu zeigen, daß die jungen, eben gebildeten Sporen immer einkernig sind. Bei all diesen Stadien konnte ich mit voller Sicherheit und Deutlichkeit die einkernigen, länglich-ovalen, jungen Sporenanlagen, das Restprotoplasma und die vegetativen Bläschenrestkerne unterscheiden (Taf. 2 Fig. 100—102). Manche Kerne besitzen noch Reste des Caryosoms (Taf. 2 Fig. 102), was als neuer Beweis dafür zu betrachten ist, daß wir es hier mit ganz jungen Sporen zu tun haben. Daß diese Stadien aber keine fertig ausgebildete Spore, bei der die Einkernigkeit nach stattgefundener Caryogamie zustandegekommen wäre, zeigt die Tatsache, daß die Sporenhülle bei allen diesen Stadien noch lange nicht gebildet ist. Nur bei dem in Taf. 2 Fig. 103 dargestellten Stadium habe ich die erste Anlage der Sporenhülle mit Sicherheit feststellen können. Dieselbe ist noch in Taf. 2 Fig. 104 bei einer Spore deutlich zu erkennen. Diese und drei weitere Sporen erscheinen bei diesem Plasmodium kernlos. Vier weitere Sporen sind normal und enthalten nur je einen Kern ohne Caryosom. Da die Bildung der Sporenhülle eben begonnen hat, sind diese einkernigen Sporen als ganz junge anzusprechen und liefern den Beweis, daß die jungen Sporen zuerst einkernig sind. Den endgültigen Beweis dafür, daß die Sporen zuerst einkernig sind, bietet uns das in Taf. 2 Fig. 105 abgebildete Plasmodium und die Kernteilungsstadien Taf. 2 Fig. 117—124. Im Plasmodium Taf. 2 Fig. 105 sind einkernige und zweikernige junge Sporen gleichzeitig nebeneinander zu sehen. Eine weitere Spore enthält noch den ersten Kern in Teilung. Die Teilung entspricht wieder einer primitiven Mitose. In dieser Weise überzeugen wir uns durch direkte Beobachtung, daß die zuerst einkernigen Sporen durch Teilung des einen Kernes zweikernig werden. Kernteilung bei einkernigen Sporen habe ich mehrmals finden können (Taf. 2 Fig. 117—124). Überall ist mit voller Deutlichkeit die mitotische Kernteilung zu sehen. SWARCZEWSKY hat die an den Spindelpolen sich findenden, färbbaren

Körperchen als Centriolen aufgefaßt. Ich kann dieser Annahme nicht beipflichten. Ich habe auch die Spindeln mit centriolenartigen Gebilden auf jedem Pol finden können (Taf. 2 Fig. 120 u. 123). Doch fand ich auch die Stadien mit solchen Gebilden nur auf einem Pol (Taf. 2 Fig. 105, 117—119) und Stadien, wo keine Spuren von diesen centriolenartigen Gebilden zu sehen waren (Taf. 2 Fig. 121 u. 122). Da diese Gebilde mich sehr an die Stadien, wo die Polkörper der promitotischen Kernteilung resorbiert werden, erinnern, glaube ich diese so verschiedenartigen Bilder als verschiedene Stufen eines Resorptionsprozesses des Polkörpermaterials deuten zu können.

Als weiteren Beweis dafür, daß die Sporen zuerst einkernig sind, glaube ich noch das in Fig. 108 dargestellte Stadium ansehen zu können. Das Plasmodium wurde im Lumen der MALPIGHI'schen Gefäße gefunden. Ich konnte alle Einzelheiten, wie sie von mir in der Zeichnung wiedergegeben sind, deutlich verfolgen und feststellen. Die Mehrzahl der Sporen ist, wie ersichtlich, zweikernig. Nur drei Sporen waren einkernig und in einer Spore ist kein Kern zu erkennen. Keine Spur einer Sporenhülle war zu erkennen, was wohl als Beweis dafür anzusehen ist, daß wir es hier mit jungen Sporen zu tun haben, wo keine Befruchtung bisher stattfinden konnte und auch nicht stattgefunden hat.

Der zweite Schritt der Sporenkernteilung war in meinem Material seltener anzutreffen. Da SWARCZEWSKY dieses Stadium besonders gut erforscht hat, glaube ich davon Abstand nehmen zu können, Abbildungen von diesen Stadien zu bringen. Ebenso kann ich die Angaben von EPSTEIN und SWARCZEWSKY über die Degeneration der zwei äußeren und die Caryogamie der zwei inneren Kerne in der auf dem Wege zwei hintereinander erfolgter Teilungen vierkernig gewordenen Spore vollauf bestätigen. Auf diesem Wege wird bei *Coelosporidium periplanetae* die Einkernigkeit hergestellt, da die fertig ausgebildete Spore endlich immer einkernig wird.

Durch meine Befunde werden auch die Angaben EPSTEIN's über Autogamie bei *Coelosporidium periplanetae*, nicht aber die Angaben SWARCZEWSKY's über eine endogene Gametenbildung und ihre Copulation bestätigt. Daß SWARCZEWSKY in keinem Fall mit seiner Annahme Recht haben kann, geht auch daraus hervor, daß wir es hier, wenn SWARCZEWSKY's Angaben sich bestätigen sollten, mit einer ganz seltsamen Art von Reifung zu tun hätten. Wie bekannt, sind überall, wo wir es mit einem echten Reifungs- und Reduktionsprozesse zu tun haben, zwei Teilungsschritte zu unterscheiden. Wenn aber die Angaben SWARCZEWSKY's sich bestätigen würden,

dann hätten wir bei *Coelosporidium periplanetae* nur eine solche Teilung. Tatsächlich haben wir, wie von EPSTEIN angenommen wurde und wie es überall in der Pflanzen- und Tierwelt der Fall ist, auch hier zwei Teilungsschritte während der Reifungs- und Reduktionsperiode. Durch meine Befunde werden auch die Angaben PERRIN'S über die Sporenbildung bei *Coelosporidium periplanetae* bestätigt, welcher Forscher zuerst „in den Sporen“ . . . einige „Stadien von Kernteilungen“ gesehen und beschrieben hat, wiewohl er sie nicht in genügender Weise auch erklären konnte.

EPSTEIN hat bei der Sporenbildung auch zwei Schalenbildungskerne gefunden zu haben geglaubt. Doch sind Schalenkerne bei der Sporenbildung von *Coelosporidium periplanetae* nicht zu sehen. Ich glaube, daß EPSTEIN die gewöhnlichen vegetativen Bläschenkerne irrtümlich als Schalenkerne gedeutet hat.

Im vorhergehenden habe ich manche Besonderheiten, Unregelmäßigkeiten und pathologische Erscheinungen beschrieben. An dieser Stelle sei es mir gestattet, die diesbezüglichen Angaben zu ergänzen.

Wie bei allen Sporozoen, so sind auch bei *Coelosporidium periplanetae* pathologische Zustände und damit verknüpfte Unregelmäßigkeiten und Besonderheiten häufig zu treffen. An erster Stelle sind die Unregelmäßigkeiten im Teilungsprozesse hervorzuheben. Wenn nach der stattgefundenen Kernteilung die nachfolgende Protoplasmatheilung ausbleibt, wodurch vielkernige Plasmodien entstehen, ist dies wohl als Störung im Teilungsprozesse aufzufassen. Darum sind auch alle vielkernige Plasmodien als Produkte von Störungen des Teilungsprozesses zu betrachten. Die Einkernigkeit ist also die primäre und normale Erscheinung, die Vielkernigkeit dagegen als eine sekundäre und anormale Erscheinung zu betrachten. Multiple Teilung (Schizogonie), die Plasmotomie und Sporenbildung sind verschiedene Wege, auf denen ein und dasselbe erzielt wird, nämlich: der normale Zustand der Einkernigkeit.

Die vegetativen, der Degeneration unterliegenden Bläschenkerne, sowie das dem Tode regelmäßig anheimfallende Restprotoplasma sind weitere Beweise dafür, daß wir es hier immer mit mehr oder weniger pathologisch geschädigten Stadien zu tun haben. Auch scheinbar kernlose Sporenstadien kommen vor, wie wir sie bei *Coelosporidium periplanetae* gesehen haben. Es besteht also kein prinzipieller, sondern nur gradueller Unterschied zwischen diesen scheinbar kernlosen Sporenanlagen und jenen Plasmodien, die kernlose und kernhaltige Sporenanlagen nebeneinander enthalten (Taf. 2

Fig. 104, 107 u. 108). Als pathologisch verändert und geschädigt sind auch jene Stadien zu bezeichnen, wo mehrere Kerne den Zerfallsprozeß des Caryosoms durchgemacht haben, aber nur ein Kern in die Sporenbildung eingetreten ist (Taf. 2 Fig. 111). Wie schwer verändert die pathologischen Formen sein können, zeigt auch das in Taf. 2 Fig. 107 dargestellte Riesenplasmodium. Es enthält 17 der Degeneration unterliegende Kerne und drei Sporenanlagen, von denen nur zwei normal sind, die dritte dagegen kernlos und als degenerativ aufzufassen ist.

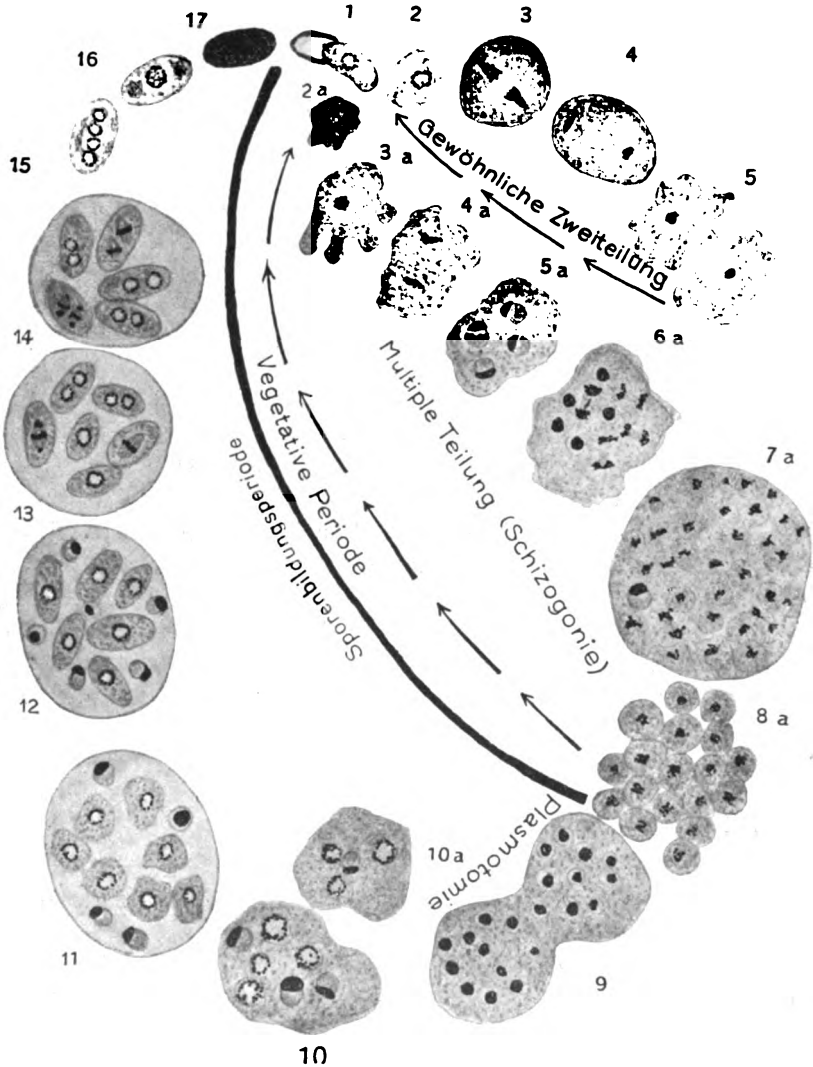
Welche Unregelmäßigkeit und Besonderheit bei diesen Sporenbildungsstadien möglich ist, zeigt das in Taf. 2 Fig. 106 gegebene Plasmodium. Hier ist nur ein Drittel der Kernzahl in die Sporenbildung aufgenommen. Dabei besitzt noch eine Spore den das Caryosom enthaltenden Kern. Die drei weiteren Sporen unterscheiden sich durch ihre Größe stark voneinander. Häufig hat man bei anderen parasitischen Sporozoen (Microsporidien) Sporen von verschiedener Größe beschrieben (Macro- und Microsporen), ohne dafür eine genügende Erklärung gefunden zu haben. Die Verhältnisse bei *Coelosporidium periplanetae* machen die Annahme wahrscheinlich, daß diese Erscheinungen auf pathologische Unregelmäßigkeiten zurückzuführen sind. Noch mache ich aufmerksam, daß bei dem in Taf. 2 Fig. 106 gegebenen Stadium, sowie bei jenem in Taf. 2 Fig. 112 manche Kerne noch in Teilung begriffen, während einige Sporen schon fertiggelbildet sind. Die Stadien wie das Plasmodium Taf. 2 Fig. 107 eignen sich vielleicht dafür, zu zeigen, wie die ungleichzeitige Sporenbildung bei einigen Myxo- und Microsporidien mit der Zeit sich entwickeln konnte. Die gleichzeitige Sporenbildung ist dabei als die primäre Erscheinung zu betrachten.

5. Zeugungskreis von *Coelosporidium periplanetae*.

Es sei mir noch gestattet, an der Hand des beigegebenen Schemas (Textfig. 5) den Zeugungskreis von *Coelosporidium periplanetae* zu rekapitulieren.

Bei *Coelosporidium periplanetae* besteht der Zeugungskreis aus zwei scharf getrennten Perioden: der vegetativen und der generativen. Die vegetative Periode, die auch als Vermehrungsperiode zu bezeichnen ist, beginnt mit der Sporenkeimung (Teilfig. 1). Der einkernige Sporenkeim nimmt bald Amöboidform an (Teilfig. 2) und beginnt stark anzuwachsen und sich zu teilen (Teilfig. 3). Die Kernteilung ist eine primitive, bei Protozoen allgemein verbreitete Mitose. Nach der stattgefundenen Kernteilung, beginnt die Protoplasma-

körperteilung (Teilfig. 4). Endlich schnürt sich auch der Protoplasma-
körper durch (Teilfig. 5), womit die gewöhnliche Zweiteilung abge-
schlossen ist. Die zweite Art der vegetativen Vermehrung, die
multiple Teilung (Schizogonie), beginnt auch mit Amöboidkeimstadien,



Textfig. 5.

die stark heranzuwachsen beginnen (Teilfig. 2 a u. 3 a). Die Kern-
teilung kommt ohne nachfolgende Protoplasma-körperteilung vor
(Teilfig. 4 a), wodurch nach und nach mehrkernige Plasmodien ent-

stehen (Teilfig. 5 a u. 6 a). Neben den Ruhekernen sind auch Kernteilungsstadien bei diesen Plasmodien zu treffen (Teilfig. 6 a u. 7 a). Der Protoplastmakörper zerfällt endlich in so viele einkernige Amöboidstadien, als Kerne vorhanden waren (Teilfig. 8 a). Noch ist als besonderes Vermehrungsstadium die Plasmotomieaufteilung von vielkernigen Plasmodien zu erwähnen, durch welche nicht der normale einkernige Zustand hergestellt wird (Teilfig. 9).

Da die betreffenden Tiere die normale Einkernigkeit herzustellen nicht mehr imstande sind, schreiten sie in die generative Sporenbildungsperiode ein, weshalb diese Stadien auch als Anfang der Sporenbildungsperiode betrachtet werden können. Der eigentliche Sporenbildungsprozeß beginnt bei diesen Stadien mit einem Zerfallsprozeß des Caryosoms (Teilfig. 10 u. 10 a). Auf diese Weise werden Kerne ohne Caryosom gebildet, wo die ganze färbbare Kernsubstanz in Form feiner Körnchen über den Kernraum zerstreut ist. So kehren diese Kerne zu dem Kernbau des Sporenskeims zurück. Neben diesen künftigen Sporenkernen sind die deutlich bläschenförmigen Kerne, die den Zerfallsprozeß des Caryosoms nicht durchmachen, häufig zu beobachten. Es sind die vegetativen Kerne, die in die Sporenbildung nicht aufgenommen werden und die schließlich dem Resorptionsprozesse und der Degeneration unterliegen und zugrundegehen. Nachdem der Zerfallsprozeß erfolgt ist, werden um jeden generativen Kern durch endogene Knospung die einkernigen amöbenförmigen Sporenanlagen gebildet (Teilfig. 11). Diese Sporenanlagen nehmen bald länglich-ovale Form an (Teilfig. 12). Kurz darauf beginnt die erste Teilung des einen Kernes, wodurch zweikernige Sporen entstehen (Teilfig. 13). Diese erste Teilung findet nicht gleichzeitig bei allen Sporen eines Plasmodiums statt. Es sind deshalb die einkernigen Sporen, die Sporen mit einer Teilungsspindel und die zweikernigen Sporen nicht selten nebeneinander in demselben Plasmodium zu treffen. Nach der ersten Kernteilung, kommt die zweite Kernteilung (Teilfig. 14), wodurch vierkernige Sporen entstehen (Teilfig. 15). Die zwei äußeren Kerne degenerieren, während die zwei inneren miteinander verschmelzen (Teilfig. 16). Die Einkernigkeit wird also durch einen Befruchtungsprozeß hergestellt. Die beiden Kernteilungen in den Sporen sind deshalb als Reifeteilungen zu betrachten. Die reifen Sporen (Teilfig. 17) können nun die Neuinfektion verursachen, wenn sie in demselben Wirt nicht zur Keimung kommen. Wenn sie aber in demselben Wirt zur Keimung kommen, was manche Befunde höchstwahrscheinlich machen, haben wir es mit der sekundären Sporenkeimung zu tun, welche die echte Autoinfektion sichert.

6. Zur Auffassung der Entwicklungsgeschichte von *Coelosporidium periplanetae*, besonders mit Rücksicht auf die Sporenbildung und die damit verknüpften Erscheinungen.

Wie ich bereits betont habe, sind alle Entwicklungsstadien, außer der gewöhnlichen Zweiteilung, in letzter Linie eine Folge von Störungen im Teilungsprozesse. Außerdem sind alle dahin gerichtet, die normale Einkernigkeit wiederherzustellen. Die multiple Teilung (Schizogonie) ist im Vergleich zu den Plasmotomieaufteilungen als ein Mittel, das besser der Notwendigkeit entspricht, zu betrachten. Durch multiple Teilung wird die Einkernigkeit tatsächlich hergestellt. Durch Plasmotomieaufteilungen werden die vielkernigen Stadien nur in wenigerkernige umgewandelt. Dafür muß die Sporenbildungsperiode eintreten, durch welche die Einkernigkeit wieder hergestellt wird.

Bei freilebenden Amöben habe ich auch die auf demselben Wege stattfindende Herstellung der Einkernigkeit Schritt für Schritt verfolgen können. Infolge von Störungen im Teilungsprozesse, wodurch nach erfolgter Kernteilung die Protoplasmakörperteilung aus unbekanntem Ursachen ausbleibt, kommen nach dem ersten Kernteilungsschritte zweikernige Stadien zustande. Wenn die Kernteilungen nun fortgesetzt werden und die Protoplasmateilungen ausbleiben, werden mehrkernige und nicht selten auch vielkernige Formen gebildet. Auf diese Weise werden die ursprünglich einkernigen Amöben zu vielkernigen Riesenplasmodien. Bei diesen Riesenplasmodien kommt nun öfters Zerfallsteilung vor, indem der Protoplasmakörper sich in so viele Tochtertiere, als Kerne vorhanden waren, aufteilt. Immerhin ist aber die nachträgliche Protoplasmakörperteilung nicht so regelmäßig. Die Tochtertiere sind dann ungleich groß und erhalten vom Muttertiere eine verschiedene Kernzahl. Die Einkernigkeit wird also nicht völlig hergestellt. Darum degenerieren solche Stadien häufig. Die Protoplasmaaufteilungen sind wohl der Plasmotomieaufteilung bei *Coelosporidium periplanetae* gegenüberzustellen. In dieser Weise findet man die völlig analogen Stadien während der ganzen vegetativen Periode bei *Coelosporidium periplanetae* und bei einigen freilebenden Amöben. Es bleibt noch übrig nachzuprüfen, ob Anschlußpunkte für die Periode der Sporenbildung auch bei *Coelosporidium periplanetae* mit irgendeinem freilebenden Protozoon zu finden sind.

Ich habe schon hervorgehoben, daß Schizogoniestadien seltener als Plasmotomiestadien bei *Coelosporidium periplanetae* zu treffen sind. Sie werden mit der Zeit immer seltener. Endlich sind nur

die Plasmotomiestadien zu finden. Da die Einkernigkeit durch diese Stadien bei weitem nicht hergestellt wird, tritt die Sporenbildungsperiode ein, durch welche die einkernigen Sporen in letzter Linie entstehen. Bei meiner *Amoeba Hertwigi*, die eine freilebende Süßwasseramöbe ist, habe ich auch feststellen können, daß die Einkernigkeit auf dem Wege der endogenen Cystenbildung hergestellt wird (IVANIĆ 1924). Neben der nachträglichen Protoplasmakörperteilung in so viele Tochtertiere, als Kerne im Muttertiere enthalten waren, habe ich auch finden können, daß die Einkernigkeit auf dem Wege endogener Knospung hergestellt werden kann und auch hergestellt wird. Wie während der Sporenbildung bei *Coelosporidium periplanetae*, so werden auch bei *Amoeba Hertwigi* die Ruhestadien in derselben Weise gebildet. Um jeden Kern schnürt sich ein Teil des Protoplasmas als endogene Knospe ab und das in dieser Weise entstandene einkernige Tier scheidet bald eine Außenmembran aus. Dadurch wird eine endogene Cyste gebildet und die normale Einkernigkeit hergestellt. Alle Kerne werden bei dieser endogenen Cystenbildung nicht aufgenommen. Diese Kerne verbleiben in dem für die Cystenbildung nicht verbrauchten Restprotoplasma des Muttertieres und unterliegen nach und nach ebenso wie das bei der Cystenbildung nicht verbrauchte Restprotoplasma der Degeneration. Zwischen dieser endogenen Cystenbildung bei *Amoeba Hertwigi* und der Sporenbildung bei *Coelosporidium periplanetae* besteht nur der Unterschied, daß keine Kernteilungen, keine Reifungs- und Befruchtungsprozesse in den Cysten von *Amoeba Hertwigi* vorkommen. Es ist dies, man muß zugeben, ein sehr wichtiger Unterschied. Doch stellt diese Tatsache keinesfalls die Tatsache in die Frage, daß bei *Coelosporidium periplanetae* sowie bei *Amoeba Hertwigi* nach der anormalen, durch Störungen und Sistierungen im Teilungsprozesse entstandenen Vielkernigkeit die normale Einkernigkeit in beiden Fällen auf dem Wege endogener Knospung und Bildung der Ruhestadien hergestellt wird.

Daß die Reifungs- und Befruchtungsprozesse auch bei den, auf dem Wege endogener Knospung entstandenen Ruhestadien bei freilebenden Protozoen tatsächlich vorkommen können, zeigt *Actinosphaerium Eichhorni*, wie es seit den klassischen Untersuchungen von HERTWIG (1898) bekannt ist. Wie bei *Coelosporidium periplanetae* macht sich auch bei *Actinosphaerium Eichhorni* vor der Cystenbildung ein Unterschied in zwei Arten von Kernen bemerkbar. Die vegetativen Kerne unterliegen auch bei *Actinosphaerium* der Degeneration. Um jeden generativen Kern dagegen schnürt sich ein Teil des

Protoplasmas des Muttertieres als endogene Knospe ab und scheidet eine Außenmembran aus. In dieser Weise werden HERTWIG's Primär-cysten gebildet. Nun teilt sich in jeder Primär-cyste die Tochterzelle, wodurch zwei Einzelzellen entstehen. In jeder Einzelzelle macht nun der Kern zwei hintereinander folgende Teilungen durch, so daß in jeder Einzelzelle die Reifeteilungen stattfinden. Von diesen Kernen degenerieren in jeder Einzelzelle alle Kerne außer eines einzigen, worauf Protoplasma Körper und übriggebliebene Kerne miteinander verschmelzen. In dieser Weise wird die Einkernigkeit bei *Actinosphaerium Eichhorni* hergestellt.

Wenngleich zwischen *Actinosphaerium Eichhorni* und *Coelosporidium periplanetae* der wichtige Unterschied besteht, daß bei *Actinosphaerium* überdies noch Zweiteilung des endogen entstandenen Cystentieres vor den Reifungs- und Befruchtungsprozessen stattfindet, so kann man doch nicht die Tatsache in Frage stellen, daß die echten Reifungs- und Befruchtungsprozesse in beiden Fällen bei den auf dem Wege endogener Knospung entstandenen Ruhestadien vorkommen. Die Autogamie bei *Coelosporidium periplanetae* steht gegenüber jener bei *Actinosphaerium Eichhorni* etwa in dem Verhältnis wie die Parthenogenese gegenüber der echten Conjugation bei *Paramaecium caudatum* (WOODRUFF U. ERDMANN 1914, ERDMANN 1915). Wenn die Parthenogenese bei *Paramaecium caudatum* tatsächlich eine Verwandtschaft mit der echten Parthenogenese zeigt, so ist diese noch eher bei den Autogamien von *Coelosporidium periplanetae* und *Actinosphaerium Eichhorni* anzunehmen, weil in beiden Fällen die echten Reifungs- und Befruchtungsprozesse tatsächlich vorkommen. Wenn wir noch annehmen, daß die Autogamie in der Phylogenie polymorph sich entwickeln konnte, und tatsächlich polymorph sich entwickelt hat, sind die Schwierigkeiten für die hier vertretene Auffassung weitaus geringere. Man kann nämlich annehmen, daß die bei *Coelosporidium periplanetae* vorkommende Autogamie eine primitivere Art von Autogamie darstellt, woraus sich noch ein weiterer, ungemein wichtiger Schluß ergibt. Wir haben im vorhergehenden gesehen, daß die Sporenbildung und alle damit verknüpften Prozesse nur darauf gerichtet sind, die normale Einkernigkeit wieder herzustellen. Da die Vielkernigkeit bei *Coelosporidium periplanetae* infolge von Störungen und Sistierungen im Teilungsprozesse zustandezukommen pflegt, so sind Störungen und Sistierungen im Teilungsprozesse in letzter Linie auch die Ursachen der Autogamieprozesse. Daraus ist zu erschließen, daß die sog. Sexualitätsprozesse in letzter Linie als eine Folge von Störungen und Sistierungen im Teilungsprozesse aufzufassen sind.

Der Befruchtungsprozeß, der in der Verschmelzung der zwei Kerne besteht, ist dabei keine rätselhafte Erscheinung, sondern wiederum bloß ein Mittel, um die Einkernigkeit herzustellen.

Literaturverzeichnis.

- CRAWLEY, H. (1905): *Coelosporidium blattellae*. Proc. Acad. Philadelphia Vol. 57.
- EPSTEIN, E. (1911): Beiträge zur Kenntnis von *Pleistophora periplanetae* (LUTZ u. SPLENDORE). Biol. Zentralbl. Bd. 31.
- ERDMANN, RH. (1915): Endomixis und ihre Bedeutung für die Infusorienzelle. Sitzber. Ges. naturf. Freunde Berlin.
- HARTMANN, M. (1921): *Rhinosporidium*. S. v. PROWAZEK-NÖLLER's Handbuch der pathog. Protozoen Lief. 9.
- HERTWIG, R. (1898): Über Kernteilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von *Actinosphaerium Eichhorni*. Abhandl. bayr. Akad. Wiss. Bd. 19.
- IVANIĆ, M. (1924): Zur Kenntnis der Fortpflanzungserscheinungen einiger Süßwasseramöben. Arch. f. Protistenk. Bd. 50.
- (1925): Die sekundäre Sporenkeimung als die Ursache der echten Autoinfektion bei Myxosporidien. Zool. Anz. Bd. 63.
- (1926): Ein neuer Beitrag zur Kenntnis der echten Autoinfektion bei Sporozoen. Zool. Anz. Bd. 65.
- LUTZ u. SPLENDORE (1903): Über Pebrine und verwandte Microsporidien. Zentralbl. f. Bakt., Parasitenk. u. Infektionskrankh., I. Abt., Bd. 33.
- PERRIN (1906): Observations on the structure and Life history of *Pleistophora periplanetae* LUTZ and SPLENDORE. Quart. Journ. of Micr. Sci. Vol. 49.
- SCHIWAGO, P. (1909): Über Vermehrung bei *Pleistophora periplanetae* LUTZ u. SPLENDORE. Zool. Anz. Bd. 34.
- SWARCZEWSKY, B. (1908): Über die Fortpflanzungserscheinungen bei *Arcella vulgaris* EHRLH. Arch. f. Protistenk. Bd. 12.
- (1914): Über den Lebenszyklus einiger Haplosporidien. Arch. f. Protistenk. Bd. 33.
- WOODRUFF, L. L. u. ERDMANN, RH. (1914): A normal periodic reorganisations-prozess without cellfusion in *Paramecium*. Journ. exper. Zool. Vol. 17.

Tafelerklärung.

Sämtliche Figuren beziehen sich auf *Coelosporidium periplanetae* und sind nach den mit SCHAUDINN'schem Sublimatalkohol fixierten und mit HEIDENHAIN'schem Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten in der Höhe des Arbeitstisches, bei Vergrößerung: ZEISS Komp. Oc. 12, Obj. Apochr. Hom. Imm. 2 mm, entworfen. Diese technischen Angaben gelten auch für die Textfiguren.

Tafel 1.

- Fig. 1. Die fertig ausgebildete Spore in „Aufsicht“.
 Fig. 2. Die fertig ausgebildete Spore in „Halbprofilansicht“.
 Fig. 3. Die fertig ausgebildete Spore in „Profilansicht“.
 Fig. 4. Junge Spore in „Profilansicht“.
 Fig. 5. Größenunterschiede zwischen zwei nebeneinander gefundenen Sporen.
 Fig. 6 u. 7. Die fertig ausgebildeten Sporen mit deutlichem inneren Bau.
 Fig. 8. Sporenkeimung.
 Fig. 9. Leere Sporenhülle mit Artefakt, der ein Kernteilungsstadium vortäuscht.
 Fig. 10. Der Sporenkeim hat schon die Amöboidform angenommen.
 Fig. 11—18. Wachstumsstadien der einkernigen, vegetativen Amöbenformen.
 Fig. 19—32. Kernteilungsstadien der verschieden großen Amöbenformen.
 Fig. 33. Zweikerniges Tier.
 Fig. 34. Einkerniges Tier in der Parasitencyste.
 Fig. 35. Kernteilung eines solchen Tieres.
 Fig. 36—40. Stadien der gewöhnlichen Zweiteilung.
 Fig. 41. Zweikerniges Tier in Parasitencyste.
 Fig. 42—44. Zweikernige Tiere von verschiedener Größe. Alle Kerne in „Profilansicht“.
 Fig. 45 u. 46. Kernteilung zweikerniger Tiere.
 Fig. 47 u. 48. Dreikernige Tiere. Die Kerne Fig. 47 in Ansicht „von oben“ („Aufsicht“), Fig. 48 in „Profilansicht“.
 Fig. 49—51. Kernteilungsstadien dreikerniger Tiere.
 Fig. 52. Dreikerniges Tier mit einem normalen und zwei Degenerationskernen.
 Fig. 53—55. Vielkernige Plasmodien mit allen Kernen in „Profilansicht“.
 Fig. 56. Fünfkerniges Amöboidstadium; alle Kerne in „Profilansicht“.
 Fig. 57. Sechskerniges Plasmodium. Ein Kern in Teilung.
 Fig. 58. Siebenkerniges Plasmodium mit allen Kernen in „Profilansicht“.
 Fig. 59. Achtkerniges Plasmodium mit einem Kerne in Teilung.
 Fig. 60. Neunkerniges Plasmodium.
 Fig. 61—74. Vielkernige Plasmodien. Fig. 64: Alle Kerne in mitotischer Teilung begriffen. Fig. 65, 67, 68—70: Einzelne Kerne in Teilung.
 Fig. 75 u. 76. Vielkernige, Degenerationskerne enthaltende Plasmodien.

Tafel 2.

- Fig. 77. Vielkerniges Plasmodium.
 Fig. 78—81. Multiple Teilung (Schizogonie).
 Fig. 82 u. 83. Die Schizogonieprodukte heranwachsend.
 Fig. 84—88. Plasmotomiestadien.
 Fig. 89—94. Vorbereitung der Sporogonie. Zerfall des Caryosoms. Daneben die vegetativen Kerne den Bläschenkernbau beibehaltend.

d
n
r
e

1

t

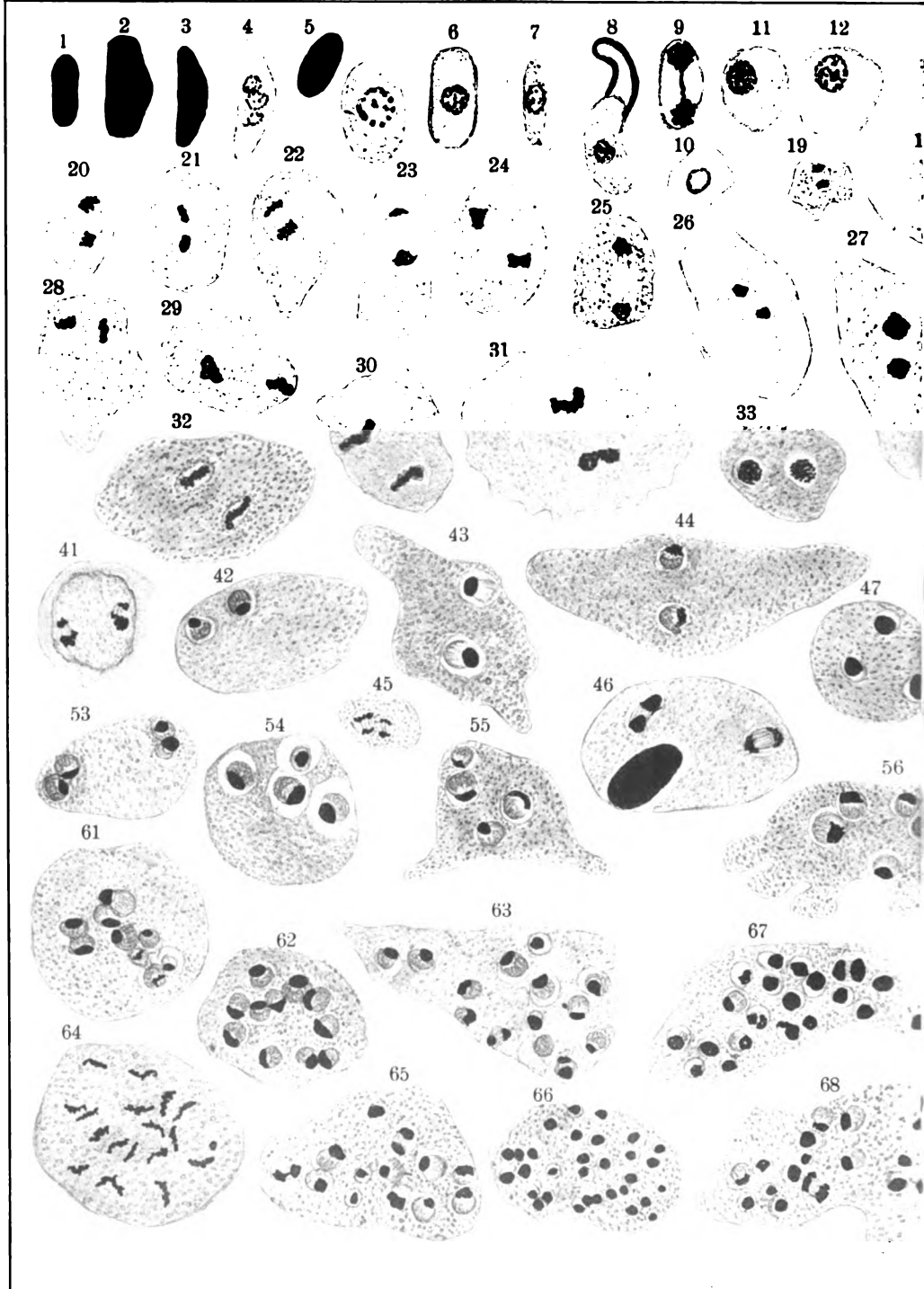
l

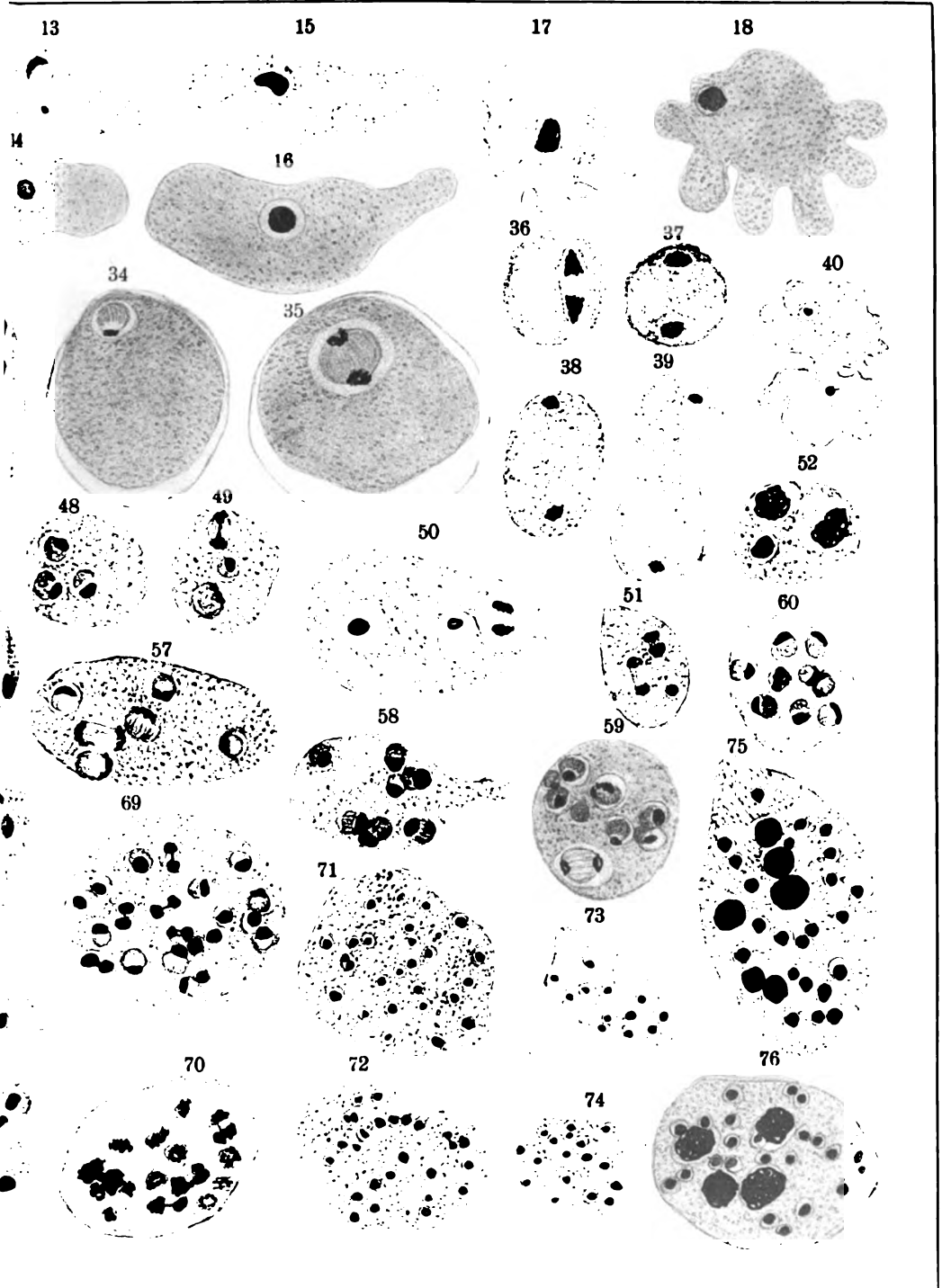
n

4

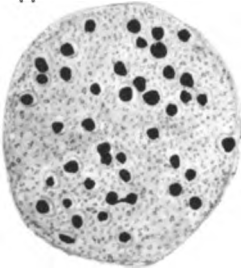
-

-





77



78



79



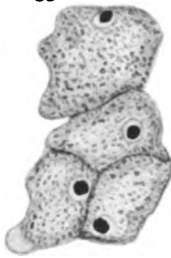
80



84



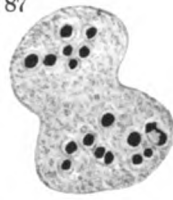
85



86



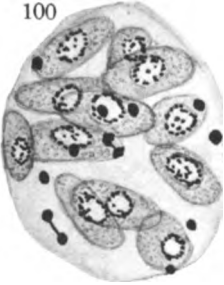
87



88



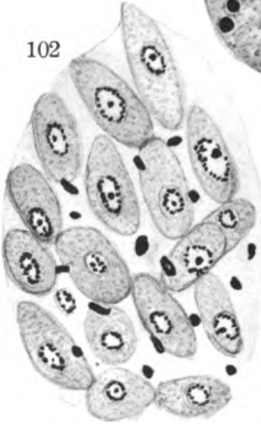
100



101



102



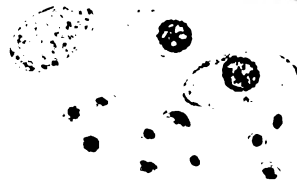
103



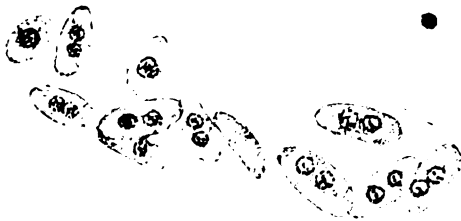
106



107



108



117



118



119



120

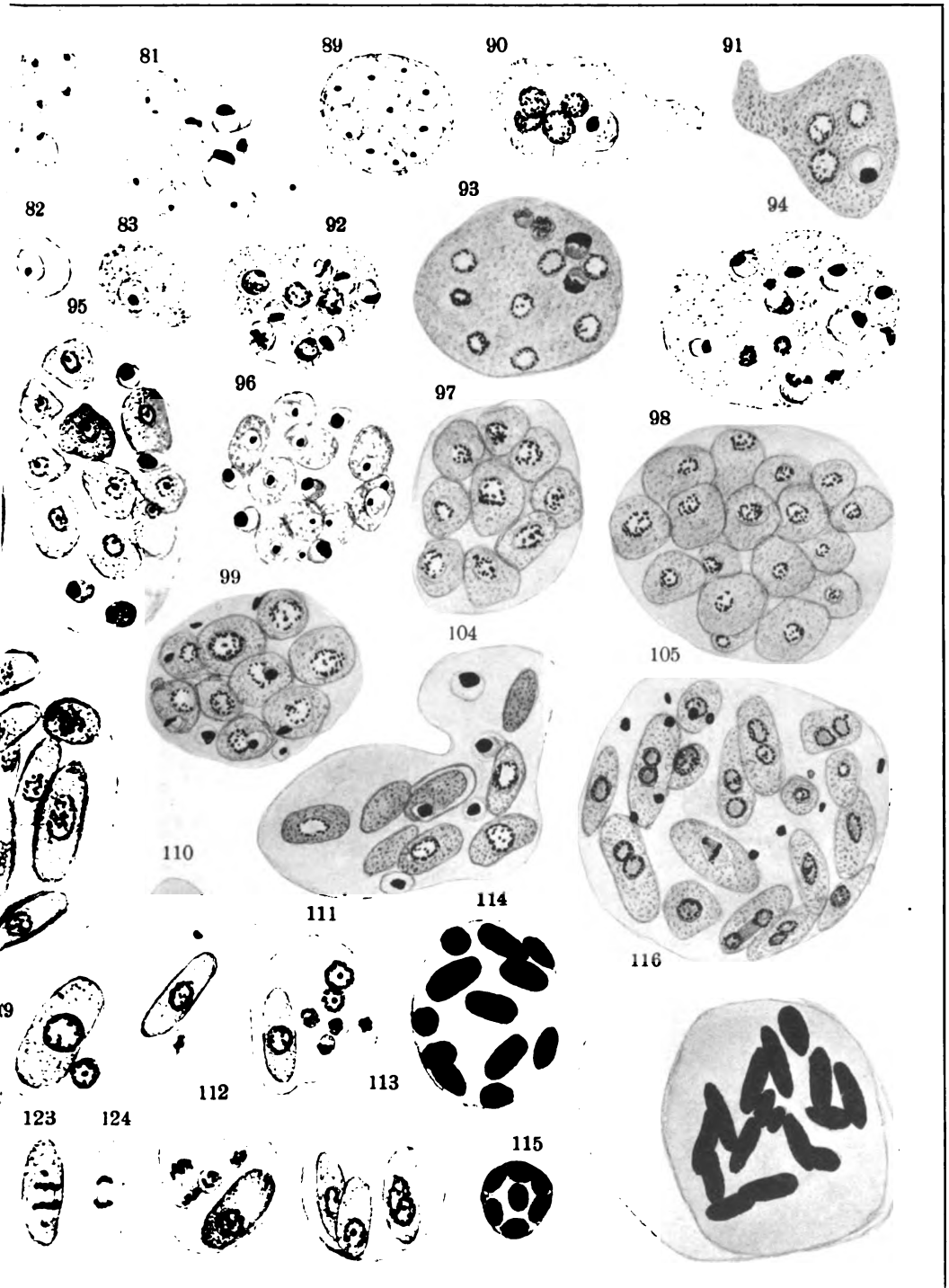


121



122





Entwickl

Fig

ärmig u

Fig

kommen

vegetativ

rationsst

Fig

selben P

Fig

die dritt

Fig

kernig u

Fig

Fig

Plasmod

Fi

Fig. 95—99. Endogene, amöboide Sporenanlagen. Vegetative Kerne ' läschenförmig und im Restprotoplasma liegend. Alle Sporenanlagen einkernig.

Fig. 100—104. Die Sporenanlagen haben die definitive Sporenförmigkeit angenommen. Alle einkernig. Ganz deutlich sind daneben das Restprotoplasma und vegetative Kerne zu sehen. Fig. 104: Einige Sporen erscheinen kernlos (Degenerationsstadien).

Fig. 105 u. 106. Einkernige und zweikernige Sporen nebeneinander in demselben Plasmodium. Fig. 105: Kernteilungsstadium in einer Spore.

Fig. 107. Riesenplasmodium, nur drei Sporen enthaltend. Zwei davon normal, die dritte kernlos, degenerativ. Daneben siebzehn vegetative Kerne.

Fig. 108. Riesenplasmodium mit zwölf Sporen. Davon: acht zwei-, drei einkernig und eine degenerative, kernlos.

Fig. 109—113. Kleine Plasmodien, die kleinere Zahlen der Sporen enthalten.

Fig. 114—116. Größenunterschiede zwischen den die reifen Sporen enthaltenden Plasmodien.

Fig. 117—124. Teilungsstadien in einkernigen Sporen. Erste Reifeteilung.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

**On *Myxosoma catostomi* Kudo 1923,
a myxosporidian parasite of the sucker,
*Catostomus commersoni*¹⁾.**

By

R. Kudo,

University of Illinois, Urbana, Illinois, U. S. A.

(With Plates 3—5.)

Contents.

	page
Introduction	90
Material and methods	91
The tumor and the seat of infection	92
The vegetative form	93
The cytoplasm	93
The nucleus	94
The vegetative nucleus.	94
The generative nucleus	97
The pansporoblast and development of the spore	99
The spore	105
The behavior of the nuclei of the sporoplasm and the question of auto-infection	107
Identification of the myxosporidian	109
Summary	111
Papers cited	112
Explanation of Plates	114

Introduction.

Upon an examination of the literature on the development of the Myxosporidia, one would be impressed by finding a considerable

¹⁾ Contribution from the Zoological Laboratory of the University of Illinois No. 282.

diversity of opinion among numerous workers concerning various phases of development, such as the behavior of the two nuclei in the sporoplasm prior to germination, the origin of the pansporoblast, the nature and significance of the deeply staining rounded bodies which appear in the developing sporoblasts, and so forth. This condition still exists although additional information has recently been supplied by KUDO (1922, 1923), BREMER (1922), DAVIS (1923), DEBAISIEUX (1924, 1925) and DUNKERLY (1925).

Developmental stages of *Myxobolus toyamai* which were the subject of two of my former papers (KUDO, 1915, 1917), were small both in number and in variety, and the observations were, consequently, far from being complete. In 1920 I studied the morphology and development of another myxosporidian, *Leptotheca ohlmacheri*, parasitic in the uriniferous tubules of the kidneys of frogs and observed certain interesting facts (KUDO, 1922), which led me to renew the study of tissue-infecting Myxosporidia. Under comparatively favorable conditions, I have had an opportunity to study a new tissue-infecting myxosporidian, *Myxosoma catostomi* KUDO, 1923, from a sucker, *Catostomus commersonii*. The work was completed early in 1922 and a brief summary of it published thereafter (KUDO, 1923). Since the host fish had been dead (although as I will state below apparently for a short time) before its fixation, it was feared that the developmental stages of the myxosporidian may have undergone degeneration and the findings were abnormal; hence the manuscript was put aside with the hope of completing it by studying the protozoan in life and in material fixed with different methods. The organism has, however, not been seen since. The manuscript has, therefore, been rewritten partly with additional reference to more recent publications which have appeared since 1922 and is published here in order to bring to light points of interest observed in the myxosporidian in question.

Material and methods.

The infected fish, *Catostomus commersonii*, was found dead on the shore of Douglas Lake, Michigan, in the vicinity of the University of Michigan Biological Station, in July, 1921¹). The sucker,

¹) Thanks are due to Doctor H. J. VANCLEAVE of the University who found the fish, and preserved and placed it at my disposal.

which had apparently not been dead long before its preservation as judged by the conditions of the tissues found in section preparations, attracted the attention of the collector by virtue of a conspicuous tumor which it exhibited near the pectoral fin on the left side of the body. The body was cut into two at a point just back of the tumor and the anterior portion containing the tumor was preserved in a mixture of 75 per cent alcohol, corrosive sublimate and acetic acid. The fixation was fairly good, and so allowed more or less satisfactory cytological studies.

Under the circumstances, studies of the myxosporidian in the fresh condition were impossible. A large number of smears and section preparations of the tumor, the part surrounding it, and the apparently uninfected part of the body were prepared. Besides the staining methods which I had used in my previous studies, DOBELL'S (1914) alcoholic hematein method was used with good results. The time of staining was, however, made a little longer than that given by DOBELL for the amoebae, as the myxosporidian spores were somewhat harder to stain. I have kept the preparations for about thirty minutes to one hour in each of the two solutions. Recently I have examined some of the preparations mounted in ordinary Canada balsam, and found that the majority after five years still showed beautiful and distinct pictures. It may be worth stating here that 1 per cent solution of potassium hydrate, if added to smears containing preserved spores, brings out both the polar filament and spore membrane most distinctly. Ordinarily when the spores are treated with a fixative containing sublimate, they do not extrude the filaments under the influence of mechanical pressure or of chemical reagents such as potassium hydrate. It is, however, possible for one to count the number of coils of the filament in each of the polar capsules, to measure the dimensions of each coil and further to calculate its approximate length, when the spores are treated with a solution of potassium hydrate (Fig. 112).

The tumor and the seat of infection.

The sucker measured about 18 cm in length¹). On the left side of the body just posterior to and above the pectoral fin, a con-

¹) This dimension is estimated by a comparison of the photograph of the entire body and the preserved part of the fish.

spicuous tumor was present (Fig. 1). The tumor, semispherical in shape, measured approximately 20 mm in diameter at its base and protruded for about 12 mm above the general surface of the body. The natural conditions of the tumor could not be studied, since the specimen was preserved in a rather small bottle and the tumor was very much flattened as compared with the state before preservation.

When a portion of the tumor was examined in alcohol, numerous spores and spore-filled parasitic masses were noted, which suggested that the growth was due to a myxosporidian infection. The parasitic masses were somewhat irregularly shaped, although mostly more or less rounded, and varied considerably in size, measuring from 50 to 350 μ in the largest diameter. Under a low magnification, each individual showed two regions, the peripheral and the spore-filled central portions, and was surrounded by a somewhat firm envelope composed apparently of the connective tissue of the host.

In section preparations, it was found that the tumor, instead of being composed of a single or a few individuals of the myxosporidian, consisted of an enormous number of the parasites which occupied the muscle fibers of the region (Figs. 2, 3). Each individual was found in the connective tissue of the muscle fiber and contained spores, developing pansporoblasts and nuclei of different form (Figs. 4, 5). The tumor contained exclusively sporulating trophozoites.

Unfortunately, the preserved specimen was very small and did not contain the visceral organs. Therefore the exact distribution of the parasite in the host body could not be determined. In the preserved portion of the body, the muscle was found to be the seat of infection. Just exactly what was the cause of the concentrated infection at this particular part of the body is not known as in numerous other species of tissue-inhabiting Myxosporidia which have been found to form cysts in the gills, fins and different parts of the subcutaneous tissues of various fish, although the infection has always been believed to have occurred through the alimentary canal (KUDO, 1920).

The vegetative form.

The cytoplasm.

As was mentioned above, each individual of the myxosporidian was bound by the connective tissue of the host (Figs. 2—5). Its

outer surface is smooth and in direct contact with the host tissue. There is a peripheral layer of densely granulated cytoplasm, while the remainder of the body is coarsely vacuolated, a condition which has been noted in many species of tissue-infecting Myxosporidia I have studied previously. In some individuals there was seen a peripheral layer which showed radial striations (Fig. 5). I was first inclined to think that they were remains of peripheral plates of the muscle fiber of the host; but a comparison with control preparations showed that this was apparently not the case, and the striated protoplasm belonged to the myxosporidian itself. Somewhat similar conditions were observed in *Myxobolus toyamai* (KUDO, 1915, 1917), in *Myxobolus pfeifferi* (THÉLOHAN, 1895; KEYSSELITZ, 1908), in *Myxobolus gigas* (AUERBACH, 1906), in *Henneguya acerinae* (SCHRÖDER, 1906), in *Lentospora ovalis* (DAVIS, 1923) and in *Myxobolus notatus* (DEBAISIEUX, 1925).

The nucleus.

The vegetative nucleus.

Scattered throughout and particularly in the peripheral zone of the body, there are found the vegetative nuclei (Figs. 4—30). They are circular or oval in shape and measure from 3.5 to 6 μ in diameter. The delicate membrane is distinctly visible and small chromatin granules are attached to it. A few chromatin granules are distributed over the nodes of the fine achromatin network which penetrates through the nucleus filled with nuclear sap. A large nucleolus is almost always present eccentrically. This is ordinarily rounded (Figs. 5, 6), but may be of different form (Figs. 6, 8). The nucleolus is mainly composed of plastin material and for this reason I call it a plasmosome or true nucleolus¹). Typically the plasmosome is mixed with a karyosome which may be a rounded body in the central part of or may form a thin coat for the former (Figs. 8, 6, 28). The separation of these two nuclear components becomes more pronounced at the time of nuclear division, particularly when it divides into a vegetative and a generative nucleus. The greater part of the plasmosome seems to remain in the vegetative nucleus.

The vegetative nucleus multiplies by amitosis. The nucleolus becomes elongated (Fig. 6) and divides into two (Figs. 10—12) which may (Fig. 10) or may not (Figs. 11—13) be of equal size. These

¹) I follow WILSON (1925) in using the terminology of plasmosome or true nucleolus and karyosome or chromatin nucleolus.

nucleoli become separated from each other, together with a portion of the scattered chromatin granules and achromatin network (Fig. 12). In the mean time the entire nucleus becomes elongated (Fig. 7). A constriction starts to form at the middle part (Fig. 18), which becomes deeper and deeper (Figs. 19, 20) and the nucleus divides finally into two (Figs. 21, 22). Another type of amitotic division is frequently met with. In this the nucleus divides by the formation of a transverse partition which cuts the mass into two (Figs. 6, 13—17, 21). Ordinarily a vegetative nucleus produces two vegetative nuclei of same or of dissimilar size.

The vegetative nucleus gives rise by division further to the generative nucleus. In this division the chromatin substance and plastin material become completely separated from each other into distinct masses (Figs. 10, 11). One half of the daughter nuclei receives more chromatin and less plastin (a generative nucleus), while the other half less chromatin and a large portion of plastin (a vegetative nucleus) (Figs. 10, 11, 19, 23). This division is also amitotic. The divisions of the vegetative nuclei as described here are abundantly seen in the present myxosporidian and are in striking contrast to the condition found in *Myxobolus toyamai* in which division stages of vegetative nuclei were absent in its cysts.

Earlier workers on tissue-infecting Myxosporidia, such as THÉLOHAN (1895) and DOFLEIN (1898), noted nuclei of variable size and appearance in the peripheral portion of large trophozoites or cysts. However, they did, not distinguish clearly the vegetative nuclei from the others. KEYSSELITZ (1908) differentiated properly vegetative or somatic nuclei from generative or propagative nuclei in *Myxobolus pfeifferi*. He, however, did not see division of the somatic nuclei, stating „Kernteilung [of vegetative nuclei] habe ich in keinem Fall beobachten können“. As to the formation of the generative nuclei from the vegetative, he writes as follows: „Die Entwicklung scheint sich demnach in der Weise zu vollziehen, daß der Kern der Copula eine Anzahl vegetative Kerne bildet. Dieselben besitzen als indifferente Nuclei gleiche prospektive Potenz. Bei der Propagationszellbildung werden nun nicht sämtliche Kerne direkt aufgebraucht, sondern nur eine Anzahl derselben differenziert sich durch Anreicherung des Chromatins und Sonderung des umgebenden Plasmas zu generativen Zellen.“ KEYSSELITZ holds that the division of the vegetative nucleus and formation of generative nuclei are limited to a period during the early trophic life of the myxosporidian, stating that „er ist nicht mehr fähig neue vegetativen Zellen aus

sich hervorgehen zu lassen oder weitere Propagationszellen zu bilden“. DAVIS (1923) seems to agree with KEYSSELITZ's view.

In Myxosporidia living in organ cavities of the host body, the vegetative nuclei are comparatively small in number due to the small size of the trophozoites. In *Leptotheca ohlmacheri* (KUDO, 1922), I have noticed the nucleus of a uninucleate amoebula divides into two, one of which becomes the vegetative nucleus and the other the generative. Although the generative nucleus divides repeatedly in the following stages of development, the vegetative nucleus remains ordinarily undivided. But after a certain period, the vegetative nucleus divides once and gives rise to another generative nucleus which by further divisions forms a trinucleate gemmule. AWERINZEW (1909) saw a mitotic division of the vegetative nucleus of a binucleate trophozoite of *Ceratomyxa drepanopsettae*. In other forms, such as *C. herouardi*, GEORGÉVITCH (1917) figures trophozoites with a number of vegetative nuclei, but the division is not shown distinctly. In the polysporous form of *Sinuolinea (Sphaerospora) dimorpha*, DAVIS (1916) states that there are several vegetative nuclei, but their division is not well worked out. In the disporous form of the same species, however, DAVIS, describes a type of amitosis which is somewhat similar to the one observed in the present myxosporidian.

ERDMANN (1917), in her second study of *Chloromyxum leydigi*, makes a statement to the effect that the vegetative nucleus divides by amitosis into two generative nuclei: „Bei *Chloromyxum leydigi* geht die bedeutsame Umwandlung der vegetativen Kerne in generative Kerne auf folgende Weise vor sich. Der Kern zeigt nicht mehr ein deutliches Caryosom und Außenchromatin, sondern ist, wie ich schon früher gesagt habe, umspinnen von zarten chromatischen Fäden. Sobald dieser Vorgang das Kerninnere verdeckt, grenzt sich dieser Kern mit einem kleinen Plasmasaum von seinem Mutterboden ab. Ein wenig später findet man Kerne, die zwei Caryosome haben, und nach kurzer Zeit entstehen zwei Zellen, die einen deutlich netzartigen Kern haben.“

Recent investigators agree in that they have not seen division of vegetative nuclei, although they admit seeing a large number of them in the body of the species of Myxosporidia they studied. In his study on *Myxidium Lieberkühni*, BREMER (1922) writes „über die Vermehrung derartige Kerne kann ich nicht Sicheres aussagen“ and „einwandfreie Kernteilungsbilder habe ich nicht gefunden“. DAVIS (1923) stated simply for *Lentospora ovalis* “there is some evidence that they [vegetative nuclei] multiply by amitosis”, without

- giving any further description or figures of the process. DEBAISIEUX (1924) does not make any definite statement on this point in his study of *Spharomyxa sabrazesi*. In his more recent paper on *Myxobolus notatus* he (1925) holds a view that some of the students of Myxosporidia had been using too ill-defined and heterogeneous terms in describing various stages of the sporozoans. With this I am in perfect accord; yet DEBAISIEUX himself introduces in that paper "noyaux nus" as the synonym of "noyaux végétatifs". Of the vegetative nuclei of *Myxobolus notatus*, DEBAISIEUX writes "les dessins 9 et 10 que nous croyons pouvoir interpréter comme représentant des amas en formation, permettent de supposer que les noyaux nus des amas naissant par des bipartitions successives, par des espèces d'amitosis", and further "les quelques aspects à allure mitotique que nous avons exceptionnellement observés sont trop rares et trop peu concordants pour que nous puissions y voir autre chose que des aspects plus ou moins artificiels". This author appears to have seen numerous cases of the division of vegetative nuclei which he interpreted as stages in karyogamy instead of those of nuclear division, of which a discussion is given elsewhere.

DUNKERLY (1925) failed to observe the multiplication process of what he called "very large (vegetative?)" nuclei in *Agarella gracilis*, although he stated "the chief interest of *Agarella* is the apparent clearness of the stages in the development of pansporoblast and spore".

As was described above, in *Myxosoma catostomi*, the vegetative nuclei which doubtlessly become increased in number by divisions of a single nucleus of the amoebula stage, grow and multiply as the body becomes larger, giving rise to both vegetative and generative nuclei.

The generative nucleus.

The generative nucleus is easily distinguishable from the vegetative nucleus by its appearance and by an island of cytoplasm which surrounds it (Fig. 35). It is usually smaller than a vegetative nucleus, measuring 2.5 to 3.5 μ in diameter. It has a thick distinct membrane and the achromatin network penetrates through the nuclear sap which fills the nucleus. Chromatin granules are numerous and attached very densely to the membrane and to the nodes of the network. Ordinarily a somewhat large nucleolus, rich in chromatin substance and poor in plasmosome is located eccentrically in each nucleus and there is a clear zone around it. The island of cytoplasm

that surrounds the nucleus is reticulated and well defined peripherally, although it has no definite membrane.

The generative nucleus multiplies by division. The chromatin granules become connected with one another over the network and prominent (Fig. 36). This stage is followed by spireme stages (Figs. 37—40). In its earlier phase the spireme seems to wind around through the nuclear sap so that one may get an impression that the thread is more than one in number (Fig. 37). At the time the nuclear membrane disappears completely, it is, however, clearly seen that it is a single thread which thickens and shortens as the division advances. The spireme breaks up into four chromosomes (Figs. 41, 42) and each seems to divide into two in some manner unknown to me. In anaphase four chromosomes are grouped around the opposite ends of the cell (Figs. 43, 44). During the early part of these changes, the nucleolus seems to remain unconcerned (Figs. 36, 37, 41), but later becomes decreased in size (Fig. 42) or completely invisible (Fig. 43). No spindle fibers such as I observed in a microsporidian, *Thelohania legeri* (KUDO, 1923 a) or in a flagellate, *Lophomonas blattarum* (KUDO, 1926) are to be seen. In the later stages of nuclear division, there is, however, a slightly staining elongated structure running along the axis of division (Figs. 43, 44), which persists during the telophase (Figs. 45—48) and sometimes even after the complete reconstruction of the daughter nuclei (Fig. 49). When reconstructed, the daughter nuclei show the structure found in the mother nucleus before division. These stages are abundantly observed and the interpretation of different stages was more reasonably, and satisfactorily done than that of the stages found in a small number in cysts of *Myxobolus toyamai* (KUDO 1915, 1917), which were similar to the present form.

The two daughter generative nuclei become in most cases entirely independent from each other before further changes take place in them. In some cases, however, these nuclei divide once more before complete cytoplasmic separation, thus forming three (Figs. 51, 52) to numerous generative nuclei, each of which is enclosed in an island of cytoplasm. They may remain in groups of several individuals or scatter themselves throughout the outer portion of the body.

Mitotic division of generative nuclei has been observed in Myxosporidia living in organ cavities as well as in tissues of the hosts. Some observers described a typical mitosis in which centrosomes, spindle fibers and chromosomes occurred, which are considered as due to either erroneous observation or schematic presentation at

the present time. More recent observers such as BREMER (1922), DAVIS (1923), DEBAISIEUX (1924, 1925) have not seen definitely a structure which may be compared with the centrosome.

With reference to the number of chromosomes which appear during the division, four were observed in *Myxobolus pfeifferi* (KEYSSELITZ, 1908; MERCIER, 1909), in *Henneguya gigantea* (GEORGÉVITCH, 1914), in *Myxobolus toyamai* (KUDO, 1915), in *Myxidium gadi* (GEORGÉVITCH, 1919), in *Myxobolus swellengrebeli* (SCHUURMANS STEKHOVEN, 1919), in *Myxobolus destruens* (SCHUURMANS STEKHOVEN, 1920) in *Myxidium lieberkühni* (BREMER, 1922) and in the present species, while six chromosomes were reported to occur in *Sinuolinea* (*Sphaerosporea*) *dimorpha* (DAVIS, 1916), in *Sphaeromyxa sabrazesi* (DEBAISIEUX, 1924) and in *Myxobolus notatus* (DEBAISIEUX, 1925). The observations on the nuclear division in the present species do not give me sufficient data to consider in detail the findings of other workers.

The pansporoblast and development of the spore.

The generative nucleus becomes large and changes take place in it. The nucleolus becomes very large and the chromatin granules appear to increase both in number and in size. The latter are either attached to the membrane or to the nodes of the achromatin network. Such a nucleus measures 3.6 to 4 μ in diameter and the island of cytoplasm in which it lies measures 5 to 8 μ in diameter (Figs. 53, 54).

A similar body was observed by THÉLOHAN (1895) in the endoplasm of *Myxobolus pfeifferi*, and this worker named it "sphère primitive". GURLEY (1893) coined the term "pansporoblast" for this body, which has been properly used by several investigators. How the pansporoblast is formed? In order to solve this problem, students of Myxosporidia have spent much time on observations and on the interpretation of the observed facts. A brief historical review of opinions of several investigators will not be unnecessary if one is to understand clearly the present state of our knowledge on this point.

THÉLOHAN (1895) considered the above-mentioned uninucleate body as the pansporoblast. DOFLEIN (1898) seems to have agreed with this view. In *Myxobolus pfeifferi*, on which THÉLOHAN made his observations, MERCIER (1906, 1909) distinguished two kinds of generative cells of unequal size, each containing a nucleus of a different character, which he called the macrogamete and the microgamete. Anisogamy takes place and a zygote is formed. MERCIER

held this zygote to be a pansporoblast. SCHRÖDER, in his study of *Sphaeromyxa sabrazesi* (1907), found first „durch Zusammentreten eines großen und eines kleinen Kernes entsteht Pansporoblast, dessen Kerne sich bis auf vierzehn vermehren“, but later (1910) expressed a view similar to that of KEYSSELITZ stated below. DEBAISIEUX (1924) worked on this myxosporidian and was inclined to think that the pansporoblast is formed by an association of two binucleate forms (which were originally uninucleate), such as shown in figure 60 which he called „sporocytes“.

AWERINZEW (1907, 1909) thinks that in *Ceratomyxa drepanopsettae*, there are two vegetative and two generative nuclei in a young trophozoite; from the latter are differentiated two microgametes and two macrogametes; anisogamy takes place and two zygotes are produced, from each of which a spore develops. KEYSSELITZ (1908), by studying *Myxobolus pfeifferi*, came to the conclusion that „zwei Gametoblasten legen sich nun aneinander, ohne zu verschmelzen. Dagegen vereinigen sich die beiden kleinen Zellen und bilden eine dünne dichtenliegende Hülle um ihre Mutterzellen“. For *Chloromyxum leydigi*, ERDMANN (1917 a) states “the nuclei with small cytoplasmic bodies approach each other and each cell divides up into a small and a big cell. The two small cells draw out in length and surround the two big ones, in this manner separating them from the other cells in the island. This quadruple group, two big cells and two small ones, is the starting point for the formation of the whole spore.” LO GIUDICE (1912), in *Myxobolus ellipsoides*, holds similarly that the pansporoblast is formed by the union of two generative cells. Each cell buds off a small nucleus before the union, the nuclei remaining ununited. AUERBACH (1912) states that in *Myxidium bergense* the pansporoblast is formed by the union of a microgamete and a macrogamete, but without fusion of the two nuclei. The binucleate body thus formed was the sporoblast mother-cell. I held a similar view in *Myxobolus toyamai*. PARISI (1913) figures in his study on *Mitraspora (Sphaerospora) caudata*, stages in the union of a microgamete and a macrogamete, further coupling of the two binucleate cells and fusion of the two nuclei.

Of diporous forms living in the organ cavities of the host there have recently been three students who, contrary to the view advanced by AWERINZEW (1909) for *Ceratomyxa drepanopsettae*, agree, in general, regarding the formation of the sporoblast mother-cell. DAVIS (1916) in *Sinuolinea (Sphaerospora) dimorpha*, STEPELL in *Ceratomyxa (Leptotheca) coris*, and myself (1922) in *Leptotheca ohlmacheri*

found that the nucleus of the uninucleate amoebula divides into three, one of which remains as a vegetative nucleus, while each of the remaining two develops into a spore. SCHUURMANS STEKHOVEN (1919, 1920) in *Myxobolus swellengrebeli* and *M. destruens* and DAVIS (1923) in *Lentospora ovalis* found that the pansporoblast is formed in a way similar to that as described for the present species.

On the other hand, in *Agarella gracilis*, a tissue-infecting species, DUNKERLY (1925) supposed that a large cell with a large nucleus ("megaloocyte") and a small cell with a small nucleus ("microcyte") become "associated in pairs" and two of these binucleated forms fuse into a group of four nuclei and become a pansporoblast. In regard to the formation of the propagative cell in *Myxobolus notatus*, DEBAISIEUX (1925) writes as follows: „Les noyaux végétatifs sont très souvent groupés deux à deux et les couples qu'ils forment et qui ne sont pas attribuables à une rencontre fortuite, ne peuvent que représenter une fin de division dont les noyaux filles resteraient longtemps accolés, ou bien une association tendant à la fusion. Cette dernière interprétation nous paraît devoir être admise: en effet, le contact entre les deux noyaux, loin d'indiquer une tendance à se pédiculiser, comme cela se produirait en cas de division, est large et aplati comme s'il y avait pression des deux noyaux l'un contre l'autre. L'accolement paraît évoluer en fusion des deux noyaux et les éléments à deux caryosomes qui en résultent s'entourent d'une zone distincte de protoplasme et se transforment en cellules propagatives.“ This is indeed a very interesting view if supported by facts. To strengthen his view, DEBAISIEUX quotes his and also my observations on some Microsporidia in which karyogamy of two schizonts results in the formation of a zygote or sporont. In *Thélohaniania légeri* (KUDO, 1923a) and in *Stempellia magna* (KUDO, 1925), there is positive evidence that this is the case, such as the extrusion of chromatic granules from the nuclei, the general appearance of the nuclei undergoing the change, etc., but none to show them as stages of nuclear division. It seems doubtful at least in the face of data published by DEBAISIEUX, that karyogamy among the vegetative nuclei occurs in *Myxobolus notatus*. For instance, DEBAISIEUX's figures 70, 71, 74 and 94 which he interpreted as stages in division, show two nuclei, the manner of association of which is exactly like that present in figures 23 to 26 and 31 to 34 which were supposed by this author to be stages in karyogamy. Further in his figure 27, two karyosomes are connected with each other by a conspicuous strand, which is apparently a division stage of a karyosome. These

figures and their comparison with stages found in *Myxosoma catostomi* lead me to think that those stages of karyogamy in *Myxobolus notatus* are in reality stages in amitotic division of the vegetative nuclei as are found in the present form.

As to the formation of the pansporoblast, DEBAISIEUX writes "nous admettons que deux sporocystes s'associent pour former le groupe à quatre noyaux qui représente le plus jeune pansporoblaste". Thus aside from DEBAISIEUX and DUNKERLY, recent workers of Myxosporidia agree with THÉLOHAN as to the origin of the pansporoblast.

The nucleus of the pansporoblast (Figs. 53, 54) undergoes a division. At the beginning the chromatin granules form irregularly coiled threads inside the nuclear membrane (Fig. 55). As the threads become more conspicuous, the nuclear membrane disappears completely. The chromatic mass divides into two unequal portions still connected by a chromatic strand (Fig. 56). The strand becomes less stainable and broader and finally disappears; the two chromatic masses of unequal size become completely separated from each other (Figs. 57—61). Frequently fine fibrous connections are found between these two masses (Figs. 57—59, 61), but no typical spindle fibers or centrosomes are to be seen. By this heteropolar division, the nucleus of the pansporoblast divides into one small and one large nucleus (Figs. 60—62) which not infrequently become separated by cytoplasmic constriction (Fig. 62). In *Myxobolus toyamai*, I (1915, 1917) saw numerous binucleate forms such as shown here in figure 62; but division stages described above were small in number, which led me to interpret that the binucleate form was produced by an association of two uninucleate generative cells of dissimilar dimensions.

To study the nuclear changes in the developing pansporoblasts smears must be used extensively to obtain the exact conditions and the number of the nuclei that are present in them. Section preparations, which seem to have been used exclusively by some investigators of tissue-infecting Myxosporidia, are of course of great importance in order to determine the arrangement of the pansporoblasts at different phases of development as found in the host body, and to study the minute structure of the individual nucleus in its natural location. But the multinucleate stages about to be described are cut in sections, and consequently it is not easy and certain to reconstruct the exact conditions of all the nuclei in a given pansporoblast from different sections. On the other hand,

in well-stained smears, one may with clearness and certainty be able to make out the number of nuclei and somewhat complicated nuclear changes even in late stages such as shown in figures 96—98.

The two nuclei of the above-mentioned binucleate form undergo further divisions. The small nucleus (Figs. 61, 62) divides once into two equal daughter nuclei (Figs. 63—69). This division may take place before (Figs. 63—69) or after (Figs. 75—78) that of the large nucleus. In some cases the small and the large nucleus may divide simultaneously, as is shown in figures 79 and 80. The small nucleus may not divide at all, as is probably the case in the pansporoblast in which a single spore has been formed (Fig. 98), or one of the daughter nuclei may divide again into two. Thus one, two or three nuclei are produced from the original small nucleus. They remain separated from the daughter nuclei of the large one throughout the whole development of the pansporoblast, and are found later between the two developing sporoblasts (Figs. 95—97). When the spore formation advances, these nuclei lose their typical appearance: the nucleolus, chromatin granules and achromatin network become diffused inside the nuclear membrane and the entire nucleus becomes less conspicuous (Figs. 94—98).

THÉLOHAN (1895) saw two nuclei similar to those mentioned above in the developing pansporoblast of *Myxobolus pfeifferi* and called them „noyaux du sporoblaste, entourés d'une petite masse de protoplasme n'ayant pas pris part à la formation des masses sporogènes“. DOFLEIN (1898) called them „Restkerne“, which term has been used by numerous workers. Judging from their behavior during the development of the two spores in the pansporoblast, and from their degeneration at the time of completion of spore-formation, these nuclei, which are located outside the developing sporoblasts, are, I believe, the vegetative nuclei which control the growth of the pansporoblast.

The large nucleus of the binucleate pansporoblast divides (Figs. 69—74). This division takes place ordinarily in a plane at right angles to the line connecting the two nuclei before the division. When completely divided, the nuclei are usually seen at opposite ends, as shown in figures 77 and 78. As their later development reveals, each one of the two is the nucleus which forms the nuclei of the sporoblast. The nuclei may divide simultaneously (Figs. 82, 85) or at different times (Fig. 84). Thus at the end of the second division, four equally large nuclei are produced (Fig. 86). Further divisions of these nuclei have not been seen to take place simultane-

ously. One therefore sees different stages containing four to twelve nuclei, excluding the vegetative nuclei, in a pansporoblast.

As the nuclei of a pansporoblast continue to divide, there appear small rounded bodies (Figs. 90, 93, 94, 95). These bodies stain deeply with HEIDENHAIN'S iron hematoxylin, but less deeply with DOBELL'S stain. They are more easily decolorized than chromatin granules. They seem to be fairly uniform in size. At the same time, the nucleolus which showed its typical appearance during the early part of the nuclear changes becomes very much smaller and compact. In DOBELL preparations nuclear changes such as shown in figures 90 and 93 are abundantly found. In figure 93, one distinguishes at least seven nuclei without a conspicuous nucleolus, five with a more or less large nucleolus and five extranuclear small rounded bodies which stain uniformly. In one of the nuclei shown in figure 81 and in four of those in figure 95, the nucleolus is located close to the membrane where the latter seems to be discontinuous. The best explanation of such conditions is that these nuclei are throwing off their nucleoli into the surrounding cytoplasm.

Similar bodies appearing in pansporoblasts of many other species of Myxosporidia have been reported in *Sphaeromyxa sabrazesi* (SCHRÖDER, 1907), in *Myxobolus pfeifferi* (KEYSSELITZ, 1908; MERCIER, 1909), in *Myxobolus ellipsoides* (LO GIUDICE, 1912), in *Myxobolus toyamai* (KUDO, 1915, 1917), etc. No one of the authors, however, has seen extrusion of nucleoli at this stage. ERDMANN (1917) saw numerous small bodies darkly stained (by hematoxylin) in the developing spores of *Chloromyxum leydigi* and regarded them as glycogen bodies which are used in the formation of the spore membrane. I have already shown that in the case of *Leptotheca ohlmacheri* there are no recognizable glycogen bodies used for this purpose (KUDO, 1922). The same is true in *Myxosoma catostomi*. Of the similar bodies appearing in the pansporoblast of *Lentospora ovalis*, DAVIS (1923) stated that he was "unable to find any evidence that they are of nuclear origin". They may, however, be found to have an origin similar to the present form.

Conditions observed in figures 81 and 95, together with the marked decrease in the amount of plasmosome in the nuclei and the appearance of apparently homologous bodies in the cytoplasm of the pansporoblast, lead me to consider that nucleoli are extruded from the nuclei during the course of spore-formation. What is, then, the significance of this phenomenon? Are the nucleoli thrown out to reduce the nuclear material? I have no evidence to show that

this may be the case. The fact that these bodies are located near the periphery of the sporoblasts (Figs. 90, 93—95), that stages such as shown in figures 96 to 98 in which they are lodged inside the developing spore membrane, are often present and that they disappear when the spore has completely been formed (Figs. 101—108), lead me to conclude that the extruded nucleoli which are composed chiefly of plastin material, are used in the formation of the spore membrane.

These bodies are to be distinguished from the small deeply staining bodies which appear in the general cytoplasm of the myxosporidian (Figs. 5, 7, 26—34). As to the origin of these bodies, I am inclined to think that they represent different stages of degenerating nuclei. Throughout the general cytoplasm of a vegetative form, there are seen certain nuclei whose structure is quite variable as are shown in figures 28 to 34 where they are apparently undergoing degeneration. These bodies also seem to originate in the degenerating nuclei of pansporoblasts (Figs. 99, 100). Some authors report similar bodies in the cytoplasm of the cyst of other Myxosporidia. DAVIS (1923) noticed them in *Lentosora ovalis* and called them "chromatoid bodies". Their form and size suggest that similar changes of some nuclei occur in that species also.

Two of the four large nuclei divide once and become located in the peripheral portion of the sporoblasts, each sporoblast containing two nuclei. They produce the four valves of the two spores (Figs. 95, 96). Each of the remaining nuclei divides twice, producing eight nuclei. Four of these form the polar capsules and the polar filaments and the other four become the nuclei of the two sporoplasms. Ordinarily two spores are formed in each pansporoblast. But only one spore may develop in a pansporoblast as shown in figure 98.

The spore.

In front view the spore is oval with ordinarily equally rounded extremities (Fig. 109); in profile it is spindle-shaped (Fig. 110); while in end view it is broadly ovoid (Fig. 111). The spore membrane is usually uniformly thick, although it is frequently thickened in places, particularly around the posterior margin. The spore membrane is composed of two valves as usual and the latter meet in a sutural plane. The valves are, however, quite frequently dissimilar in size, which condition is shown in figure 111. The sutural

line is usually straight; but when the valves are asymmetrical, it becomes somewhat curved to one side. There is a ridge on each valve running along the sutural line (Figs. 110, 111). This is not parallel to the latter, but takes an undulating course in which it approaches the sutural line as six to eight triangular markings (Fig. 109). These markings, which I called "markings on sutural ridge", are found in many species of the family Myxosomatidae and Myxoboidae (KUDO, 1920). In the species belonging to other families there are found ridges the plan of which is very different from that in the first two families.

Apparently the ridges on the spore membrane of Myxosporidia have been disregarded as folds on the spore membrane of deformed spores, especially when the methods of fixation were thought by investigators to be unsatisfactory. But the ridges, such as are found in the present species, are entirely different from the folds that may be produced mechanically for instance by dessication. In the first place, these ridges are distinctly observable both in fresh and in preserved conditions; for instance, I noted this condition in the spores of *Myxobolus mesentericus* (KUDO, 1920). Secondly, they are regularly present in every spore of the species and their structure and form are uniformly the same. In the third place, they become very often detached from the spores when the latter are treated with 1 per cent solution of potassium hydrate.

The dimensions of fully formed spores vary little. Measurements of a large number of spores in unstained condition: length 13 to 15 μ , breadth 10 to 11.5 μ , thickness 8 to 8.5 μ , polar capsules 5 to 6 μ long by 2.5 to 3.3 μ broad, calculated length of the filament about 40 μ .

The anterior part of the spore is occupied by two pyriform polar capsules which are usually of same size and form (Figs. 109, 111). They are divergent and are connected with the foramina in the spore membrane at the anterior tip (Figs. 108, 109). The polar filament which is coiled usually six times in the capsule is indistinctly visible in an ordinary preserved spore. But when the spore is treated with a solution of potassium hydrate, the filament becomes conspicuously visible against the finely granulated sporoplasm. The polar filament, however, is not extruded from the spore either by mechanical pressure or by potassium hydrate.

The rest of the cavity of the spore is occupied by a comparatively large sporoplasm which is coarsely reticulated and usually contains two refractive rings, which upon staining are shown to be

the two nuclei. Very rarely the sporoplasm appears to contain three or four nuclei, an apparently abnormal condition. When the spore is treated with a solution of potassium hydrate, the sporoplasm becomes finely granulated (Fig. 112). The sporoplasm does not show any structure which can be stained with LUGOL's solution.

The behavior of the nuclei of the sporoplasm and the question of auto-infection.

Concerning the changes which the two nuclei of the sporoplasm undergo later, I have given a full discussion in one of my papers dealing with *Leptotheca ohlmacheri* (KUDO, 1922). As may be seen there, the observations of different authors agree in one point, i. e., the two nuclei in the sporoplasm fuse into one either before or after the emergence of the sporoplasm as an amoebula, before the latter starts its trophic life. SCHUURMANS STEKHOVEN (1919, 1920) opposes this conception after studying chiefly section preparations of *Myxobolus swellengrebeli* and *M. destruens*, and states that the binucleate sporoplasm divides into two uninucleate bodies and each starts a new development. Yet the figures which he gives for the first-named species suggest strongly that the fusion of the two nuclei of the sporoplasm probably occurs in that species also. He saw uninucleate young amoeboid bodies and considered them as degenerating forms. If, as he thinks, the degeneration of the two nuclei really takes place, it is difficult to understand the peculiar condition that the degeneration of the two nuclei takes place not separately, but after their fusion into one mass. Furthermore, if "copulation" of the two nuclei occurs for the purpose of degeneration, why did he not find stages in which the process had advanced further? In figures 36 and 37, SCHUURMANS STEKHOVEN (1919) gives stages which he called dividing individuals. These figures show that the two nuclei are not in the "resting stage". This is a rather strange condition if reviewed from our general knowledge of cytology, i. e., if a cytoplasmic body containing two independent nuclei in the resting stage divides into two uninucleate bodies, the nuclei do not show any dividing figures. The interpretation of the figures under consideration advanced by SCHUURMANS STEKHOVEN does not seem to be acceptable. According to my view, these figures appear as two stages in the division of uninucleate body

into two. If we arrange his figures on the plate attached to his paper in the following order, figures 32, 31, 37 and 36, we obtain four successive stages in the division of an uninucleate amoebula into two uninucleate bodies.

Therefore, the objection expressed by SCHUURMANS STEKHOVEN concerning the fusion of the two nuclei prior to germination of the sporoplasm as an amoebula is without solid foundation and cannot be accepted. That the fusion of the nuclei of the sporoplasm occurs at the start of the trophic life of an amoebula has been studied in *Myxosoma catostomi*.

In the sporoplasm of the of *Myxosoma catostomi* found in the tumor, there are usually seen two nuclei closely associated with each other (Figs. 101—103, 105, 109), although on some occasions they may be somewhat separated (Fig. 104). Spores with uninucleate sporoplasm are also noticed (Figs. 106, 107) particularly in the connective tissue around the tumor, where one or two spores are lodged in a clear space surrounded by the host tissue. A similar condition was noted by THÉLOHAN (1895) in *Myxobolus pfeifferi* and was described by him under the name of "diffuse infiltration". In *Myxosoma catostomi*, the condition mentioned above seems to arise in the following way: when the body of a vegetative form breaks up in the tumor, the developing pansporoblasts and other stages would be carried away from the mother body in which they were undergoing development through the blood or lymph stream. While they migrate, sporulation advances and the spores are completely formed, becoming lodged in the host's connective tissue.

Uninucleate sporoplasm is frequently found in spores situated in such locations. I am inclined to think that such spores seem to receive more influence from the host body than those that develop within the tumor, since they are directly exposed to the body fluids of the host. On two occasions, I have observed in section a condition which I interpreted as the uninucleate sporoplasm just leaving the spore membrane. In one of these spores, I noticed that one of the polar capsules extruded its polar filament which wound around the spore membrane, while the other showed only its basal portion. The sporoplasm was seen leaving the spore near the anterior tip. Spores without sporoplasm were frequently found near the periphery of the tumor. From these observations, it seems probable that auto-infection takes place in the present species. The development of the newly emerged amoebulae could not be studied satisfactorily, but the amoebula grows in size accompanied by nuclear divisions.

The phenomenon of auto-infection through spores has been known for a long time. LIEBERKÜHN (1854), PFEIFFER (1891), THÉLOHAN (1895), GEORGÉVITCH (1914) and KUDO (1920) saw probable cases of auto-infection in the Myxosporidia they studied. In the case of *Nosema bombycis*, a microsporidian, I suggested that auto-infection is probably present (KUDO, 1916).

It may be worth recording here that on several occasions, leucocytes of the host fish were seen to contain a spore (Fig. 113). In every case, it appeared that the leucocyte engulfed a mature spore and the latter was being digested by it. The myxosporidian spore found in a leucocyte was much smaller than a normal free spore and in the case which is figured here, the sporoplasm was no longer visible, the polar capsules being the only structure which remained apparently unattacked by the phagocyte. Here one finds a typical case of phagocytosis.

Identification of the myxosporidian.

Since the work of THÉLOHAN (1892), it has generally been recognized that the sporoplasm of the spore of species belonging to family Myxobolidae contains an iodophilous vacuole, while that of the spore of species belonging to family Myxosomatidae does not contain this structure. Aside from a difference in this particular respect, these two families are practically indistinguishable from each other, since the general appearance of the vegetative forms, spores and habitat, are similar. Little is known about the significance of the iodophilous vacuole, although I attempted to consider its chemical nature previously (KUDO, 1921). DAVIS (1923) considers that "the presence or absence of a distinct iodophile vacuole is evidently of only secondary importance and of little value in determining the natural relationships of different species". In the family Myxobolidae which I have studied up to date I have not seen a single species in which mature spores of one and the same species showed both characters, that is to say, some spores containing an iodophilous vacuole, while others did not possess this structure. Therefore I hold that families Myxosomatidae and Myxobolidae should be distinctly separated from each other at the present moment.

On the basis of the absence of an iodophilous vacuole in the sporoplasm, the present species should be placed in the first-named

family. In this family two genera, *Myxosoma* (THÉLOHAN, 1892) and *Lentospora* (PLEHN, 1904), have been created. These two genera are essentially the same in spore characters and should be united into one, retaining THÉLOHAN's generic name [see the definitions and figures of the two genera in one of my papers (KUDO, 1920)].

Ten species have been recorded in this family. The present species appear to differ from any one of them. Recently DAVIS (1923) described *Lentospora ovalis* from the gills of *Ictiobus bubalus* and *I. cyprinella* from Iowa, U. S. A. This myxosporidian forms cysts in the gills of the host fish and has according to DAVIS, spores which measure in fresh condition, 15 to 17 μ long, about 15 μ broad, and about 11 μ thick. The polar capsules are 8 to 9 μ by 6 μ broad. As is usually the case there are some variations in size, the smallest measured spore was only 12 μ long by 11 μ broad and contained capsules which were 6 μ by 4 μ . The spores of *Myxosoma catostomi* were preserved before they came to my hand and dimensions in fresh state are unknown. In a previous paper I (1921a) showed that spores of *Leptotheca ohlmacheri* decrease in size when fixed. Assuming that the loss of the dimensions of the spores of *Myxosoma* (*Lentospora*) *ovalis* due to fixation was the same as that of *Leptotheca ohlmacheri*, the former species will have the following dimensions when fixed: length 12,6 to 14,3 μ , breadth about 10,7 μ , polar capsules 6,6 to 7,5 μ by 5 μ . Thus these dimensions resemble greatly those of the present species. As stated before, one finds regularly in the spores of the present form a ridge on each side of the sutural plane which takes an undulating course, while DAVIS apparently did not see any ridges on the spores of the species he studied. The spore membrane of the spores of these two species is different in thickness and the number of coils of the filament in the polar capsules is also different; in the present species it is regularly six (Fig. 112), while in *Myxosoma* (*Lentospora*) *ovalis* mostly four or some five according to figures drawn by DAVIS who counted „five to six turns“ of the „coiled filament“. With reference to the habitat and vegetative stages, one finds great differences between them. Hence I hold that *Myxosoma catostomi* and *Myxosoma* (*Lentospora*) *ovalis* should be held as distinct species.

In the literature one reads descriptions of a number of species placed in the genus *Myxobolus*, in which the authors stated that the „vacuole“ could not be found. Of these, comparison must be made with *Myxobolus oblongus* observed and described by GURLEY (1894) from chub suckers (*Catostomus tuberculatus*, *Erimyzon sucetta*

oblongus) from North Carolina and Mississippi. Although a satisfactory comparison between GURLEY's form and the present species cannot be made, due to GURLEY's inadequate description, the spores of the two species differ in several respects. Therefore, in 1923 I considered that the species described in this paper was not identical with any recorded form, and proposed to name it *Myxosoma catostomi*.

Summary.

1. A myxosporidian, *Myxosoma catostomi* Kudo 1923, parasitic in the muscle fiber and intermuscular connective tissue of the body muscle of *Catostomus commersonii*, is described. The myxosporidian forms a conspicuous tumor in the host body.

2. Each spore contains a single binucleate sporoplasm. Fusion of the nuclei probably takes place in the spore prior to the emergence of the sporoplasm as an amoebula.

3. In the cytoplasm of a vegetative form, there are two kinds of nuclei: vegetative and generative. The division of the vegetative nucleus is direct, by which it produces either kind.

4. The generative nucleus becomes surrounded by an island of cytoplasm and divides by mitosis. By growth, a single nucleus transforms itself into a pansporoblast. The nucleus of the pansporoblast undergoes a heteropolar division. The small nucleus thus formed divides into two and the latter become the vegetative nuclei of the pansporoblast. These two nuclei are analogous to the vegetative nucleus of disporous species. The large nucleus divides three times and produce eight nuclei. Four of the eight nuclei produce the four valves of the spores. Two of the remaining four nuclei divide once more, and the latter four form the polar capsules and the filaments. The remaining two, after dividing again, become the nuclei of the sporoplasms.

5. During the later development of pansporoblasts, the nuclei throw off their nucleoli into the cytoplasm.

6. Normally a pansporoblast develops into two spores, but rarely into one only.

7. Auto-infection by spores and phagocytosis are of probable occurrence.

Papers cited.

- AUERBACH, M. (1906): Eine neue *Myxobolus* im Brachsen (*Abramis brama*). Zool. Anz. Bd. 31.
- (1910): Cnidosporidienstudien. Zool. Anz. Bd. 35.
- (1912): Studien über die Myxosporidien der norwegischen Seefische und ihre Verbreitung. Zool. Jahrb. Syst. Bd. 34.
- AWERINZEW, S. (1907): Über Myxosporidien aus Gallenblase der Fische. Zool. Anz. Bd. 31.
- (1909): Studien über parasitischen Protozoen. I. Die Sporenbildung bei *Ceratomyxa drepanopsettae* mihi. Arch. f. Protistenk. Bd. 14.
- BREMER, H. (1922): Studien über Kernbau und Kernteilung von *Myxidium lieberkühni* BÜTSCHLI. Zugleich ein Referat über den Stand der Kernprobleme bei den Myxosporidien. Arch. f. Protistenk. Bd. 45.
- DAVIS, H. S. (1916): The structure and development of a myxosporidian parasite of the squeteague, *Cynoscion regalis*. Journ. Morph. Vol. 27.
- (1923): Studies on sporulation and development of the cysts in a new species of Myxosporidia, *Lentospora ovalis*. Journ. Morph. Vol. 37.
- DEBAISIEUX, P. (1924): *Sphaeromyxa sabrazesi* LAVERAN et MESNIL. La Cellule T. 35.
- (1925): Études sur les Myxosporidies. III. *Myxobolus notatus* MAVOR. Arch. zool. expér. et gen. T. 64.
- DOBELL, C. (1914): Cytological studies on three species of Amoeba — *A. lacertae* HARTMANN, *A. blebae* n. sp., *A. fluvialis* n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 34.
- DOPLEIN, F. (1898): Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. III. Über Myxosporidien. Zool. Jahrb. Anat. Bd. 11.
- DUNKERLY, J. S. (1925): The development and relationships of the Myxosporidia. Quart. Journ. Micros. Sci. Vol. 69.
- ERDMANN, RHODA (1917): *Chloromyxum leydigi* und seine Beziehungen zu anderen Myxosporidien. Teil II. Arch. f. Protistenk. Bd. 37.
- (1917a): New facts and views concerning the occurrence of a sexual process in the myxosporidian life cycle. Amer. Natural. Vol. 51.
- GEORGÉVITCH, J. (1914): Études du cycle évolutif chez les Myxosporidies. Arch. zool. expér. et gen. T. 54.
- (1917): Recherches sur le développement de *Ceratomyxa herouardi* GEORG. Arch. zool. expér. et gen. T. 56.
- (1919): Études sur le développement de *Myxidium gadi* GEORG. Arch. zool. expér. et gen. T. 58.
- GURLEY, R. R. (1893): On the classification of the Myxosporidia, a group of protozoan parasites infesting fishes. Bull. U. S. Fish Comm. Vol. 11.
- (1894): The Myxosporidia, or psorosperms of fishes, and the epidemic produced by them. Rep. U. S. Fish Comm. Vol. 26.
- KEYSSELITZ, G. (1908): Die Entwicklung von *Myxobolus pfeifferi* THEL., I. II. Arch. f. Protistenk. Bd. 11.
- KUDO, R. (1915): On a new myxosporidian from a carp. Journ. Zool. (Tokio) Vol. 27.
- (1916): Contributions to the study of parasitic Protozoa. I. On the structure and life history of *Nosema bombycis* NÄGELI. Bull. Imper. Sericult. Exper. Stat. Vol. 1.

- Kudo, R. (1917): Contributions to the study of parasitic Protozoa. II. *Myxobolus toyamai* nov. spec., a new myxosporidian parasite in *Cyprinus carpio* L. Journ. Parasit. Vol. 3.
- (1920): Studies on Myxosporidia. A synopsis of genera and species of Myxosporidia. Illinois Biol. Monogr. Vol. 5.
- (1921): On the nature of structures characteristic of Cnidosporidian spores. Trans. Amer. Microsc. Soc. Vol. 40.
- (1921a): On the effect of some fixatives upon myxosporidian spores. Trans. Amer. Microsc. Soc. Vol. 40.
- (1922): On the morphology and life history of a myxosporidian, *Leptotheca ohlmacheri*, parasitic in *Rana clamitans* and *Rana pipiens*. Parasitology Vol. 14.
- (1923): Development of a myxosporidian, *Myxosoma catostomi* nov. spec. Anat. Record Vol. 24.
- (1923a): Studies on Microsporidia parasitic in mosquitoes. III. On *Thelohania legeri* Hesse 1904 (= *Th. illinoisensis* Kudo 1921). Arch. f. Protistenk. Bd. 49.
- (1925): Studies on Microsporidia parasitic in mosquitoes. V. Further observations upon *Stempellia* (*Thelohania*) *magna* parasitic in *Culex pipiens* and *C. territans*. Biol. Bull. Vol. 48.
- (1926): Observations on *Lophomonas blattarum*, a flagellate inhabiting the colon of the cockroach, *Blatta orientalis*. Arch. f. Protistenk. Bd. 53.
- Lo Giudice, P. (1912): Studi sui Cnidosporidi. Pavia.
- Mercier, L. (1906): Phénomènes de sexualité chez *Myxobolus pfeifferi*. C. R. soc. biol. T. 110.
- (1909): Contribution à l'étude de la sexualité chez les Myxosporidies et chez les Microsporidies. Mem. class. sci. l'Acad. roy. Belg. T. 2.
- Plehn, Marianne (1904): Über die Drehkrankheit der Salmoniden. *Lentospora cerebralis* (Hofber) Plehn. Arch. f. Protistenk. Bd. 5.
- Schröder, O. (1906): Eine neue Myxosporidienart aus den Kiemen von *Acerina cernua* (*Henneguya acerinae* n. sp.). Arch. f. Protistenk. Bd. 7.
- (1907): Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Myxosporidien. *Sphaeromyxa sabrazesi* (Laveran et Mesnil). Arch. f. Protistenk. Bd. 9.
- (1910): Über die Anlage der Sporocyste (Pansporoblast) bei *Sphaeromyxa sabrazesi* Laveran et Mesnil. Arch. f. Protistenk. Bd. 19.
- Schuermans Stekhoven, Jr., J. H. (1919): Die Sexualität der Myxosporidia. Arch. f. Protistenk. Bd. 40.
- (1920): Myxosporidienstudien. II. Die multiplikative und propagative Entwicklung der Myxosporidien. Arch. f. Protistenk. Bd. 41.
- Stempell, W. (1919): Untersuchungen über *Leptotheca coris* n. sp. und das in dieser schmarotzende *Nosema marionis* Thél. Arch. f. Protistenk. Bd. 40.
- Thelohan, P. (1892): Observations sur les Myxosporidies et essai de classification de ces organismes. Bull. soc. philom. Paris T. 4.
- (1895): Recherches sur les Myxosporidies. Bull. sc. France et Belg. T. 26.
- Wilson, E. B. (1925): The cell in development and heredity. 3 ed. New York.

Explanation of Plates.

All the figures refer to *Myxosoma catostomi* and except figures 1 to 4, were drawn, by means of ABBE's drawing apparatus attached to one of the compensation oculars of a binocular microscope. Figures 5 to 113 were originally magnified 2300 times and were reduced in reproduction. They should be measured by the scales placed under figures 30 and 108. Abbreviations used are as follows: D, DOBELL's alcoholic iron hematein; G, GIEMSA's staining; H, HEIDENHAIN's iron hematoxylin; Sc, section preparation; Sm, smear preparation.

Plate 3.

Fig. 1. The host fish, *Catostomus commersonii*, photographed from above, shortly after its collection, exhibiting a conspicuous tumor on the left side of the body. \times about 1/3.

Figs. 2, 3. Microphotographs of part of the tumor in section preparations. H. \times about 350.

Fig. 4. A microphotograph of parts of three individuals of the myxosporidian. H. \times about 1500.

Plate 4.

Fig. 5. A part of a vegetative form, showing the radially striated periphery of the body, nuclei and developing pansporoblasts. Sc. H.

Fig. 6. Vegetative nuclei. Sm. D.

Fig. 7. Part of a vegetative form, showing division stages of vegetative nuclei, a generative nucleus and two degenerating nuclei. Sc. H.

Fig. 8. A vegetative nucleus. Sm. D.

Fig. 9. A vegetative nucleus. Sc. H.

Figs. 10—25. Stages in division of vegetative nuclei. Figs. 10—15, 19, 20, 22—25, Sc. H.; Fig. 18, Sm. H.; others, Sm. D.

Fig. 26—34. Parts of different vegetative forms in which degenerating nuclei are found. Figs. 26—28, Sc. H.; others, Sm. H.

Fig. 35. A generative cell. Sc. H.

Fig. 36—52. Stages in divisions of generative cells. Figs. 36—38, 46, 48, 50, 52, Sc. H.; Figs. 40, 42, Sm. D.; others, Sm. H.

Fig. 53, 54. Pansporoblasts. Fig. 53, Sm. D.; Fig. 54, Sc. H.

Plate 5.

Figs. 55—62. Stages in a heteropolar division of pansporoblasts. Figs. 58, 61, Sm. H.; others, Sc. H.

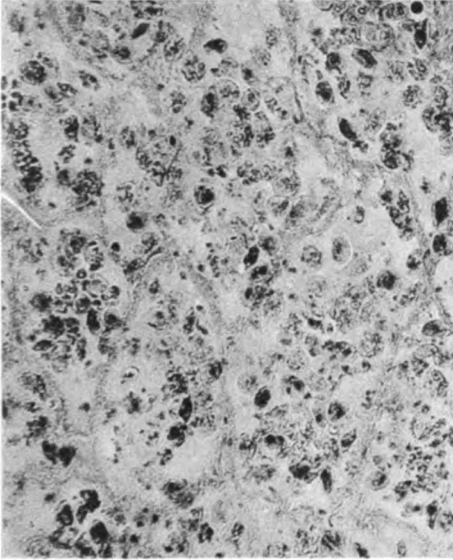
Figs. 63—69. Stages in division of the smaller nucleus. Figs. 63, 64, 68, Sm. H.; others, Sc. H.

Figs. 70—74. Stages in division of the larger nucleus. Figs. 70, 72, Sm. H.; others, Sc. H.

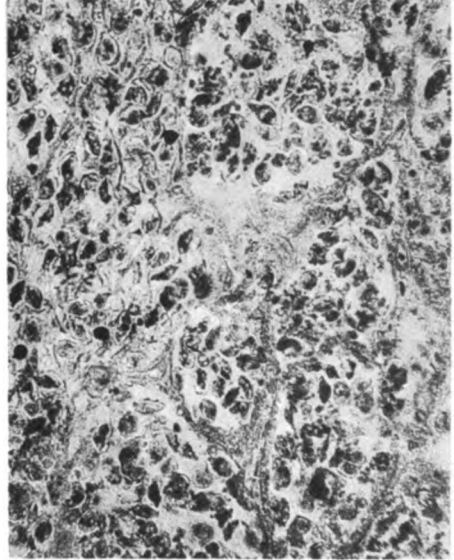
Figs. 75—78. Stages in division of the smaller nucleus. Figs. 77, Sc. H.; others, Sm. H.

Figs. 79, 80. Stages in simultaneous divisions of the two nuclei shown in figures 60—62. Sm. H.

Fig. 81. A tetranucleate pansporoblast. Sc. H.



2



3



1

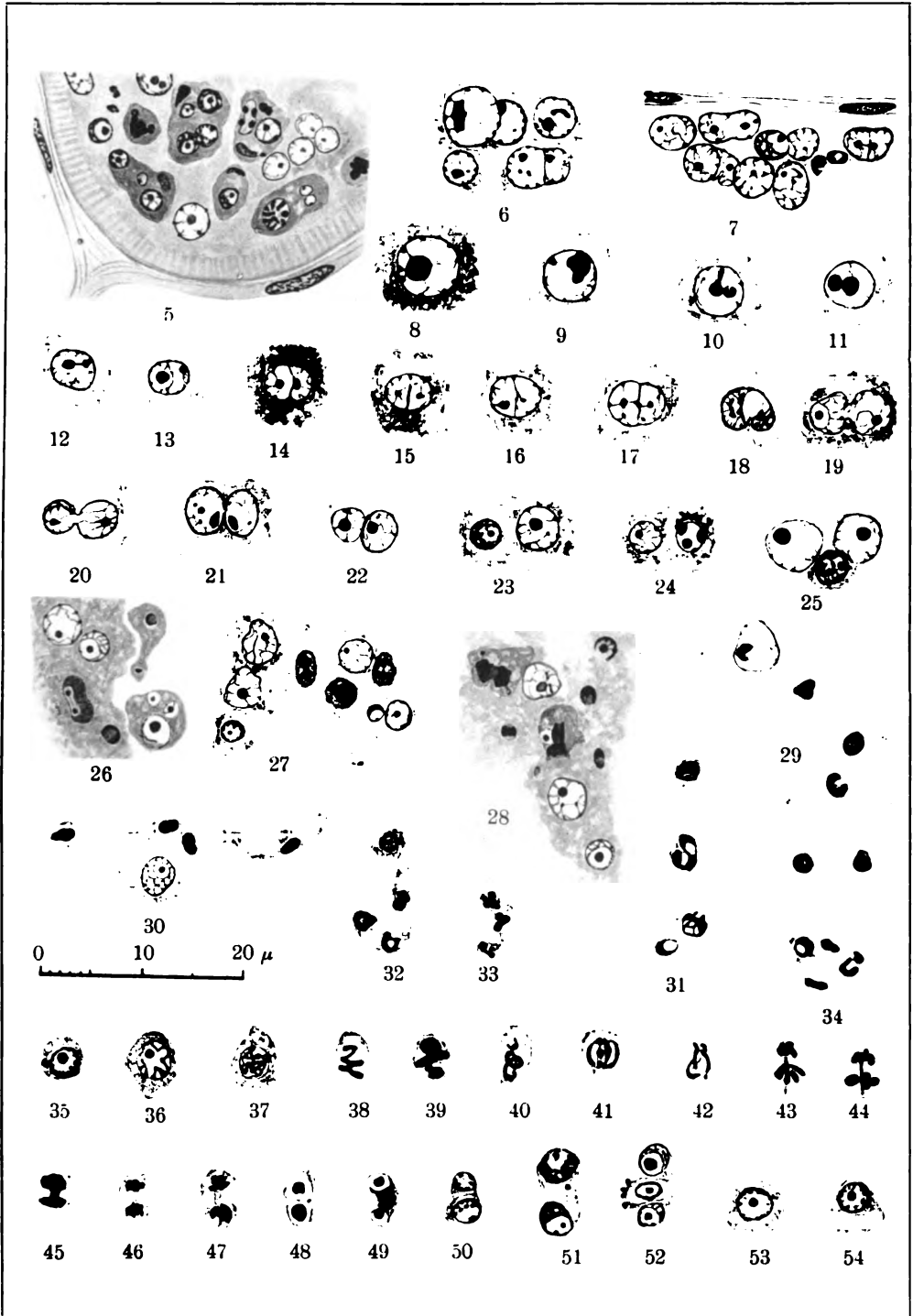


4

Kudo.

Lichtdruck von Sinsel & Co., Leipzig.

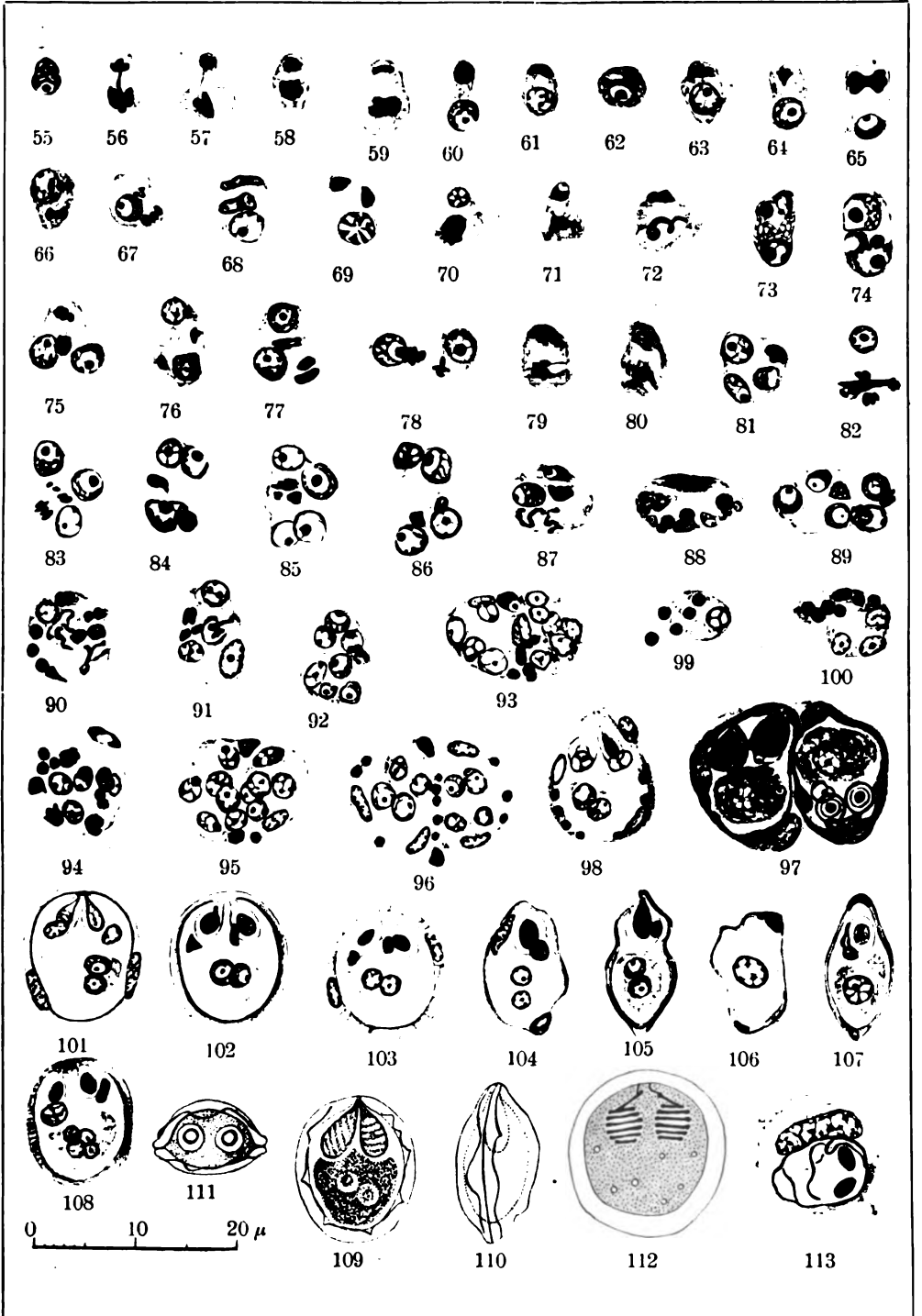
Verlag von Gustav Fischer in Jena.



K u d o.

Lichtdruck von Sinsel & Co., Leipzig.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.



Kudo.

Lichtdruck von Sinsel & Co., Leipzig.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

- Figs. 82—94. Further developmental stages of pansporoblasts. Figs. 82, 83, 85, 91, Sm. H. Figs. 89, 90, 93, Sm. D.; others, Sc. H.
- Figs. 95—97. Further developmental stages. Fig. 95, Sc. H.; others, Sm. D.
- Fig. 98. Monosporoblastic spore. Sm. H.
- Figs. 99, 100. Degenerating nuclei of pansporoblasts. Sc. H.
- Fig. 101. A spore. Sm. H.
- Fig. 102. A spore. Sm. G.
- Fig. 103. A spore. Sm. D.
- Figs. 104—107. Sections of spores. Sc. H.
- Fig. 108. A spore. Sm. H.
- Figs. 109—111. Different views of preserved, unstained spores as seen in water.
- Fig. 112. A preserved spore treated with 1 per cent solution of potassium hydrate.
- Fig. 113. A leucocyte of the host fish with an engulfed spore. Sc. H.
-

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Laboratorium für Tropenkrankheiten. Abteilung des Instituts für Parasiten- und Infektionskrankheiten der Reichsuniversität Utrecht. Direktor: Prof. Dr. L. DE BLIECK.)

Wie werden im Intestinaltractus des Wirtstieres die Sporozoen der Coccidien aus ihren Hüllen befreit?

Von
B. J. Krijgsman.

(Hierzu 1 Kurve im Text.)

Einleitung.

Wenn wir uns den Entwicklungszyclus der Coccidien der Säugtiere ansehen, so bemerken wir, daß die Infektion stattfindet, indem die reifen Oocysten vom Wirtstiere oral aufgenommen werden. Im Dünndarm des Wirtes werden dann die eingeschlossenen Sporozoen frei. Bei diesem Freiwerden aus der Cyste findet also ein Geschehen statt, wobei die Cystenmembran dermaßen angegriffen wird, daß ein Ausschwärmen der Sporozoen ermöglicht wird. Mit den Ursachen dieser Membrandestruktion habe ich mich hier beschäftigt. Meinem verehrten Chef, Herrn Prof. DE BLIECK, danke ich herzlich für das meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse.

Ich bin nicht der Erste, der das obenstehende Problem angreift. Die Literatur zeigt uns zahlreiche Untersuchungen auf diesem Gebiet. Alle Forscher werden begreiflicherweise geleitet von dem Gedanken, daß die Cystenmembran im Darne von proteolytischen Enzymen angegriffen wird.

RIECK (13) läßt Magensaft bei 35° C auf sporulierte Oocysten einwirken; er findet eine Anschwellung und Erweichung der Cystenmembranen, bei längerer Einwirkung zerfallen sie.

PFEIFFER (10) kommt zu demselben Resultat, SCHAUDINN (14) beobachtet, daß die Cysten der *Eimeria schubergi* im frischen Darm-saft der *Lithobius* nach einiger Zeit platzen.

Die ersten ausgiebigen Untersuchungen auf diesem Gebiet sind aber von METZNER (8). Dieser findet, daß bei Einwirkung von Magensaft bei 37° C auf sporulierte Oocysten von *Eimeria stiedae*, diese auch nach längerer Einwirkungszeit nicht geöffnet¹⁾ werden. Nur tritt nach sehr langer Einwirkung eine Anschwellung mit nachfolgender Schrumpfung auf. Diese Änderungen erscheinen aber auch bei Einwirkung von Flüssigkeiten, die gar keine proteolytischen Enzyme enthalten. Sodann experimentiert METZNER mit Pankreaspräparaten sowie mit frischem Duodenalsaft von Kaninchen und Hunden. Diese Flüssigkeiten greifen nach ihm die Cystenmembran so stark an, daß nach kurzer Zeit die Sporozoiten freiwerden. Bringt er vermittels eines operativen Verfahrens die Oocysten ins Duodenum hinein, so findet er nach 1—3 Stunden die Cysten leer. METZNER zieht also den Schluß: „Der Pankreassaft eines geeigneten Wirtstieres macht die Sporozoiten frei; Magensaft ist wirkungslos.“

Auch REICH (11) sieht keine Wirkung des Magensaftes, während Duodenalsaft eine Membranlösung hervorruft. Sonderbar ist es nun, daß spätere Untersucher, während sie alle darüber einig sind, daß Magensaft gar keine Wirkung ausübt, mit Duodenalsaft oder Pankreaspräparaten niemals eine so schnelle Öffnung der Cystenmembranen hervorrufen konnten als METZNER.

LERCHE (6) beobachtet bei Schafcoccidien mit Duodenalsaft bei 37° C erst nach 17 Stunden ein Freiwerden der Sporozoiten; mit Pankreatin nimmt dies noch viel mehr Zeit in Anspruch.

WAWORUNTU (16) findet beim Kaninchencoccid mit frischem Duodenalsaft bei 37° C nach 7 Stunden ein Öffnen der Cysten, mit Pankreatin erst nach 10 Stunden.

DIEBEN (1) sieht bei Rattencoccidien bei Pankreatinbehandlung erst nach stundenlanger Einwirkung die Sporozoiten aus der Oocyste hinausschlüpfen.

Endlich fand ich selbst mit Pankreaspräparaten und Duodenalsaft Öffnungszeiten, die nicht mit denen METZNER's, sondern vielmehr mit denen der anderen Untersucher vergleichbar sind (siehe S. 122).

Wir haben also Angaben zweierlei Art: Einerseits bei METZNER, der Lösungszeiten von 2—6 Stunden fand; andererseits bei allen späteren Untersuchern mit Lösungszeiten von 7—17 Stunden.

¹⁾ Mit Öffnen, Lösen usw. meine ich immer das Freiwerden der Sporozoiten. Dies ist also das Kriterium der Lösung.

Wie kommt es nun, daß ein solcher typischer Unterschied existiert? Meines Erachtens aus folgendem Grunde:

Alle späteren Untersucher arbeiteten mit Oocysten, welche sie zur Sporulation brachten, nachdem die Cysten normalerweise aus den Fäces gesammelt worden waren. Diese Oocysten hatten also ihren natürlichen Weg aus dem Darmkanal nach außen durchlaufen. METZNER dagegen benutzte Oocysten, die er aus Leberherden oder aus der Gallenblase herausholte. Diese Cysten wurden also von ihm ihrem Milieu entzogen, bevor sie freiwillig den ganzen Darmkanal passiert hatten. REICH (11) hat solche künstlich gesammelten Oocysten beobachtet; er findet z. B., daß sie weniger widerstandsfähig dem Austrocknen gegenüber sind als die aus den Fäces. Wenn er diese künstlich gesammelten Cysten bei genügender Feuchtigkeit zur Sporulation bringt, so „zeigt eine große Zahl von Cysten aus der Gallenblase und den Leberknoten durch Degeneration, daß sie noch nicht lebensfähig waren“.

Aus Obenstehendem ergibt sich, daß die der Leber entnommenen Cysten noch nicht vollkommen lebensfähig sind, und unter anderem die Membranbildung noch nicht vollkommen ausgeprägt ist.

In diesem Zusammenhang scheint mir auch eine geänderte Angreifbarkeit für proteolytische Enzyme sehr wohl möglich. Wir können also daraus schließen, daß die Resultate, erreicht mit künstlich gesammelten Cysten nicht vergleichbar sind mit denen, erreicht mit normal aus den Fäces gesammelten.

Eine zweite Frage, welche vor uns auftaucht, ist diese: Wie ist es möglich, daß die außerhalb des Darmtractus künstlich hervorgerufene Cystenmembranlösung bei allen Untersuchern bedeutend mehr Zeit in Anspruch nimmt als die Cystenmembranlösung auf natürlichem Wege innerhalb des Darmes?

WAWORUNTU z. B. (16) findet nach Infektion des Tieres ein Freiwerden der Sporoziten im Dünndarm 2 Stunden nach der Infektion; dagegen 7 Stunden bei Experimenten mit Duodenalsaft. DIEBEN (1) beobachtete im Darm ungefähr 1 Stunde nach Infektion einer Ratte ein Ausschlüpfen der Sporoziten; mit Pankreatin bei 37° C dauerte dies stundenlang¹⁾.

Ogleich alle Untersucher also darüber einig sind, daß die Membranlösung eine Eiweißverdauung ist, und sie einen großen Zeitunterschied wahrnehmen zwischen künstlicher und natürlicher

¹⁾ Ich selbst erhielt Resultate, welche sich mit obenstehenden völlig decken (siehe S. 122).

Verdauung, versagen sie doch dem Magensaft jeden Wert. Nur DIEBEN, der auch mit Magensaft immer negative Resultate erzielt, bemerkt: „Ob vielleicht der Magensaft doch eine Bedeutung hat, ist meines Erachtens noch gar nicht festgestellt“.

Meines Erachtens hat der Magensaft sicher eine Bedeutung: Er wird, analog der normalen Eiweißverdauung, die Membran angreifen; im Dünndarm wird dann die Verdauung durch Trypsin-Erepsin beendet.

Inwieweit diese Hypothese richtig ist, werden die folgenden Untersuchungen lehren.

Technische Bemerkungen.

Die von mir verwendeten frischen, nicht sporulierten Coccidien-cysten wurden mittels der Kochsalzanreicherungs-methode von NÖLLER-OTTEN (9) aus den Fäces von infizierten Kaninchen gesammelt:

Die Fäces wurden mit wenig gesättigter Kochsalzlösung verrieben und durch ein Drahtsieb filtriert zur Eliminierung der groben Bestandteile. Das cystenenthaltende Filtrat kam in einen Erlenmeyerkolben von 100 ccm; dieser wurde jetzt ganz mit konzentrierter Kochsalzlösung angefüllt. So blieb die Sache 1 Stunde ruhig stehen, damit die Fäcesbestandteile zum Boden sanken und die Oocysten aufsteigen konnten. Nach 1 Stunde hatte sich die Mehrzahl der Oocysten an der Oberfläche gesammelt und konnte zum Gebrauch abgefischt werden.

Für die Untersuchungen mit sporulierten Oocysten wurde der cystenenthaltende Kot auf feuchtem Fließpapier ausgestrichen und bei 22° C konstant feucht gehalten, damit die Cysten sich entwickeln konnten. Wenn sie nach ungefähr 10 Tagen größtenteils vollkommen sporuliert waren, wurde das Material nach der Kochsalzmethode gesammelt.

Die Kochsalzmethode kann man nicht brauchen, wenn wir die gesammelten Cysten zu Infektionszwecken verwenden wollen. Man muß dann nämlich die cystenenthaltende obere Flüssigkeit mittels einer Schlundsonde dem Tiere eingeben. Tun wir das nach Kochsalzanreicherung, so öffnen wir die Tür für eine Kochsalzintoxikation. (Wenn man mehrmals auswäscht, gehen für kräftige Infektionen zuviel Cysten verloren.)

Bei Infektionsversuchen sammelt man die Cysten am besten nach der Glycerinmethode (VAJDA, 15): Die sporulierte Cysten enthaltenden Fäces werden mit Glycerin (S. G. 1,25) und mit Wasser gemischt. Die Mischung wird eine Viertelstunde zentrifugiert, $\frac{3}{4}$ der

überstehenden Flüssigkeit vom Sediment abgesogen und dem Reste reines Glycerin beigegeben. Jetzt wird die Sache nach tüchtigem Schütteln wieder eine Viertelstunde zentrifugiert. Die Fäcesbestandteile werden so nach unten getrieben, die Cysten bleiben schwimmen. Man kann dann die obenstehende Flüssigkeit direkt zur Infektion verwenden.

Wie wir wissen, sind bei coccidienkranken Kaninchen fast immer 2 Arten des Parasiten vertreten, nämlich *Eimeria stiedae* und *Eimeria perforans*. Ich arbeitete also immer mit einer Mischung dieser 2 Formen; die *Eimeria perforans* habe ich aber außer Betracht gelassen und nur die *Eimeria stiedae* beobachtet.

Die von mir verwendeten Pepsinlösungen enthielten $\frac{1}{2}$ Proz. Salzsäure, während die Pankreaspräparate (Pankreatin pur. der chem. Fabrik Rhenania und Trypsin sicc. von GRÜBLER) mit Natriumkarbonat schwach alkalisiert wurden.

Die zu untersuchenden Cysten kamen in einem hängenden Tropfen der gewünschten Flüssigkeit in einer feuchten Kammer direkt unter das Mikroskop. Die ganze Sache wurde dann in dem erwärmbaren Mikroskopierschrank aufgestellt bei einer konstanten Temperatur von 37° C. So konnte ich fortwährend die Änderungen der Cysten beobachten.

Vor dem Gebrauche eines Kompressoriums muß ich nachdrücklich warnen; dies ruft leicht ein Platzen der schon angegriffenen Oocysten hervor und kann so Täuschungen geben mit der normalen Sporozitenbefreiung.

Die Untersuchungen.

Zuerst wurde von mir festgestellt, wie Pepsin sich den sporulierten Oocysten gegenüber benimmt. Die nach der Kochsalzmethode gesammelten Cysten wurden mit destilliertem Wasser gründlich ausgewaschen und dann eine Platinöse in der Pepsinlösung in der oben beschriebenen Weise unter dem Mikroskop bei 37° C aufgestellt. Dieser Versuch wurde 7mal wiederholt; jedesmal nach 1, 2, 3, 6, 8, 10 und 24 Stunden kontrolliert. Die Tabelle I gibt die Änderungen, welche die Oocysten in der Pepsinsalzsäurelösung zeigen.

Wir sehen also, daß nach langer Einwirkung die Pepsinsalzsäurelösung eine schwache Wirkung zeigt; niemals aber kommen die Sporoziten aus der Oocystenhülle frei. Jetzt wissen wir aber noch nicht, inwieweit diese Änderungen die Folge sind einer Pepsinwirkung, und wieviel der Salzsäure zuzurechnen ist. Darum habe ich zur Kontrolle genau dieselben Versuche nochmals angestellt, jetzt

Tabelle I.

		Zeit nach Anfang des Experimentes in Stunden.					
	1	2	3	6	8	10	24
1	normal	normal	etwas angeschwollen?	etwas angeschwollen	etwas angeschwollen	?	etwas geschrumpft
2	normal	normal	normal	etwas angeschwollen	?	deutl. geschwollen	geschrumpft
3	normal	normal	normal	normal	angeschwollen	angeschwollen	angeschwollen
4	normal	etwas angeschwollen?	etwas angeschwollen	angeschwollen	angeschwollen	angeschwollen	etwas geschrumpft
5	normal	?	angeschwollen	angeschwollen	kleine Risse?	?	kleine Risse
6	normal	normal	normal	?	normal?	angeschwollen	angeschwollen
7	normal	normal	etwas angeschwollen	kleine Risse	kleine Risse	kleine Risse	kleine Risse

aber das Pepsin fortgelassen. Ich arbeitete also mit einer reinen $\frac{1}{2}$ proz. HCl-Lösung. Tabelle II gibt die Resultate:

Tabelle II.

		Zeit nach Anfang des Experimentes in Stunden.					
	1	2	3	6	8	10	24
1	normal	normal	etwas angeschwollen?	?	angeschwollen	?	kleine Risse
2	normal	normal	normal	angeschwollen	angeschwollen	angeschwollen	angeschwollen
3	normal	normal	normal	normal	?	normal	angeschwollen
4	normal	normal	normal	normal	normal	angeschwollen	ein wenig gerunzelt

Wir sehen also, daß die Salzsäure an sich schon imstande ist, die Membranen quellen zu lassen. Vergleichen wir aber die Tabelle 1 u. 2, so dürfen wir meines Erachtens doch ferner schließen, daß Pepsin nach längerer Einwirkung eine, sei es auch schwache, wahrnehmbare Änderung der Cystenmembranen hervorruft.

Jetzt wurde von mir untersucht, wie die Oocystenmembran sich den genannten Pankreaspräparaten oder frischem Duodenalsaft gegen-

über betrug. Die gesammelten und ausgewaschenen Cysten kamen, wie bei den obigen Versuchen in einen hängenden Tropfen. Jetzt aber enthielt dieser Tropfen eine schwach alkalisierte Trypsinlösung oder frischen Duodenalsaft. Die Änderungen wurden wieder nach denselben Zeiten kontrolliert und beschrieben. Die Tabelle III gibt ein Beispiel der Pankreatinversuche, die sechsmal wiederholt wurden und deren Resultate wir in der Tabelle III sehen können.

Tabelle III.

	Zeit nach Anfang des Experimentes in Stunden						
	1	2	3	6	8	10	24
1	normal	?	normal	normal	zum größten Teil leer	—	—
2	normal	normal	normal	sehen runzlig aus	sehen runzlig aus	teilweise leer	?
3	normal	normal	?	normal	sehen etwas runzlig aus	zum größten Teil leer	—
4	normal	normal	normal	sehen etwas runzlig aus	sehen runzlig aus	zum größten Teil leer	—
5	normal	normal	normal	sehen etwas runzlig aus	teilweise leer	zum größten Teil leer	—
6	normal	normal	sehen etwas runzlig aus	sehen runzlig aus	?	teilweise leer	fast alle leer

Die von mir angestellten Kontrollversuche mit schwach alkalisierem Wasser ohne Trypsin gaben, wie zu erwarten war, negative Resultate, so daß es mir überflüssig scheint, hier die Einzelheiten wiederzugeben.

Wir sehen aus der dritten Tabelle, daß Trypsin an sich eine deutlich verdauende Wirkung auf die Oocysten ausübt; und zwar so, daß nach 8—10 Stunden die Sporoziten aus der Cystenhülle ausschwärmen können.

Bis zu diesem Punkte decken meine Untersuchungen sich ganz mit denen früherer Forscher.

Auch die Tatsache, daß nach künstlicher Infektion eines Kaninchens das Duodenum 2 Stunden nach der Infektion viele leere Oocysten enthält, habe ich völlig bestätigen können: Bei drei von mir künstlich infizierten und 2 Stunden nachher getöteten Kaninchen fand ich immer eine bedeutende Menge leere Oocysten im Dünndarm.

Wir bemerken also wieder, daß ein bedeutender Zeitunterschied existiert zwischen der natürlichen Weise von Freiwerden der Spor-

zoiten im Dünndarm und der künstlichen Weise außerhalb des Darmes, vermittels Pankreaspräparate oder frischem Duodenalsaft.

Wie ist dies möglich? Es liegt, wie schon gesagt, nahe, nach Analogie der Eiweißverdauung im Magen-Darmtractus hier an eine Vorverdauung im Magen mit Hilfe des Pepsins zu denken, während die Darmenzyme (Trypsin-Erepsin) die Verdauung vollenden.

Um diese Frage zu lösen, machte ich unterstehende Versuche:

Die gesammelten und ausgewaschenen sporulierten Oocysten wurden $\frac{1}{2}$ Stunde bei 37° C in einem Zentrifugierröhrchen mit Pepsin-Salzsäure behandelt. Sodann zentrifugierte ich schnell und kräftig, nachdem das Sediment mehrmals gründlich ausgewaschen wurde. Dann brachte ich etwas vom cystenhaltigen Sediment in den hängenden Tropfen von der gewöhnlichen Trypsinlösung hinein und kontrollierte in der bekannten Weise bei 37° C. Der Versuch wurde achtmal wiederholt. Die Zeiten, die nötig waren, um die mit Pepsin vorbehandelten Oocysten in der Trypsinlösung zu öffnen, finden wir in der Tabelle IV verzeichnet.

Tabelle IV.

		Zeit nach Anfang des Experimentes in Stunden						
		1	2	3	6	8	10	24
1	normal	runzlig	runzlig	?	?	?	?	?
2	normal	runzlig	zum größten Teil leer	—	—	—	—	—
3	normal	Cysten teilweise leer	zum größten Teil leer	—	—	—	—	—
4	normal	normal	runzlig	zum größten Teil leer	—	—	—	—
5	normal	Cysten teilweise leer	zum größten Teil leer	—	—	—	—	—
6	normal	normal?	teilweise leer	zum größten Teil leer	—	—	—	—
7	runzlig?	Cysten teilweise leer	teilweise leer	zum größten Teil leer	—	—	—	—
8	normal	runzlig?	zum größten Teil leer	—	—	—	—	—

Wir sehen also aus der Tabelle eine deutliche Herabsetzung der Zeit. War bei alleiniger Trypsineinwirkung nach 8—10 Stunden eine Sporozoitcnbefreiung wahrzunehmen, mit Pepsinvorbehandlung konstatieren wir dies schon nach $2\frac{1}{2}$ — $6\frac{1}{2}$ Stunden. (Die halbe Stunde der Pepsineinwirkung wird natürlich hinzugefügt.)

Daß wir im Magen-Darmtractus bei Infektionsversuchen doch eine noch schnellere Verdauung bekommen, liegt meines Erachtens darin, daß im Darne vielerlei Faktoren eine Rolle mitspielen können, welche wir teilweise noch nicht kennen. Wir konstruieren natürlich bei künstlichen Verdauungsversuchen ein nur sehr rohes Schema des Geschehens im Darm selbst.

Wir können jetzt also den Schluß ziehen, daß bei natürlicher Infektion der Magensaft sicher eine Rolle spielt; das Freiwerden der Sporozysten ist also das Resultat der aufeinanderfolgenden Einwirkung der Magen- und Darmenzyme auf die Cystenmembran.

Die von mir gestellte Frage ist also in positivem Sinne beantwortet worden.

Zum Schluß noch einige Zeilen über eine andere Frage:

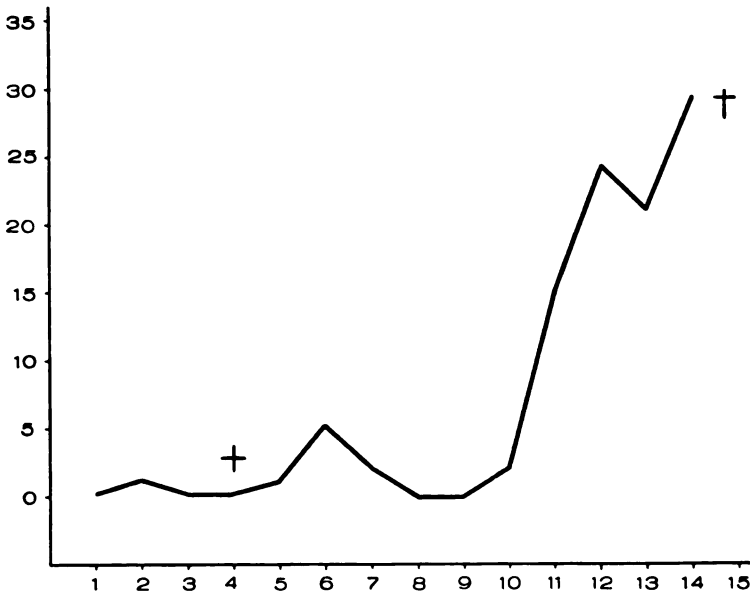
Wie kommt es, daß die im Darmkanal gebildeten Oocysten auf ihrem Weg nach außen nicht von den Darmenzymen verdaut werden? Findet vielleicht vom Moment der Encystierung an bis zur vollkommenen Sporulation eine Änderung der Membran statt, welche erst nach Vollendung eine erfolgreiche Einwirkung der Magen-Darmenzyme gestattet? Meines Erachtens muß so eine Änderung sicher stattfinden, denn:

1. Wie gesagt, werden die eben im Darmkanal gebildeten Oocysten nicht angegriffen, obgleich sie, und in erster Stelle die aus Leberherden stammenden Cysten, doch genügend lange im Darm verweilen, um auch ohne Pepsinwirkung eine Verdauung durch Darmenzyme zu erleiden.

2. Bringen wir cystenenthaltende Fäces auf feuchtem Fließpapier zur Sporulation, so sporuliert niemals 100 Proz.; immer gibt es Cysten, welche entweder degenerieren oder nur sehr langsam sporulieren. Infizieren wir mit diesem Material Kaninchen, so treten im allgemeinen nach ungefähr 7 Tagen die Oocysten in den Fäces als Folge der eingetretenen Gamogonie auf (5). Manchmal finden wir aber am zweiten Tage nach der Infektion schon eine kleine Cystenausscheidung. Beobachten wir diese Cysten unterm Mikroskop, so sind sie entweder gar nicht oder nur unvollkommen sporuliert. Die Kurve der Fig. 1 demonstriert diese Tatsache sehr deutlich. Horizontal finden wir die Zeit in Tagen abgetragen, vertikal die Durchschnittsmenge der Cysten, welche jeden Tag in den Fäces gefunden werden. (Um diese Durchschnittsmenge der ausgeschiedenen Cysten einwandfrei feststellen zu können, muß man eine ziemlich

genaue Methodik anwenden. Über die Besonderheiten dieser Methodik B. J. KRIJGSMAN (5)).

Wir sehen hier also eine zeitliche, aber deutliche Steigerung der ausgeschiedenen Cystenmenge bis 3 Tage nach der Infektion; dann sinkt die Zahl wieder ab, um nach 7 Tagen eine große Zunahme zu zeigen infolge der eingetretenen Gamogonie.



Die Kurve zeigt die Durchschnittsmenge der Oocysten, die vom Kaninchen während dem Versuch ausgeschieden werden. Horizontal sind die Versuchstage, vertikal die Cystenmengen aufgetragen. Am 4. Tage wird das Tier mit einer großen Menge sporulierter Oocysten infiziert (+). Wir sehen, wie gleich 1—3 Tage nachher eine Cystenauscheidung auftritt, welche von dem Infektionsmaterial stammt. Dann sinkt die Zahl wieder ab, um am 11. Tage (7. Tag nach der Infektion) wieder zu steigen infolge der eingetretenen Gamogonie. Das Tier verendet am 14. Tage.

Die erste Zunahme nun stammt lediglich von unverdaut passierten Cysten, welche nicht oder nur unvollständig sporuliert sind; diese werden also nicht angegriffen.

Auch aus einem Briefwechsel mit Herrn Kollegen J. VERWEY, dem ich hier herzlich für seine Mitteilungen danke, ist hervorgetreten, daß auch er bei Vogelcoccidien immer gleich nach der Infektion eine Ausscheidung unverdaut passierter, unvollkommen sporulierter Oocysten auftreten sah. Nur die vollständig sporulierten Cysten wurden also geöffnet.

3. Niemals ist es mir gelungen, bei Verdauungsexperimenten mit nicht sporulierten Cysten durch Trypsinlösung eine, sei es auch nur schwach sichtbare, Einwirkung zu erzielen.

Sehen wir uns diese drei Tatsachen an, so dürfen wir doch mit sehr großer Wahrscheinlichkeit daraus schließen, daß die Cystenmembran während der Sporulation sich ändert, namentlich so, daß nur die Membranen sporulierter Cysten leicht angreifbar sind durch die proteolytischen Enzyme des Magen-Darmkanals.¹⁾

Zusammenfassung.

1. Das Heraustreten der Sporozoiten aus der Oocystenhülle im Darmkanal des Wirtes ist die Folge der aufeinanderfolgenden Einwirkung der Magen- und Darmenzyme; doch ist auch eine Lösung mit Dünndarmenzymen ohne Magensaft schon zu erzielen.

2. Nur vollkommen sporulierte Cysten sind genügend angreifbar durch diese Enzyme; während der Sporulation findet also eine Änderung der Cystenmembran zugunsten der Angreifbarkeit für proteolytische Enzyme statt.

Utrecht, Februar 1926.

Literaturverzeichnis.

- 1) DIEBEN, C. P. A.: Over de morphologie en biologie van het rattencoccidium *Eimeria Nieschulzi* en zyn verspreiding in Nederland. Diss. Utrecht 1924.
- 2) FANTHAM, H. B.: The morphology and life-history of *Eimeria avium*. Proc. Zool. Soc. London 1910 Vol. 2 p. 672.
- 3) —: Experimental studies on avian coccidiosis, especially in relation to young grouse, fowls and pigeons. Proc. Zool. Soc. London 1910 Vol. 2 p. 708.
- 4) HADLEY, P. B.: *Eimeria avium*: a morphological study. Arch. f. Protistenk. 1911 Bd. 23 p. 34.
- 5) KRIJGSMAN, B. J.: Die Therapie der Coccidiose. I. Teil: Die Coccidiose der Kaninchen. Erscheint im Centralbl. f. Bakter. usw.
- 6) LERCHE, M.: Die Coccidiose des Schafes. Arch. f. Protistenk. 1921 Bd. 42.
- 7) —: Nierencoccidiose bei Hausgänsen. Zeitschr. f. Infektionskrankh. d. Haustiere 1924 Bd. 25.

¹⁾ Natürlich ist es nicht ausgeschlossen, daß auch mechanische Faktoren (Spannung) eine Rolle spielen.

- 8) METZNER, R.: Untersuchungen an *Coccidium cuniculi*. Arch. f. Protistenk. 1903 Bd. 2.
 - 9) NÖLLER, W. u. OTTEN, L.: Die Kochsalzmethode bei der Untersuchung der Haustiercoccidien. Berl. tierärztl. Wochenschr. 1921 Bd. 37.
 - 10) PFEIFFER, R.: Beitrag zur Protozoenforschung. I. Die Coccidienkrankh. der Kaninchen. Berlin (Hirschwald) 1892.
 - 11) REICH, F.: Das Kaninchencoccid *Eimeria stiedae* nebst einem Beitrage zur Kenntnis von *Eimeria falciformis*. Arch. f. Protistenk. 1913 Bd. 28.
 - 12) REICHENOW, E.: Die Coccidien. in: Handb. d. path. Protozoen 1921 Bd. 3.
 - 13) RIECK, M.: Sporozoen als Krankheitserreger bei Haustieren. Deutsche Zeitschr. f. Tiermed. u. vergl. Pathol. Bd. 14.
 - 14) SCHAUDINN, F.: Über den Generationswechsel bei Coccidien. Zool. Jahrb. 1900 Bd. 13 Fol. 2.
 - 15) VAJDA, TH.: A new method for detecting the eggs of parasits in faeces. Journ. of the Amer. vet. med. assoc. 1922 N. S. Vol. 14.
 - 16) WAWORUNTU, F. K.: Bijdrage tot de kennis van het konijnencoccidium. Diss. Utrecht 1924.
-

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pyrenoide.

Von
Lothar Geitler (Wien).

(Hierzu 8 Textfiguren.)

Einleitung.

Es ist unmöglich eine klare Definition des Begriffs Pyrenoid zu geben. OLTMANN (12) schreibt: „Mit diesem Namen bezeichnete SCHMITZ kugelige oder linsenförmige Gebilde, welche an bestimmten Stellen den Chromatophoren vieler Algen eingelagert sind.“ Es ist aber gewiß, daß Pyrenoide sehr verschiedene Gestalten haben können, daß sie nicht an bestimmten Stellen des Chromatophors und sogar überhaupt nicht im Chromatophor liegen müssen und daß sie keine Eigentümlichkeit der Algen sind, da sie auch bei Arten des Lebermooses *Anthoceros* vorkommen. Der Begriff ist im Laufe der Zeiten sehr weit geworden und es stellt sich nun das Bedürfnis nach Unterteilungen ein. Ohne solche kann man morphologisch und auch biologisch heterogene Gebilde nicht auseinanderhalten. Der Wert einer Systematik der Pyrenoide, zu der diese Schrift einen sehr bescheidenen Anfang darstellt, ist einerseits heuristischer Natur und liegt andererseits in der Darstellung der Formenmannigfaltigkeit, die noch wenig bekannt ist.

Einen kurzen historischen Überblick über die Ansichten über Pyrenoide findet man bei SCHERRER (14). Es genügt hier hervorzuheben, daß die ursprüngliche Auffassung, es handle sich um kernartige, vorwiegend aus Nucleinen bestehende Gebilde verlassen

werden mußte¹⁾. Soviel man weiß, sind die Pyrenoide aus Proteinen aufgebaut. Sie geben alle oder einige der gebräuchlichen Eiweißreaktionen, allerdings manchmal nur sehr undeutlich. Verschiedener Meinung kann man darüber sein, ob es sich um kristalloide, tote, oder um lebende Gebilde handelt.

Viele schrecken wohl davor zurück, die Pyrenoide als Kristalle aufzufassen, weil sie dabei an Calciumoxalatkristalle oder ähnliches denken. Wenn man an flüssige Kristalle denkt, gewinnt man gleich ein ganz anderes Bild. Daß die Pyrenoide sich teilen, daß sie manchmal, aber nicht immer Kristallgestalten zeigen und daß sie mehr oder weniger zähflüssig sind, stimmt mit dieser Anschauung gut überein. Gleichzeitig wird die Frage, ob sie lebende oder tote Gebilde sind, gegenstandslos, bzw. wird zu einer Sache des Geschmacks. Daß die Pyrenoide sich vielfach in Gestalten zeigen, die man von flüssigen Kristallen nicht kennt, ist nicht erstaunlich, da sie sich ja in lebenden Zellen und nicht in Retorten befinden.

Nach wie vor bleibt die Erscheinung der Assimilatspeicherung in der Nähe der Pyrenoide ein unklares Problem. Die Physik wie die Physiologie des Vorganges sind unbekannt. Die Vorstellung, daß die Pyrenoide „Kondensationscentren“ darstellen, hat vielleicht einiges für sich.

Technik.

Neben der Lebenduntersuchung und bei Pyrenoiden mit Stärkehülle der Untersuchung in Jodlösungen (geeignet ist verdünntes Jodjodkalium), ist die Färbung fixierten Materials wichtig. Als Fixierungsmitteln sind nebst vielen anderen Sublimatalkohol nach SCHAUDINN und FLEMMING-Lösung gut brauchbar. Zur Färbung verwendet man, wenn es sich nur um das distinkte Hervortreten der Pyrenoide handelt, HEIDENHAIN'S Eisenalaunhämatoxylin. Zum Studium des Baues zusammengesetzter Pyrenoide ist Hämatoxylin wegen seiner dichten, undurchsichtigen Färbung nicht brauchbar²⁾. Die klarsten Bilder erhält man mit ALTMANN'S Säurefuchsin-Methode

¹⁾ In neuerer Zeit hat MERRSCHKOWSKY diese Idee von einem neuen Gesichtspunkt aus betrachtet. Er vertritt die Anschauung, daß die Chromatophoren ursprünglich freilebende, nunmehr intracellulär-symbiotische Organismen wären. Vgl. hierüber (11).

²⁾ Seine Verwendung ist wohl der Grund, weshalb der Bau der Pyrenoide oft nicht erkannt wurde.

(vgl. 16). Zum Sichtbarmachen der übrigen Zellbestandteile ist Gegenfärbung mit Lichtgrün anzuempfehlen.

Morphologie.

Allgemeines ¹⁾.

Der auffallendste Unterschied im Aussehen der lebenden Pyrenoide ist durch das Vorhandensein oder Fehlen einer Hülle bedingt. Als solche tritt Stärke auf. Sie ist stark lichtbrechend und verleiht dem Pyrenoid einen deutlichen, scharfen Kontur. In Kanadabalsampräparaten erscheint die Stärkehülle als weißer Hof. Nackte Pyrenoide sind dagegen im Leben weit weniger deutlich und oft nur mit starken Vergrößerungen erkennbar. Sie wurden und werden daher häufig übersehen.

Ob ein umhülltes oder ein nacktes Pyrenoid vorliegt, hängt ganz von dem Assimilatstoffwechsel der betreffenden Pflanze ab. Werden die Assimilationsprodukte im Chromatophor abgelagert, wie dies bei der Stärke der Fall ist, so bildet sich um das Pyrenoid eine Hülle aus ²⁾. Werden die Assimilationsprodukte aber außerhalb des Chromatophors gestapelt (Florideenstärke, Paramylum, Öl), so ist diese Möglichkeit nicht vorhanden und das Pyrenoid bleibt nackt.

Dabei ist vorausgesetzt, daß die Pyrenoide im Chromatophor eingeschlossen sind, was der Normalfall ist. Es gibt aber auch Pyrenoide, die außerhalb des Chromatophors liegen. Dies ist bei allen Cryptomonaden realisiert. Die Pyrenoide liegen bei ihnen in der Ein- oder Mehrzahl dem mantelförmigen Chromatophor auf seiner Innenseite an und sind von einer Stärkehülle umgeben. Bei den Cryptomonaden, die Florideenstärke (oder doch eine ihr nahestehende Verbindung) bilden und sie wie die Florideen und Bangiaceen außerhalb des Chromatophors ablagern, gibt es dennoch umhüllte Pyrenoide, weil letztere aus dem Chromatophor ausgewandert sind. Daß es sich wirklich um Pyrenoide handelt, ist nach ihrer Morphologie, ihrem Verhalten bei der Teilung und den

¹⁾ Vgl. auch SCHMITZ (15).

²⁾ Ausnahmsweise können solche Pyrenoide infolge des Stärkeabbaues und pathologischer Veränderungen keine Stärkehülle besitzen. Man kann dann, um sie von nackten Pyrenoiden zu unterscheiden, von entblößten Pyrenoiden sprechen.

mikrochemischen Reaktionen nicht zu bezweifeln. — Mit sehr großer Wahrscheinlichkeit läßt sich annehmen, daß auch die Pyrenoide der Peridineen umhüllt und außerhalb des Chromatophors gelagert sind (7).

Fraglich erscheint es mir, ob es nackte Pyrenoide außerhalb des Chromatophors gibt. In der Literatur findet sich eine unsichere Angabe für *Geosiphon* (17)¹⁾.

Es kommt nun aber noch eine weitere Komplikation hinzu. Man unterscheidet mit Recht bei Formen mit umhüllten, im Chromatophor liegenden Pyrenoiden die Stärke, welche die Hülle zusammensetzt, von der Stärke, die ohne Beziehung zum Pyrenoid im Chromatophor verteilt ist. Erstere nennt man Pyrenoidstärke, letztere Stromastärke. Diese Unterscheidung ist nicht nur morphologisch, sondern auch physiologisch begründet: die Pyrenoidstärke verhält sich beim Abbau viel resistenter als die Stromastärke²⁾ und zeigt überhaupt ein stabileres Verhalten. Die Pyrenoide stellen für die Stärke offenbar Attraktionscentren dar. Interessanterweise macht sich diese Attraktion auch bei Formen geltend, deren Pyrenoide im Chromatophor liegen, während die Assimilationsprodukte außerhalb derselben gebildet werden. Man kann dann beobachten, daß die Floridieenstärke oder Paramylumkörnchen³⁾ sich mit Vorliebe an der Stelle des Chromatophors ansammeln, wo das Pyrenoid liegt. Ist der Chromatophor um das Pyrenoid herum sehr dünn, so scheint die Stärke dem Pyrenoid direkt anzuliegen. Es wird dann ein umhülltes Pyrenoid vorgetäuscht. Solche Fälle sind bei Bangiaceen und Nemaleen nicht selten (vgl. 15 und 4), werden aber bei Eugleninen oft noch auffallender⁴⁾.

Es ist praktisch, auch bei diesen Formen die Begriffe Pyrenoid- und Stromastärke (bzw. -paramylum) zu verwenden. Doch sollte man die Worte nur unter „“ gebrauchen, da sie sich ja morphologisch und biologisch nicht genau mit den ursprünglichen Begriffen decken. — Die Cryptomonaden (und wahrscheinlich die Peridineen) besitzen (infolge der außerhalb der Chromatophoren liegenden Pyrenoide) Pyrenoidstärke, aber nur „Stromastärke“.

¹⁾ MZRESCHKOWSKY erwähnt freie Pyrenoide bei Diatomeen. Es liegt hier eine Verwechslung mit Öltropfen vor.

²⁾ Deshalb findet man auch so selten entblöbte Pyrenoide.

³⁾ Bei Formen mit Ölassimilation wurde noch nie eine Beziehung zwischen Assimilaten und Pyrenoid beobachtet.

⁴⁾ Hier sind es besonders die bekannten „zweischaligen“ Pyrenoide vieler *Euglena*- und *Trachelomonas*-Arten, die zu Täuschungen Anlaß geben.

Nackte Pyrenoide.

Die Morphologie der nackten Pyrenoide erscheint verhältnismäßig einfach; vielleicht aber nur deshalb, weil sie noch wenig untersucht sind. Es handelt sich fast immer um annähernd kugelige oder ellipsoidische, manchmal abgeflachte Gebilde. Kristalloide Gestalten sind selten. Am deutlichsten zeigt solche das Pyrenoid von *Porphyridium cruentum* und *Porphyridium aerugineum*. Alle bisher untersuchten nackten Pyrenoide sind strukturlos. Sowohl im Leben wie bei Färbung nach guter Fixierung erscheinen sie homogen und einheitlich, nie aus mehreren Teilen zusammengesetzt¹⁾. Als dem widersprechend könnte man zur Not *Striatella unipunctata* (15) auffassen. Es handelt sich hier aber um eine Häufung mehrerer einheitlicher Pyrenoide, die bei dichter Lagerung ein einziges, zusammengesetztes Pyrenoid vortäuschen. Auch SCHMITZ faßt die Sachlage so auf. Allerdings kannte er überhaupt keine zusammengesetzten Pyrenoide in dem im folgenden erläuterten Sinn. Was er „zusammengesetzte Pyrenoide“ nannte, sind durchwegs eng nebeneinander liegende, einheitliche Pyrenoide.

Gelegentlich kann man in den Pyrenoiden Vakuolisierung und emulsionsartige Erscheinungen beobachten. Ich glaube mit SCHMITZ, daß alle derartigen Strukturen pathologisch, bzw. Kunstprodukte sind. Es scheint sich um rein physikalische Veränderungen zu handeln. Sicher aber haben diese Bildungen gar nichts mit den ihrer Organisation nach zusammengesetzten, umhüllten Pyrenoiden, die im nächsten Abschnitt behandelt werden, zu tun.

Im Vorkommen sind die nackten Pyrenoide ihrer Definition nach auf Formen mit Ablagerung der Assimilate außerhalb des Chromatophors beschränkt. Unter diesen sind sie weit verbreitet. Sie fehlen keiner Reihe, treten bei den Heterokonten aber nur bei *Botrydium granulatum* auf. Bei den Phaeophyceen sind sie zumindest selten²⁾, vielleicht handelt es sich aber überhaupt um irrtümliche Angaben (vgl. 12, S. 32). Häufig sind sie bei Eugleninen, Bangiaceen, Rhodophyceen und Diatomeen. Bei den pennaten Süßwasserformen (*Cocconeis*, *Diatoma hiemale* und vielen anderen) wurden sie allerdings oft übersehen. Unter den Chrysophyceen besitzen

¹⁾ Bei Eugleninen ist es nicht unwahrscheinlich, daß sich mehrteilige Pyrenoide finden ließen. Hier sind weitere Untersuchungen abzuwarten.

²⁾ Dies dürfte mit dem hochentwickelten Chromatophorentypus zusammenhängen. Pyrenoide in kleinen, scheibchenförmigen Chromatophoren sind immer selten.

Pyrenoide *Gloeo-chrysis* (13) und *Hydrurus*. Da die Existenz eines Pyrenoids bei letzterem angezweifelt wurde, gebe ich eine Abbildung (Fig. 1). Das Pyrenoid ist mit stärkeren Vergrößerungen im Leben gut zu erkennen, wird bei Färbung aber noch deutlicher.

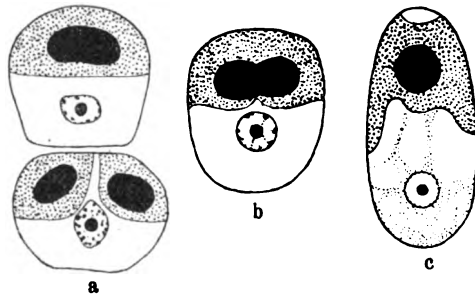


Fig. 1. *Hydrurus foetidus*.

a) Terminale und subterminale Zelle eines Zweiges, in der ersteren Chromatophor und Pyrenoid vor, in der letzteren nach der Teilung; b) Chromatophor und Pyrenoid während der Teilung; c) ruhende Zelle aus einem älteren Thallusabschnitt. Sublimatalkohol, Eisenalaun-Hämatoxylin.

Umhüllte Pyrenoide.

Ihr allgemeines Charakteristikum ist der Besitz einer Stärkehülle¹⁾. Im einzelnen herrscht entsprechend einer Reihe verschiedener Typen große Mannigfaltigkeit.

Zusammengesetzte, umhüllte Pyrenoide.

1. Zweiteilige Pyrenoide von *Tetraspora* u. a

Das Pyrenoid besteht aus zwei dicht aufeinander gepreßten Scheiben und ist von zwei mehr oder weniger gekrümmten Stärkeschalen, die parallel zu den Pyrenoidscheiben liegen, eingehüllt. Fig. 2 d zeigt ein solches Pyrenoid von der Schmalseite; die Stärkeschalen sind der Deutlichkeit halber etwas weiter auseinander gezeichnet, als sie in Wirklichkeit liegen. Zwischen den grau gezeichneten Stärkescheiben sieht man als feine Linie die Berührungsfäche der Pyrenoidscheiben²⁾. In fixierten und gefärbten Präparaten rücken die Pyrenoidscheiben oft

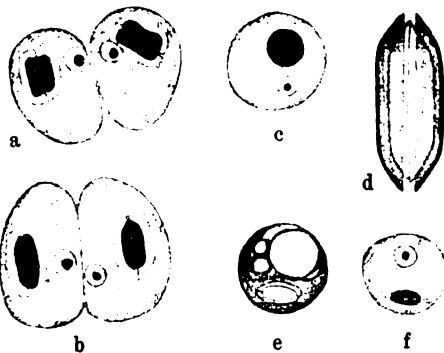


Fig. 2. a—d) *Tetraspora lubrica*.

a—c) ganze Zellen, d) einzelnes Pyrenoid, stark vergrößert; e—f) *Dictyosphaerium pulchellum*. d, e) nach dem Leben, die übrigen fixiert und gefärbt (Sublimatalkohol, Eisenalaun-Hämatoxylin).

¹⁾ Bei Cryptomonaden handelt es sich wahrscheinlich um eine der Florideenstärke nahestehende Stärkeart.

²⁾ Bei richtiger Zeichnung würde diese Linie mit der durch die Berührung der Stärkeschalen gebildeten zusammenfallen.

etwas auseinander und sind dann deutlicher zu erkennen (Fig. 2 a, b). Selbstverständlich ist diese Zusammensetzung des Pyrenoids nur in ganz bestimmten Lagen zu sehen, nämlich dann, wenn man genau auf die Schmalseite aufblickt. Um 90° herumgedreht, also von der Breitseite gesehen, erscheint das Bild der Fig. 2 c: die kreisrunden Scheiben liegen hier übereinander und parallel zur Bildebene. — Die geringen Modifikationen in der Form sind durch die Fig. 2 a u. b unmittelbar anschaulich gemacht.

Gleichgebaute Pyrenoide sind nur bekannt bei *Dictyosphaerium pulchellum* (Fig. 2 e, f), *Enteromorpha compressa* (Fig. 3) und *Stylosphaeridium stipitatum* (vgl. 5). Im Prinzip gleich, aber von mehr kugeliger Gestalt sind die Pyrenoide von *Ulothrix*- und *Cladophora*-Arten. Wahrscheinlich ist dieser Typus weiter verbreitet. Die Beispiele zeigen jedenfalls, daß er bei systematisch ganz verschiedenen Gruppen auftritt¹⁾.

An *Enteromorpha* kann man beobachten, daß gewisse Schwankungen in der Ausbildung auftreten können. Fig. 3 a zeigt den Normal-

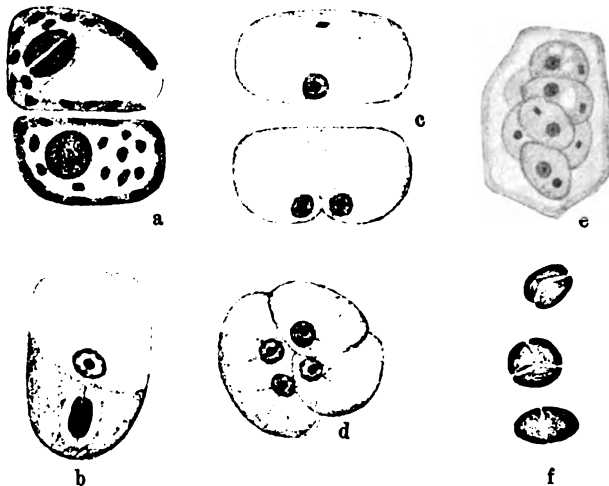


Fig. 3. *Enteromorpha compressa*. a) Zwei ruhende Zellen; Chromatophor mit Pyrenoid und Stromastärke in zwei verschiedenen Ansichten; b—d) Gametenbildung; f) einzelne Pyrenoide mit Stärkehülle. a, f mit Jodjodkalium behandelt, c—d) Sublimatalkohol, Eisenalaun-Hämatoxylin.

typus; in der oberen Zelle ist das Pyrenoid von der Schmalseite, in der unteren Zelle von der Breitseite zu sehen. In Fig. 3 f sind

¹⁾ Bei Conjugaten glaube ich aber nach vielen eigenen und zahlreichen Literaturangaben das Vorkommen ausschließen zu können.

drei unregelmäßige gebaute Pyrenoide gezeichnet. Interessant ist das mittlere Pyrenoid, das mehr als zwei Teile besitzt. Ähnliches kommt auch bei *Ulothrix* vor.

Solche Unregelmäßigkeiten leiten zum nächsten Typus über. Vor dessen Betrachtung ist zu betonen, daß bei den zweiteiligen Pyrenoiden die Zahlenbeziehung zwischen den Pyrenoidteilen und den Teilen der Stärkeschale sehr deutlich ist: jeder Pyrenoidteil bildet für sich einen Stärkekörper.

2. Vieltellige Pyrenoide von *Pyramidomonas montana* u. a.

Das Pyrenoid besteht aus einer großen Zahl von Teilen (8—20), die man mit SCHERRER (14) Pyrenoidkörner nennen kann. Jedes Pyrenoidkorn besitzt mehr oder weniger kegelförmige Gestalt; die meist abgerundeten Spitzen der Kegel sehen nach innen, die Kegel stehen radial und sind zu einer Kugel oder einem ähnlichen, deutlich dreidimensionalen Körper vereinigt. Auf der freien Außenseite des Gebildes wird Stärke gebildet und zwar von jedem Kegel ein Stärkekorn. Die Zahl der Stärkekörner stimmt somit mit der Zahl der Pyrenoidkörner überein ¹⁾.

Fig. 4e zeigt ein solches Pyrenoid ohne eingezeichnete Stärkehülle; Fig. 4f mit Stärkehülle im optischen Durchschnitt (im Innern eine dreieckige Vakuole), Fig. 4g ein gefärbtes Pyrenoid, Fig. 4h die Stärkehülle und Fig. 4i die Pyrenoidkörner mit den dazugehörigen Stärkeschalen. Fig. 4h u. 4i sind nach Druckpräparaten gezeichnet. Die Fig. 4a—d stellen ganze Zellen dar; in Fig. 4a liegen die Pyrenoidkörner sehr dicht, in Fig. 4b—d sieht man sie infolge ungünstiger Kulturbedingungen voneinander entfernt. Gerade diese pathologischen Stadien sind von Interesse, da der Bau des Pyrenoids infolge des Zerfalls in seine einzelnen Teile besonders deutlich wird; die hier wiedergegebenen Figuren stellen jedoch nur die Anfangsstadien dar ²⁾.

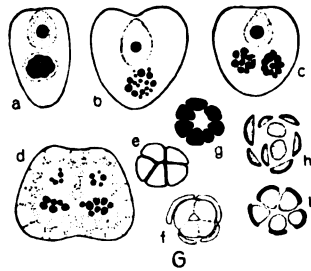


Fig. 4. *Pyramidomonas montana*. a—d) ganze Individuen (d in Teilung), e—i) Details der Pyrenoide. (Nach GRITLER.)

Ganz ähnlich gebaute Pyrenoide besitzt die in Fig. 5e—g dargestellte *Chlamydomonas*. Das Pyrenoid von *Chlorogonium elongatum*

¹⁾ Bei größeren Zahlen handelt es sich allerdings nur um Schätzungen.

²⁾ Ausführlich sind diese Vorgänge in 6 geschildert.

verrät seine Zusammensetzung bei der Zellteilung (8). Ein vielteiliges Pyrenoid besitzen ferner die Lebermoose *Anthoceros Husnoti* und *A. punctatus*, die von SCHEERER (14) beschrieben und von mir nachuntersucht wurden. Manche Chlorophyceen (z. B. *Stigeoclonium*) zeigen ähnliche Verhältnisse. Sehr wahrscheinlich ist es, daß alle Conjugatenpyrenoide diesem Typus angehören.

Erschwerend für die Erkennung der vielteiligen Pyrenoide ist das Fehlen eines wirklich zuverlässigen Kriteriums. Häufig sind die Pyrenoidkörner nicht sichtbar. So sieht z. B. das Pyrenoid von



Fig. 5. a—d) *Chlamydomonas* sp. I, Teilung; in b Zweiteilung des Pyrenoids, in c Zerfall, in d vollkommene Auflösung der Pyrenoide; e—g) *Chlamydomonas* sp. II mit deutlich vielteiligem Pyrenoid. Sublimatalkohol, Eisenalaun-Hämatoxylin.

Chlorogonium elongatum (8) in der ruhenden Zelle ganz einheitlich aus; bei der Zellteilung wird es aufgelöst, zerfällt aber vorher in einzelne Körner, wodurch seine Natur zutage tritt. Da die Stärkehülle aus Körnchen besteht, die in der Zahl mit den Pyrenoidkörnern übereinstimmen, kann man wohl nicht umhin anzunehmen, daß wirklich ein vielteiliges Pyrenoid vorliegt. Auch bei *Pyramidomonas montana* fand ich Exemplare, die ein scheinbar einheitliches Pyrenoid führten. Bei den Conjugaten sehen die Pyrenoide in der Regel einfach aus. Doch fehlt es nicht an Angaben in der Literatur (10), daß an gefärbten Präparaten Risse und Spalten, die das Pyrenoid in mehrere Teile zerlegten, sichtbar wurden. Da diese Pyrenoide immer viele Stärkekörner führen, kann man auch hier annehmen, daß die Zusammensetzung zeitweise nicht sichtbar ist. SCHEERER weist darauf hin, daß bei *Anthoceros punctatus* die Pyrenoidkörner bedeutend dichter als bei *Anthoceros Husnoti* liegen. Das zeigt, daß Übergänge möglich sind.

Es ist gut vorstellbar, daß die Pyrenoidkörner zusammenfließen und so ein einheitliches Pyrenoid vortäuschen können¹⁾. Als Kriterium bleibt dann die Zusammensetzung der Stärkehülle.

Einheitliche Pyrenoide.

Dies wären Pyrenoide, die nicht nur einheitlich aussehen, sondern auch nie in Teile zerfallen können und deren Stärkehülle einheitlich ist. Diesen Typus glaube ich bei Protococcaceen (*Pediastrum*, *Sorastrum*, *Ankistrodesmus* u. a.) gesehen zu haben. Die Stärkehülle macht bei diesen Formen einen einheitlichen Eindruck; ein Zerfall des Pyrenoids in Teile ist nie zu beobachten.

Vergleich der drei Typen umhüllter Pyrenoide.

Wie bereits angedeutet wurde, kommen vom Typus abweichende Pyrenoide vor, z. B. bei *Enteromorpha*. Dies zeigt, daß Übergänge existieren und die Typen nicht starr sind. Es handelt sich vielleicht um eine ganz kontinuierliche Reihe. Jedenfalls sind aber für bestimmte Arten bestimmte Punkte fixiert. So kann *Tetraspora* niemals vielteilige und niemals einheitliche Pyrenoide, *Anthoceros* nie zweiteilige bilden usw.

Die Verteilung der Typen verläuft ganz unabhängig von der Systematik.

Polare Pyrenoide.

Es wurde bei der Besprechung der drei Typen umhüllter Pyrenoide angenommen, daß sie keine Polarität erkennen lassen. Dies ist meistens, aber nicht immer der Fall. *Acanthosphaera Zachariasi* besitzt einen muldenförmigen Chromatophor, in dem ein — nach der Stärkehülle beurteilt — vielteiliges Pyrenoid liegt. Dieses bildet die Stärke nur an der nach außen gekehrten Seite. Gegen das Zellinnere zu wölbt das Pyrenoid den Chromatophor leicht vor, ist hier aber immer frei von Stärke (Abb. siehe bei 3).

Anhang.

Es sei hier eine Form erwähnt, deren Pyrenoid recht auffallend von den bisher besprochenen Typen abweicht, die ich jedoch nicht

¹⁾ Dies dürfte sogar der Normalfall sein. Das Sichtbarwerden der Körner scheint immer mit Auflösungen oder pathologischen Vorgängen einherzugehen. Nur bei *Anthoceros* erscheint das Pyrenoid nie einheitlich. SCHERRER meint, daß es hier — als Übergang zu den typisch-pyrenoidlosen Cormophyten — auf dem Wege der phylogenetischen Auflösung begriffen ist. — Sicher nicht pathologisch sind die zweiteiligen Pyrenoide.

eingehend studieren konnte. Es handelt sich um eine *Chlamydomonas*, auf die mich Herr Doz. SCHUSSNIG in freundlichster Weise aufmerksam machte und von der mir seine Präparate vorlagen. Das Pyrenoid

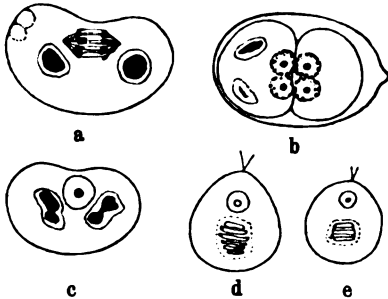


Fig. 6. a—c) *Carteria* sp.

a) Erste Teilung, b) vierkerniges Stadium, c) abnorme zweimalige Zweiteilung des Pyrenoids; d, e) *Chlamydomonas* sp. mit einem aus Scheiben zusammengesetzten Pyrenoid. a—c) Sublimatalkohol, Eisenalaun-Hämatoxylin, d, e) nach einem ungefärbten Glyceringelatine-Präparat.

ist aus mehreren (3—8) parallel liegenden Kreisscheiben zusammengesetzt. Fig. 6 d, e gibt hiervon den optischen Durchschnitt. Die Stärke dürfte in Form von Kreisringen entwickelt sein. Leider ließen die Präparate keine sichere Entscheidung zu.

Entwicklungsgeschichte.

Die Pyrenoide entstehen entweder durch Teilung oder durch Neubildung. Beide Entstehungsarten können (aber müssen nicht) bei derselben Art verwirklicht sein. Die Pyrenoide mancher Formen, z. B. von *Chlamydomonas* (1) sind teilungsfähig, werden aber bei der Fortpflanzung aufgelöst und in den Tochterzellen neugebildet. Dagegen dürften die Pyrenoide der Bangiaceen und Conjugaten ausschließlich durch Teilung entstehen. In den Zygoten der letzteren kommt es zwar zu einem Abbau der Pyrenoids substanz (9), ganz ähnlich, wie auch die Chromatophoren in diesem Stadium reduziert werden, es erfolgt aber keine vollständige Auflösung. Von Formen, die den ganzen Lebenszyklus leicht überblicken lassen, zeigt deutlich die Kontinuität der Pyrenoide *Chlorogonium euchlorum* (Fig. 7). Hier werden die Pyrenoide sowohl bei der agamen, wie auch bei der sexuellen Fortpflanzung übertragen, sie vermehren sich nur durch Teilung und Neubildung fehlt¹⁾.

Ob es Typen gibt, deren Pyrenoide ganz teilungs unfähig sind, also ausschließlich durch Neubildung entstehen, ist fraglich. Sicher

¹⁾ Das ganz nahe verwandte *Chlorogonium elongatum* besitzt diese Kontinuität nicht (8).

aber gibt es viele Arten, bei welchen im normalen Lebenszyklus keine Pyrenoidteilung erfolgt (*Pediastrum*, *Sorastrum*, *Scenedesmus* u. a.).

Verschieden von der Neubildung der Pyrenoide bei der Fortpflanzung ist die Neubildung, die sich in ruhenden Zellen abspielen kann. Ich folge hier SCHMITZ (15, S. 63), da mir eigene Erfahrungen fehlen. *Nemalion multifidum* und *Helminthocladia purpurea* besitzen in jeder Zelle einen sternförmigen Chromatophor, dessen Mittelstück dem einen Zellende nahe gerückt ist; nach dem anderen Ende strahlen lange Bänder aus. Anfangs besitzt der Chromatophor nur ein einziges Pyrenoid, welches im Mittelstück gelagert ist. Später können in den Bändern fern vom Pyrenoid des Mittelstücks kleine Pyrenoide auftreten, die allmählich heranwachsen.

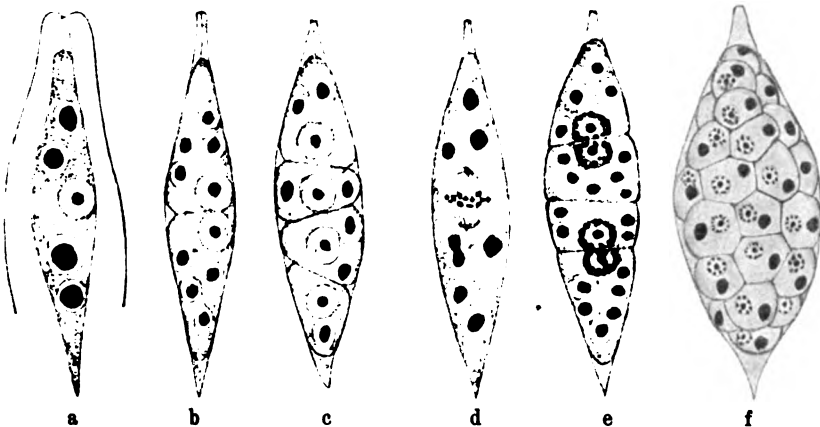


Fig. 7. *Chlorogonium euchlorum*. a—c) Agame Fortpflanzung, d—f) Gametenbildung. Sublimatalkohol, Eisenalaun-Hämatoxylin.

Der strenge Beweis, daß es sich in diesen Fällen um Neubildung handelt, ist naturgemäß sehr schwer zu führen. Es bleibt die Möglichkeit bestehen, daß es sich um Abspaltung kleiner Pyrenoidteile handelt, was sich an vielen Objekten auch wirklich beobachten läßt¹⁾. Da man die kleinen Pyrenoide aber nie auf der Wanderung gesehen hat, so ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß es sich um Neubildung handelt.

Teilung.

Das Pyrenoid streckt sich, schnürt sich dann ein und zerfällt schließlich in zwei Teile (Fig. 1). Besitzt es eine Stärkehülle, so

¹⁾ Für solche Beobachtungen sind Conjugaten und Protococcaceen günstig.

wird diese ebenfalls in zwei Hälften zerrissen. An der Berührungsstelle der jungen Tochterpyrenoide fehlt sie anfangs und wird erst beim späteren Auseinanderweichen und Wachstum wieder ergänzt (vgl. 15). Bei zweiteiligen Pyrenoiden erfolgt die Teilung quer zur Längsachse, so daß die Tochterpyrenoide von vornherein wieder zweiteilig sind.

Ist ein einziges Pyrenoid im Chromatophor vorhanden, so läuft seine Teilung in der Regel synchron mit der Chromatophorenteilung ab (Fig. 1). Besonders sinnfällig zeigen dieses Verhalten die Pyrenoide der scheibchenförmigen Chromatophoren von *Biddulphia*. Seltener eilt das Pyrenoid etwas voraus. In den Fällen, wo sich das Pyrenoid ganz unabhängig vom Chromatophor teilt, kommt dieser Teilung keine Bedeutung für die Übertragung der Pyrenoide auf die Tochterchromatophoren zu. So führen die *Chlamydomonas*-Arten in der Regel nur ein Pyrenoid. Manchmal (besonders in Kulturen bei üppiger Ernährung) teilt sich das Pyrenoid, so daß im Chromatophor zwei Pyrenoide nebeneinander liegen. Bei der Tochterzellbildung werden aber beide Pyrenoide (wie im Normalfall das einzige) aufgelöst; in jeder Tochterzelle wird ein neues Pyrenoid gebildet (vgl. Fig. 5a—d). Ähnliche Fälle gibt es viele (*Pediastrum* u. a.).

Verschieden hiervon sind die Fälle, wo im Chromatophor mehrere Pyrenoide liegen. Hier teilen sie sich selbständig in den Interphasen der Chromatophorenteilungen. Es handelt sich dabei um eine wirkliche Übertragung auf die Tochterchromatophoren. So verhalten sich *Haematococcus*, *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Eremosphaera*, *Ulothrix*, *Oedogonium*, *Rhodochorton*, *Diatomeen* und viele andere.

Von den eigentlichen Teilungen kann man den Zerfall in zwei ungleiche Teile oder in mehrere Stücke unterscheiden¹⁾. Fast immer zeigen sich dabei unregelmäßige, oft bizarre Gestalten. Bei umhüllten Pyrenoiden kann man manchmal ein Verhalten beobachten, das rein äußerlich betrachtet an Sprossung erinnert: das Pyrenoid streckt an einer Seite einen Zipfel durch die Stärkehülle hindurch, der heranwächst und sich schließlich als entblößtes Pyrenoid abgliedert. Alle diese Vorgänge scheinen bei Stoffwechselstörungen der Zelle aufzutreten und machen einen pathologischen Eindruck.

Auflösung und Neubildung bei der Fortpflanzung.

Daß bei der Fortpflanzung Auflösung und Neubildung der Pyrenoide vorkommt, ist durch zahlreiche Beobachtungen²⁾ sicher-

¹⁾ Die Erscheinung ist oft bei langgestreckten Desmidiaceen mit normalerweise einem einzigen Pyrenoid im Chromatophor auffallend (*Netrium*, *Penium*).

²⁾ Vgl. die Angaben bei OLTSMANN (12), p. 28f. und 2, 3, 5.

gestellt, wird aber noch immer vielfach bezweifelt. Die Entscheidung der Frage ist begreiflicherweise von Wichtigkeit, da die Existenz einer Auflösung und Neubildung der Ansicht von der Lebendigkeit der Pyrenoide widerspricht. SCHMITZ hat in diesem Sinne die Frage verneint. In neuerer Zeit trifft man die Annahme, daß die Pyrenoide bei Lebendbeobachtung schwer sichtbar werden und bei Tinktion bloß schwerer färbbar sind, daß sie aber in Wirklichkeit doch nicht aufgelöst werden.

Daß diese Annahme nicht richtig ist, zeigt z. B. *Enteromorpha* (Fig. 3). Sowohl im Leben wie bei Färbung sieht man die Pyrenoide deutlich kleiner werden. Dabei wird die Zweiteiligkeit gut sichtbar. Gleichzeitig nimmt die Färbbarkeit ab. Schließlich ist vom Pyrenoid überhaupt kein Rest mehr vorhanden. In den Gameten spielt sich der Vorgang in umgekehrter Reihenfolge ab. — Ähnlich verhalten sich *Chlamydomonas*-Arten (Fig. 5). Besonders bei *Chl.* II, die ein deutlich vielteiliges Pyrenoid besitzt, ist die Auflösung durch das Kleinerwerden der auseinanderweichenden Pyrenoidkörner deutlich. — Nach dem gleichen Schema gehen viele ¹⁾ Protococcaceen (2).

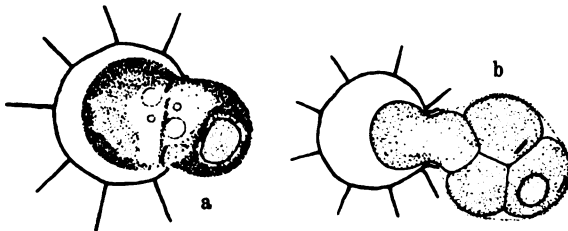


Fig. 8. *Acanthosphaera Zachariasi*. a) Austreten zweier, b) von vier Zoosporen aus der Mutterzelle. Das Pyrenoid ist in eine Tochterzelle eingegangen und wird später aufgelöst. Nach dem Leben. b) halbschematisch (nach GMITLER).

Unklarheiten treten häufig durch vorauslaufende Pyrenoidteilungen, die mit einer Übertragung nichts zu tun haben, auf. Dies wurde bereits weiter oben für *Chlamydomonas* angedeutet. Einen instruktiven Fall stellt die in Fig. 6 abgebildete *Carteria* dar. Bei ihr kommt es häufig vor, daß bei der Bildung der vier Tochterzellen sich das Pyrenoid zweimal nacheinander teilt, wodurch jede junge Tochterzelle ein Pyrenoid mitbekommt. Diese Pyrenoide werden aber aufgelöst, bevor die Tochterzellen frei werden. Manchmal erfolgt auch nur eine Teilung (Fig. 6 b) ²⁾.

¹⁾ Aber nicht alle! Bei *Chlorella*, *Eremosphaera* u. a. besteht Kontinuität der Pyrenoide.

²⁾ Bei *Sorastrum spinulosum* tritt in der Regel eine frühzeitige Auflösung des Pyrenoids ein. Bei Kultur auf Agar kann man aber ausgiebige Teilung des

In den Fällen, wo eine Teilung des Pyrenoids unterbleibt, zeigt sich ein verschiedenes Verhalten insofern, als der Zeitpunkt der Auflösung wechselt. Manchmal verschwindet es gleich zu Beginn der Schwärmerbildung, manchmal wird es durch alle Teilungen mitgeschleppt, z. B. konstant bei *Acanthosphaera* (Fig. 8).

Die Stärkehülle zersplittert bei der Auflösung der Pyrenoide. Ihre einzelnen Körnchen oder Platten sieht man kreuz und quer in der Nähe des Pyrenoids, selten weiter von ihm entfernt, liegen. Sie sind an ihren Krümmungen, häufig auch an ihrer bedeutenden Größe noch längere Zeit als Pyrenoidstöcke zu erkennen. Später verlieren sie sich in der allgemeinen Bewegung, die das Plasma bei den Fortpflanzungsvorgängen ergreift.

Zusammenfassung.

Das wesentliche Ergebnis der bisherigen Betrachtungen ist die Feststellung einer großen Mannigfaltigkeit von Pyrenoidtypen. Es ist deutlich, daß sie in ihrem Auftreten keine Abhängigkeit von bestimmten systematischen Gruppen zeigen, sondern daß die gleichen Typen bei verschiedenen Gruppen vorkommen und umgekehrt. Nur die Gesamtheit der nackten Pyrenoide einerseits und der umhüllten andererseits ist ihrer Begriffsbestimmung zufolge auf bestimmte Gruppen verteilt.

Das gleiche chaotische Durcheinander zeigt sich im Verhalten bei der Fortpflanzung. Nahe verwandte Arten (*Chlorogonium euchlorum* und *Chl. elongatum*) können ein gerade entgegengesetztes Verhalten zeigen. Vielleicht kommen sogar Schwankungen innerhalb einer Art vor.

Es ist kaum mehr möglich, die Pyrenoide als lebende Gebilde zu betrachten. Daß es sich aber um einfaches Reserveeiweiß handelt, wie man angenommen hat, ist nicht gut einzusehen. Die Auflösung der Pyrenoide bei der Bildung von Fortpflanzungszellen scheint zwar dafür zu sprechen. Wenn man aber bedenkt, daß z. B. bei *Acanthosphaera* das Pyrenoid unangetastet in eine Tochterzelle eingeht, um dann in ihr aufgelöst zu werden, so verliert die Annahme sehr an Wahrscheinlichkeit. Sehr dagegen spricht auch die Reduktion der Pyrenoide in Dauerzellen und Zygoten mit Dauerfunktion, wo man gerade eine Speicherung von Reservestoffen erwarten muß. Ferner kann man gerade dann eine Vermehrung der Pyrenoide be-

Pyrenoids beobachten; sie kann so weit gehen, daß jede junge Tochterzelle ein Pyrenoid führt. Ich habe früher angenommen (2), daß diese Pyrenoide erhalten bleiben. Jetzt erscheint es mir wahrscheinlicher, daß eine späte Auflösung erfolgt.

obachten, wenn die Zellen ihre Reservestoffe abbauen und hohe Teilungsfrequenz besitzen.

Eine befriedigende Erklärung der Pyrenoide fehlt. Was ihre Morphologie anlangt, so sind die derzeitigen Kenntnisse wahrscheinlich unvollkommen und provisorisch. In diesem Sinn ist auch die folgende Übersicht zu betrachten.

Nackte Pyrenoide. *Chrysophyceen, Botrydium, Eugleninen, (Dicranochaete?), Diatomeen, Bangiaceen, Florideen, (Phaeophyceen?).*

I. Im Chromatophor gelagert.

II. Außerhalb des Chromatophors gelagert (*Geosiphon?*).

Umhüllte Pyrenoide. *Volvocalen, Chlorophyceen, Cryptomonaden, (Peridineen?), Conjugaten, Anthoceros-Arten.*

I. Im Chromatophor gelagert.

1. Einheitliche.

2. Zusammengesetzte.

a) zweiteilige,

b) vielteilige,

α) polare,

β) nicht polare.

II. Außerhalb des Chromatophors gelagert (*Cryptomonaden* und wahrscheinlich *Peridineen*).

Literaturverzeichnis ¹⁾.

- 1) DILL, E. O.: Die Gattung *Chlamydomonas*. PRINGSHEIM's Jahrb. 1895.
- 2) GEITLER, L.: Die Entwicklungsgeschichte von *Sorastrum spinulosum* und die Phylogenie der *Protococcales*. Arch. f. Protistenk. 1924.
- 3) —: Über *Acanthosphaera Zachariasii* usw. Österr. Bot. Zeitschr. 1924.
- 4) —: Über einige wenig bekannte Süßwasserorganismen usw. Revue algolog. 1924.
- 5) —: Beiträge zur Kenntnis der Flora ostholsteinischer Seen. Arch. f. Protistenk. 1925.
- 6) —: Zur Kenntnis der Gattung *Pyramidomonas*. Ibid. 1925.
- 7) —: Über Chromatophoren und Pyrenoide bei *Peridineen*. Ibid. 1926.
- 8) HARTMANN, M.: Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des Formwechsels (Entwicklung, Fortpflanzung, Befruchtung und Vererbung der *Phytomonadinen*. I. Ibid. 1918.
- 9) KAUFFMANN, H.: Über den Entwicklungsgang bei *Cylindrocystis*. Zeitschr. f. Bot. 1914.
- 10) LUTMAN, B. F.: Cell structure in *Closterium*. Bot. Gaz. 1910.

¹⁾ Hier sind nur die im Text erwähnten Arbeiten berücksichtigt.

- 11) **MERESCHKOWSKY, C.**: Über Natur und Ursprung der Chromatophoren im Pflanzenreiche. Biol. Zentralbl. 1906.
 - 12) **OLTMANN, F.**: Morphologie und Biologie der Algen. Bd. 3, II. Aufl. Jena 1923. Dasselbst weitere Literaturangaben.
 - 13) **PASCHER, A.**: Die braune Algenreihe der Chrysophyceen. Arch. f. Protistenk. 1925.
 - 14) **SCHERRER, A.**: Untersuchungen über Bau und Vermehrung der Chromatophoren usw. Flora 1915.
 - 15) **SCHMITZ, F.**: Die Chromatophoren der Algen. Bonn 1882.
 - 16) **SCHNEIDER-ZIMMERMANN**: Botanische Mikrotechnik. Jena 1922.
 - 17) **WETTSTEIN, F.**: Geosiphon Fr. WETTST., eine neue interessante Siphonoc. Österr. Bot. Zeitschr. 1915.
-

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem wissenschaftlichen Institut für mikrobiologische Untersuchungen des
Volksunterrichtskommissariats Moskau.)

Die Oxydasen und Peroxydasen bei Protozoa.

Von

Gr. Roskin und L. Levinsohn.

(Hierzu 11 Textfiguren und Tafel 6.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einführung	145
Methodik	146
Beobachtungen an verschiedenen Protozoen	150
1. Amöben	150
2. Flagellaten	150
3. Infusorien	155
Allgemeine Schlußfolgerungen aus Beobachtungen über die Oxydasen der Protozoen	159
Literaturverzeichnis	165
Tafelerklärung	166

Einführung.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war das Studium der sog. Oxydasen und Peroxydasen bei verschiedenen Protozoen.

Die Methoden, deren wir uns bedient haben, haben schon beim Studium ganz verschiedener Zellen und Gewebe sowohl der Wirbeltiere, wie auch der Wirbellosen eine genügend vollständige Anwendung gefunden: das sind die Reaktionen: NADI, DOPA, das MADELUNG'sche Reaktiv und die GRAHAM-Reaktion. Diese Reaktionen

lassen in einer großen Anzahl von Zellen verschiedener Gewebe, nicht aber in allen, gefärbte Granula (Körnchen), die sog. Oxydasen-Granula, entdecken.

Über das Vorhandensein der sog. Oxydasen bei Protozoen ist fast gar nichts bekannt. Man kann bloß auf eine Beobachtung von GRÄFF hinweisen, der die Auffindung der Oxydasen bei einer Amöbe betrifft. PRÉNAVANT faßt in seiner ausführlichen Arbeit „Etudes histologiques sur les peroxydases animales“ unsere Kenntnisse auf diesem Gebiete bezüglich der Protozoa folgendermaßen zusammen: „Aucune donnée bibliographique, ici encore. Chez divers Infusoires, Flagellés et Ciliés, parmi lesquels des *Vorticella*, *Epistylis*, *Stentor*, *Paramaecium*, *Colpidium*, *Trichodina*, aussi que chez une Amebe, et chez *Pelomyxa palustis* GREFF . . . observe que des corps phagocytés qui oxydent le reactif de MADELUNG. Le cytoplasme de tous ces Protozoaires est inactif. Il en est de même chez divers Gregarines, ainsi que chez des Euglènes. En somme, les Protozoaires semblent régulièrement inactifs.“

Wir beschränken die Aufgaben der vorliegenden Arbeit auf eine Darstellung der Beobachtungen über die „Morphologie“ der Oxydasen bei verschiedenen Vertretern der Protozoen, wobei wir die theoretischen Fragen der Fermentologie der Oxydasen nur insofern berühren werden, als sie sich mit den beobachteten Tatsachen in einem direkten Zusammenhang stehend erweisen.

Die Aufklärung der physiologischen Rolle der Oxydasen bei den Protozoen wird die Aufgabe unserer folgenden Arbeit darstellen.

Methodik.

Zum Nachweis der Oxydasen und Peroxydasen bei Protozoen haben wir uns in unserer Arbeit vier Methoden bedient. 1. Nadi (Reaktion WINKLER-SCHULTZE), 2. Dopa (BR. BLOCH), 3. Benzindin + H_2O_2 (das MADELUNG'sche Reaktiv), 4. Pyronin + α Naphtol + H_2O_2 (GRAHAM).

1. Nadi. Die Reaktion gründet sich darauf, daß ein Gemisch von 1proz. alkalischer Lösung von α -Naphtol und Dimethyl-p-phenylen-diamin (wir haben Chlorhydrat gebraucht) mit einem Atom Sauerstoff eine Leukobase-Indophenolweiß ergibt. Indem wir fixierte (2—3 m in Alkohol 9 t, Formol 1 t und abgewaschene) oder unfixierte Präparate für 10—15 Minuten in diese Lösung bringen, bekommen wir an den Lokalisationsstellen der Oxydase das Oxydationsprodukt Indophenolweiß-Indophenolblau.

Wie GRÄFF (16) angibt, läuft die Reaktion nach dem Schema ab:



Da diese Färbung schnell verschwindet, so haben wir, um dauerhafte Präparate zu bekommen, die Bearbeitung nach dem von W. SCHULTZE, S. GRÄFF und E. v. GIERKE ausgearbeitetem Verfahren benutzt. Das Präparat kommt nach der Bearbeitung mit Nadi für 2—3 Minuten in Lugol'sche Lösung (1 Teil auf 2 Teile Wasser) und nachher für 1—24 Stunden ins Wasser + einige Tropfen gesättigte wässrige Lösung von Lithium carbonicum, bis alle, unter der Jodwirkung braun gewordenen Granula, sich nicht bläuen. Das so angefertigte Präparat bleibt ziemlich lange erhalten.

Nachfärbung 1—2 m in 1proz. wässrigem Eosin. Nach den Beobachtungen von GRÄFF wirkt Nadi nur in Anwesenheit von Sauerstoff und man darf deswegen diese Reaktion nur in offen stehendem Standglas und unter fortwährender Umschüttelung ausführen.

Es haben sich viele Autoren dieser Reaktion bedient (KATSUNUMA, WINKLER, SCHULTZE, MARINESCO, PRÉNANT, v. GIERKE, VOSS und viele andere), die die Oxydasen in fast allen Geweben der Tiere (Leucocyten, Muskeln, Nervengewebe, verschiedene Drüsen usw.) beschrieben haben.

R. BRANDT (14) hat die Oxydasen bei Bakterien beschrieben.

Die Oxydasen erscheinen in Form von verschieden großen blauen Granula, die im Zellprotoplasma zerstreut sind. Einzelne Fälle, wo die Oxydasen im Kern gefunden sein sollten, sind als Ausnahmen beschrieben. (KATSUNUMA (1916) in einigen Zellen des Nervensystems, M. MANQUAT (1924) im Epithel der Harnkanälchen *Perca fluviatilis*; er arbeitete mit Indigokarmin.)

Die Beobachtungen von ZWEIBAUM (1925) zeigten, daß das Indophenol die Fetteinschlüsse in Zellen in ausgezeichneter Weise färbt. In unserer Arbeit wurde diesem Umstand volle Rechnung getragen und alle in dieser Beziehung zweifelhaften Fälle in entsprechender Weise kontrolliert.

2. Benzidin + H₂O₂.

Die Reaktion beruht darauf, daß das Benzidin in Anwesenheit von H₂O₂ und Peroxydase in das braune Oxybenzidin übergeht. Das Präparat wird von folgender Lösung bearbeitet: einige Kristalle von Benzidin werden in 40 ccm 40° Alkohol gelöst und dazu 10 ccm 0,02proz. H₂O₂ zugegeben. Nach 10—15 Minuten erscheinen an den Stellen der Lokalisation der Peroxydasen dunkelbraune Körnchen von Oxybenzidin.

Diese Methode von GRAHAM (zit. nach MILKE 1925) und seine Modifikation FIESSINGER (Alk. 96° — 100, Benzidin — 0,5, Perhydrol Merk 0,2, die Präparate nicht fixiert) hat uns keine Résultate gegeben. Wir haben uns der Modifikation von Dr. MOSCHKOWSKY¹⁾ bedient: wenig Benzidinkristalle werden mit 5—7 ccm Leitungswasser aufgeschüttelt, dann wird filtriert und zum Filtrat 2—3 Tropfen einer Lösung von 2—3 Tropfen Perhydrol Merk in 5 ccm Leitungswasser zugesetzt. Die Präparate bleiben unfixiert und werden mit dieser Lösung bearbeitet; nach 15—20 Minuten erscheinen am Ort der Lokalisation der Peroxydasen braune Granula. Bei Anwendung von destilliertem Wasser, das eine schwach-saure Reaktion besitzt, erhält man blaue Granula. Wir färben mit 10proz. wässerigen Eosinlösung, 1proz. Lichtgrün oder stark verdünntem alkalischem Mansonblau nach.

In letzter Zeit versucht HOLLANDE in einer Reihe von Arbeiten zu beweisen, daß die Reaktionen von Nadi und Benzidin + H₂O₂ nicht geeignet sind, die Lokalisation der Oxydasen und Peroxydasen aufzudecken. HOLLANDE behauptet, es seien die Oxydasen in der Zelle diffus verteilt. Sie oxydieren die angewendeten Reaktive, welche dann einige vorhandenen Zellgranulationen färben. Zur Erklärung dessen, daß dabei nur bestimmte Granula und nicht andere Zellelemente gefärbt werden, nimmt HOLLANDE an, daß diese Granula Benzidinophil oder Indophenophil sind. Indem er die Blutausrichthe mit alkoholischer Lösung von Indophenolblau oder Benzidin bearbeitete, bekam er Färbung dieser Granulationen. Die Beobachtungen von HOLLANDE, die von einigen anderen Autoren nachgeprüft waren, haben sich als nicht ganz exakt erwiesen. MARINESCO (1925) der mit alkoholischen Lösungen von Indophenolblau gearbeitet hat, hat seine Ergebnisse nicht bestätigt und weist darauf hin, daß mit dem genannten Reaktiv die Zellen diffus, die Granula aber nur in geringer Zahl sich färben. FIESSINGER und JAMIN (1924) haben alkoholische Lösungen von Benzidin erprobt, die nach den Angaben von HOLLANDE angefertigt wurden, und haben dabei die Ergebnisse des letzteren ebenfalls nicht bestätigt. PRENANT hat im Jahre 1925 dieses Reaktiv angewendet und dabei die Angaben von HOLLANDE bestätigt. Es färben sich aber, wie PRENANT angibt, nicht alle Granulationen mit diesem Reaktiv; während in den Leucocyten und Kiemen einiger Mollusken diese von Benzidin + H₂O₂ nachweisbaren Granulationen auch von alkoholischen Benzidinlösungen gefärbt werden, färbt das-

¹⁾ Nicht veröffentlichte Methode, für deren Mitteilung wir Dr. MOSCHKOWSKY unseren Dank aussprechen.

selbe Reaktiv in anderen Fällen, z. B. Giftdrüse der Bienen, die Granulationen nicht. Es kann somit die Lokalisation der Peroxydasen und die „Benzidinophilie“ zusammentreffen, es ist das aber nicht obligatorisch. Und weiter, wenn die Peroxydasen diffus sein sollten, dann bleibt es unbegreiflich, warum sie unter der Wirkung von Benzidin + H_2O_2 nicht das ganze Plasma verfärben, wie das in den Erythrocyten geschieht. „Die cytoplasmatischen Peroxydasen, schließt PRENANT, sind in allen in der Histologie bekannten Fällen in den Granulationen lokalisiert.“

3. Pyronin + H_2O_2 + Naphtol — GRAHAM's-Reaktion (1916).

Die Methodik dieser Reaktion ist folgende.

1. Fixation in Alkohol-Formol — 2 Minuten.

	α -Naphtol	—	1 g	} 3 Minuten.
2. Eine Lösung:	H_2O_2	—	0,2 g	
	40° Alkohol	—	100 g	

	Pyronin	—	0,1 g	} 5 Minuten.
3. Eine Lösung:	Anilin	—	4,0 g	
	40° Alkohol	—	96,0 g	

4. Nachfärbung $\frac{1}{2}$ Proz. Methylenblau.

Die Reaktion ist von Autor empirisch vorgeschlagen. In den Leucocyten färbt sie die typischen Peroxydasengranula. Nach SCHILLING's (26) Angabe liefert diese Reaktion eine „ausgezeichnete Dauerfärbung“.

4. Dopa.

BR. BLOCH beschrieb im Jahre 1917 in den Basalzellen der Epidermis ein spezifisches Oxydationsferment, unter dessen Einwirkung sich ein schwarzes Pigment bildet. Dieses Oxydationsferment kann mittels Dioxyphenilalalin (von ihm kurz als „Dopa“ bezeichnet), welches sich oxydierend, mit einem Wassermolekül zu Dopamelanin (nach BLOCH) wird, zutage gefördert werden. Schon BLOCH hat bestätigt (1917), daß das Dopa in das Dopamelanin nicht nur unter der Einwirkung des spezifischen pigmentbildenden Fermentes (von ihm als Dopaxydase bezeichnet), sondern auch unter demjenigen der anderen Oxydasen überzugehen vermag. So färben sich z. B. in den Leucocyten dieselben Granula wie auch bei Indophenolblau.

Nachher hat MATSUNAGA das Dopa an anderen Organen erprobt und festgestellt, daß die Reaktion überall da gelingt, wo auch die Reaktion von WINKLER-SCHULTZE erfolgreich ist (Granula der Leucocyten, Nervenfasern, quergestreifte Muskulatur, Ganglien, Schweißdrüsen, Mastzellen). Das Präparat fixiert in Alkohol 96° — 9 Teilen — + Formol — 1 Teil — 2—3 Minuten, oder unfixiert, wird abgewaschen

und für 24 Stunden in 1 proz. wässrige Lösung von Dopa in Zimmertemperatur oder im Brutschrank gehalten; Nachfärbung nach Giemsa, oder in 1 proz. wässrige Eosinlösung 1—2 Minuten.

Wegen der fermentativen Natur, insbesondere der Spezifität der Reaktion ist ein großer Streit entstanden (HEUDOPHER, MEYROWSKI u. a.); die fermentative Natur dieser Reaktion unterliegt aber wohl nach den Arbeiten von GANS, BLOCH (selber) u. a. keinem Zweifel mehr.

Beobachtungen an verschiedenen Protozoen.

Amöben.

Zur Entdeckung der oxydierenden Fermente in Amöben haben wir uns des „Dopa“ bedient. In einer seiner Arbeit erwähnt GRÄFF, daß er in Amöben Oxydasen gefunden hat, gibt aber keine Abbildungen dazu und erwähnt nicht, mit welchen Amöben er gearbeitet hat.

Wir haben uns der *Endolimax*-Agarkultur bedient, die aus dem Darmkanal der schwarzen Küchenschwabe angelegt wurde und haben dabei die Oxydasen ebenfalls gefunden. Der ganze Körper der Amöbe ist nach Einwirkung der „Dopa“ hellgrau gefärbt, infolge einer langsamen Oxydierung der Reaktivs zustand gekommen, und auf diesem hellgrauen Hintergrund zeichnen sich die schwarzen Granula des Dopamelanins, die die Anwesenheit der Oxydasen an diesen Stellen beweisen, scharf ab (Textfig. 1). Die Zahl der Granula ist verschieden: Neben Amöben, die bloß ein einziges Granulum (Textfig. 1₁) enthalten, findet man solche mit mehreren Granulis (Textfig. 1₂₋₅). Nur in einem Teil der Amöben kann man bezüglich der Anordnung dieser Granula eine gewisse Gesetzmäßigkeit, nämlich die Anordnung der Granula rings um die Verdauungsvakuolen herum, entdecken (Textfig. 1₂). In anderen sind die Vakuolen über das ganze Plasma der Amöben ohne eine sichtbare Ordnung zerstreut.

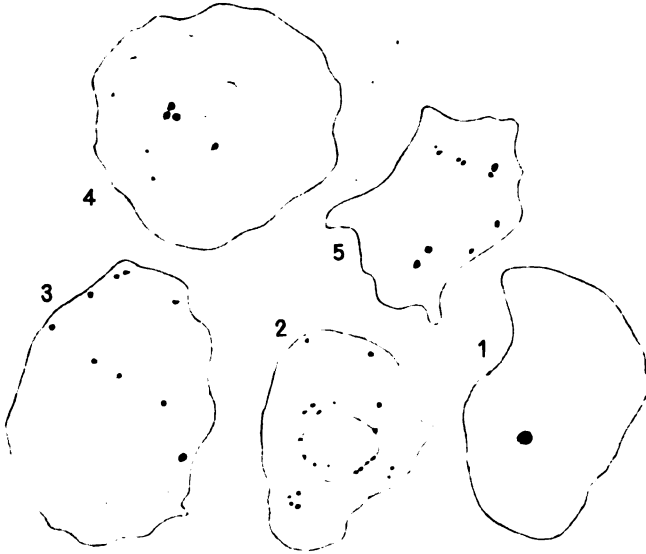
Bei Teilung der Amöben verteilen sich die Fermentgranula ohne irgendeine sichtbare Gesetzmäßigkeit.

Flagellaten.

Die nächste Klasse der von uns untersuchten Protisten waren die parasitären und freilebenden Flagellaten: *Trypanosoma equiperdum*, *Trypanosoma brucei*, *Leishmania tropica*, *Euglena deses*.

Zum Nachweis der oxydierenden Fermente in *Trypanosoma equiperdum* und *Trypanosoma brucei* (der Stamm wird an weißen Mäusen und Kaninchen unterhalten) haben wir uns der Methoden von

GRAHAM und Benzidin + H_2O_2 (Reaktionen auf Peroxydasen) und Dopa (Reaktionen auf Oxydasen) bedient, und haben dabei einen Teil der Präparate zur Kontrolle dafür, daß diese Methoden die in unserem Material tatsächlich vorhandenen Oxydationsgranula und nicht etwa die an irgendwelche Granula abgesetzte Farbe wirklich hervorbringen, 40—80 Minuten mit $\frac{1}{2000}$ — $\frac{1}{4000}$ m. — Lösung von KCN bearbeitet. Es hat nämlich GRÄFF (16) festgestellt, daß KCN schon



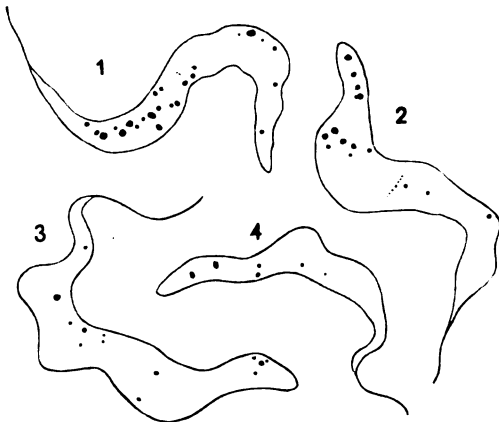
Textfig. 1. *Endolimax* (aus dem Darm der schwarzen Küchenschwabe). Agarkultur. Bearbeitung mit Dopa. Die Oxydasen granula im Plasma. In 1, um die Vakuole herum. Obj. 2 mm, Apochr. Lætz, Comp. Oc. 8.

in einer Konzentration $\frac{1}{10000}$ m. die Wirkung der Oxydasen hemmt und bei den von uns angewendeten Konzentrationen sie fast vollständig vernichtet. Tatsächlich war es unmöglich, in den mit KCN bearbeiteten Präparaten die oxydierenden Fermente zu entdecken. Folglich sind die mit unseren Methoden nachweisbare Granula auch tatsächlich Oxydationsgranula.

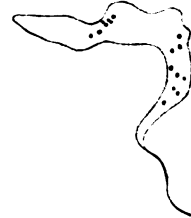
Auch bei den Flagellaten ist die Zahl dieser Granula bei verschiedenen Individuen verschieden (Textfig. 2, Taf. 6 Fig. 1, 2, 3, 4). Die Granula haben in Körper der Trypanosomen keinen bestimmten Platz, zuweilen konzentrieren sie sich am vorderen Ende (zuweilen am hinteren) oder im mittleren Teil des Trypanosomenkörpers, endlich begegnet man Trypanosomen, bei denen die Granula gleichmäßig über das ganze Plasma zerstreut sind.

Alle drei Methoden offenbaren fast ein identisches Bild der Verteilung der Oxydasen und Peroxydasen bei den Trypanosomen, wobei Benzidin + H_2O_2 und Dopa fast die gleiche Anzahl von Grunalis aufzeigen (Textfig. 2, 3), die Methode von GRAHAM aber eine etwas geringere Zahl derselben zu sehen erlaubt (Taf. 6 Fig. 1, 2, 3, 4). Die Anordnung der Körnchen der oxydierenden

Fermente im Plasma der Trypanosomen fällt mit derjenigen der Volutinkörnchen zusammen. Daß kann man schon sogar



Textfig. 2.



Textfig. 3.

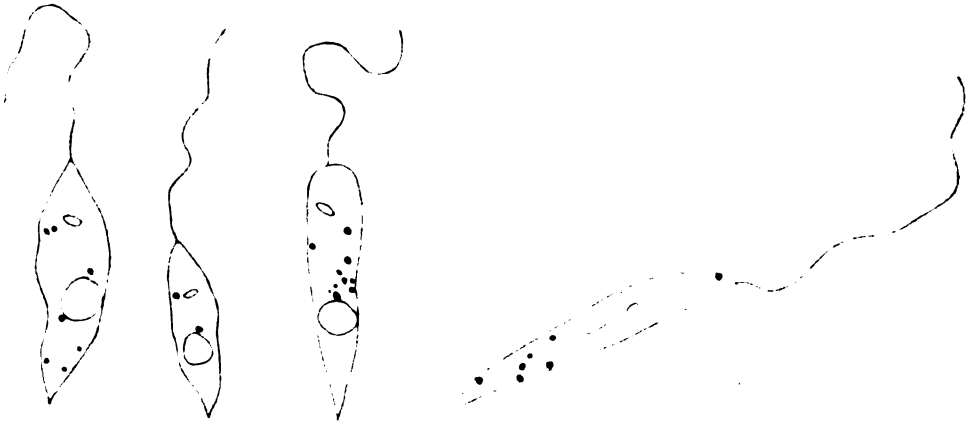
Textfig. 2. *Trypanosoma equiperdum*. 2, u. 4 *Trypanosoma Brucci*. Bearbeitung mit Dopa. Oxydasengranula im Plasma. Obj. LEITZ, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 8.

Textfig. 3. *Trypanosoma equiperdum*. Bearbeitung: Benzidin + H_2O_2 , Nachfärbung mit Methylenblau. Obj. LEITZ, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 8.

an denjenigen Präparaten, die mit Dopa bearbeitet und nicht nachgefärbt sind, bemerken. Zur Kontrolle wurden diese Präparate nachher nach GIEMSA bearbeitet und es haben sich die Volutingranula gar nicht oder bloß ein kleiner Saum um das schwarze Körnchen des Dopamelanins herum dabei gefärbt. Kontrollpräparate, 24 Stunden in destilliertem Wasser gehalten und dann nach GIEMSA gefärbt, haben das Volutin gefärbt.

Bei *Leishmania tropica* (Kulturformen), mit Dopa und Benzidin + H_2O_2 bearbeitet, zeigt sich das Bild der Anordnung der Oxydasen (Textfig. 4) und Peroxydasen (Textfig. 5) demjenigen bei Trypanosomen ähnlich: die Zahl der Körnchen variiert und sie sind, ohne sichtliche Ordnung, über das ganze Plasma von *Leishmania* zerstreut.

Uns interessierte das Schicksal der Granula während der Teilung, damit man der Frage nachkommen könnte, ob bei der Teilung die Oxydationsgranula zwischen den Tochterindividuen sich gesetzmäßig oder ganz zufällig verteilen.

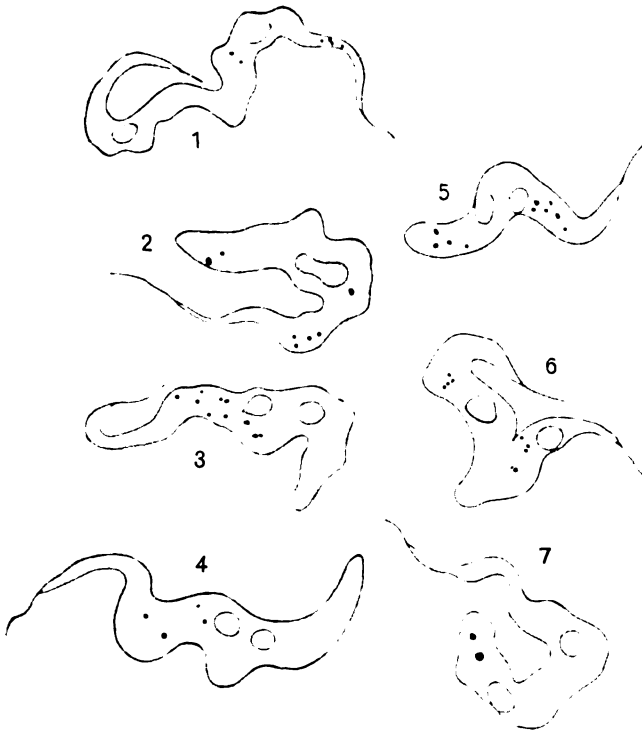


Textfig. 4.

Textfig. 5.

Textfig. 4. *Leishmania tropica*. Kulturformen. Bearbeitung mit Dopa. Nachfärbung nach GIEMSA. Obj. LEITZ, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 8.

Textfig. 5. *Leishmania tropica*. Kulturformen. Bearbeitung mit Benzidin + H₂O₂. Nachfärbung mit Mansonblau. Obj. LEITZ, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 12.



Textfig. 6. *Trypanosoma equiperdum*. Sich teilende Formen. Bearbeitung mit Dopa, Nachfärbung nach GIEMSA. Obj. LEITZ, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 8.

Zur Aufklärung dieser Frage wurden Ausstriche von *Leishmania tropica* und *Trypanosoma equiperdum* mit Dopa bearbeitet, dann nach GIEMSA nachgefärbt und die sich teilenden Formen untersucht (Textfig. 6, 7). Das Studium der Teilung der *Leishmania tropica* hat keine bestimmte Antwort auf die gestellte Frage gegeben (Textfig. 7), die Textfig. 6 aber zeigt, daß das sich teilende *Trypanosoma equiperdum* in einer seiner Hälften die Oxydasengranula enthält,



Textfig. 7. *Leishmania tropica*. Kulturformen.
Sich teilende Formen. Bearbeitung mit Dopa,
Nachfärbung nach GIEMSA. Obj. LEITZ, Apochr. 2 mm,
Comp. Oc. 8.

in der anderen fehlen sie hingegen vollständig, die Teilung selbst ist dabei so stark vorgeschritten, daß man sich nicht vorstellen kann, daß in diesem Stadium die Granula aus der linken Hälfte in die rechte hinüberwandern können. (Zur Vereinfachung sind die Abbildungen der Trypanosomen und Leishmanien, bearbeitet nach GIEMSA, nicht gefärbt

wiedergegeben, es sind bloß die Kerne und die Blepharoplasten angedeutet). Somit, kann man sagen, daß während der Teilung sich die Granula der oxydierenden Fermente zwischen den Tochterzellen zufällig verteilen.

Es ist bemerkenswert, daß während der Teilung die Zahl der Oxydationsgranula meistens geringer wird, d. h. es verringert sich die Zahl derjenigen Oxydasen, die mit unseren Untersuchungsmethoden nachgewiesen werden können.

Von den freilebenden Flagellaten haben wir uns mit der Untersuchung von *Euglena gracilis* beschäftigt.

NADI hat in *Euglena* eine große Zahl von über das ganze Plasma des Tieres zerstreuten Oxydationsgranula nachgewiesen (Taf. 6 Fig. 12). Ein anderes Bild gab die GRAHAM'sche Methode (Taf. 6 Fig. 13). Intensiv rote Granula der Peroxydasen sind gruppenweise im Plasma von *Euglena* angeordnet und es sind diese Gruppen durch etwas schwächere, die wahrscheinlich infolge der Diffusion der Farbe aus den Granulis Flecke entstanden sind, miteinander verbunden.

Ein ähnliches Bild der Verteilung der Peroxydasen (Granula über dem ganzen Plasma, zuweilen in Gruppen angeordnet) bringt Benzidin + H₂O₂ zum Vorschein.

Infusorien.

Von den freilebenden Infusorien haben wir *Paramaecium caudatum*, *Chilodon*, *Urotricha*, zwei Arten von *Glaucoma*, *Colpidium*, *Spirostomum ambiguum* und *Vorticella* untersucht. Von den parasitären Formen *Opalina ranarum* und *Nyctotherus ovalis*.

Chilodon und *Colpidium* haben fast identische Bilder der Verteilung der Peroxydasen gegeben:

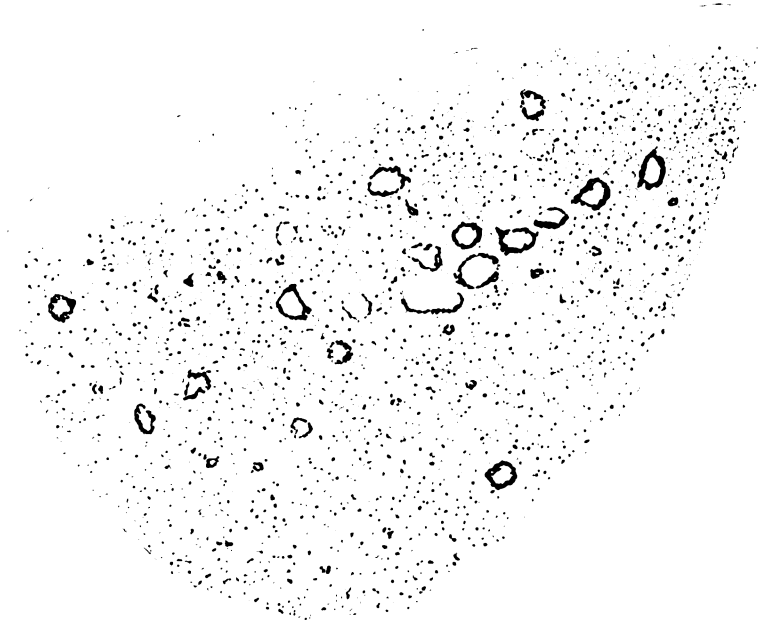
Neben dem Kern auf rosafarbenen, wahrscheinlich infolge der Diffusion der Farbe aus dem Körnchen entstandenen Hintergrund, entstehen viele intensiv rote Peroxydasegranula. Im übrigen Plasma sind die Peroxydasen nicht entdeckt worden (Taf. 6 Fig. 5—7). Bei den mit denselben Methoden untersuchten zwei Arten von *Glaucoma* und *Paramaecium caudatum* hat sich ein anderes Bild der Peroxydasenanordnung gezeigt: sie sind rings um die Verdauungsvakuolen herum konzentriert, wobei sie morphologisch, wie auch bezüglich der Intensität der Färbung bei *Glaucoma* und *Paramaecium caudatum* etwas anders wie bei *Chilodon* und *Colpidium* aussehen: sie sind nämlich intensiver gefärbt und viel kleiner in bezug auf ihre Größe. Die Zahl der die Verdauungsvakuolen umgebenden Körnchen ist unbeständig. Auch in diesen Infusorien sind im Plasma die Peroxydasen nicht zu finden (Taf. 6 Fig. 8—11). Infusorien, die von uns mit der Methode NADI untersucht waren, haben folgendes, bei den beiden von uns untersuchten Arten (*Paramaecium caudatum* und *Urotricha*) im allgemeinen identisches Bild der Oxydasenanordnung gezeigt; das ganze Plasma des Tieres ist dicht von kleinen Oxydationskörnchen besetzt. Diese Granula sind zwei Kategorien zu teilen: die einen sind etwas kleiner und blasser, die anderen sind größeren Kalibers und intensiver gefärbt. Dieser Unterschied weist vielleicht darauf hin, daß wir es hier mit verschiedenen Repräsentanten der Oxydasen zu tun haben.

Außer diesen Körnchen aber, die über das ganze Plasma zerstreut sind, finden sich auch Anhäufungen von Oxydasen um die Verdauungsvakuolen herum. Ein Teil dieser Körnchen sind der Größe und Färbung nach mit den im Plasma sich findenden identisch, die anderen sind von ihnen etwas verschieden (Fig. 8 u. 9).

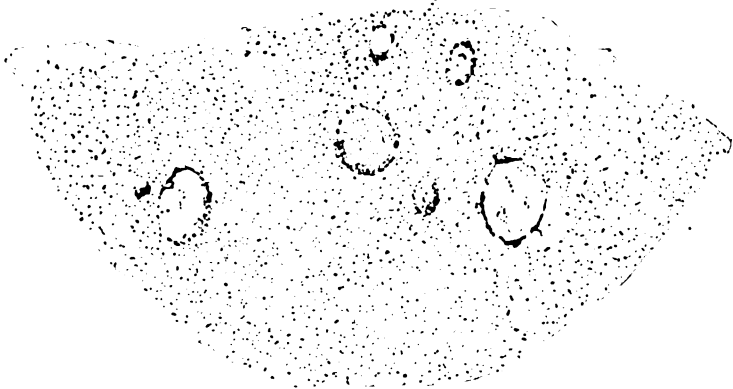
Bei *Urotricha* ergab die MADELUNG'sche Reaktion auf Peroxydasen ein positives Resultat: mehrere kleine Granula sind im Plasma zerstreut. Mit der Methode GRAHAM's ist es uns gelungen, deutliche Granula, welche um die Verdauungsvakuolen von *Paramaecium* sich ordnen, nachzuweisen (Taf. 6 Fig. 15).

Am deutlichsten ist die beschriebene Erscheinung der Lagerung eines Teiles der Oxydasen um die Verdauungsvakuolen herum bei *Vorticella* bei Bearbeitung nach Nadi zu beobachten (Taf. 6 Fig. 11).

Das Plasma dieses Infusors enthält sehr wenig Oxydationskörnchen (bei Nadi blau gefärbt) und es bleibt im Gegensatz zu



Textfig. 8. *Paramaecium caudatum*. Bearbeitung mit Nadi. Oxydasengranula im Plasma und um die Verdauungsvakuolen herum. Obj. LEITZ, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 4.



Textfig. 9. *Urotricha*. Bearbeitung mit Nadi. Oxydasengranula im Plasma und um die Verdauungsvakuolen herum. Obj. LEITZ, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 4.

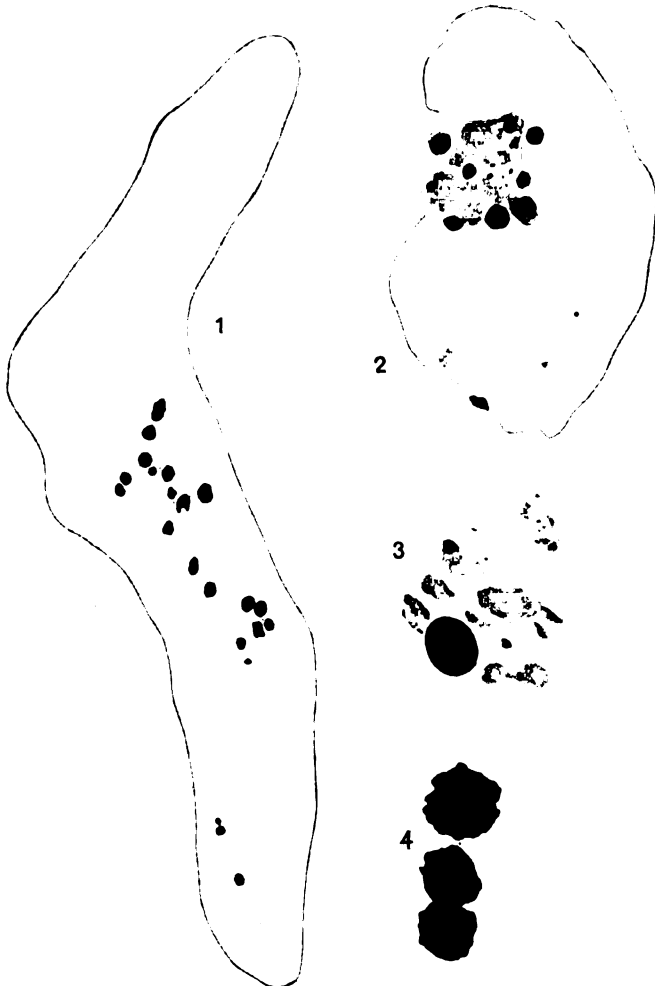
Paramecium caudatum und *Urotricha*, welche schon bei mittlerer Vergrößerung durchweg blau erscheinen, fast farblos. Dennoch sind diese Vakuolen durchweg von blauen Körnchen umgeben, deren Charakter in verschiedenen Vakuolen verschieden ist, was augenscheinlich mit der Zeit der Ausbildung dieser Vakuolen im Prozesse der Verdauungscyclose zusammenhängt.

Bei *Vorticella* ergab die MADELUNG'sche Reaktion auf Peroxydasen ein positives Resultat: mehrere kleine Granula sind im Plasma zerstreut.

In allerletzter Zeit, als unsere Arbeit schon fast zu Ende gebracht war, ist eine Arbeit von CHILD and EZDA DEVINEY erschienen, die die Methode von NADI bei *Paramecium caudatum* angewendet haben. Die Autoren beschreiben zwei Zonen der Anordnung der Oxydasen bei diesem Infusor: im vorderen Ende derselben finden sich fast keine Oxydasen, die alle sich am hinteren Ende des Körpers gruppieren. Außerdem verteilen sich die Oxydasen nicht über das ganze Plasma, sondern an den Rändern. Unsere Beobachtungen lassen uns nicht mit CHILD and DEVINEY einverstanden sein. Wir haben in der Anordnung der Oxydasen keine Zonen entdecken können. Sie verteilen sich ganz gleichmäßig über das ganze Plasma des Infusors, an dem vorderen und hinteren Ende desselben um die Verdauungsvakuolen herum sich ansammelnd, was die oben erwähnten Autoren nicht beobachtet haben.

Mit der Dopamethode haben wir das *Spirostomum ambiguum* untersucht (Textfig. 10). Bei diesem Infusor sammelt sich ein Teil der Oxydasen ebenfalls um die Verdauungsvakuolen herum. In der Textfig. 10₂ ist eine einzelne *Spirostomum ambiguum*-Vakuole abgebildet, um welche letztere sich die schwarzen Granula des Dopamelanins befinden, die auf die Anwesenheit der Oxydasen an diesem Orte hinweisen. Der übrige Teil des Fermentes befindet sich im Plasma der Infusorie in Form von Gruppen kleinster Körnchen. Bei Einwirkung von Dopa fließen die sich bildenden Dopamelaninkörnchen zur Hälfte oder ganz unter Bildung von größeren schwarzen Flecken zusammen; bei schwacher Vergrößerung machen sie den Eindruck massiver dunkler Flecken (Textfig. 10₁), bei Anwendung stärkerer Vergrößerung aber erscheint ein Teil dieser Flecken als aus Komplexen kleinster Körnchen bestehend. Das auf der Textfig. 10₃ abgebildete Granulum von Dopamelanin stellt wahrscheinlich ein Produkt des Zusammenfließens einzelner kleiner Körnchen, dessen Anfänge auf der Textfig. 10₄ zu sehen sind.

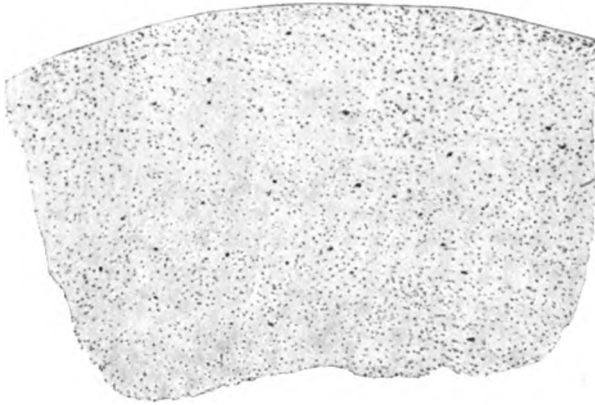
HERMANN VOSS bekam bei Bearbeitung der menschlichen Spermien mit Nadi blaue ringförmige Wölkchen rings um die Kerne der Spermatozoide herum. Nach den bei *Spirostomum* nach Dopa-färbung sich findenden Oxydationskörnchen urteilend, bekam er dasselbe Zusammenfließen der einzelnen Granula, welches entweder infolge der Diffusion der Farbe aus ihnen, oder infolge ihrer durch das Mikroskop nicht zu entdeckenden Kleinheit entstanden war.



Textfig. 10. *Spirostomum ambiguum*. Bearbeitung mit Dopa. 10₁ Obj. 3, Oc. 4. 10₂ Einzelne Vakuole im Plasma von *Spirostomum*, um dieselbe herum schwarze Schollen von Dopamelanin. Obj. LEITZ, Apoche. 2 mm, Comp. Oc. 4. 10₃, 4 Einzelne Dopamelaninschollen. (Obj. LEITZ, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 8.)

In der *Opalina ranarum* ist die Anordnung der Oxydasen der beim *Paramecium caudatum* und *Urotricha* fast ähnlich (Textfig. 11).

Nach der Bearbeitung mit Nadi erscheinen die Oxydationsgranula über dem ganzen Plasma des Infusors, sie sind aber nicht so dicht, wie bei den oben beschriebenen Arten angeordnet. Ähnliches Bild gibt auch *Nyctoterus ovalis*.



Textfig. 11. *Opalina ranarum*. Bearbeitung mit Nadi. Oxydasengranula im Plasma. Obj. LEITZ, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 4.

Die Ergebnisse unserer Beobachtungen sind kurz in umstehender Tabelle zusammengefaßt:

Allgemeine Schlußfolgerungen aus den Beobachtungen über den Oxydasen und Peroxydasen der Protozoa.

1. Was stellen denn eigentlich die verschiedenen, oben beschriebenen Granula vor? Sind diese Körnchen im Plasma vorgebildet und färben sie die angewendeten Reaktionen bloß zu Ende, oder stellen sie sekundäre Bildungen vor, die sich im Plasma kraft bestimmter, infolge der Anwendung gewisser Reaktive entstandener katalytischer Prozesse gebildet haben?

HOLLANDE ist der Meinung, daß bei diesen (genauer gesagt bei Indophenol-)Reaktionen zuerst die Oxydierung der Leucobase des Indophenolblau durch die Oxydasen der Zelle zustandekommt und erst nachher das infolge der Oxydierung entstandene Indophenolblau sekundär die verschiedenen, oder wie sie HOLLANDE bezeichnet, indophenolophile Granula in blauer Farbe färbt.

Diese Meinung scheint uns wenig wahrscheinlich zu sein, sowohl zum Teil wegen der Ergebnisse unserer Beobachtungen mit dem

	Dopa	Nadi	Graham	Benzidin + H ₂ O ₂
<i>Amoebina Endolimax</i>	Einzelne Granula in dem ganzen Plasma und um die Verdauungsvakuolen herum			
Flagellata <i>Leishmania tropica</i>	Einzelne Granula in dem ganzen Plasma			Einzelne Granula im Plasma
<i>Trypanosoma equiperdum</i>	Einzelne Granula in dem ganzen Plasma und in den Volutinkörnchen	Kein positives Resultat	Geringe Zahl der Granula im Plasma	Einzelne Granula im Plasma
<i>Trypanosoma Brucei</i>	Einzelne Granula in dem ganzen Plasma und in den Volutinkörnchen	Kein positives Resultat	Geringe Zahl der Granula im Plasma	Einzelne Granula im Plasma
<i>Euglena deses</i>		Große Zahl von Körnchen in dem ganzen Plasma	Mehrere Gruppen kleiner Körnchen	Gruppen von Granula und einzelne Granula im Plasma
Infusoria <i>Chilodon Colpidium</i>			Zone grober Granula neben dem Kern	
<i>Glaucoma</i> (2 Arten)			Zone grober Granula neben dem Kern	
			Kleinere Granula um die Verdauungsvakuolen herum	
<i>Paramecium caudatum</i>	Kein positives Resultat	Viele kleine blasse und größere und intensiv gefärbte Granula im Plasma. Ansammlungen um die Verdauungsvakuolen herum	Kleinere Granula um die Verdauungsvakuolen herum	Kein positives Resultat
<i>Urotricha</i>	Kein positives Resultat	Viele kleine blasse und größere und intensiv gefärbte Granula im Plasma. Ansammlungen um die Verdauungsvakuolen herum	Kleinere Granula um die Verdauungsvakuolen herum	Mehrere Körnchen im Plasma
<i>Vorticella</i>	Kein positives Resultat	Wenig Körnchen im Plasma. Ansammlungen um die Verdauungsvakuolen herum		Mehrere Körnchen im Plasma
<i>Spirostomum ambiguum</i>	Ansammlungen von halb und ganz zusammengefloßenen Körnchen im Plasma			
<i>Opalina ranarum</i>		Viele Granula im Plasma	Kein positives Resultat	Kein positives Resultat

Indophenolblaufärbungsprozeß, wie auch hauptsächlich auf Grund der Literaturangaben in den Arbeiten von MARINESCO, PRENANT u. a.

Die am meisten zuverlässige Auffassung der Reaktion auf Oxydasen scheint uns die von MÖLLENDORF ausgesprochene. Er nimmt an, daß die Fermentkörnchen ultramikroskopische Körnchen sind und die bei entsprechenden Reaktionen sich bildenden Stoffe erst sekundär eine gewisse Zone um diese ultramikroskopischen Körnchen herum nachfärben. Diese Auffassung scheint für einen ziemlich großen Teil von unseren Beobachtungen am meisten anwendbar, und besonders für die im Plasma der Infusorien oder in dem der *Euglena* sich findenden Granula annehmbar zu sein.

Diese Auffassung MÖLLENDORF's schließt aber, denken wir, auch eine andere Möglichkeit nicht aus, nämlich die, daß die sog. Oxydasekörnchen auch wirklich in Form von gesonderten Zellgranula existieren und daß wir bei entsprechenden Reaktionen ein wirklich gefärbtes Granulum und nicht etwa einen gefärbten Bezirk von gewöhnlichem Protoplasma um die hypotetischen ultramikroskopischen Fermentgranula vor uns haben. Es ist dabei an die schon im Jahre 1913 von MAYER und SCHAFFER ausgesprochene Hypothese zu erinnern, daß nämlich die Mitochondrien, welche z. T. aus den Sauerstoff zeitweilig bindenden und nachher ihn an die plasmatischen Akzeptoren wieder abgebenden Lipoiden bestehen, die Rolle der Oxydase spielen sollten. Es sei dem wie es mag, auf den Zusammenhang zwischen den Mitochondrien und Oxydasen hat aber schon PRENANT im Jahre 1921 hingewiesen: „La presence d'un ferment oxydant, et même, de facon plus generale, celle d'un ferment, au niveau de mitochondries.“ Auch nach MARINESCO (1922) besteht ein enger Zusammenhang zwischen den Oxydationsgranulis und den Mitochondrien, WATRIN (1922) weist darauf hin, daß die Oxydasekörnchen in den Zellen des Plexus chroroideus Mitochondrien darstellen. In seiner Arbeit vom Jahre 1924 führt PRENANT einige Beispiele an, wo die Fermentgranula die Form oder Anordnung (in Form von Ketten) einige Eigenschaften besessen haben, die auf ihre Identität mit den Mitochondrien hinweisen. Im allgemeinen sind aber in der Literatur zu wenig solcher Tatsachen bekannt, um die Fermentkörnchen mit den Mitochondrien ganz allgemein zu identifizieren. Auf Grund unseres Beobachtungsmaterials kann man nicht von einer Identität der Fermentkörnchen mit den Mitochondrien sprechen, in einer ganzen Reihe von Fällen aber haben wir zwischen der Fermentreaktion und gewissen Zellkörnchen einen bestimmten Zusammenhang gefunden, wobei die Vorexistenz dieser Zellkörnchen

resp. Organoide für uns mehr als wahrscheinlich erscheint. Das gilt in erster Linie für die Granula, die, wie oben beschrieben, um die Verdauungsvakuolen der Infusorien herumgelagert sind. Diese Körnchen sind schon längst in der Literatur beschrieben (PROWAZEK, E. NIRENSTEIN).

Die Abbildungen lassen keinen Zweifel daran, daß in diesem Fall die Reaktion auf Fermentkörnchen morphologisch mit denjenigen um die Verdauungsvakuolen herumgelagerten Körnchen zusammenfällt, auf deren fermentative Natur in der Literatur schon früher hingewiesen wurde. Für uns ist es noch aber eine Frage, ob man diese Vakuolen umgebenden plasmatischen, verhältnismäßig großen Körnchen auch tatsächlich gänzlich mit den Fermenten identifizieren kann. Eher darf man sich vorstellen, daß das Fermentkörnchen ein ultramikroskopisches Gebilde darstellt, welches aber in ein großes, morphologisch individualisiertes plasmatisches Korn eingeschlossen ist. Man darf somit auf die Frage, was stellen denn die verschiedenen, an unseren Präparaten studierten Granula eigentlich dar, folgendermaßen antworten:

In einigen Fällen haben wir es bloß mit dem Resultat einer am Ort der unsichtbaren, ultramikroskopischen Fermentkörnchen sich abspielenden Reaktion zu tun, in anderen Fällen befindet sich das Fermentkörnchen innerhalb eines sichtbaren und verhältnismäßig großen morphologisch individualisierten plasmatischen Granulums.

II. Was für eine physiologische Rolle im Körper der Protozoen ist den von uns studierten Körnchen zuzuschreiben? Wegen der physiologischen Rolle der Oxydationsgranula besteht zurzeit in der Literatur eine lebhafte Polemik. Soll man diesen Körnchen die Rolle der Atmungsfermente (wie es MARINESCO annimmt) zuschreiben, oder haben wir es hier mit physiologisch polymorphen Bildungen zu tun. Erstens, darf man sagen, daß wir gegenwärtig nicht imstande sind mit unseren Methoden in allen Fällen eine scharfe Grenze zwischen den Oxydasen und Peroxydasen zu ziehen (wir erwähnen unsere Abbildungen der Oxy-Peroxydasen bei Trypanosomen und Leishmanien Fig. 2—4) und daß in einer ganzen Reihe von Fällen zwischen den Oxydasen und Peroxydasen ein bestimmter Zusammenhang besteht und es erscheint uns die Vermutung berechtigt, daß die Fermente sich in vielen Fällen bald als Oxydasen, bald als Peroxydase verhalten (immer natürlich in den Grenzen unserer Reaktionen).

Von diesen Betrachtungen ausgehend haben wir absichtlich im

Verlauf der Darstellung der ganzen Arbeit die Unterschiede zwischen den Reaktionen von Nadi und Dopa (Oxydasenreaktionen) einerseits und denjenigen von MADELUNG und GRAHAM (Peroxydasenreaktionen) andererseits, nicht unterstreichen wollen. Das von uns beigebrachte Material kann keineswegs diese lösen.

Wir glauben, daß wir es in den Zellen mit chemisch verschiedenen Körnchen zu tun haben, deren Vergleich oder Identifizierung miteinander beim gegenwärtigen Stand der cytologischen Forschungsmethoden uns unmöglich erscheint.

Man kann überhaupt über die Fermentgranula dasjenige wiederholen, was PRENANT über die Peroxydasen ausgesprochen hat: „Il exist probablement un grand nombre (on serait tenté de dire: une infinité) der peroxydases dont la constitution interne, nous semble avoir au moins un trait commun: la metal lourd masque. Mais elles peuvent différer les unes des autres dans une large mesure, par la nature du métal et la constitution du colloide en jeu“.

Die Anschauung von MARINESCO (1925), daß die von uns mit Hilfe von cytologischen Reaktionen studierten Fermentkörnchen unbedingt Atmungsfermente darstellen, scheint uns schon deswegen nicht richtig zu sein, weil lange nicht alle Zellen bei den Tieren solche Granula besitzen (aus der Literatur ist eine ganze Reihe von Beispielen solcher Zellen bekannt), aber auch außerdem ist die Annahme ein logischer Irrtum, daß die oxydierende Rolle unserer Granula bezüglich unserer Reaktive unbedingt darauf hinweisen soll, daß diese Granula Atmungsfermente darstellen. Uns scheint diese Annahme mehr als bedingt zu sein. Man kann aber die Möglichkeit, daß diese Körnchen doch die Rolle der Atmungsfermente ausüben, auch nicht gänzlich verwerfen. Bezüglich der in den oberflächlichen Plasmaschichten der Infusorien zerstreuten Körnchen ist diese Annahme auf jeden Fall vollauf berechtigt und morphologisch bestätigt.

Richtiger scheint uns die Annahme, daß wir es in den Körnchen mit Fermenten zu tun haben, die bei verschiedenen oxydierenden Prozessen im allgemeinen Cyklus des endocellulären Stoffwechsels ihre Rolle spielen. In dieser Hinsicht ist wiederum auf die die Verdauungsvakuolen umgebenden Granula hinzuweisen. Uns scheint es ganz wahrscheinlich zu sein, daß diese Granula in dem Prozeß der Verarbeitung der verdauten Massen eine bestimmte Rolle ausüben.

Höchst interessant erscheint die Tatsache selber dieser engen lokalen Verbindung der Verdauungsprozesse mit den Prozessen der fortschreitenden Oxydation der Adsorptionsprodukte im Körper der

Infusorien. Nicht uninteressant scheint uns auch die Tatsache des Befindens der Fermentgranula innerhalb der Volutinschollen zu sein. Man kann darin einen Hinweis auf bestimmte in denselben vorgehende chemische Prozesse erblicken.

III. Kann man irgendwelche Regelmäßigkeit in der Anordnung und der Morphologie der Fermentgranula innerhalb der Körper der Protozoa entdecken?

Eine ganz bestimmte Regelmäßigkeit haben wir nicht bemerken können: die ganze Sache steht aber nicht so hoffnungslos, wie es von PRENANT (1924) angenommen wird.

Man kann doch auf Granula, die sich in den oberflächlichen Plasmaschichten, auf die anderen, die die Verdauungsvakuolen umgeben, und wieder andere, die sich innerhalb der Volutinschollen befinden, hinweisen usw., so daß von einer gewissen Regelmäßigkeit in ihrer Anordnung wohl die Rede sein kann, um so mehr als die Unterschiede in der Anordnung der Granula im Körper der Protozoen zuweilen auch mit anderen Eigenschaften der Körnchen (ihrer Größe, ihrem Verhalten zu den angewendeten Reaktionen und dem Charakter der Reaktion selbst) im Zusammenhang stehen.

Die oben schon erwähnte Arbeit der amerikanischen Forscher (CHILD and E. DEVINEY) gibt eine Beschreibung der Polaranordnung der Indophenolblaugranula beim *Paramaecium*. Diese Anordnung scheint uns nicht typisch zu sein. Bei Trypanosomen haben wir oft die Ansammlung der Körnchen an einem Ende des Körpers beobachtet, was wir aber durch den funktionellen Zustand der Zellen im entsprechenden Moment bedingt halten.

Dieselbe Betrachtung ist auch für die Beobachtungen der oben erwähnten Autoren als gültig anzusehen. Endlich ist es auch möglich, daß die Autoren die Fetteinschlüsse für die Oxydationsgranula angenommen haben (vgl. die Arbeit von ZWEIBAUM).

Bei der Teilung der Protisten war von irgendeiner regelmäßigen Verteilung der Fermentgranula zwischen den Tochterzellen, sowie von einer Änderung ihres Verhaltens gegenüber den Reaktiven nichts zu merken und es ist nicht uninteressant, auf diesen Umstand hinzuweisen.

IV. Wenn man sämtliche Präparate der von uns studierten Protozoen durchsieht, so entsteht unwillkürlich der Gedanke, daß auf Grund der zur Aufweisung der Fermentgranula angewendeten Reaktionen man alle von uns studierten Protistenvertreter in zwei Gruppen einteilen kann. Die eine Gruppe bilden: Die parasitäre Amöbe, verschiedene Trypanosomen, *Leishmania*; diese Gruppe ist

scharf durch die geringe Zahl der Fermentkörnchen charakterisiert; ihre Zahl ist im allgemeinen nicht höher als zehn. In die andere Gruppe gehören alle studierten Infusorien und die freilebende *Euglena*; diese Gruppe wird durch sehr eine große Zahl von Fermentgranulis charakterisiert. Was für Bedeutung dieser Unterschied zwischen diesen zwei von uns studierten Protistengruppen hat, ist zur Zeit schwer zu sagen; vielleicht hängt das damit zusammen, daß wir es in der ersten Gruppe mit parasitären, in der zweite dagegen mit freilebenden Formen zu tun haben. Hier ist aber auch *Opalina* zu gedenken, die nach den erhaltenen Resultaten zur zweiten Gruppe angehört.

Die Möglichkeit aber, daß wir es hier mit zwei Typen von endogenem Stoffwechsel der Zelle zu tun haben, ist nicht ausgeschlossen und nur weitere Forschungen auf diesem Gebiete werden es zeigen können, inwieweit diese Vermutung berechtigt ist.

Literaturverzeichnis.

- 1) BLOCH, BR.: Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 98 1917.
- 2) —: Arch. f. Dermatologie und Syphilis Bd. 135.
- 3) —: Zentralbl. f. Haut- u. Geschlechtskrankh. Bd. 8 1923.
- 4) BLOCH, BR. u. R. RYHNER: Zeitschr. f. d. gesamte exper. Medizin Bd. 5 1917.
- 5) BRANDT, R.: Zentralbl. f. Bakteriologie Bd. 72 1914.
- 6) CHILD and ESDA DEVINEY: Journ. of Experimental Zoology Vol. 4 1926.
- 7) GRÄFF, S.: Zentralbl. f. allgem. Pathologie u. pathol. Anatomie Bd. 27 1916.
- 8) —: Beiträge zur pathol. Anatomie u. allgem. Pathologie Bd. 70 1922.
- 9) GIERKE, E. v.: Zentralbl. f. allgem. Pathologie u. pathol. Anatomie Bd. 27 1916.
- 10) GANS, O. u. ZÜTZ, G.: Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 26 1925.
- 11) FIESSINGER, NOEL: Les ferments des leucocytes. Paris 1923.
- 12) FIESSINGER, N. et JAMIN: Compt. Rend. Soc. Biol. No. 31 1924.
- 13) HOLLANDE, A. CH.: Ibid. No. 17 1924.
- 14) —: Ibid. No. 34 1924.
- 15) —: Compt. Rend. de l'Acad. de Sciences T. 178 1924.
- 16) HUDOPHER, KARL: Arch. f. Dermatol. u. Syphilis Bd. 134 1921.
- 17) KATSUNUMA: Beiträge z. pathol. Anat. u. allgem. Pathologie Bd. 60 1916.
- 18) —: Folia Haematologica Bd. 32 1925.
- 19) MARINESKO, M.: Bulletin d'Histologie appliqué T. 2 1925.
- 20) MANQUAT, M.: Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences T. 178 1924.
- 21) MILKE, K.: Klin. Wochenschr. Nr. 46 1925.
- 22) MATSUNAGA: Zentralbl. f. allgem. Pathol. u. pathol. Anat. Bd. 29 1918.
- 23) MEYROWSKI: Zentralbl. f. Haut- u. Geschlechtskrankh. Bd. 8 1923.
- 24) MÖLLENDORF: Handbuch der Biochemie (v. OPPENHEIMER) 1924.
- 25) NEUMAN, A.: Folia Haematologica Bd. 32 1925.

- 26) NIERENSTEIN, E.: Zeitschr. f. allgem. Physiologie 1905 Bd. 5.
- 27) PRENANT, M.: Compt. Rend. Soc. Biol. T. 82 1925.
- 28) —: Archiv de morphologie generale et experimentale. 1924.
- 29) —: Bulletin d'Histologie appliqué T. 2 1925.
- 30) SCHILLING: Das Bluthiid. 1926.
- 31) SCHULTZE, W.: Beiträge z. pathol. Anat. u. allgem. Pathologie Bd. 45 1909.
- 32) —: Zentralbl. f. allgem. Pathologie u. pathol. Anatomie Bd. 28 1917.
- 33) VOSS, H.: Arch. f. mikr. Anat. Bd. 96 1922.
- 34) WOHLGEMUTH, J.: Grundriß der Fermentmethoden. J. Springer. 1913.
- 35) ZWEIBAUM: Compt. Rend. Soc. Biol. 1925.

Tafelerklärung.

Tafel 6.

Alle Abbildungen sind mit Hilfe von Zeichenapparat nach ABBÉ angefertigt.

Fig. 1—4. *Trypanosoma epuiperdum*. Bearbeitung nach GRAHAM. Nachfärbung mit Methylenblau.

Rote Körnchen der Peroxydase im Plasma Obj. LEITZ, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 18.

Fig. 5, 6. *Chilodon*. Bearbeitung nach GRAHAM. Nachfärbung mit Methylenblau. Zone von groben Peroxydasengranulis neben den Kern. Obj. ZEISS, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 4.

Fig. 7. *Colpidium*. Bearbeitung nach GRAHAM. Nachfärbung mit Methylenblau. Zone von groben Peroxydasengranulis um den Kern herum. Obj. ZEISS, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 4.

Fig. 8, 9. *Glaucoma*. Bearbeitung nach GRAHAM. Nachfärbung mit Methylenblau. Rote Peroxydasengranula gruppieren sich um die Verdauungsvakuolen herum. Obj. ZEISS, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 4.

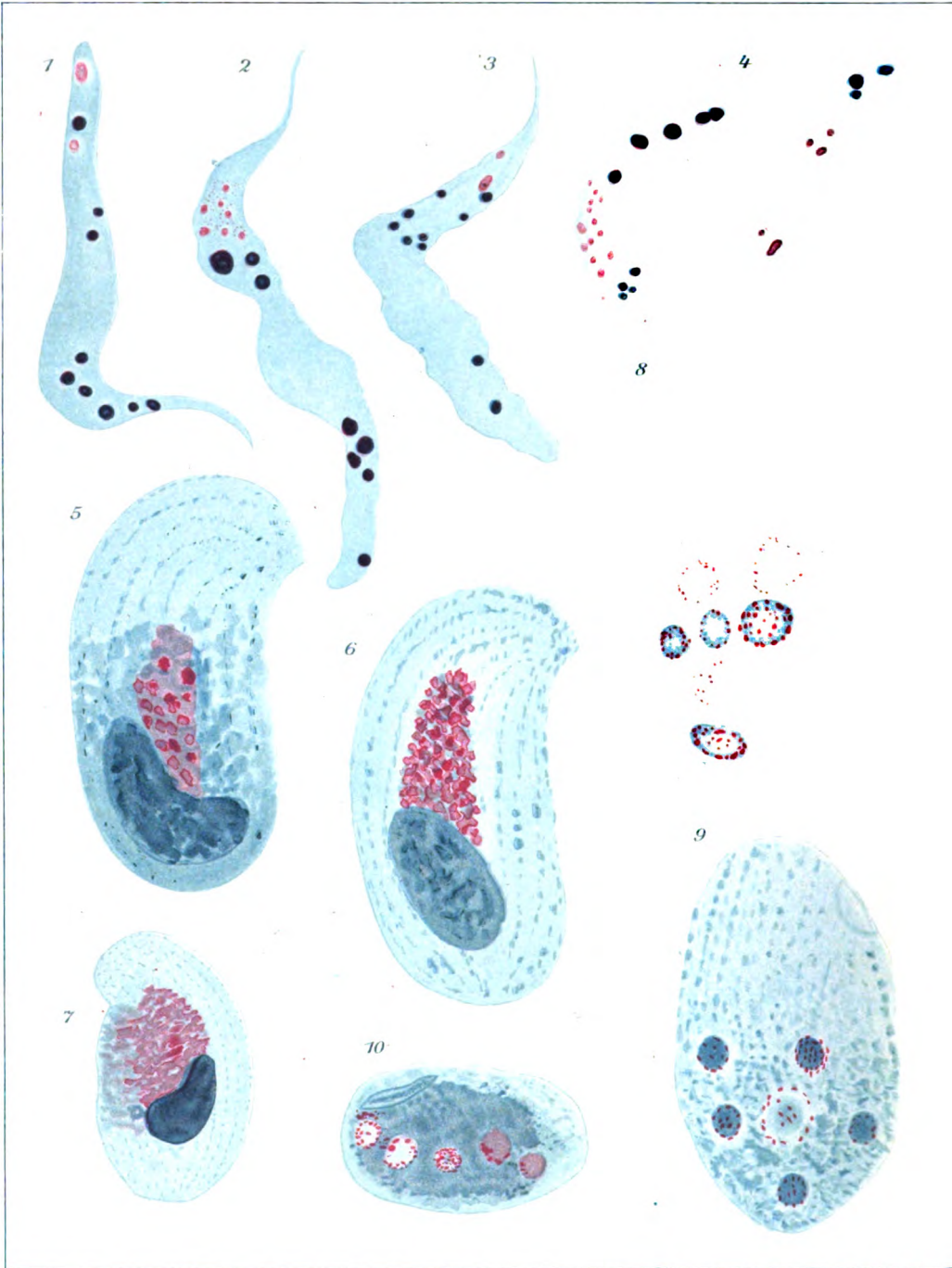
Fig. 10. *Glaucoma*. Bearbeitung nach GRAHAM. Nachfärbung mit Methylenblau. Rote Peroxydasengranula um die Verdauungsvakuolen herum. Obj. ZEISS, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 4.

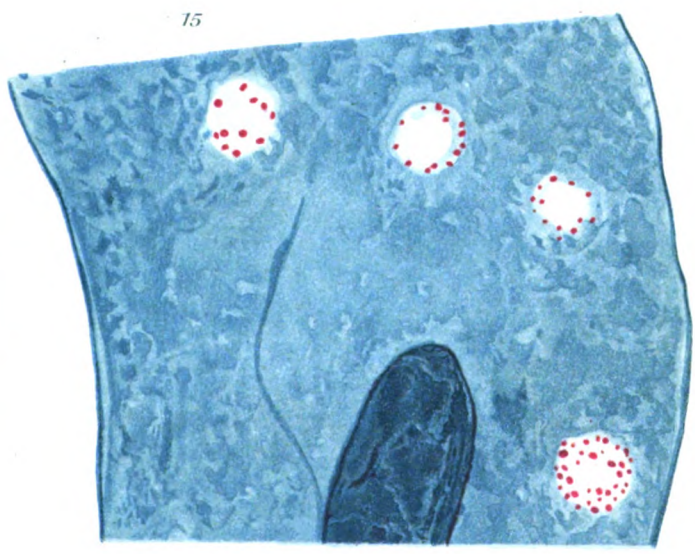
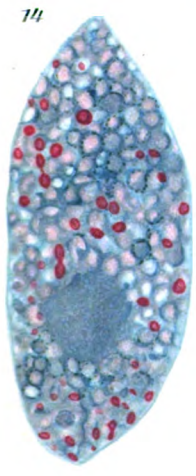
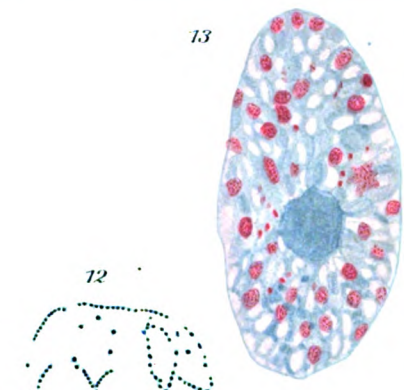
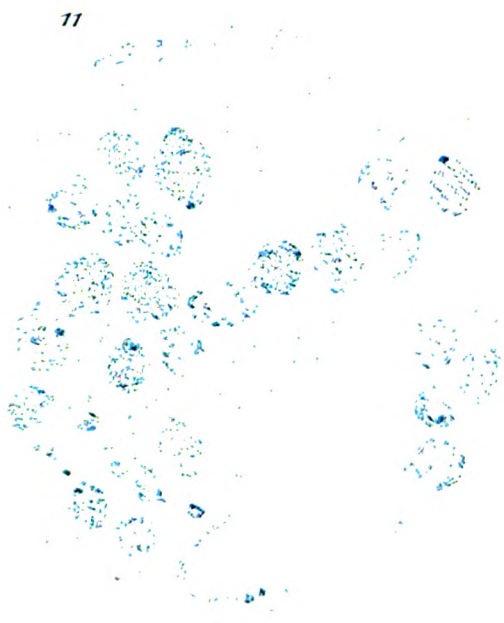
Fig. 11. *Vorticella*. Bearbeitung mit Nadi. Geringe Zahl von blauen Oxydasengranulis im Plasma. Ansammlung der Granula um die Verdauungsvakuolen herum. Obj. LEITZ, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 4.

Fig. 12. *Euglena gracilis*. Bearbeitung mit Nadi. Blaue Oxydasengranula im Plasma. Obj. LEITZ, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 8.

Fig. 13, 14. *Euglena gracilis*. Bearbeitung nach GRAHAM. Nachfärbung mit Methylenblau. Gruppen von roten Peroxydasengranulis, die durch einen helleren Fleck verbunden sind. Obj. LEITZ, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 4.

Fig. 15. *Paramaecium caudatum*. Bearbeitung nach GRAHAM. Nachfärbung mit Methylenblau. Rote Peroxydasengranula um die Verdauungsvakuolen herum. Obj. ZEISS, Apochr. 2 mm, Comp. Oc. 4.





Re

IV.

II
d

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Travail de la Station Biologique de l'Yser, à Nieuport.)

Recherches sur les Flagellates de nos eaux saumâtres.

2^e Partie: Chrysomonadines.¹⁾

Par

W. Conrad, Dr. Sc. (Bruxelles).

(Avec 28 figures et planches 7—9.)

Table des Matières.¹⁾

	page
IV. Chrysomonadines ²⁾	168
A. CHRYSOMONADALES	168
1. Chromulinacées	168
1. <i>Chrysopsis yserensis</i> *	168
2. <i>Chromulina spectabilis</i>	170
3. " <i>Pascheri</i>	172
4. " <i>pallida</i>	173
5. " <i>ovalis</i>	173
6. <i>Sphaleromantis ochracea</i>	174
7. " <i>subsalsa</i> *	175
8. " <i>alata</i> *	176
9. <i>Chrysococcus dokidophorus</i>	176
10. " <i>rufescens</i>	177
11. " <i>radians</i> *	177
12. " <i>bisetus</i> *	178
13. <i>Chrysopyxis bipes</i>	179
14. " <i>conica</i> *	179

¹⁾ La 1^e Partie, parue dans l'Arch. f. Protistenk. (1926, t. 55, p. 63; pl. 1, 2), comprend les paragraphes suivants: I, Introduction; II, Origine du matériel; III, Dinoflagellates. Dans la 3^e Partie, nous étudierons les Cryptomonadines et d'autres Flagellates.

²⁾ Les formes nouvelles sont marquées d'un astérisque.

	page
15. <i>Pedinella hexacostata</i>	180
16. <i>Mallomonas litomesa</i>	187
17. " <i>mirabilis</i>	187
18. <i>Conradiella Pascheri</i> *	188
2. Isochrysidacées	191
19. <i>Wyssoztkia biciliata</i>	191
20. <i>Derepyxis amphora</i>	192
21. " <i>dispar</i>	193
22. <i>Hymenomonas roseola</i>	194
23. " <i>coccolithophora</i>	198
24. <i>Coccochrysis subsalsa</i> *	199
25. <i>Syracosphaera pulchra</i>	201
26. <i>Synura uvella</i>	202
27. " <i>Adamsii</i>	213
3. Ochromonadacées	214
28. <i>Ochromonas crenata</i>	214
29. " <i>mutabilis</i>	215
30. " <i>triangulata</i>	216
31. <i>Chrysobotrys spondylomorom</i> *	216
4. Prymnésiacees	219
32. <i>Prymnesium saltans</i> *	219
B. CHRYSOCAPSALES	221
33. <i>Pascheria yserensis</i> *	221
C. CHRYSOSPHERALES	222
34. <i>Echinochrysis Chodati</i> *	222
D. CHRYSOTRICHALES	224
35. <i>Nematochrysis sessilis</i>	224
36. <i>Thallochrysis Pascheri</i>	226

IV. Chrysomonadines.

A. *Chrysomonadales* PASCHER.

1. Chromulinacées PASCHER.

1. *Chrysapsis yserensis* n. sp.

(Planche 7, figg. 1—3.)

Les cellules sont ovoïdes ou pyriformes, largement arrondies à l'avant. La métabolie est prononcée, surtout dans la moitié antérieure, qui est transparente.

La base est occupée par un chromatophore peu différencié, caractéristique du groupe des *Chrysapsidacées* de PASCHER: il constitue un réseau brun doré, à mailles irrégulières, assez lâches.

La membrane est extrêmement mince. A l'avant du corps, deux petites vacuoles pulsatiles et un minuscule stigma.

La cellule est relativement grande; elle mesure 10 à 18 μ de long et 7 à 12 μ de large. Le fouet atteint 3 fois la longueur du corps.

La multiplication se fait par division longitudinale. Elle a pu être observée plusieurs fois. Souvent les cellules s'arrondissent après perte du fouet et, s'étant entourées d'une abondante gelée, passent à l'état palmelloïde. On les rencontre alors sous l'aspect de petits flocons gélatineux, semi-liquides, jaune brun. Sous cette forme, la division semble très active.

Nous avons eu la bonne fortune de rencontrer trois cystes, stade si peu connu et si important chez les Chrysomonadines. Ces cystes sont sphériques, de 10 μ environ de diamètre, et offrent une membrane épaisse, légèrement jaunâtre. Leur surface est ornée de petits aiguillons.

Chrysopsis yserensis a été rencontré en abondance dans une petite flaque, dans le slikke, au bord de l'Yser (près de la station 5).

Nous ne connaissons, en fait de Chrysopsidacées, que quatre espèces, appartenant toutes à l'eau douce :

- 1^o *Chrysopsis fenestrata* PASCHER (= *Chromulina fenestrata* PASCHER; Österr. Bot. Zeitschr., 1910, p. 1, pl. I, figg. 7—11).
- 2^o *Chrysopsis sagene* PASCHER¹⁾. (Der Großteich bei Hirschberg, etc.; Chrysomonaden-Monogr. u. Abh. zur Internat. Revue der ges. Hydrobiol. u. Hydrographie; Bd. I, 1910, p. 12).
- 3^o *Chrysopsis agilis* PASCHER¹⁾. (Süßwasserflora, Heft II, 1913, p. 11, fig. 7).
- 4^o *Chrysopsis sphagnum* CONRAD (Contrib. à l'Etude des Chrysom.; Bull. Acad. Roy. de Belg., Cl. des Sc., 1920, pp. 167—189, fig. 11. — Rec. Inst. Bot. Léo Errera, t. 10, 1922, p. 390, fig. 11).

Les trois premières espèces vivent librement à la surface des eaux douces; la quatrième se rencontre dans les „cellules poreuses“ des *Sphagnum* en décomposition. Le cycle évolutif est très incomplètement connu. Les cystes n'étaient connus que chez *Chrysopsis fenestrata* et *sphagnum*; il faut y ajouter, à présent *Chr. yserensis*.

¹⁾ Espèces non encore rencontrées en Belgique.

Mais la découverte de cette dernière espèce est intéressante à deux autres points de vue. D'abord, elle nous montre qu'il existe des Chrysapsidacées dans l'eau salée; ensuite, que le stade palmella s'y rencontre également à côté du stade flagellé. (Nous décrivons plus loin une Chrysapsidacée appartenant aussi à l'eau salée, et chez laquelle le stade palmella caractérise réellement l'espèce, le stade flagellé semblant avoir disparu tout à fait [*Pascheria yserensis*]).

Chrys. yserensis établit donc, et c'est là son principal intérêt, la transition entre les *Chrysopsis* zoosporoïdes et les *Chrys.* palmellaires.

Pour faciliter la détermination des cinq espèces de *Chrysopsis* actuellement connues (*Pascheria* étant rangé parmi les Chryso-capsales), nous donnerons la clef suivante:

- I. Fouet aussi long que le corps. Chromatophore plus ou moins pariétal. Cellules peu métaboliques, de 12 à 15 μ de long *Chr. fenestrata.*
- II. Fouet beaucoup plus long que le corps.
 1. Chromatophore offrant une disposition équatoriale. Cellules: 2—4 μ , vivant généralement dans les „cellules poreuses“ de *Sphagnum* *Chr. sphagnum.*
 2. Chromatophore occupant la moitié postérieure de la cellule.
 - A. Fouet atteignant 5 fois la longueur du corps. Celui-ci ne mesure que 3—5 μ *Chr. agilis.*
 - B. Fouet atteignant 3 fois la longueur du corps. Celui-ci mesure 7—18 μ .
 - a) Eau douce. Cellule de 7—14 μ *Chr. sagene.*
 - b) Eau saumâtre. Cellule de 10—18 μ *Chr. yserensis.*

2. *Chromulina spectabilis* SCHERFFEL.

(Planche 7, figg. 4—11.)

Beitrag zur Kenntnis der Chrysomon. Arch. f. Protistenk., 1911, Bd. 22, p. 324; pl. XVI, figg. 28—33.

PASCHER: Süßwasserflora, Heft 2, p. 20, fig. 16.

Cette belle espèce a une forme très particulière. La description et les figures qu'en a données SCHERFFEL correspondent parfaitement à nos observations personnelles.

La cellule a un contour triangulaire. Elle constitue une pyramide tronquée, à quatre pans; la base, tournée vers l'avant et munie du fouet, est presque 2 fois aussi large que le sommet. Elle supporte un cône ou une pyramide extrêmement peu élevée, dont le sommet s'étire en une petite pointe qui donne naissance au fouet.

Les 4 arrêtes de la cellule sont renflées en bourrelets longitudinaux. L'arrière de la cellule est largement arrondi, ce qui se voit fort bien en observant l'organisme par le pôle apical (fig. 6).

Les deux chromatophores occupent le milieu du corps. Ils n'offrent pas toujours le grand développement signalé par SCHERFFEL. Plus d'une fois nous avons observé des plastides allongées, rubanées (fig. 7), recourbées en arc sous la membrane cellulaire; celle-ci est très mince.

Le fouet atteint 1 à 1 $\frac{1}{2}$ fois la longueur du corps. Il prend naissance sur une papille du cytoplasme et peut se résorber et disparaître (voir plus loin). Noyau antérieur.

Le stigma est volumineux et voisin de la base du fouet. Deux vacuoles pulsatiles, antérieures, latérales, se contractant alternativement, m'a-t-il semblé. Leucosine surtout à l'arrière du corps.

Chromulina spectabilis est très grand: il atteint une longueur de 26 à 36 μ , et une largeur moyenne de 20 μ . Les cystes sont sphériques, finement granuleux; l'orifice en est assez large et sans col. Beaucoup d'huile. Diamètre: 24—32 μ .

La division n'avait pas encore été observée. Nous pouvons affirmer, à présent, qu'elle est longitudinale et qu'elle débute, comme l'indique la fig. 8 (dessinée sur le vif), à l'arrière du corps, après dédoublement des fouets et des plastides.

L'organisme se déplace lentement suivant une sinusoïde irrégulière; il s'arrête souvent.

Il peut devenir amiboïde après la perte du fouet. Le processus se produit en deux phases, dont la première seule a été observée par SCHERFFEL. L'organisme s'immobilise complètement, ramène son fouet plusieurs fois, lentement, jusqu' à son insertion, l'applique contre la portion apicale, puis l'enroule ou le plisse très fort. Pendant la seconde phase, l'avant du corps s'arrondit, la papille du fouet s'élargit considérablement et s'étire, au point de devenir visible même à un grossissement moyen. Le fouet, immobilisé, se raccourcit lentement et sa base confue de plus en plus avec l'étiement cytoplasmique. Celui-ci ne forme bientôt qu'une papille recourbée en crochet (figg. 9, 10) et finit par s'évanouir presque tout à fait.

Nous ne savons malheureusement pas quel est le sort réservé au fouet à partir de ce moment.

La résorption du fouet annonce-t-elle la bipartition? Nous ne le croyons pas. Est-elle le signe précurseur de l'encystement? C'est

possible; mais nous n'avons jamais pu observer celui-ci. (Les cystes, d'après SCHERFFEL, l. c., sont sphériques, finement sculpturés, et atteignent 24 à 32 μ de diamètre.) Par contre, nous avons la conviction que le phénomène étudié plus haut annonce la transformation en palmelles. Nous avons observé, dans une même préparation, plusieurs stades de ce genre. La couche de gelée a une épaisseur variable; deux ou trois de ces palmelles, très jeunes (vu la minceur de l'enveloppe gélatineuse) offraient, en un point, un étirement très net du protoplasme (fig. 11).

3. *Chromulina Pascheri* HOFENEDER.

(Planche 7, fig. 12—15.)

Über eine neue, kolonienbild. Chrysomonadine. Arch. f. Protistenk., t. 29, p. 293—308, pl. X.

PASCHER, Süßwasserflora, Heft 2, p. 21, figg. 26—30.

Chromulina Pascheri partage, avec *Chr. mucicola* LAUTERBORN, cette particularité, de se rencontrer presque toujours formant des colonies gélatineuses, semi-liquides, de forme non définie, et à l'intérieur desquelles les cellules, munies chacune d'un fouet, présentent une assez grande mobilité. Il est rare de les rencontrer isolées et nageant librement.

La cellule est sphérique, rarement un peu plus large que longue. La région apicale est très déformable et présente un prolongement plus ou moins persistant, situé en dehors de l'axe antéropostérieur, et qui fait songer à un bec. Le reste de la cellule est bien moins métabolique et orné de granulations arrondies. Contrairement à ce que dit HOFENEDER, des déformations de la cellule peuvent se produire ailleurs que dans la région apicale.

L'unique chromatophore affecte la forme d'un large ruban embrassant presque toute la zone équatoriale. Deux ou trois petites vacuoles inégales à l'avant du corps. Fouet atteignant 1½ à 2 fois la longueur du corps. Stigma allongé, étroit. Gros noyau basal, avec nucléole.

Diamètre: 19—22 μ ; les colonies dépassent rarement 160 μ .

Les cystes, chez les *Chromulina*, sont lisses, sphériques et leur orifice est très simple. DOFLEIN les a fort bien étudiés (Unters. über Chrysom. — Arch. f. Prot., t. 46, 1923, pp. 268 et seq.). Chez *Chr. Pascheri*, les cystes, fort imprégnés de silice, ont 12 à 15 μ de diamètre. Ils sont d'un type moins simple: leur orifice est entouré d'un col très court qui s'évase brusquement et largement en

trompette; un bouchon ovoïde le ferme. Ces cystes donnent naissance à deux ou quatre zoospores, d'après HOFENEDER. Nous en avons observé deux ou trois (fig. 15) contenant deux cellules-filles.

Les cellules non encystées se divisent à l'intérieur de la gelée coloniale.

L'alimentation vacuolaire est très prononcée. Il est rare de rencontrer des *Chromulina Pascheri* sans vacuoles bourrées de Thio-bactéries ou de minuscules Protococcales. Les proies sont capturées et englobées dans la zone apicale, où apparaît très vite une vaste vacuole. Puis elles sont lentement incorporées au protoplasme central; ce processus exige au moins un quart d'heure et pendant ce temps la cellule est parfaitement globuleuse. Mais, lorsqu'il s'agit de rejeter des particules non digérées, elle forme, à l'avant, un pseudopode large et très long, qui modifie tout à fait l'allure du Flagellate; l'expulsion se fait énergiquement, après quoi le lobopode s'affaisse ou plutôt se ratatine, se plisse longitudinalement (HOFENEDER, l. c., fig. 4), avant de disparaître (figg. 7, 8).

La natation est lente et comme hésitante.

Chromulina Pascheri HOFENEDER n'avait pas été signalé, jusqu'ici, dans l'eau saumâtre. Nous en avons rencontré quelques individus dans le trou 9 ($D_0 = 1009$).

4. *Chromulina pallida* PERTY.

Zur Kenntnis kleinster Lebensformen, 1892.

Cette espèce, que je n'ai pas eu l'occasion de voir moi-même, a été signalée par M^{me} SCHOUTEDEN-WÉRY dans les stations 2 et 5 b (1906)¹⁾.

5. *Chromulina ovalis* KLEBS.

Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 55, p. 410; pl. XVIII, fig. 6 a—c.

LEMMERMANN: Kryptogamenflora, p. 421.

PASCHER: Süßwasserflora, Heft 2, p. 15, fig. 9.

DOPFLEIN: Unters. über Chrysom. Arch. f. Protistenk., t. 46, 1923; p. 281; pl. 18, figg. 1, 2.

Les cellules sont elliptiques, légèrement aplaties à l'avant ou, plus exactement, vaguement échancrées. La surface du protoplasme offre des granulations. L'arrière du corps, non occupé par la

¹⁾ Dans la Distrib. géogr. des Algues, etc. (l. c.), l'auteur signale encore un *Chromulina pallida* MASSART [nom. nud.], trouvé en 1906 dans le Fossé à *Ruppia*, et sur lequel je n'ai aucun renseignement.

plastide, exécute parfois des mouvements amiboïdes très étendus, s'aplatit ou même s'étire en une courte queue. La membrane est lisse et très mince. Le fouet atteint $1\frac{1}{2}$ fois la longueur du corps; il bat assez lentement.

Un grand chromatophore en anneau, dont l'ouverture est parallèle à l'axe du corps, occupe plus de la moitié de celui-ci; il est d'un beau jaune brun. L'avant offre un stigma punctiforme et deux vacuoles pulsatiles (comme l'ont déjà signalé PASCHER et DOFLEIN) et non une seule (suivant KLEBS et LEMMERMANN).

La cellule mesure 8 à 15 μ de long et 5 à 7 μ de large.

L'alimentation est holophytique et en même temps vacuolaire. Plus d'une fois la partie antérieure du corps offrait des inclusions constituées par de minuscules Cryptomonadines. L'alimentation vacuolaire, chez les Chrysomonadines, est bien moins rare qu'on ne l'a prétendu jusqu'ici.

La multiplication se fait de préférence au stade palmelle gélatineux. Mais nous avons observé quelques cellules nageant librement, présentant l'avant du corps nettement entaillé et offrant deux fouets. Cette constatation a été confirmée, dans la suite, par l'étude du matériel fixé immédiatement par OsO_4 ; dans trois cas, le chromatophore avait déjà subi la division longitudinale.

Chromulina ovalis, tout en étant répandu dans les eaux douces tranquilles, riches en Phanérogames, ne se rencontre jamais en troupe nombreuse. Il vit également dans l'eau saumâtre. M^{me} SCHOUTEDEN-WÉRY (Distribution, etc., l. c., p. 160) l'a trouvé dans le Fossé aux *Ruppia*. Nous l'y avons rencontré à nouveau en 1922 ($D_0 = 1007,5$). L'organisme nage tranquillement en tournant autour de son axe, pendant que son arrière-train se déforme parfois.

6. *Sphaleromantis ochracea* PASCHER.

(Planche 7, figg. 16—18.)

Monas ochracea EHRBG.: Org. der Infus., p. 11, pl. I, fig. 7.

Chromulina ochracea BÜTSCHLI: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 30, p. 214; pl. XII, fig. 10a—c.

LEMMERMANN: Kryptogamenflora, p. 420.

PASCHER: Der Großteich bei Hirschberg, p. 26; pl. I, figg. 27, 28. — Süßwasserflora, Heft 2, p. 23; fig. 33.

La cellule est très aplatie; la coupe transversale présente un contour de biscuit; l'une des faces est un peu plus concave que

l'autre. Vu de face, le corps offre un contour triangulaire à peu près équilatéral, à angles largement arrondis. Parfois l'excavation basale, généralement peu marquée, lui donne vaguement la forme d'un cœur. Métabolie peu accusée.

Deux chromatophores aplatis et latéraux. Deux vacuoles. Le fouet unique atteint 3 à 4 fois la longueur du corps. Celle-ci équivalente à 6—13 μ . Stigma apical, allongé.

Cette Chrysomonadine n'a pas été observée souvent. EHRENBURG et PASCHER l'ont trouvée dans l'eau douce; le premier, aux environs de Berlin, le second, en Bohême. Nous l'avons rencontrée plusieurs fois dans une pêche effectuée par M. C. TORLEY, le 12—1—16, dans une petite mare à Genval. Mais *Sphaleromantis ochracea* existe aussi dans l'eau saumâtre; nous l'avons découvert, en petit nombre, dans la station 2 ($D_0 = 1024$). Il nage rapidement en tremblotant et en se balançant; la translation est irrégulière et fort différente de celle des *Chromulina*.

Division insuffisamment connue. Cystes non encore observés.

7. *Sphaleromantis subsalsa* n. sp.

(Planche 7, figg. 19, 20.)

Cellule extrêmement aplatie, à contour parfaitement circulaire. L'axe longitudinal la partage en un lobe convexe et en un lobe concave; on se rend immédiatement compte de cette particularité en observant l'organisme par l'un ou l'autre de ses pôles; la coupe optique est alors nettement sigmoïde (fig. 20).

Deux chromatophores bruns, aplatis, disposés à droite et à gauche. Deux vacuoles contractiles apicales; stigma allongé. Fouet dont la longueur équivalait à 2 fois celle de la cellule.

Diamètre: 12—16 μ .

L'organisme nage en tournant autour de son axe, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre. Parfois il s'arrête, se fixe par l'extrémité libre du fouet qui se raccourcit et se replie. Puis, brusquement, comme lancé par un ressort, le Flagellate repart en avant. Ce mode de locomotion est tout à fait caractéristique.

Mode de division, cystes et palmelles inconnus.

Nous avons rencontré *Sphaleromantis subsalsa* dans les stations 8 et 10 (D_0 resp. 1030 et 1012).

8. *Sphaleromantis alata* n. sp.

(Planche 7, figg. 21—23.)

La cellule a un contour ovoïde, arrondi largement à l'arrière, où ne s'observe aucune échancrure. L'aplatissement est fort prononcé: vu de côté, le corps a la forme d'une lentille biconvexe mince (fig. 22); la coupe transversale, effectuée au milieu du corps, est une surface allongée limitée par des plans parallèles (fig. 23).

Sphaleromantis alata diffère des espèces précédentes par d'autres caractères encore. La membrane — qui est ferme et ne permet aucune déformation — est parcourue sur chaque face, du sommet à la base, par un aileron peu élevé, transparent, très étroit, en lame de couteau. Quand on observe l'organisme par le côté ou par le pôle apical, on se rend aisément compte de la forme, de la disposition et des dimensions des crêtes.

Les chromatophores, le stigma, les vacuoles n'offrent rien de particulier. Le fouet ne dépasse pas 2 fois la longueur du corps.

Longueur: 16—18 μ ; largeur: 12 μ ; épaisseur (sans les ailerons): 5 μ .

Sphaleromantis alata nage rapidement, en tremblotant, l'axe antéro-postérieur faisant, avec la trajectoire, un angle aigu au milieu du corps; pendant la translation, il décrit donc un double cône de révolution.

Cette curieuse espèce a été récoltée, en 1922, aux environs du Laboratoire (trou 10?). Nous n'avons observé que 3 ou 4 individus.

9. *Chrysococcus dokidophorus* PASCHER.

(Planche 7, fig. 24.)

Süßwasserflora: Heft 2, p. 24, fig. 37.

Cette Chrysomonadine ressemble quelque peu à un petit *Trachelomonas*. La cellule est sphérique et s'abrite dans une coque épaisse, généralement brunâtre et hérissée de dards rayonnants dont la longueur atteint le demi diamètre de l'organisme.

Les chromatophores sont discoïdes et au nombre de 3 à 5. Deux vacuoles apicales. Pas de stigma. Fouet atteignant 2 à 3 fois la longueur du corps. Leucosine basale.

La coque est siliceuse: elle résiste à l'action des acides minéraux et à la calcination. Comme PASCHER le fait ressortir (l. c. p. 25), des formes analogues ont été récoltées par LOHMANN dans la Mer du Nord: *Chrysococcus dokidophorus* est un véritable Silicoflagellate.

Diamètre: 7 à 10 μ .

Multiplication inconnue.

Chrysococcus dokidophorus est rare. PASCHER ne l'a observé qu'une seule fois. Nous en avons rencontré deux individus dans le fossé à *Zannichellia* ($D_0 = 1003$).

10. *Chrysococcus rufescens* KLEBS.

Zeitschr. f. wiss. Zool., t. 55, p. 413, pl. XVIII, fig. 7 a, f.

LEMMERMANN: Kryptogamenflora, p. 426, figg. 25—28, p. 419.

PASCHER: Süßwasserflora, p. 24, fig. 35.

Cellules vivant à l'intérieur d'une loge sphérique, lisse, assez épaisse, d'abord hyaline, brunissant ensuite avec l'âge.

Deux chromatophores latéraux, en verre de montre. Stigma apical. Fouet atteignant 2 à 2 $\frac{1}{2}$ fois la longueur du corps; il passe par l'orifice apical de la coque.

Diamètre: 8—12 μ .

Cette espèce se rencontre par ci par là dans l'eau douce, parmi les végétaux aquatiques. Observé quelques individus provenant de la station 7 ($D_0 = 1003$).

Cystes encore inconnus. Lors de la division, l'une des cellules-filles s'échappe par l'orifice supérieur.

11. *Chrysococcus radians* n. sp.

(Planche 7, fig. 25).

Cellules vivant dans une coque sphérique, assez épaisse, souvent brunâtre, portant quelques aiguillons dont la longueur atteint 2 fois le diamètre de la cellule.

Un seul chromatophore en cloche, basal. Deux vacuoles apicales. Pas de stigma. Fouet mesurant 1 $\frac{1}{2}$, à 2 fois la longueur de la cellule, faisant saillie par l'orifice apical de la loge et battant lentement. La loge est fortement imprégnée de SiO_2 ; elle résiste parfaitement à l'action des acides et à la calcination.

Diamètre de la coque: 7—15 μ .

Ce Silicoflagellate a été récolté dans le trou No. 10, en 1923, et y était assez abondant. Il se distingue de *Chr. dokidophorus* par sa taille supérieure, son chromatophore unique, ses piquants moins nombreux, mais beaucoup plus longs.

12. *Chrysococcus bisetus* (SCHILLER) nob.

(Planche 7, fig. 26).

Trachelomonas biseta SCHILLER. Beitr. z. Kenntnis des Pflanzenlebens mitteleurop. Gewässer, I—III. Österr. Bot. Zeitschr., t. 73, p. 1, fig. 2.

PASCHER: Neue oder wenig bekannte Flagellaten, XVI. Arch. f. Protistenk., t. 52, 1925, p. 582, fig. N.

SCHILLER (l. c.) a décrit, sous le nom de *Trachelomonas biseta*, un organisme bizarre que nous avons déjà observé, une ou deux fois seulement, en 1920, dans la station 2.

A cause de l'insuffisance de matériel, nos observations sont très incomplètes. Nous ne les aurions jamais publiées, si SCHILLER n'avait pas décrit (d'une façon insuffisante aussi) son *Trachelomonas biseta*. Celui-ci, disons-le immédiatement, n'est pas une Euglénacée, mais bien une Chrysomonadine faisant pendant, comme tous les *Chrysococcus*, à *Trachelomonas*. SCHILLER, d'ailleurs, signale deux chromatophores jaune brun: on connaît des Euglénines apochromatiques, on n'en connaît point de jaune brun. Ajoutons à cela que, tout récemment (mai 1926) dans une pêche¹⁾ faite dans un trou d'obus creusé dans un pré salé (densité?), nous avons retrouvé quelques spécimens de cet organisme, et que nous avons assisté à la mise en liberté d'une zoospore chromulinoïde tout à fait caractéristique (fig. 26).

Cellules arrondies un peu métaboliques, vivant à l'intérieur d'une coque assez mince, parfois brunâtre, trouée à l'avant et ornée d'un col cylindrique large et court, par où passe le fouet. A l'arrière, la loge offre deux énormes aiguillons résistants mais élastiques, peu divergents et dont la longueur peut atteindre 3 à 4 fois le diamètre de la coque²⁾.

Deux chromatophores brun doré, latéraux, en calottes. Stigma.

Le fouet mesure 1 à 1½ fois le diamètre de la coque³⁾. Ses mouvements sont lents. La translation s'observe très difficilement entre

¹⁾ Cette pêche a été faite par M. JULES LEDRUT, étudiant, que je remercie vivement.

²⁾ Les soies observées sont un peu moins longues que celles figurées par SCHILLER.

³⁾ La diagnose signale un fouet dont la longueur équivaut à celle du corps; par contre, dans la figure, il a une longueur triple.

lame et lamelle; parmi les grains de sable et les nombreux organismes, les aiguillons entravent tout mouvement. Ce *Chrysococcus* nage probablement à la surface libre des eaux.

La zoospore, que nous avons observée au moment de sa mise en liberté, a un corps ovoïde, pyriforme, étirée légèrement à la base en une queue faiblement recourbée. Elle est assez métabolique. Deux chromatophores latéraux et un stigma. Natation assez rapide, irrégulière. Comme nous n'avons observé qu'une seule zoospore, nos renseignements sont nécessairement incomplets.

Diamètre de la coque: 13 à 19 μ .

13. *Chrysopyxis bipes* STEIN.

Organismus, III, 1, pl. 12, figg. 12, 13.

IWANOFF: Beitrag zur Kenntnis der Morphologie und Systematik der Chrysoomonaden. Bull. Acad. imp. des Sc. de St. Pétersbourg, série 5, t. 11, Nr. 4, p. 251, figg. 1—9.

LEMMERMANN: Kryptogamenflora, p. 427, figg. 1—5, p. 424.

PASCHER: Süßwasserflora, p. 29, fig. 45.

Cette espèce a été récoltée par MASSART et M^{me} SCHOUTEDEN-WÉRY dans les flaques sur le schorre (Distribution, l. c., p. 168). Nous ne l'avons pas rencontrée dans l'eau saumâtre.

14. *Chrysopyxis conica* n. sp.

(Planche 7, figg. 27—29.)

La loge a une forme plus compliquée que chez toutes les autres espèces, car elle apparaît fort différente suivant qu'on l'observe de face (c. à d. dans le sens de l'axe du filament d'algue sur laquelle elle est installée) ou de côté.

Vue de face, elle rappelle la coque de *Chr. Iwanoffi*; son contour est celui d'un triangle dont la base, échancrée en arc, est appliquée sur le filament d'algue, et dont le sommet est largement arrondi. Chez *Chr. Iwanoffi*, le sommet s'étire un peu en un très court col; chez notre espèce, on ne remarque qu'un petit orifice apical par où passe le fouet.

Vue de côté (c. à d. perpendiculairement à l'axe de l'algue), la loge apparaît en forme d'œuf ou de toupie à sommet large et à base graduellement rétrécie en un pédoncule bifide, à cheval sur le substrat.

On se rend aisément compte de la structure compliquée de la loge, en l'observant par le sommet; elle a alors l'aspect traduit par notre fig. 29.

La loge offre une hauteur de 15 à 21 μ . Vue de face, son diamètre maximum est de 25 à 32 μ ; vue de côté, son diamètre oscille entre 14 et 20 μ .

La cellule est arrondie, elliptique et n'occupe que la partie centrale de la coque qu'elle habite. Elle possède deux chromatophores latéraux bien développés et un fouet mesurant environ 2 fois la longueur du corps.

Rencontré plusieurs fois, fixé à des *Oedogonium* provenant de la station 7 ($D_0 = 1003$). Développement non observé.

Chrysopyxis conica figure, à côté de *Chr. cyathus* et de *Chr. Reckertii*, (Ann. Biol. lac., t. 7 p. 126), parmi les *Chrysopyxis* n'ayant pas encore remplacé leur fouet par des pseudopodes filiformes (*Chr. grandis*, *bipes*, *Iwanoffi*, etc.).

15. *Pedinella hexacostata* WYSSOTZKI.

(Planche 7, figg. 30—33.)

Arb. d. naturf. Ges. KHARKOFF 1887, t. 21, p. 8, pl. I, figg. 16—17, pl. II, fig. 15.

Les cellules de cette Chryomonadine particulièrement évoluée sont fixées à l'aide d'un pédoncule grêle, extrêmement long et flexible. Il peut atteindre 4 fois la longueur du corps. Il est, en outre, doué de contractilité.

Les cellules sont arrondies à l'arrière, faiblement creusées à l'avant et offrent six côtes longitudinales saillantes et équidistantes, dues à la présence d'autant de chromatophores pariétaux variant du jaune brun au brun verdâtre, et de forme allongée.

La plate-forme apicale porte, en son centre, un long fouet qui peut atteindre 3 à 4 fois la longueur du corps ainsi que, sur son pourtour, — et cette particularité remarquable caractérise les *Cyrtophorées*, — plusieurs pseudopodes filiformes, de même longueur, courts, et dirigés vers l'avant en divergeant quelque peu.

Longueur de la cellule: 10—16 μ ; largeur: 8—14 μ .

Nous avons eu l'occasion d'étudier de près, pendant plusieurs jours, des *Pedinella hexacostata* récoltés en décembre 1913 et pendant l'été 1922 dans le Fossé aux *Ruppia* (D_0 resp. 1023 et 1007). Jusqu'à présent l'organisme n'avait été observé qu'une seule fois, par WYSSOTZKI, en Russie, dans l'eau salée. Toutes les *Cyrtophorées*, d'ailleurs, sont très rares.

Nous sommes à même de fournir quelques renseignements supplémentaires sur sa manière d'être.

1° La nutrition est holophytique et, en même temps, vacuolaire. Nous avons assisté à la capture de minuscules proies (Thio-bactéries et autres) au moyen des pseudopodes filiformes. Ceux-ci sont finement granuleux et leur protoplasme, nettement en mouvement, amène les proies capturées en contact avec le protoplasme central où elles sont digérées. La défécation semble se produire uniquement à la périphérie de la cellule proprement dite, qui est parfois boursoufflée de vacuoles excrétrices.

2° Lors de la division, qui est longitudinale, le fouet et le pédoncule se dédoublent. Au début, la cellule, allongée transversalement, possède deux fouets éloignés l'un de l'autre; à sa base, le pédoncule est fourchu. Bientôt la bipartition s'achève, les cellules-filles se séparent l'une de l'autre, tout en restant juxtaposées et fixées au „manche“ du pédoncule.

3° Nous avons observé que la cellule peut se diviser deux fois de suite. Ainsi prennent naissance ces associations en arbuscules, à pédoncule ramifié dichotomiquement, que représente notre fig. 33 et qui font songer à celles d'*Anthophysa vegetans*.

4° *Pedinella* ne vit pas toujours fixé. Toutes les fois que nous l'avons observé, nous avons rencontré des cellules nageant librement, ce qui n'avait été signalé, jusqu'ici, que pour *Palatinella*. Les unes se sont complètement séparées de leur pédoncule et traversent le liquide en faisant battre leur fouet très rapidement. Les autres, par contre, ont séparé la base de leur pédoncule d'avec le substrat et continuent à traîner ce pédoncule, derrière elles, comme un long fouet-gouvernail.

Sous cette forme, l'organisme m'a intrigué pendant longtemps: il m'a fallu plus d'une heure d'observation attentive avant de pouvoir l'identifier, précisément à cause de ce long appendice caudal, d'autant plus que celui-ci se conduit comme une véritable fouet auxiliaire.

Nous avons observé très souvent des *Pedinella* libres, offrant leurs deux fouets. Leur translation est tellement caractéristique que nous la décrirons minutieusement (fig. 1 du texte).

Le fouet antérieur — le seul vraiment locomoteur — est secoué vivement, de sorte qu'il ondule en une série de courbes fort régulières, comme l'indique la figure 1 a. Son mouvement entraîne le Flagellate en avant, pendant que la cellule, secouée de tremblottements, se dirige au moyen de son long fouet directeur, qui joue le rôle de

gouvernail. Puis le fouet antérieur s'étend tout raide (figure b) et l'organisme, sous l'impulsion reçue, glisse en avant en ligne droite d'un mouvement uniformément retardé. Quelques secondes après, l'extrémité libre du fouet directeur s'attache au substrat (c) et, soudain, d'un mouvement brusque, le Flagellé exécute un bond en arrière (d). Ensuite il se libère et reprend sa course en avant (e).

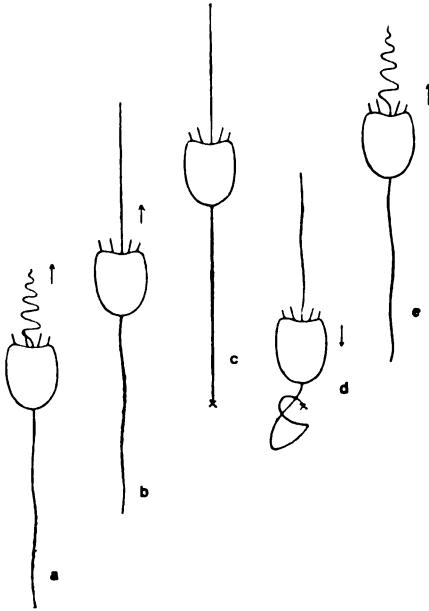


Fig. 1. *Pedinella hexacostata* Wyss. Natation d'un individu qui s'est détaché et se sert du pédoncule comme d'un fouet auxiliaire. a, natation en avant, le fouet antérieur secoué fortement; b, celui-ci s'étend tout raide, l'organisme continuant à avancer à cause de l'impulsion reçue précédemment; c, l'organisme s'attache avec son fouet auxiliaire; d, il bondit brusquement en arrière; e, la cellule se détache et s'élance en avant.

Les Cyrtophorées constituent un petit groupe très homogène, étonnamment perfectionné. La cellule, de contour triangulaire (*Cyrtophora*) ou arrondi (*Pedinella*, *Palatinella*), présente une particularité remarquable: sur le pourtour de la partie apicale, toujours aplatie ou même concave (nous l'appellerons disque), naissent des pseudopodes filiformes, alors que le fouet s'insère au milieu du disque.

L'existence de pseudopodes, seule, n'offre rien d'étonnant, évidemment. Toutes les Chrysomonadines, en principe, peuvent en émettre; et nous connaissons actuellement toute une série de Chrysomonadines devenues complètement amiboïdes. Ce qui est autrement intéressant chez les Cyrtophorées, c'est d'y rencontrer des pseudopodes, de longueur et en disposition déterminées, devenus de véritables tentacules préhensiles, et offrant une structure aussi compliquée que les axopodes des Héliozoaires.

Chez la forme la plus primitive, *Pedinella* WYSSOTZKI, les pseudopodes (nous l'avons vu) sont divergents, très courts et peu nombreux. Le fouet est fort long.

Chez *Cyrtophora* PASCHER (Süßwasserflora, p. 31, fig. 49), les

pseudopodes sont peu nombreux également, mais 2 à 3 fois plus longs que la cellule et bien plus robustes. Le fouet a subi une certaine régression: il est devenu plus petit que les pseudopodes. Ceux-ci convergent au dessus du disque et constituent un dôme à clairevoie, une nasse, entourant le fouet.



Fig. 2.

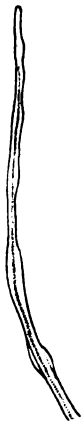


Fig. 3.

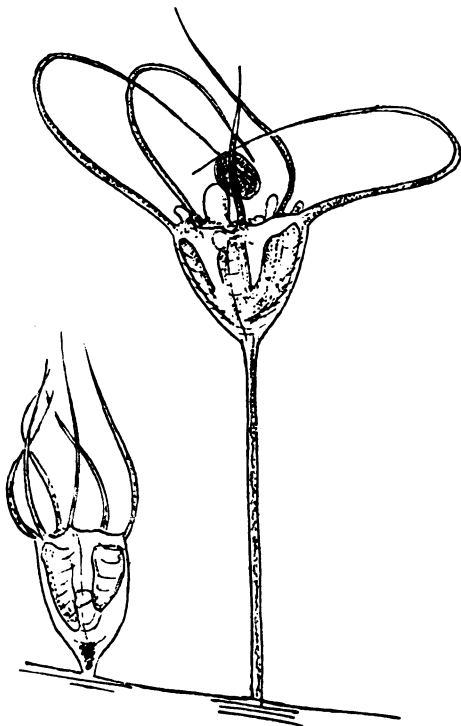


Fig. 4.

Cyrtophora pedicellata PASCHER (d'après PASCHER).

Palatinella LAUTERBORN (Eine neue Chrysomonadinen-Gattung, etc., Zool. Anz., Bd. 30, Nos. 13/14, p. 423, figg. 1—3) enfin, n'est pas fixé par un pédoncule basal, comme les formes précédentes. La cellule s'abrite dans l'ouverture d'un long cornet formant une loge fixée aux algues. Le développement des pseudopodes, d'une part, la régression du fouet, d'autre part, sont étonnants.

Les premiers sont fort nombreux, 2 à 3 fois aussi longs que la cellule; ils convergent en une spacieuse nasse apicale, délimitant un espace considérable. Le fouet est extraordinairement réduit; il ne dépasse pas le tiers de la longueur de la cellule ni le $\frac{1}{6}$ de celle des pseudopodes.

Rappelons que *Pedinella* peut nager librement en se servant de son pédoncule comme d'un fouet très contractile.

L'alimentation vacuolaire a pris ici une grande importance, mais elle est développée à des degrés différents, comme PASCHER l'a déjà fait remarquer (*Flagellat. u. Rhizopoden*, etc. — *Arch. f. Protistenk.*, Bd. 38, H. 1, pp. 1—88).



Fig. 5.

Palatinella cyrtophora LAUTERB. (d'après LAUTERBORN, copié dans PASCHER).



Fig. 6.

Pedinella capture des microorganismes au moyen de ses pseudopodes, et les incorpore à son protoplasme, où ils sont digérés. Les déchets sont rejetés en tous les points du corps.

Chez *Cyrtophora*, le processus est beaucoup plus parfait. Les pseudopodes constituent ici de véritables tentacules. Lorsqu'ils ont englué une petite proie, ils s'incurvent et la mettent en contact avec le disque où se fait la digestion proprement dite, et où peuvent naître de petits pseudopodes obtus très mobiles. Nous assistons

donc, chez *Cyrtophora*, à une différenciation des pseudopodes en 1° tentacules longs, préhensiles, très sensibles au contact, parcourus de courants protoplasmiques et dont l'ensemble constitue presque un piège; et 2° en pseudopodes courts, de forme variable, naissant sur le disque, et exclusivement digestifs.

Réduction du fouet, d'une part; développement du système tentaculaire, d'autre part, caractérisent la série évolutive *Pedinella* - *Cyrtophora* - *Palatinella*. Un pas de plus, et nous assisterons à la complète disparition du fouet (cf. PASCHER, l. c. p. 17).

PASCHER (Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten; Arch. f. Protistenk. Bd. 36 1915 pp. 81—136) a étudié une Chrysomonadine très curieuse, *Rhizaster crinoides* (figg. 1—7, et pl. 7), qui fait songer aux Cyrtophoracées, mais qui a perdu complètement l'allure d'un Flagellate (fig. 7 du texte).

La cellule vit à l'intérieur d'une loge très mince, cellulosique, en forme de calice fixé au bout d'un pédoncule. Le protoplasme remplit complètement cette loge dont il épouse la forme; sa surface apicale, à nu, est très métabolique et continuellement en mouvement: il s'y forme des pseudopodes courts et gros qui peuvent s'effiler rapidement et qui contiennent des vacuoles alimentaires bourrées de bactéries. Ces caractères rapprochent *Rhizaster* des Cyrtophorées. Mais ces

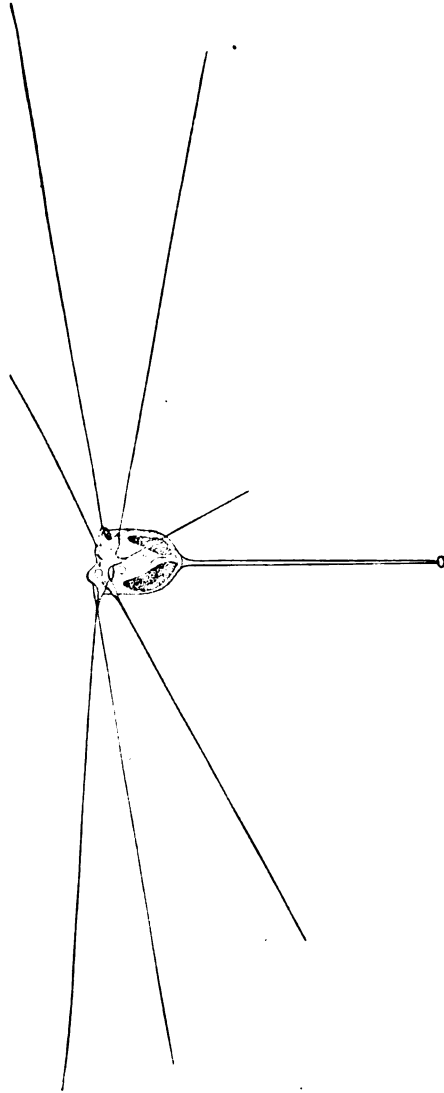


Fig. 7. *Rhizaster crinoides* PASCHER (d'après PASCHER).

dernières sont nues, alors que *Rhizaster* vit dans une loge. Il y a des différences plus importantes encore. Chez les Cyrtophorées, les tentacules sont toujours dirigés vers l'avant et, sauf chez *Pedinella*, constituent un piège en forme de cage conique ou de tiare. Ici, les pseudopodes, peu nombreux mais extrêmement longs et ténus, rayonnent autour du disque apical (fig. 7 du texte). Leur structure est beaucoup moins compliquée que chez les Cyrtophorées; ils n'offrent point une si haute différenciation protoplasmique

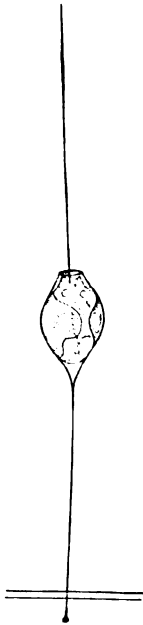


Fig. 8.
Stylococcus aureus CHOD.
(d'après PASCHER).

et ne sont pas parcourus par des courants aussi nets. Ils sont très élastiques et modifient leur longueur avec une facilité et une rapidité remarquables. Ils exécutent même des mouvements pendulaires dans un plan perpendiculaire à la direction du pédoncule. L'ensemble de ces filaments rayonnants et oscillants constitue également un piège, et ce piège couvre une surface énorme par rapport à celle de la cellule. Mais il est fort différent de celui des Cyrtophorées.

Le piège semble doué de géotropisme (PASCHER, l. c., p. 99, figg. 4—7); il reste toujours horizontal, quelle que soit l'inclinaison du pédoncule et de la cellule¹).

Un mot de la reproduction. La division longitudinale de la cellule nageant librement a été observée chez *Cyrtophora*; elle existe probablement chez les autres genres également. *Pedinella* se divise à l'état fixé, ce qui peut donner lieu à des associations peu nombreuses (temporaires?) fixées sur un pédoncule ramifié dichotomiquement. Chez *Palatinella* enfin, qui est la forme la plus parfaite, LAUTERBORN (l. c.) n'a observé que la multiplication par bourgeonnement (fig. 6 du texte). Les bourgeons naissent sur le disque, à l'intérieur de la nasse. Ce mode de propagation est très rare chez les Chrysomonadines.

Rhizaster, lui, a complètement perdu ses allures de Flagellate. Il offre la division longitudinale; l'une des cellules-filles quitte la

¹ Le pédoncule de *Pedinella* n'a rien de commun avec celui de *Rhizaster*; il appartient au protoplasme cellulaire et peut d'ailleurs, nous l'avons dit, faire office de fouet.

loge maternelle non sous la forme d'une zoospore, mais d'une amibe à deux chromatophores, sans fouet et capable d'émettre des pseudopodes gros et courts.

Rhizaster se rapproche beaucoup plus de *Stylococcus* (fig. 8) (CHODAT, Bull. Herb. Boissier, t. VI, p. 473) que des Cyrtophorées. Mais c'est un *Stylococcus* ayant troqué le filopode apical flagelliforme contre un système de filopodes rayonnants et „pêcheurs“, et qui se déplace librement sous l'aspect d'une chromoamibe.

16. *Mallomonas litomesa* STOKES.

(Planche 8, figg. 34, 35.)

Journ. of the Trenton Nat. Hist. Soc. 1888, p. 92; pl. I, fig. 32.

LEMMERMANN: Kryptogamenflora, p. 434; fig. 11, p. 419.

PASCHER: Süßwasserflora, p. 36; fig. 54.

Cellules fusiformes, 4 à 5 fois aussi longues que larges. La loge est formée de paillettes très fragiles, siliceuses, elliptiques, disposées en spires peu inclinées sur l'axe antéropostérieur de la cellule. A l'avant, quelques soies siliceuses assez courtes, plus ou moins horizontales. A l'extrémité postérieure, d'autres soies, un peu plus longues, dirigées vers l'arrière. L'espace compris entre les deux extrémités est tout à fait dépourvu d'aiguillons.

Deux chromatophores pariétaux, très longs, très étroits, brunâtres. Leucosine basale et gouttelettes d'huile. Pas de stigma.

Longueur: 30 à 40 μ ; largeur: 8—11 μ .

Les cystes de cette espèce étaient inconnues jusqu'à ce jour. Nous en avons observé deux, à l'intérieur de la membrane fortement distendue de la cellule-mère (fig. 35). Ces cystes sont elliptiques, à paroi mince mais rehaussée de mamelons arrondis et saillants.

Rencontré un petit nombre de fois dans le trou d'obus No. 6 (1920) parmi *Prymnesium*, *Amphidinium*, *Chromulina*, etc.

17. *Mallomonas mirabilis* CONRAD.

Arch. f. Protistenk., Bd. 36, 1914, pp. 79—94; pl. 4, figg. 1—7.

Parmi les *Mallomonas litomesa* de la station 6, j'ai rencontré un nombre considérable d'individus appartenant à l'espèce *M. mirabilis*, que j'ai décrite ici même il y a douze ans. Ce matériel provenait alors du Vieil Escout, à Bornhem; il était excessivement abondant. Il nous avait permis, entre autres, d'assister à la formation de stades amiboïdes et de palmelles (CONRAD, l. c., pp. 85 et 87).

Corps ovoïde, allongé et parfois légèrement pyriforme. L'extrémité antérieure est arrondie, tandis que la postérieure est parfois atténuée, ou même étirée en une queue assez longue. La cuirasse est formée de paillettes circulaires silicifiées, s'imbriquant comme les tuiles d'un toit et disposées en bandes transversales parallèles. Le diamètre de ces paillettes est de $5\ \mu$; il est très constant; les écailles se voient admirablement sur du matériel observé à sec sur la lame ou sur les carapaces vides colorées par la safranine, le violet de gentiane ou le rouge de magdala.

L'organisme porte des aiguilles silicifiées très nombreuses et très longues. Elles sont insérées plus ou moins régulièrement sur la carapace. Elles présentent une disposition radiaire, mais, dans la moitié postérieure du corps, elles ont une certaine tendance à se diriger vers l'arrière du corps; les épines basales sont plus longues que les autres. Elles mesurent 40 à $55\ \mu$ de longueur; elles sont droites, raides, minces et absolument lisses, c. à d. ni dentées ni fourchues à leur extrémité, ce dont on se rend aisément compte en les étudiant à sec ou après l'emploi des réactifs susnommés.

Le fouet unique, dont l'insertion n'est point entourée d'une couronne d'épines (comme chez *M. elegans* LEMM. et *M. coronata* BOLOCHONZ.), mesure à peu près la longueur du corps. Il ondule lentement.

Deux chromatophores latéraux, jaune verdâtre, bien développés, tapissent presque tout l'intérieur de la cellule. Leurs bords sont généralement très rapprochés. Vers l'arrière, ils enveloppent une volumineuse masse de leucosine. Vacuoles pulsatiles basales; leur nombre varie de 4 à 6 . Noyau volumineux, antérieur, avec gros nucléole. Pas de stigma.

Longueur: 45 à $65\ \mu$; largeur: 22 — $33\ \mu$.

Division, stades amiboïdes, palmelles et cystes étudiés sur le matériel de Bornhem (1914); nous ne les avons pas réobservés dans la récolte de Nieuport (1920). Zoospores non encore rencontrées.

Les espèces du genre *Mallomonas* sont très caractéristiques du plancton d'eau douce. La trouvaille de *M. litomesa* et *mirabilis* montre qu'elles peuvent s'adapter aux eaux légèrement saumâtres.

18. *Conradiella Pascheri* n. sp.

(Planche 8, figg. 36—38.)

En 1900, MASSART a trouvé, dans une tourbière à Hockay, un curieux *Mallomonas* qui se distingue de toutes les autres espèces de

ce genre par une loge formée non d'écaillés imbriquées, mais d'anneaux transversaux, se recouvrant un peu les uns les autres par leurs bords. La diagnose n'en a jamais été publiée par MASSART.

En 1913, lors d'un séjour à la Station Biologique de Plön, j'ai retrouvé moi-même cette espèce dans une pêche faite le 11. VI. dans le Unterer-Ausgrabensee. J'en ai publié alors une description, sous le nom de *Mallomonas calva*, dans l'Arch. f. Protistenk. (t. 54, 1914, p. 90; pl. 4, fig. 8). Je reproduis la figure ici même (fig. 9, p. 190).

Quelques mois plus tard, j'ai étudié, au laboratoire de feu mon Maître, à Coxyde, une Chrysomonadine très voisine de celle de Hockay et de Plön. Elle était assez commune à cette époque dans le fossé à *Ruppia* (D = 1024). Dans mes notes manuscrites, elle se trouve renseignée sous le nom de *Mallomonas annulata* n. sp.

Lors de la revision et de la mise au point de mes observations, en vue de la publication des présentes Recherches, j'ai été amené à considérer les Chrysomonadines de Hockay, de Plön et de Nieuport, formes très voisines les unes des autres, comme étant suffisamment différentes du genre *Mallomonas* pour constituer un genre à part.

A ce moment, je reçois les „Neue oder wenig bekannte Flagellaten, XVI (Arch. f. Protistenk., 1925, t. LII, p. 565—584) et remarque que PASCHER y a précisément réalisé la séparation des „*Mallomonas*“ à anneaux des *Mallomonas* proprement dits (c. à d. à paillettes), séparation que je m'étais proposé de réaliser moi-même.

PASCHER a créé le genre *Conradiella*, avec *C. calva* (CONRAD) PASCHER (= *Mallomonas calva* MASSART-CONRAD) et une espèce nouvelle, *C. circulata* PASCHER (l. c., p. 570, fig. B₃)¹). C'est donc sous le nom de *Conradiella* que je décrirai aujourd'hui le „*Mallomonas annulata*“ [nom. nud.] de mes notes non publiées; je dédie cette espèce nouvelle à PASCHER.

Les cellules sont allongées, subcylindriques (pl. 8, fig. 36) et offrent un certain aplatissement dorsoventral, ce dont on se rend facilement compte en les observant par l'un de leurs pôles (fig. 37). L'extrémité antérieure est largement arrondie en calotte peu élevée; l'arrière est plus pointu.

La longueur est de 33 à 37 μ ; la largeur, de 13 à 15 μ ; l'épaisseur, de 7 à 10 μ . Le corps est donc environ 2 à 3 fois plus long que large, et la largeur équivaut à 1½ à 2 fois l'épaisseur.

Le corps est entouré d'une cuirasse formée de larges anneaux fortement silicifiés, hyalines ou légèrement imprégnés de fer. Ils

¹) Je reproduis cette figure ici même (fig. 10, p. 190).

résistent aux acides HCl , HNO_3 , H_2SO_4 et $\text{CH}_3\text{-COOH}$ et à la calcination. Ces anneaux, au nombre de 6 à 8, sont parallèles entre eux et disposés perpendiculairement à l'axe longitudinal de la cellule. Ils se recouvrent légèrement par leurs bords. Les deux extrémités de la cellule sont protégées par une calotte silicifiée de même teinte que les anneaux. La calotte basale, ainsi que le bord postérieur des deux derniers anneaux, offrent des aiguillons assez courts, pas fort droits. Ceux de la calotte sont beaucoup plus grands que ceux portés par les anneaux.

Sous la calotte apicale, on remarque un appareil vacuolaire complexe, formé, m'a-t-il semblé, de 3 petites vacuoles qu'accompagne un petit stigma. Le fouet n'atteint pas tout à fait la longueur de la cellule. Deux chromatophores bruns, pariétaux, amples. A l'arrière, une volumineuse masse de leucosine. Des gouttelettes d'huile un peu partout dans le protoplasme.



Fig. 9.
Conradiella calva.

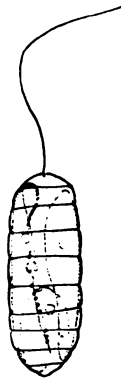


Fig. 10.
C. circulata
(d'après CONRAD et PASCHER).



Fig. 11.
Mallomonas sp.

Les cystes ont été observés par nous (fig. 38). Ils sont sphériques, de 17 à 20 μ de diamètre, et distendent fort la cuirasse annelée de la cellule-mère. Leur membrane est lisse, brun terne, et offre un pore (sans épaissement) et un bouchon très nets. Ils sont bourrés d'huile et de leucosine.

Conradiella Pascheri est plus voisine de *C. circulata* que de *C. calva*. Les deux premières espèces ont en partage les caractères suivants: anneaux larges et peu nombreux (6—10); corps allongé, subcylindrique, „en saucisson“, alors que *C. calva* est ovoïde et

entouré d'anneaux étroits et nombreux (± 20). Mais *C. Pascheri* se distingue de *C. circulata* par son aplatissement.

En outre, si nous établissons la série *C. calva* — *C. Pascheri* — *C. circulata*, nous remarquons une curieuse régression des aiguillons (si puissamment développés chez la plupart des *Mallomonas*). Chez le premier, la calotte apicale est grande et nue (d'où le nom de *C. calva*), l'autre est petite; mais les anneaux portent tous des aiguillons très nombreux quoique très courts (Fig. 9 du texte).

Chez le second, les deux calottes sont bien développées et les aiguillons n'existent qu'à l'arrière du corps, avec tendance à se localiser sur la calotte basale (Pl. 8, fig. 36).

Le troisième, enfin, a perdu complètement ses soies silicifiées; la cuirasse est lisse est nue (Fig. 10 du texte).

Les relations de parenté entre *Conradiella* et *Mallomonas* sont évidentes. Comme l'a déjà dit PASCHER dans sa note (l. c., p. 569), les anneaux du genre qu'il a créé résultent vraisemblablement de la fusion des rangées transversales d'écaillés de *Mallomonas*, d'autant plus que ce fait s'observe déjà chez certains *Mallomonas*, non pas partout, mais au pôle apical, ce qui donne lieu précisément à une calotte, conique ou arrondie, toute d'une venue, et trouée pour livrer passage au fouet.

Chez certaines Coccolithophoracées, rappelle l'auteur (p. 570), les coccolithes peuvent également se souder et former une cuirasse calcaire incomplètement ou complètement close, n'offrant alors de solution de continuité que pour le passage du fouet.

2. Isochrysidacées PASCHER.

19. *Wyssotzkia biciliata* LEMM.¹⁾

(Planche 8, figg. 39—44.)

Forschungsber. d. Biol. Stat. Plön, 7ter Teil, p. 105.

Ochromonas biciliata WYSSOTZKY. Arb. d. naturf. Ges. Kharkoff, t. 21 (1887), p. 5; pl. I, figg. 12—14.

LEMMERMANN: Kryptogamenflora, p. 437; figg. 20, 21, p. 419.

Les cellules sont nues, elliptiques ou longuement cylindriques, très métaboliques, parfois même amiboïdes, nettement échancrées à l'avant.

Deux chromatophores latéraux, jaune brun. Pas de stigma. Deux vacuoles apicales. Deux fouets égaux de la longueur de la cellule.

¹⁾ WYSSOTZKIA est considéré par PASCHER (Braune Flagell. mit seitl. Geißeln. — Zeitschr. f. wiss. Zool., t. C, 2; 1912; p. 184) comme une Cryptomonadine.

L'alimentation est holophytique et vacuolaire. On rencontre souvent des spécimens offrant, à l'arrière, une ou plusieurs vacuoles alimentaires.

La cellule se divise après avoir perdu ses fouets et après s'être arrondie. Palmelles, à paroi gélatineuse très peu épaisse, flottant à la surface de l'eau.

Wissotzki n'avait été signalé jusqu'ici qu'en Russie, dans l'eau saumâtre. Nous l'avons rencontré dans le slikke aux environs de Nieupoort. Nous avons assisté à la transformation du flagellate en amibe (sans fouet), et à l'absorption de petites Diatomées.

20. *Derepyxis amphora* STOKES.

Amer. Journ. of Sc., 1885; Journ. of the Trenton Nat. Hist. Soc., 1888, p. 116, pl. II, fig. 22.

LEMMERMANN: Kryptogamenflora, p. 440; fig. 31, p. 419.

PASCHER: Süßwasserflora, p. 46, fig. 71.

Cellules elliptiques, largement arrondies à l'arrière, présentant à l'avant une proéminence sur laquelle s'insèrent les deux fouets égaux et dont la longueur équivaut à $1\frac{1}{2}$ fois celle du corps.

Deux chromatophores latéraux, en calotte, variant du jaune verdâtre au jaune brun. Pas de stigma.

La cellule habite une coque hyaline, mince, en forme d'urne ou d'amphore elliptique ou subovoïde, fixée par un court pédoncule aux Algues filamenteuses. Cette urne se prolonge en un col cylindrique, large mais court, tronqué perpendiculairement à l'axe longitudinal.

Longueur de la cellule: 13—18 μ ; largeur: 9—12 μ .

Longueur de la coque: 25—34 μ ; largeur 12—23 μ .

Lors de la division, qui est longitudinale, l'une des cellules-filles quitte la loge maternelle; on ne connaît pas le sort de cette zoospore. Cyste à membrane épaisse, mamelonné, formée à l'intérieur de la coque, qu'il déforme souvent en la distendant. Contrairement à ce qui se produit généralement chez les Chryomonadines, le cyste est plus grand que la cellule dont il dérive (PASCHER).

L'emploi du violet de gentiane a fait apparaître une particularité, non encore signalée, chez cette espèce: la cellule émet, tout autour d'elle, des filaments protoplasmiques très ténus, grâce auxquels elle a l'air d'être suspendue à l'intérieur de la coque. Cette structure est celle signalée chez une espèce voisine, *D. amphoroides*

(PASCHER, Ber. d. d. Bot. Ges., 1909; XXVII, p. 251; pl. XI, fig. 6 a, b. — Hirschberg, l. c., p. 40, pl. II, figg. 17—19); mais, chez cette dernière, la cellule repose sur un petit disque basal que nous ne sommes pas parvenu à découvrir chez *D. amphora*.

Rencontré plusieurs fois dans la région de Nieupoort, notamment dans les stations 4 et 11.

21. *Derepyxis dispar* (STOKES) LEMM.

Chrysopyxis dispar STOKES, p. p. Journ. of the Trenton Nat. Hist. Soc., 1888; p. 115, pl. II, fig. 20.

SENN: Flagellata, in ENGLER-PRANTL, Nat. Pflanzenfam., I, 1a, p. 161, fig. 2.

LEMMERMANN: Kryptogamenflora, p. 441.

PASCHER: Hirschberg, p. 38, pl. II, figg. 30—38. — Süßwasserflora, p. 47, fig. 70.

Cellules sphériques ou largement ovoïdes, légèrement métaboliques, émettant des filaments protoplasmiques rayonnants, très ténus. Membrane mince, finement granuleuse.

Deux chromatophores en calottes latérales. Noyau nettement visible. Deux vacuoles pulsatiles. Fouet atteignant $1\frac{1}{2}$ fois la longueur de la cellule.

Coque ovoïde ou plutôt en forme de toupie, progressivement rétrécie à la base, très large à l'avant où elle donne brusquement naissance à un col étroit et droit. Pas de pédoncule. En dessous de la moitié de la loge, on remarque un diaphragme transversal sur lequel repose la cellule.

Derepyxis dispar vit fixé aux algues; il se rencontre assez rarement. Nous l'avons trouvé dans la station 9 ($D_0 = 1009$). Il n'avait pas encore été signalé dans l'eau saumâtre.

Longueur de la cellule: 7—12 μ .

Longueur de la coque (sans le col): 18—22 μ ; largeur: 10—15 μ .

Comme je n'ai rien observé du cycle évolutif, je me bornerai à rappeler les observations de PASCHER (Hirschberg, l. c.), qui a bien étudié cette espèce:

La division est longitudinale. Elle débute à l'avant de la cellule. Dans la suite, le plan de séparation des deux cellules-filles se modifie, s'incline et devient oblique. La cellule supérieure s'échappe bientôt, en se déformant considérablement et en dilatant ou déchirant le col de la loge; celui-ci est donc assez élastique. Les mouvements exécutés par la cellule, en train de quitter sa sœur, provoquent parfois l'arrachement de la loge, du substrat.

La cellule mise en liberté nage lentement en tournant autour de son axe. Elle finit par s'immobiliser et se fixer par sa base.

Parfois les produits de la division sont de taille inégale: il y aurait là un phénomène de bourgeonnement.

Cystes sphériques, rehaussés de verrues.

22. *Hymenomonas roseola* STEIN.

Organ., III, 1, pl. XIV, Abt. II.

KLEBS: Flagellatenstudien, Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LV, p. 415; pl. XVIII, figg. 11, a—f.

LEMMERMANN: Kryptogamenflora, p. 438; figg. 6, 7, p. 424.

PASCHER: Großteich bei Hirschberg, p. 41; pl. II, figg. 10—16.

—: Süßwasserflora, p. 49, fig. 77.

CONRAD: Contributions à l'Étude des Flagellates, III: La Morphologie et la Nature des Enveloppes chez *H. roseola* et *H. coccolithophora*; et les *Coccolithophoridae*. Ann. Biol. lac., t. VII, 1914—1915; pp. 155—163; figg. 3—6.

PASCHER: Rapport sur le travail précédent. Arch. f. Protistenk., t. 38, Heft 2, 1918; p. 274.

Les cellules sont allongées ($1\frac{1}{2}$ à 2 fois plus longues que larges) ou même subglobuleuses, parfois échanquées à l'avant.

Deux grands chromatophores pariétaux, bruns. A l'avant se remarque un appareil vacuolaire compliqué: une grande poche colletrice dans laquelle se déversent plusieurs vacuoles pulsatiles. Deux fouets égaux, de la longueur du corps. Pas de stigma. Grande masse de leucosine, basale.

La membrane est épaisse, mais souple, ce qui permet à la cellule de se déformer un peu. Elle est parsemée de disques calcaires, qui sont (CONRAD, l. c.) de véritables coccolithes, et qui donnent à l'ensemble un aspect grisâtre, peu transparent.

Longueur: 18—50 μ ; largeur: 10—24 μ .

Cystes sphériques, à membrane offrant des granulations; 25—30 μ (PASCHER).

Hymenomonas n'est pas propre aux eaux douces. M^{me} SCHOUTEDEN-WÉRY l'a signalé dans le Fossé aux *Ruppia* (D = 1020—1025) et sur le schorre, à Nieuport (D = 1025—1030). Nous l'avons rencontré dans les mêmes stations, en 1913, ainsi que dans le trou 10 (D₀ = 1012).

Nage lentement sans rotation.

Nous pouvons confirmer aujourd'hui les observations faites anté-

rieurement (sur du matériel d'eau douce) et qui ont été consignées dans les Ann. Biol. lac. (l. c.)¹⁾.

Comme *Hymenomonas* est encore insuffisamment connu à divers points de vue, je relaterai en détail ce que nous savons actuellement de son enveloppe.

La plupart des auteurs qui ont décrit ce curieux flagellate ont observé que son enveloppe externe est sculpturée et porte des corpuscules arrondis. KLEBS (l. c.) signale des corpuscules annulaires à la périphérie de l'enveloppe. Il établit également une variété „*glabra*“ dont la surface ne serait couverte que de petites granulations.

PASCHER (Hirschb. Großteich, l. c.) a étudié de plus près la structure de ces corps périphériques, et les représente sous la forme d'anneaux circulaires qui, chez l'un des individus observés, présentaient des zones concentriques en même temps qu'une fine striation radiaire.

Je n'ai pas réussi à observer cette dernière structure, malgré le nombre relativement grand d'individus étudiés dans l'eau, à sec, ou après l'action de divers réactifs.

Comme le montre notre figure 12 a, l'enveloppe d'*Hymenomonas roseola* porte, à sa périphérie, un très grand nombre d'anneaux parfaitement sphériques; ce sont des disques troués en leur centre, écrisis-je précédemment; j'ai plutôt l'impression, actuellement, que ce sont des disques non perforés, biconcaves, à bords renflés, c. à d. de véritables discolithes (fig. 16a du texte).

La nature chimique de ces anneaux n'avait jamais été étudiée. C'est à peine si, dans son grand travail sur les *Coccolithophoridae*²⁾, LOHMANN nous apprend qu'ils sont solubles dans l'acide acétique.

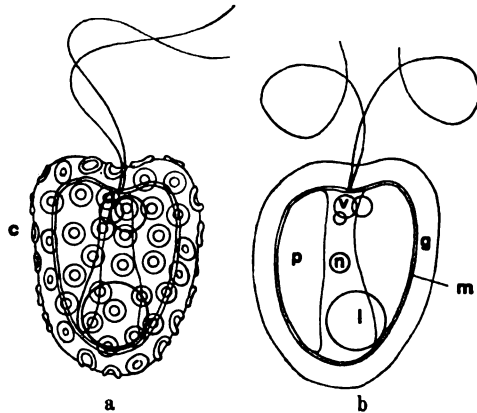


Fig. 12. *Hymenomonas roseola*;

a) vivant; b) après l'action par l'acide picroacétique qui a dissous les coccolithes et fait bien apparaître les enveloppes. Les fouets dans la position haptotaxique.

¹⁾ Depuis lors, A. KORSCHIKOV a pu confirmer mes résultats (lettre du 1. 10. 26).

²⁾ Die Coccolithophoridae, etc. Arch. f. Protistenk., 1902; tome I, fasc. I; pp. 88—165; pl. 4, 5, 6.

Nous avons refait les réactions microchimiques exposées dans notre note précédente sur *Hymenomonas* (l. c., p. 157); non seulement la morphologie des enveloppes, mais également la nature des anneaux périphériques ont ainsi été tirées au clair:

1° Si l'on fait agir, sur *Hymenomonas*, un fixateur renfermant un acide (acide picroacétique de BOVERI, mélange de PFEIFFER VON WELLHEIM, acide chromoacétique, liqueur de BOUIN, etc.), les anneaux disparaissent instantanément. Pendant quelques secondes encore on observe, autour de la cellule, une couche gélatineuse, laquelle disparaît également quelques instants après. Le reste de la cellule demeure très bien fixé.

2° Lorsqu'on fait agir sur *Hymenomonas* une goutte d'acide acétique à 0,5 %, les anneaux disparaissent après quelques secondes; en même temps on voit se dégager des bulles gazeuses (CO²).

3° Les discolithes ne sont pas attaqués par l'hydrate de chloral (aqueux concentré), mais simplement éclaircis; le protoplasme disparaît comme par explosion.

4° Par l'action du bleu de méthylène, on distingue nettement une cuticule mince entourant immédiatement la cellule. Elle se colore en un bleu brillant, relativement foncé. Autour de la membrane propre de la cellule se voit ensuite une couche plus claire, colorée en un bleu nettement violacé. C'est une couche périphérique de gelée. C'est elle qui porte les anneaux à sa périphérie.

5° Si, après l'action du bleu de méthylène, on ajoute, sous la lamelle, une goutte d'acide acétique à 0,5—1 %, on voit apparaître, autour de la cellule d'*Hymenomonas*, un nuage bleu résultant de la dissolution de la double enveloppe (formée, nous venons de le voir, d'une couche gélatineuse et des coccolithes, tous deux solubles dans l'acide).

6° Nous avons fait agir sur l'organisme une ou deux gouttes d'eau saturée de CO² (eau minérale): les anneaux se dissolvent très rapidement. Après leur disparition, l'enveloppe de gelée apparaît avec netteté.

De ces réactions se dégagent quelques faits intéressants: la cellule d'*Hymenomonas* est entourée d'une triple enveloppe (fig. 12 b):

1° La cuticule propre de la cellule. Elle est très bien conservée après l'action des fixateurs; elle se colore en un beau bleu pur par le bleu de méthylène. Elle est désignée par *m* dans la figure.

2° Une enveloppe de gelée (*g*), limitée vers l'extérieur par

une cuticule excessivement mince. La couche de gelée est relativement épaisse; elle peut mesurer 5 à 8 μ d'épaisseur. Elle se colore en bleu violet par le bleu de méthylène et se dissout dans les acides concentrés et dilués.

3° Une couche externe périphérique formée d'un très grand nombre de disques en carbonate de calcium, coccolithes caractéristiques.

L'ensemble constitué par la couche de gelée et les coccolithes qui y sont appliqués offre une très grande résistance à la destruction mécanique. Nous avons écrasé plusieurs cellules d'*Hymenomonas* et avons constaté que grâce à l'extrême élasticité de l'enveloppe gélatineuse, il y a une tendance très marquée à la reconstitution de la forme primitive de la cellule. Il faut un effort réellement grand pour rompre définitivement les enveloppes de l'organisme.

Nous connaissons, grâce aux travaux de LOHMANN (l. c.) et de SCHILLER (Die plankton. Veget. des Adriat. Meeres. — A: Die Coccolithophoriden-Veget., etc. Arch. f. Protistenk., 1925, t. 51, p. 50. — Über Fortpflanzung der Coccolithophoraceen. Arch. f. Protistenk., 1925, t. 53, p. 326) des Chrysomonadines marines, les Coccolithophoracées, dont la structure cellulaire et la nature des enveloppes présentent une similitude parfaite avec celles que nous venons d'observer chez *Hymenomonas*.

Les Coccolithophoracées forment un groupe d'apparence très homogène; elles sont presque exclusivement pélagiques; les *Hymenomonas* (*H. roseola*, *H. coccolithophora*), et d'autres¹⁾, par contre, se rencontrent dans l'eau douce ou saumâtre.

Pour montrer la similitude parfaite entre la structure des *Hymenomonas* et celle des Coccolithophoracées, nous avons reproduit, ici même, plusieurs figures du travail de LOHMANN. Ces dernières (figg. 13, 14) montrent la cuticule cellulaire *m*, la couche (parfois épaisse) de gelée *s*, et les coccolithes *co*, de forme et de dimension extraordinairement variées chez les différentes espèces décrites (cf. fig. 16 du texte).

En présence d'une structure identique de la cellule et des enveloppes chez *Hymenomonas* et chez les Coccolithophoracées, nous devons considérer *Hymenomonas* comme une Coccolithophoracée caractéristique.

¹⁾ Depuis la parution de mon travail sur *Hymenomonas*, CHODAT et ROSILLO ont également décrit une Coccolithophoracée d'eau douce, *Pontosphaera stagnicola* (C.-R. des séances de la Soc. de Phys. et d'Hist. Nat. Genève; vol. 42; No. 1; 1925; p. 51).

D'autres caractères — secondaires ceux-ci — sont communs aux *Hymenomonas* et aux organismes de LOHMANN, p. ex. la résistance et l'élasticité extraordinaires des enveloppes cellulaires, le processus de la division, la constitution de chaînes de deux cellules, après la division, l'haptotaxisme par les fouets qui forment une boucle, à la façon des *Chlamydomonas* (fig. 12 b du texte), etc.

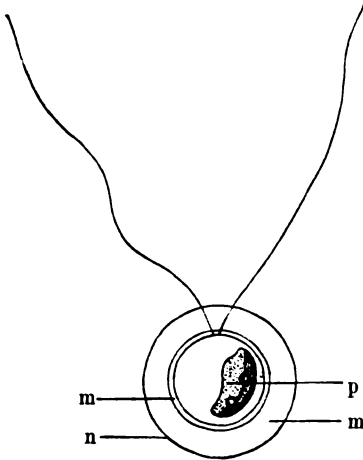


Fig. 13.

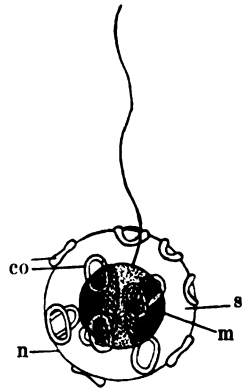


Fig. 14.

Fig. 13—14. *Coccolithophoracées* (d'après LOHMANN).

Fig. 13. *Syracosphaera mediterranea* LOHM., après dissolution des coccolithes par un acide.

Fig. 14. *Pontosphaera huxleyi* LOHM.: m, membrane propre de la cellule; s, couche de gelée; n, cuticule de l'enveloppe de gelée; co, coccolithes; p, plastide.

23. *Hymenomonas coccolithophora* (MASS. et CONR.).

CONRAD: Contrib. à l'Etude des Flagell., III: La Morphol. et la Nat. des enveloppes chez *Hymen. roseola* Sr. et *H. coccolithophora* MASS. et CONR., etc. Ann. Biol. lac., t. VII, 1914—1915, pp. 156—164; fig. 3 b.

PASCHEE: Rapport sur le travail précédent. Arch. f. Protistenk., 1918, t. 38, Heft 2, p. 274.

MASSART a découvert, en 1901 (?), dans le Fossé à *Ruppia*, des quantités extraordinaires d'un *Hymenomonas* nouveau. Une douzaine d'années plus tard, j'ai retrouvé cette espèce dans l'un des étangs de Rouge - Cloître (Auderghem près Bruxelles) et en ai donné une description rapide dans les Ann. Biol. lac. (l. c.). Chaque goutte d'une pêche faite dernièrement par M. J. LEDRUT, étudiant, dans une panne aux environs de Nieupoort (D?) en contenait plusieurs spécimens. Je suis à même de fournir aujourd'hui une description plus complète (fig. 15 du texte).

Hymenomonas coccolithophora se distingue immédiatement d'*H. roseola* par sa forme parfaitement sphérique (ne présentant jamais d'échancrure apicale), l'épaisseur considérable de son enveloppe de gelée et la forme de ses coccolithes.

Ceux-ci, au lieu d'être circulaires, sont tous allongés, à bords parallèles et recouvrent, en une disposition très serrée, toute la périphérie du corps. Ces discolithes sont imperforés, amincis au milieu et épaissis sur leur bord. Ils donnent un aspect gris noirâtre à la cellule et rendent celle-ci peu transparente. Elle ne s'étudie bien qu'après l'action des acides chromoacétique ou acétique dilués, qui dissolvent immédiatement les discolithes. Ceux-ci offrent une taille très constante.

Deux larges chromatophores latéraux. Pas de stigma. Leucosine et huile.

Natation très lente mais fébrile. Haptotaxisme prononcé. Reproduction non observée.

Diamètre: 18—27 μ .

Hymenomonas coccolithophora se rencontre, répétons-le, dans l'eau douce et dans l'eau saumâtre (Fossé aux *Ruppia*, 1901[?] et 1926).

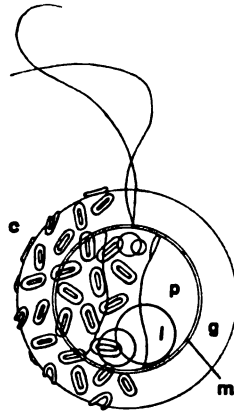


Fig. 15.

Hymenomonas coccolithophora.

Les discolithes n'ont été représentés que dans l'une des moitiés de la cellule; c) discolithes; p) plastides; l) leucosine; m) membrane propre de la cellule; g) couche de gelée sur laquelle sont appliqués les discolithes.

(schématisé.)

24. *Coccolithophora subsalsa* n. gen., n. spec.

(Planche 8, figg. 45, 46.)

Cette Coccolithophoracée était représentée par deux spécimens vivants dans une pêche effectuée en 1913, dans l'Yser, à Nieuport.

L'organisme est elliptique, largement arrondi aux deux extrémités et recouvert de coccolithes juxtaposés, rapprochés ou se touchant par leurs bords. Ils manquent au pôle apical, ce qui y crée une zone nue par où s'échappent les fouets.

Les particules calcaires sont des discolithes, c. à d. des coccolithes discoïdes imperforés, à bord renflé, à centre aminci (cf. fig. 16 a du texte). Au milieu prend naissance une pointe longue et large, se renflant légèrement en massue près de son extrémité libre.

La longueur de cette pointe équivaut au grand diamètre du coccolithe. Celui-ci ressemble fort à une „punaise“ à dessin.

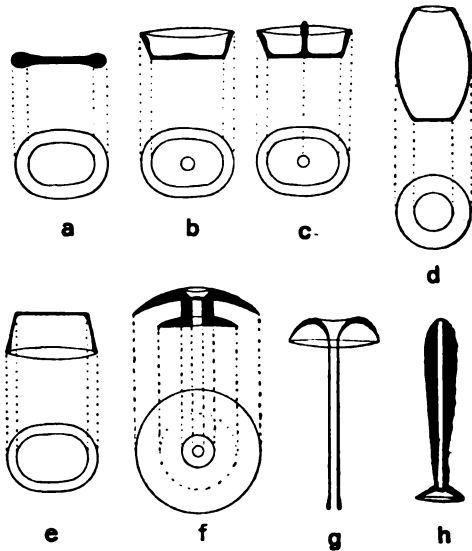


Fig. 16.

Coccolithes (en coupe et en projection).
Coccolithes imperforés: *a*, discolithe; *b*, lopadolithe (en écuelle); *c*, id., avec pointe centrale; *d*, en tonnelet; *e*, calyptrolithe (cupule renversée). — Coccolithes perforés: *f*, placolithe; *g*, *h*, rhabdolithes. (Combiné d'après LOHMANN.)

observés mesuraient respectivement $\frac{28}{20} \mu$ et $\frac{18}{14} \mu$ (avec la couche de gelée).

Les fouets ondulent avec lenteur. L'observation prolongée est impossible; l'organisme se fixe bientôt par ses deux fouets et meurt.

L'un des spécimens, entouré en partie seulement d'une couche de gelée en train de se désorganiser et de perdre ses discolithes, se présentait sous la forme d'un cyste sphérique, lisse, légèrement teinté de brun; il se prolonge en un col très court s'évasant brusquement et fortement en pavillon de trompette. La „bonde“ du cyste est obturée au moyen d'un bouchon conique.

C'est la première fois qu'on observe les cystes chez les Coccolithophoracées.

LOHMANN a élaboré, pour les Coccolithophoracées, un Système des plus artificiels, basé uniquement sur la conformation des cocco-

La cellule est subglobuleuse ou faiblement allongée, entourée d'une membrane propre très mince; le vert de méthyle acétique la met en évidence, après dissolution complète des coccolithes. Les enveloppes ont la structure caractéristique des Coccolithophoracées.

L'avant porte deux longs fouets égaux; ils atteignent environ deux fois la longueur de la cellule. Deux vacuoles pulsatiles apicales. Deux larges chromatophores en calottes latérales, jaune brun. A la base, une grosse masse de leucosine, nettement reconnaissable même à travers le revêtement grisâtre des discolithes.

Les deux spécimens

observés mesuraient respectivement $\frac{28}{20} \mu$ et $\frac{18}{14} \mu$ (avec la couche de gelée).

lithes et ne tenant aucun compte des caractères aussi importants que ceux fournis par les fouets. Ainsi il a établi des genres contenant des espèces à un seul fouet (*Syracosphaera pulchra*), d'autres espèces à deux fouets égaux (*S. mediterranea*), d'autres enfin possédant un ou bien deux fouets (*S. dentata*).

Les Coccolithophoracées ont été étudiées tout récemment, de main de maître, par J. SCHILLER (1925, 1926; l. c.). Il est parvenu à faire des cultures et à assister ainsi aux diverses phases du cycle évolutif.

Grâce à lui, nous savons actuellement que ces Chrysomonadines peuvent se présenter sous deux aspects différents. Certaines sont toujours dépourvues de fouets (*Rhabdosphaera*, *Discosphaera*, *Chorosphaera*) et constituent le type protococcoïde (l. c., p. 337). Les autres sont flagellées et offrent alors toujours deux fouets égaux. (Ces fouets se perdent facilement, ce qui a induit en erreur LOHMANN.)

Nous savons actuellement aussi, grâce encore à SCHILLER (1926, l. c.), que la reproduction peut se faire de trois manières:

- 1° *Formation de deux zoospores identiques.* Elles sont mises en liberté et la thèque se détruit (SCHILLER, l. c., figg. 1, 2).
- 2° *Formation de deux zoospores inégales.* La plus grande reste dans la thèque maternelle, qu'elle finit par remplir. La plus petite s'échappe (son développement ultérieur n'a pas été observé) (SCHILLER, l. c., fig. 3).
- 3° *Formation de 16 zoospores (gamètes).* Par analogie avec ce qu'il a observé chez *Dinobryon sertularia*, SCHILLER suppose que les zoospores, nées par divisions répétées de la cellule-mère, pourraient bien constituer des isogamètes. Mais il n'a pas assisté à la conjugaison (l. c., figg. 4, 5).

Les Coccolithophoracées, d'après SCHILLER, seraient les seules Chrysomonadines dans le cycle évolutif desquelles ne s'intercale pas de cyste. Cette hypothèse doit, à présent, être considérée comme inexacte, du moins pour notre *Coccochrysis*.

25. *Syracosphaera pulchra* LOHM.

Die Coccolithophoridae. Arch. f. Protistenk., t. 1, 1902, p. 134; pl. IV, figg. 33, 36, 37.

J. SCHILLER: Die plankt. Vegetat. des Adr. Meeres. — A: Die Coccolithoph. Veget. etc. Arch. f. Protistenk., t. 51, 1925, p. 50.

—: Über Fortpflanz., geißellose Gatt. u. die Nomenkl. der Coccolith., etc. Arch. f. Protistenk., t. 53, 1926, p. 326; fig. 2.

Cette Coccolithophoracée a été trouvée, il y a quelques années, par MASSART, dans une pêche faite dans le Canal de Plasschendaale. Nous ne l'avons jamais rencontrée.

D'après SCHILLER (1926, l. c., pp. 330 et 334) il y aurait formation de deux zoospores égales ou de 16 gamètes.

26. *Synura uella* EHRBG.

Infus., p. 60, pl. XIII, fig. 9.

STEIN: Organismus, III, 1; pl. XIII, figg. 24–28; pl. XIV, figg. 1–7.

KLEBS: Zeitschr. f. wiss. Zool., LV, p. 418, pl. XVIII, fig. 8 a, b.

SCHERFFEL: Ber. d. d. Bot. Ges., 1904, p. 483.

LEMMERMANN: Kryptogamenflora, p. 442; figg. 25, 26, p. 424.

PASCHER: Hirschberger Großteich, p. 43; pl. II, figg. 24–29.

—: Über Rhizopoden- u. Flagellatenstadien bei Flagellaten, etc.

Arch. f. Protistenk., 1912, t. XXV, fasc. 2, pp. 153–200; pl. 9.

—: Süßwasserflora, p. 50; figg. 7–8 a, c, d.

CONRAD: Contrib. à l'Etude des Chrysom. ¹⁾ Bull. Ac. Roy. Belg.; Cl. des Sc.; pp. 167–180. — Rec. Inst. Bot. Léo Errera, 1921, t. X.

Synura uella EHRBG. est une des Chrysomonadines les plus jolies et les plus communes. Le filet à plancton en ramène souvent et il n'est pas rare de la rencontrer en si grande quantité dans les fossés, les abreuvoirs et les mares que l'eau en est colorée en brun foncé; nous l'avons même rencontré, mais rarement, dans l'eau saumâtre des stations 7 et 9 (D_0 resp. 1003 et 1009).

Description de la cellule. — La cellule est ovoïde ou pyriforme. L'extrémité antérieure est largement arrondie, tandis que la postérieure s'atténue ou s'étire en une „queue“ plus ou moins développée (fig. 17 a). Notre figure 17 b représente des cellules d'une forme que les naturalistes semblent n'avoir pas encore observée: elles sont régulièrement elliptiques (et non en forme d'œuf) et très allongées.

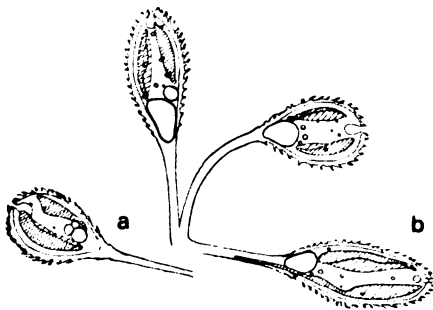


Fig. 17. *Synura uella* Ehr.

a, cellule de forme typique; b, cellule particulièrement allongée.

Le corps atteint une longueur de 20 à 40 μ et une largeur de 8 à 18 μ .

Il présente deux grandes plastides pariétales, en forme de calottes ou de verres de montre. Elles sont nettes. Leur couleur varie du jaune verdâtre pâle au jaune d'or et au brun foncé. Cette

¹⁾ Nous reproduisons ici, en partie, ce travail, après l'avoir complété et mis au point. Nous avons voulu faire une étude synthétique de nos connaissances actuelles sur *Synura*.

variabilité dans la nuance semble caractéristique des Chrysomonadines. Elle a déjà été signalée chez plusieurs formes, notamment chez *Chromulina*, *Chrysococcus*, *Mallomonas* et surtout chez *Dinobryon*. Dans les eaux riches en substances organiques, les plastides sont franchement verdâtres. Il en est de même chez les *Synura* que nous avons recoltés dans le Fossé à *Zannichellia* (station 7; $d_0 = 1003$).

A la partie antérieure de la cellule (le plus souvent largement arrondie), s'insèrent deux fouets égaux et assez robustes qui mesurent une à deux fois la longueur de l'individu. Ils se voient nettement sur le matériel vivant; ils battent avec lenteur.

Les fouets de *Synura* ont fait l'objet d'un travail de JOHN. BOYE PETERSEN (Om *Synura uvella* og nogle andre Chrysomonadiner [Vidensk. Medd. fra Dansk naturhist. Foren, t. 69; pp. 345—357; pl. V]).

Je transcris une partie du Résumé français joint à la note. „Les fouets de *Synura* apparaissent, dans les préparations à mordantage (méthode LOEFFLER modifiée par A. FISCHER) comme étant de deux sortes bien distinctes. L'un est en forme de fil; l'autre, en forme de plume: il montre deux séries opposées de petits cils secondaires (l. c., pl. V, figg. 4—6).

„Le fouet cylindrique possède une espèce de manche constitué par la partie basilaire épaissie assez longue et qui s'amincit assez brusquement en un long filament. Le fouet penné offre, par contre, partout une égale épaisseur“.

Les données de PETERSEN sont fort intéressantes. Elles montrent — même si l'on suppose que l'action des réactifs préconisés, par leur brutalité, modifient plus ou moins profondément la structure réelle des fouets — que *Synura* possède deux fouets différenciés tant au point de vue morphologique, qu'au point de vue fonctionnel. Il est réellement possible que l'un soit penné, l'autre filiforme. Par contre, à moins d'infirmier les dires de PETERSEN, il est certain que les deux fouets ont une structure différente, puisque un même réactif — quelle qu'en soit sa valeur absolue — les fait apparaître très dissemblables. D'ailleurs toute l'étude détaillée des fouets est à peine ébauchée. L'observation aux rayons U. V. et à l'ultramicroscope jettera peut-être quelque lumière sur cette question, de même que l'étude des coupes pratiquées sur du matériel convenablement enrobé (celà exige, évidemment, un matériel fort abondant). Quoi qu'il en soit, je ne possède aucun renseignement personnel concernant les fouets de *Synura*.

Un autre caractère morphologique distingue les deux fouets de

ce Flagellate, si j'en juge d'après la figure 4 de PETERSEN. Le fouet filamenteux est plus court que le fouet penné; le premier est au second dans le rapport 37:47 ou environ 3:4. Cela me paraît étrange. Il est vrai que SCHERFFEL (l. c.) a signalé un „*Mallomonas*“ à deux fouets inégaux, qui, comme PASCHER l'a déjà soupçonné (Hirschberg, p. 45) pourrait bien n'être qu'un *Synura* vivant isolé. Mais ni PASCHER (l. c.) ni moi-même, n'avons jamais observé de différence de longueur entre les deux flagels.

PETERSEN a bien voulu me traduire un passage (p. 351) de son travail. „Les deux fouets, y est-il dit, ont à peu près la même longueur, mais le fouet penné est apparemment un peu plus long.“ L'auteur ajoute à ce sujet dans sa lettre: „Je n'ai vu probablement que la partie épaissie du fouet filiforme.“

La question, on le voit, est à réétudier.

Une troisième différence entre les deux fouets est d'ordre fonctionnel. Leurs mouvements, leurs rôles, ne sont pas semblables. „Dans une colonie vivante, les cils pennés s'étendent dans la direction radiaire, tandis que les autres oscillent par la tangente ou bien vers l'intérieur de la colonie. Le mouvement du fouet penné a pour effet de tirer la cellule dans la direction où il s'est étendu; le fouet filamenteux, de son côté, tend à exercer une pression sur son point d'insertion“ (l. c. p. 356; pl. V, fig. 7).

Cette différenciation physiologique me paraît probable, étant donnée la différenciation morphologique. Chez son „*Mallomonas*“, SCHERFFEL (l. c.) a également insisté sur le fait que l'un des fouets bat beaucoup plus lentement que l'autre.

A la base de la cellule se trouvent 2 ou 3 vacuoles pulsatiles contigues, dont le fonctionnement est difficile à observer. Sont-elles réunies, comme chez *Mallomonas*, en un véritable système pulsatile? C'est probable, mais ce système est des plus simples; il n'existe pas de vacuole collectrice. A l'avant du corps s'observe parfois une vacuole supplémentaire.

La cellule n'offre jamais de vrai stigma. Par contre, à l'avant du corps, se remarquent souvent des grains rouges en nombre extrêmement variable. Tantôt on en compte deux ou trois, tantôt une douzaine. (AWERINZEW a même créé une var. *punctata* pour des *Synura* portant un petit nombre de ces corpuscules; MASSART, *in manuscr.*, a créé une var. *coeca* [nom. nud.], pour des formes dépourvues de ces grains rouges.)

Ceux-ci — différents auteurs les ont considérés comme des

stigmas — ne se réunissent jamais en un tout d'aspect homogène; ils ne sont jamais supportés par une trame protoplasmique différenciée. Je pense, avec PASCHER et d'autres naturalistes, qu'on ne peut pas les considérer comme des taches oculaires ou comme en faisant partie.

Ces grains rouges présentent les réactions suivantes. Ils se colorent en bleu vert foncé par I et Fe^2Cl^6 ; ils se dissolvent facilement dans C^6H^6 , CHCl^3 , S^2C , mais difficilement dans C^2H^6 -O- C^2H^6 et dans l'éther de pétrole. Enfin H^2SO^4 conc. les colore en bleu profond. Il s'agit donc là d'une carotine semblable ou analogue à l'hématochrome d'*Haematococcus*, d'*Euglena sanguinea*, etc.

Parfois nous avons rencontré quelques gouttelettes très réfringentes éparpillées dans le protoplasme. Elles sont formées d'huile, car les vapeurs de OsO^4 les colorent en noirâtre et le Soudan III en rouge brillant.

L'arrière du corps offre un ou plusieurs globules volumineux de leucosine. Ils peuvent remplir tout le fond de la cellule. Ils se présentent sous l'aspect d'une masse très réfringente, à reflet bleuâtre et gras. Leur nature, hélas, demeure toujours inconnue; extrêmement fugace, la leucosine disparaît après la mort de l'organisme et ne résiste à aucun réactif.

Le noyau est central. Il est sphérique et mesure 2 à 3 μ de diamètre. La structure intime est peu connue. PETERSEN a obtenu de belles préparations par l'hématoxyline ferrique de HEIDENHAIN, après fixation par le FLEMMING. „Au centre de la cellule se distingue un noyau clair et transparent (l. c., pp. 356—357; pl. V, figg. 8, 9) renfermant un gros corpuscule fortement coloré (nucléole?). La membrane nucléaire est peu distincte. A l'extrémité supérieure de la cellule on aperçoit une fibrille, filet protoplasmique de couleur sombre, qui s'étend dans le cytoplasme granuleux, vers le noyau, sans toutefois que j'aie pu constater s'il se relie à ce dernier. Les fouets se fixent à l'autre bout de la fibrille. Ce filet protoplasmique est probablement un rhizoplaste.“

Pendant la plus grande partie de leur existence, les cellules de *Synura* sont incluses dans une loge étroitement appliquée sur le protoplasme. La cellule épouse la forme de cette thèque. Elle s'atténue plus ou moins brusquement en un prolongement hyalin, une sorte de „queue“, et l'ensemble est alors pyriforme. Souvent aussi (CONRAD, l. c.), la loge s'atténue graduellement en un pédon-

cule qui peut être très développé, et il en résulte une sorte de massue à manche très allongé (fig. 17 du texte).

La nature de cette enveloppe si caractéristique des *Synura* est incomplètement connue.

Ici elle est très mince, là elle s'épaissit notablement et se colore en brunâtre, comme les thèques de *Chrysococcus*, par accumulation d'oxyde de fer.

L'enveloppe des *Synura* se colore en brunâtre par l'iode ioduré aqueux. Mais l'iode sulfurique, le chlorure de zinc iodé, l'acide phosphorique iodé ne produisent pas la réaction de la cellulose. Par contre, le bleu de naphtylène (R, crist.), le rouge de ruthénium, le rouge de magdala ont fourni les réactions des matières pectiques de MANGIN. Ces données ont été confirmées par PETERSEN.

La safranine et le violet de gentiane, si précieux dans l'étude des gelées ou des membranes gélifiables (voir plus loin), donnent de belles préparations.

En tous les cas, la membrane de *Synura* est plus ou moins imprégnée de silice, qui résiste à la calcination (lettre de PETERSEN et observation personnelle).

En employant la méthode de LOEFFLER-FISCHER, PETERSEN (l. c. p. 356) a pu démontrer que la coque se compose de petites écailles disposées en spirales comme celles d'une pomme de sapin. Cette structure permet à la membrane de changer de forme (pl. V, fig. 3). LEMMERMANN (Forschungsber. Plön, Teil 7, 1899, p. 110), avait déjà décrit une structure analogue chez son *S. Klebsiana*.

La loge est rarement lisse. Généralement elle est rehaussée d'ornements variés représentés le plus souvent par des aiguillons dirigés vers l'avant.

Chez *S. reticulata* LEMM. et sa variété *minor* CHODAT, ces soies sont très courtes et ressemblent plutôt à des mamelons plus ou moins pointus reliés entre eux par de fines côtes.

S. verrucosa PASCHER (= *S. reticulata* LEMM., var. *verrucosa* PASCHER, *olim*), offre une enveloppe nue ou bien ornée de mamelons réunis par des côtes très nettes.

PLAYFAIR (Freshwater Algae of the Lismore District, etc. [Proceed. of the Linn. Soc. of new South Wales, 1915, vol. XL, part 2]) a décrit (p. 314; pl. XLV, fig. 3) une *Synura granulosa* à coque granuleuse, sans soies; elle semble ne pas offrir de réseau réunissant ces granulations.

Nous sommes convaincu qu'il ne s'agit pas là d'espèces distinctes, car ces ornements sont soumis, de l'aveu même des auteurs, à d'importantes fluctuations. Dans une même pêche, nous avons rencontré tous les stades de transition entre les loges nues (*S. verrucosa*), les loges à mamelons réunis par des côtes difficiles à distinguer (*S. reticulata*), celles à mamelons réunis par des côtes nettes (*S. verrucosa*) et celles, enfin, avec des soies caractéristiques qui, elles aussi, étaient tantôt très peu, tantôt très fort développées — comme le dit PASCHER (11, p. 51), la forme générale de ces trois espèces est identique, sauf, et il insiste sur ce point, que *S. reticulata* (découvert une seule fois en Suède et retrouvé par nous en abondance, dans la mare à *Ceratium*, à Hoboken), a toujours des cellules plus elliptiques — AWERINZEW¹⁾ (p. 7, fig. 1) a observé à sec des *Synura wella* typiques: il y a découvert la même mosaïque que dans *S. reticulata* et *verrucosa*; les soies naissent au point de contact des facettes. Nous décrirons plus loin des formes identiques, ainsi que d'autres, non encore signalées ailleurs, qui, par leurs soies, sont des *S. wella* typiques; l'étude attentive et poursuivie de la structure cellulaire nous dévoilera un jour s'il s'agit là réellement de plusieurs espèces distinctes. Entretemps nous sommes convaincu qu'une seule forme, *S. wella* EHRBG., a été observée, mais qu'elle est fort sujette à varier au point de vue du contour général et, surtout, des enveloppes.

PETERSEN prétend (l. c., p. 356; pl. V, fig. 3) que les piquants, dont la coque paraît hérissée, ne sont en réalité que les pointes libres des écailles. Ce fait devient très difficile à admettre chez *S. Adamsii*, qui n'a que quelques piquants à l'avant du corps, et chez *S. granulosa*, qui n'en possède point du tout.

Division de la cellule. — La division chez les Chrysomonadines semble être toujours longitudinale. Jusqu'à présent elle a été observée chez une vingtaine d'espèces que nous avons énumérées ailleurs (Arch. f. Protistenk., t. XXXIV, 1914).

Nous avons rencontré beaucoup de cellules qui, en coupe transversale, offraient l'aspect d'une ellipse, d'un biscuit, même d'une haltère, ce qui pose comme certaine la division longitudinale (fig. 18b); d'autant plus que dans des cas très isolés, l'action des colorants nous a fait découvrir des cellules portant deux noyaux situés l'un à côté de l'autre.

¹⁾ Beitr. z. Kenntn. der Protoz. II. — Arch. f. Protistenk., t. XXV, Heft 1, 1912, pp. 1—8.

Mais nous n'avons aucune indication sur la part prise à la division par les chromatophores, les fouets, les vacuoles, la loge extérieure.

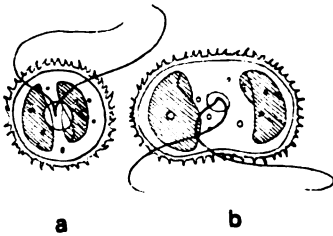


Fig. 18. *Synura uvella*, vu par le pôle flagellé; a, Cellule normale; b, Cellule en division.

Tout ce que nous savons, c'est que la division est longitudinale et que l'une des cellules-filles ne quitte pas nécessairement la loge maternelle à l'état de zoospore nue. Chez *Synura*, les cellules-filles, chacune entourée de sa loge, restent réunies par leur pédoncule, ce qui donne lieu à la constitution de colonies.

La Colonie. — La division cellulaire est donc le point de départ

d'une colonie dont la forme, loin d'être aussi immuable que tous les auteurs l'ont admis jusqu'à présent, peut présenter des aspects assez différents résultant du manque absolu de rapports intimes, morphologiques ou physiologiques, entre les constituants.

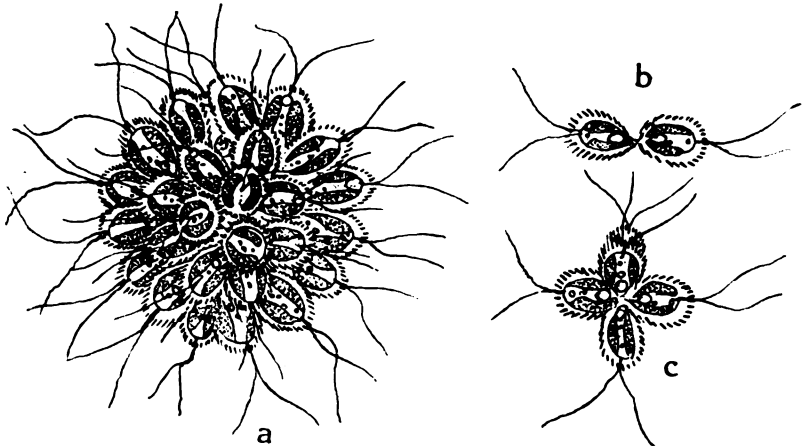


Fig. 19. *Synura uvella* EHR. a, colonie sphérique; b, colonie à deux individus; c, colonie à quatre individus.

Nous avons observé, à plusieurs reprises, des colonies réduites à leur plus simple expression, c'est à dire formées de deux cellules seulement, donc la partie basale se touchait par l'intermédiaire d'un pédoncule plus ou moins développé (fig. 19 b). Ces très jeunes colonies se meuvent d'une façon caractéristique qui est probablement en rapport avec la différenciation physiologique de leurs fouets, trouvée

par PETERSEN: l'axe longitudinal unique, commun aux deux individus, est toujours à peu près perpendiculaire à la direction suivie et décrit un cône de révolution de part et d'autre de l'axe de direction.

Le nombre des constituants d'une colonie dépend principalement de son âge. On rencontre des associations formées d'un petit nombre de cellules, d'autres, qui en comportent une vingtaine. Des divisions répétées amènent la constitution de colonies sphériques (fig. 19 a), comptant souvent beaucoup plus de 50 individus; ces colonies seules ont été décrites et figurées jusqu'ici. On y voit des cellules ovoïdes insérées autour d'un point central par l'intermédiaire de leur pédoncule; la partie apicale, les fouets, les soies sont tournés vers le dehors. C'est sous cette forme classique que *Synura* se rencontre le plus souvent dans les pêches; elle est parfois tellement abondante que l'eau en est colorée en brun foncé. Les colonies roulent dans le liquide d'un mouvement plus ou moins désordonné; jamais la rotation ne se fait autour d'un axe déterminé, comme cela a lieu chez les colonies sphériques des Volvocacées supérieures (CONRAD, Rec. Inst. Bot. Léo Errera, t. IX, 1913, p. 321).

La colonie sphérique subit fréquemment la division. On la voit s'allonger et les cellules constituantes se grouper autour de deux centres distincts (fig. 20). Pendant un temps, les deux colonies filles adhèrent encore l'une à l'autre et se déplacent côte à côte; bientôt la séparation se fait et les deux masses sphériques poursuivent chacune leur chemin.

Ce n'est pourtant pas toujours sous la forme sphérique que se présentent les colonies.

Nous avons décrit (Bull. Soc. Roy. de Botan. de Belg., t. 49) des colonies filamenteuses du même Flagellate, colonies qui font songer au bizarre *Chlorodesmus* de PHILIPPS.

Tous les individus (l. c., p. 127, fig. 1) sont fixés, en disposition très serrée, non autour d'un point central, mais autour d'un filament gélatineux, sur toute son étendue, et constituent un ensemble pouvant atteindre 300 μ de longueur. Le nombre des cellules, dans ce cordon, est considérable: il dépasse généralement la centaine. Cette

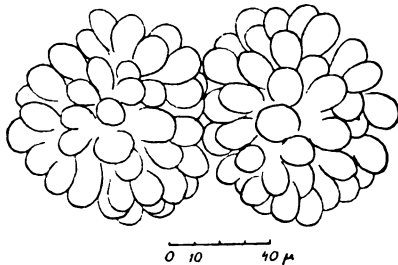


Fig. 20. *Synura uvella* EHR.
Colonie sphérique en division.

forme nouvelle n'est pas à confondre avec l'amas plus ou moins allongé que représente, à certains moments, la colonie ronde en division. Ici les cellules sont insérées autour de deux centres distincts appartenant aux deux nouvelles colonies; dans la forme filamenteuse, par contre, elles sont disposées perpendiculairement à toute la longueur du fil de gelée ¹⁾.

Le filament de gelée qui réunit les divers individus se distingue nettement, d'autant plus qu'il offre parfois la même teinte brunâtre que l'enveloppe de la cellule. Il se colore bien par le rouge congo et la vésuvine. Comme nous le disions dans le travail précipité (l. c., p. 4), ce filament n'est pas une matière gélatineuse étrangère aux *Synura*. Il offre la même transparence granuleuse, la même réfringence, la même électivité pour certains réactifs que le pédoncule de l'enveloppe. L'extrémité de celui-ci se gélifie facilement dans l'eau, ce qui maintient réunies les cellules-filles. Cette gélification peut être si forte — le tiraillement dû aux mouvements non coordonnés des individus aidant — que la gelée s'étire en un véritable fil. Ainsi s'explique l'origine de ces bizarres colonies boudinées. Elles ont été retrouvées depuis lors par PASCHER, et plusieurs fois par moi-même, en différents endroits de la Belgique.

Il faut généralement exercer une pression assez forte sur la lamelle pour dissocier la colonie.

Alors que les colonies sphériques n'offrent aucune polarité, nous avons pu remarquer que les filamenteuses se déplacent en tournant autour de leur axe longitudinal.

Nous avons décrit ailleurs (Contributions, l. c., p. 176) des colonies gélatineuses de *Synura uvella*.

Ces associations sont arrondies et entourées d'une couche de gelée périphérique épaisse de 5 à 10 μ , dans laquelle les cellules, associées comme dans les colonies sphériques typiques, mais moins régulièrement, sont complètement noyées (fig. 22 du texte). Chaque cellule garde sa coque individuelle et ses fouets.

Le bleu de méthylène, en solution aqueuse faible, donne de très belles préparations: les loges individuelles se colorent en un beau

¹⁾ Dans les pêches faites à Vieux-Dieu, du 10 février au 28 mars 1912, nous en avons remarqué la présence d'une façon constante, à côté des colonies typiques. Une pêche (5 mars) contenait 42 colonies filamenteuses sur 156 colonies sphériques, soit environ 27%; une autre (9 mars) comptait 39 colonies filamenteuses sur 162 sphériques, soit environ 24%.

bleu intense, alors que la gelée prend une teinte plus pâle, mais franchement violacée.

Ces colonies sphériques ont été rencontrées souvent; elles offrent une certaine résistance à l'écrasement et à la dissociation; elles doivent résulter, croyons-nous, de la gélification des loges et surtout de la partie basale de celles-ci. Elles ressemblent, à première vue, aux colonies sphériques de *Tessella* PLAYFAIR (Freshwater Algae, etc. — Proc. of the Linn. Soc. of New South Wales, 1915, vol. XL, part 2; p. 319, pl. XLV, figg. 6, 7), d'*Uroglenopsis* ou d'*Uroglena*. L'observa-

tion attentive les distingue pourtant sans difficulté. *Uroglena* et *Uroglenopsis* possèdent deux fouets très inégaux et sont dépourvus de loge. En outre les cellules sont irrégulièrement distribuées dans la gelée chez *Uroglenopsis*, et portées par des filaments gélatineux ramifiés dichotomiquement chez *Uroglena*, tous caractères qui manquent absolument à *Synura*. Par contre, la ressemblance avec *Syncrypta volvox* EHRBG. et *Tes-*



Fig. 21.

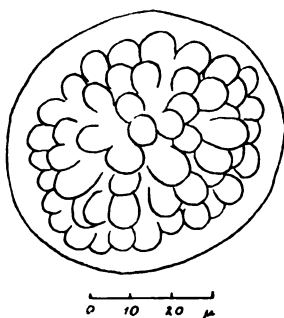


Fig. 22.

Fig. 21. *Synura uvella* EHRE.

Piste suivie par une colonie sphérique.

Fig. 22. *Synura uvella*.

Colonie sphérique gélatineuse.

sella est plus marquée: même couche périphérique de gelée, mais les cellules sont dépourvues de loge. En outre *Syncrypta* est construit sur le type *Pandorina* (les cellules sont centrales), tandis que *Tessella* rappelle *Eudorina* par la disposition périphérique des cellules.

Une des questions les plus intéressantes que se pose l'étude des organismes inférieurs, c'est l'origine et la constitution des colonies. Nous l'envisagerons plus loin, à propos du curieux *Chrysobotrys spondylomorum*. Bornons-nous, en ce moment, à déclarer que les colonies de *Synura* sont des associations bien peu évoluées. Plusieurs caractères le montrent, notamment le fait que les cellules de cette Chrysomonadines peuvent très bien vivre isolées.

Dans les récoltes faites à Hoboken, en janvier et février 1914, nous avons rencontré un grand nombre de cellules qui se distin-

guaient immédiatement, non seulement par leur forme très allongée et régulièrement ellipsoïde, mais encore et surtout par le développement excessif de leur pédoncule: il pouvait atteindre 30 à 40 μ , même 50 μ de longueur et mesurait 1 à 3 μ d'épaisseur (fig. 23, a, b du texte). Le chromatophore y pénétrait souvent. Il en résultait une sorte de massue très longuement emmanchée.

Ces *Synura* bizarres, que PASCHER a déjà entrevus (Arch. f. Protistenk., t. XXV, note p. 173; pl. 9, figg. 28—29), se rencontraient en abondance dans les récoltes précitées. Au lieu de se fixer

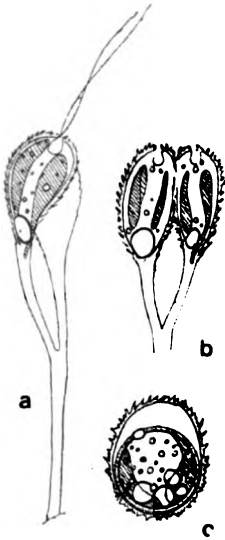


Fig. 23. *Synura uvella*.
 a, Deux cellules fixées au moyen d'un pédoncule fourchu et extrêmement allongé; b, Id., en division longitudinale; c, Un cyste.

les uns aux autres, ils adhéraient à un substrat quelconque (Algues et Rotifères). Nous avons même pu observer la division des individus à long pédoncule: il en résultait un arbuscule à deux branches égales, terminées chacune par une cellule-fille (fig. 23). L'ensemble ressemblait très fort aux *Uroglena* figurés par PASCHER (Hirschberger Großteich, pl. III, figg. 10 et 11), mais s'en distinguait, évidemment, non seulement par la présence d'une loge à aiguillons, mais encore par les deux fouets égaux.

Stades amiboïdes et palmellaires. — Grâce aux travaux de SCHERFFEL, LAUTERBORN et surtout PASCHER, nous savons actuellement que les Chrysomonadines peuvent toutes, en principe, devenir amiboïdes ou palmellaires et que chez les uns, c'est le stade amiboïde, chez les autres, l'état palmellaire qui caractérisent l'espèce. La question a été étudiée de main de maître par PASCHER, aux travaux de qui je me contente de renvoyer (Rhizopoden-u. Palmellastadien, etc. — Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten; Arch. f. Protistenk., XXXVI, 1915, pp. 81—136; pl. 7—9; etc.

J'ajouterai seulement que MASSART, avant PASCHER, a observé des stades amiboïdes ou palmellaires chez quelques Chrysomonadines; mais ses observations (je l'ai dit) n'ont jamais été publiées.

27. *Synura Adamsii* S. M. SMITH.

(Planche 8, figg. 47—49.)

Ecology of the Plankton Algae in the Palisades Interstate Park, etc. Roosevelt Wild Life Bullet., II, p. 136; pl. V, figg. 4, 5.

La colonie est globuleuse et constituée par une cinquantaine de cellules seulement, rayonnant lâchement autour d'un centre commun.

Les cellules sont coniques, en forme de coin, à extrémité apicale arrondie, 4 à 6 fois aussi longues que larges. Elles portent, uniquement à l'extrémité apicale, un petit nombre de courts piquants dirigés vers l'avant. Deux vacuoles apicales. Pas de stigma.

Deux chromatophores pariétaux, longs et étroits, pouvant occuper toute la longueur de la cellule. Les fouets sont égaux et ne dépassent jamais la demi-longueur de la cellule.

Longueur: 40—45 μ ; largeur: 6—10 μ .

L'organisme nage en roulant à travers le liquide d'un mouvement irrégulier. Il est fort aéro- et phototaxique.

Cette espèce n'avait jamais été observée en Europe. Nous avons pu étudier une dizaine de colonies provenant de la station 1 (1923). Nous n'avons observé ni la zoosporulation, ni la formation de stades amiboïdes ou palmellaires. Par contre, nous avons rencontré quelques individus isolés, fixés au bout d'un très long pédoncule. Celui-ci est parfois fourchu, comme chez *S. uvella*. Il s'agit là de zoospores qui, après s'être fixées, ont développé leur pédoncule d'une façon inusitée; plus tard, la cellule peut se diviser (longitudinalement), comme le montre notre figure 49.

La forme des cellules n'offre pas de variations. Tout au plus les colonies observées à Nieuport sont-elles plus serrées et le nombre des piquants un peu plus élevé que dans les formes décrites et figurées par SMITH. Nous sommes convaincu que *S. Adamsii* est une „bonne espèce“. Je ne la considère pas, comme le fait PASCHER (Neue oder wenig bekannte Protisten; Arch. f. Protistenk. t. LII, 1925, pp. 365—384) comme identique à *S. australiensis* PLAYFAIR (Freshwater-Algae of the Lismore district. Proceed. Linn. Soc. N.-S. Wales, t. XL, p. 315; pl. XLV, figg. 4, 5), qui est une espèce à part. Ici les cellules sont nettement fusiformes et présentent un apex brusquement tronqué; en outre, les vacuoles sont localisées vers le milieu du corps et la membrane est mince et dépourvue de mamelons et d'épines (longueur: 45 μ ; largeur: 3—8 μ).

3. *Ochromonadacées* PASCHER.28. *Ochromonas crenata* KLEBS.

(Planche 8, figg. 50—52.)

Zeitschr. f. wiss. Zool., t. LV, p. 411; pl. XVIII, fig. 4 a—c.

LEMMERMANN: Kryptogamenflora, p. 448.

PASCHER: Süßwasserflora, p. 14; fig. 83.

DOFLEIN: Unters. über Chrysom. III, etc. Arch. f. Protistenk., t. 46, Heft 3, 1923; pp. 267—327, pl. 15—21.

Les cellules sont globuleuses, nettement aplaties ou même échancrées à l'avant. Elles sont capables de se déformer assez considérablement et de devenir 2, même 3 fois plus longues que larges. L'ectoplasme offre une curieuse différenciation; il est spumeux et la cuticule, qui est très mince, est soulevé par des vacuoles arrondies, d'assez grandes dimensions; leur nombre est très variable. Ces boursofflures ne constituent point, comme on l'a souvent écrit, des granulations ou des mamelons de la membrane, mais bien des vacuoles qui peuvent disparaître et se reformer rapidement, comme PASCHER et DOFLEIN l'avaient déjà supposé. DOFLEIN croit qu'elles sont partiellement remplies de graisse: les réactions microchimiques que j'ai faites plaident contre cette hypothèse. (SCHERFFEL a décrit la même structure chez un *Chromulina* et a pu assister de près aux modifications offertes par ces vacuoles [Arch. f. Protistenk., t. XXII, p. 339].)

Un seul chromatophore rubané, recourbé ou replié sur lui-même. Stigma petit. Gros noyau central avec nucléole.

Le plus grand des deux fouets atteint deux fois la longueur de la cellule.

Alimentation vacuolaire très développée. Il est rare d'observer des *O. crenata* qui n'offrent pas de vacuoles bourrées de petites proies. KLEBS (l. c.) a assisté à la formation et au développement de ces poches alimentaires.

Diamètre: 12—20 μ .

DOFLEIN (l. c.) a étudié, avec une grande minutie, la formation et le développement des cystes, caractérisés par un pore très compliqué, une membrane épineuse et par une quantité de graisse telle qu'elle s'échappe au dehors. Les cystes sont entourés d'une couche de gelée (p. 292 et seq.) que le violet de gentiane met en évidence et dans laquelle le Giemsa révèle parfois des stries rayonnantes.

Ochromonas crenata n'avait pas encore été signalé dans l'eau saumâtre. Nous l'avons rencontré dans le fossé à *Zannichellia*.

Il nage paisiblement sans rotation et se fixe de temps en temps pour attrapper des proies.

Ochromonas crenata possède des trichocystes, ce qui est très rare chez les Chrysomonadines. DOFLEIN (l. c.) ne les a pas observés: je pense que, par l'absence de trichocystes et de stigma, et par sa taille plus petite, l'organisme étudié par lui n'est pas l'*O. crenata* de KLEBS. Celui-ci a assisté au bolisme des „Gallertfäden“ mais ne les a pas étudiés de près. Comme je ne disposais que d'un matériel très peu abondant, il ne m'a été possible que de faire deux ou trois observations. Les trichocystes se voient très difficilement, in vivo, sous la forme de bâtonnets réfringents périphériques. Les vapeurs d'OsO⁴ ne provoquent pas le bolisme. Par contre il se produit immédiatement par le bleu de méthylène dilué: on voit sortir, beaucoup plus lentement que chez *Reckertia* (Sur un Flagellé nouveau à trichocystes. Bull. Acad. Roy. Belg., Cl. Sc., 6 nov. 1920) des filaments cylindriques qui s'allongent, gonflent démesurément et se colorent immédiatement en un beau violet alors que la cellule se teint en bleu pur. Ils sont plus ou moins courbés, parfois même ramifiés; leur bord et leur extrémité sont plus fortement colorés, et tout me porte à croire qu'il s'agit de véritables tubes, souvent juxtaposés même, absolument identiques à ceux que SCHERFFEL a décrits chez son *Pleuromastix bacillifera* (l. c., p. 111) (qui est une Cryptomonadine et non une Chrysomonadine).

Quoi qu'il en soit, nos connaissances sur les trichocystes demeurent encore bien incomplètes. Chez *Ochromonas crenata*, ils représentent sûrement des „organes“ spéciaux, non des produits d'excrétion de vacuoles, comme c'est le cas chez notre *Reckertia* (l. c.). En outre, les trichocystes de cette Chrysomonadine sont certainement différents de ceux lancés par les Cryptomonadines: ces derniers s'absorbent point le bleu de méthylène.

29. *Ochromonas mutabilis* KLEBS.

(Planche 8, figg. 53—55.)

Zeitschr. f. wiss. Zool., p. 411; pl. XVIII, figg. 2, 3 a, b.

LEMMERMANN: Kryptogamenflora, p. 447; figg. 16—18, p. 444.

PASCHER: Süßwasserflora, p. 55, fig. 84.

Cellules elliptiques, ovoïdes, pyriformes, très métaboliques; l'arrière s'étire parfois en une queue plus ou moins allongée; l'avant est nettement tronqué et échancré.

Deux chromatophores latéraux, en calottes. Ils sont parfois

très pâles¹⁾. Stigma. Deux vacuoles apicales de dimensions différentes.

Fouet principal presque 2 fois aussi long que le corps. L'autre fouet ne dépasse pas la demi-longueur du corps.

Longueur: 16—27 μ ; largeur: 8—20 μ .

Division pendant le natation et à l'état de palmelles. Cystes inconnus.

L'organisme nage très lentement, en tournant régulièrement autour de son axe; il se fixe de temps à autre.

Rencontré plusieurs fois, mais en petit nombre, dans le trou 9 (1922).

30. *Ochromonas triangulata* WYSSOTZKI.

Arb. d. naturf. Ges. zu Kharkoff, t. XXI (1887), p. 2; pl. I, figg. 1—11.

LEMMERMANN: Kryptogamenflora, p. 448.

PASCHER: Süßwasserflora, p. 57.

Cet organisme n'avait été rencontré que dans les eaux salées, en Russie.

Il est renseigné dans le manuscrit de MASSART comme provenant du fossé à *Ruppia*.

31. *Chrysobotrys spondylomorum* n. gen., n. spec.

(Planche 9, figg. 56—60.)

Cette belle Chrysomonadine coloniale a été récoltée, en hiver 1913, dans l'eau fort saumâtre de la station 2. Elle a été retrouvée, mais en un très petit nombre d'exemplaires seulement, dans les stations 1 et 2, en 1922.

Elle constitue d'étranges colonies en grappe, formées par la réunion lâche d'une douzaine de cellules. L'ensemble fait songer immédiatement à une colonie de *Spondylomorum*, mais l'association — disons-le de suite — est infiniment moins parfaite.

La colonie adulte mesure 36 à 50 μ de long et 20 à 40 μ de large. Elle est constituée par un petit nombre de cellules qui varie entre 4 et 16.

Les cellules s'appuient les unes contre les autres, un peu obliquement, l'extrémité postérieure du corps étant dirigée en dehors. Les cellules n'offrent point une disposition aussi régulière, en étages,

¹⁾ Cette observation confirme l'hypothèse de la réduction des plastides, émise par PASCHER et DOFLEIN. Rappelons que ce dernier est parvenu à créer, en cultures, une race incolore d'*Ochromonas granularis*. (Arch. f. Protistenk., t. 46, 1923, p. 285.)

que *Spondylomorom* et *Chlamydotrys*: les cellules sont simplement contiguës et superposées, et toujours légèrement inclinées.

Elles sont plus ou moins asymétriques, elliptiques, ovoïdes ou pyriformes. L'extrémité antérieure est arrondie, un peu tronquée obliquement et légèrement échancrée. Elle porte deux fouets très inégaux, dont l'un atteint $1\frac{1}{2}$ fois la longueur du corps, l'autre ne dépassant pas la demi-longueur du corps. L'arrière est généralement atténué en un prolongement hyalin.

A l'avant du corps, on observe un stigma brillant ainsi que deux vacuoles pulsatiles. Deux larges chromatophores jaune brun, à bords plus ou moins découpés, tapissent l'intérieur de la membrane. A l'arrière, une volumineuse masse de leucosine. De nombreuses gouttelettes d'huile sont réparties dans le protoplasme.

Les cellules mesurent 18 à 25 μ de longueur et 9 à 13 μ de largeur.

La colonie nage avec rapidité en tremblotant et en tournant de temps à autre autour de son axe antéropostérieur, tantôt à droite, tantôt à gauche.

La relation entre les constituants du cénobe, répétons-le, est très peu intime. Il n'y a aucune trace de gelée entourant l'ensemble. Après quelque temps d'observation, probablement à cause du manque d'air dans la préparation ou des changements de température ou de concentration, on voit quelques cellules quitter l'association et s'en aller nager au loin, isolées et libres, avec un léger balancement à droite et à gauche.¹⁾ Bientôt l'organisme ralentit ses mouvements, replie le grand fouet et se fixe à l'aide de celui-ci, qui adhère fortement à la lamelle. Le protoplasme subit alors des modifications assez profondes, devient spumeux, comme gonflé d'alvéoles (fig. 58). Ces changements préudent-ils à la formation de stades palmellaires? Nous ne le croyons pas.

La division est longitudinale et semble débiter à l'avant du corps. Nous avons rencontré plusieurs cellules-filles non encore séparées à l'arrière, et disposées en V. Il est probable que les cellules, après une ou plusieurs divisions, restent juxtaposées ou superposées, ce qui donne lieu à ces étranges colonies en grappe.

L'origine et la constitution des colonies, chez les organismes inférieurs, est une question d'un intérêt supérieur.

¹⁾ Cette dissociation n'est pas due à la pression exercée par la lamelle; elle s'observe aussi lorsqu'on étudie les colonies en goutte suspendue.

Ce point est presque parfaitement connu pour les Volvocacées, grâce aux travaux de GOEBEL, PRINGSHEIM, HIERONYMUS et d'autres. Nous l'avons réétudié chez *Eudorina* (Rec. Inst. Bot., t. IX, p. 331), chez *Gonium*, *Pandorina*, *Eudorina* et *Volvox* (je ne cite que les principales Volvocacées indigènes); ces associations n'appartiennent plus au type primitif qui doit sûrement s'être rencontré un jour dans la nature, ou s'y rencontre encore: ce sont des colonies déjà hautement évoluées.

De ces cénobes vraiment primitifs, offerts par les Flagellates proprement dits, nous ne saurions absolument rien sans le travail (Über einige Fälle vorübergehender Koloniebildung bei Flagellaten. Ber. d. d. Bot. Ges., t. XXVIII, 1910, pp. 339—350) de PASCHER. Les Chrysomonadines témoignent une tendance très nette à la constitution de colonies; c'est à elles que se rapporte l'observation de colonies très primitives.

1° Chez *Chrysopsis fenestrata* (l. c., p. 1) et *Pyramidochrysis modesta* (l. c., pl. IX, figg. 1, 2), les cellules, après la division, restent incluses dans une gelée commune. Tous les fouets battent en harmonie, d'un mouvement synchrone. Ces réunions sont très fugaces et se dissocient bientôt.

Chez *Ochromonas sociata* et *Chromulina Hokeana*, il y a aussi constitution de colonies fugaces, formées par les cellules-filles résultant de deux, même de trois divisions successives. Ces réunions sont irrégulières ou rubanées.

Chez *Ochromonas botrys* (l. c., pl. IX, figg. 11, 12), les cellules sont réunies en grand nombre dans une gelée molle, non déliquescence, à l'intérieur de laquelle elles se meuvent encore librement les unes par rapport aux autres, et la dissociation peut ne pas s'effectuer. *Chromulina Pascheri* appartient à cette catégorie.

2° Dans un type beaucoup moins simple, les cellules sont rassemblées à la périphérie d'une gelée sphérique et consistante: c'est le cas chez *Uroglenopsis*. Ailleurs elles se touchent par leur base et rayonnent autour d'un centre commun: c'est ce qui se remarque chez les *Syncrypta* et les *Synura*.

Chez ces trois derniers genres de Chrysomonadines, nous observons donc des colonies relativement parfaites, dans lesquelles les individus constituants occupent une place plus ou moins déterminée qu'ils ne quittent guère. Il en résulte une association de forme caractéristique.

3° Ce fait s'accroît d'étrange façon chez les Volvocacées, notamment chez *Eudorina* et *Volvox*. Par deux cloisonnements en croix,

la cellule-mère se divise en quatre cellules subtriangulaires et celles-ci fonctionnent comme cellules initiales de quatre quadrants. Ainsi s'obtient, après d'autres divisions encore, une lame formée d'une seule assise de seize cellules. C'est à ce stade plakéa (JANET) que s'arrête la divisions chez *Gonium*. Chez *Eudorina*, la division continue et la colonie, d'abord tabulaire, se creuse bientôt en cupule: le contour extérieur de la plakéa se replie, se rétrécit, et l'ensemble constitue finalement une sphère creuse (phialéa, JANET) à une assise de cellules. De tout cela il ressort un fait important, c'est que, dès la première segmentation en croix de la cellule d'*Eudorina*, la place qu'occuperont les cinq anneaux de cellules qui naîtront est parfaitement et immuablement fixée. Le centre de figure de la colonie gonioïde devient le pôle antérieur dans le mouvement de rotation, tant chez *Pandorina* que chez *Eudorina*.

Rien d'aussi parfait chez les Chrysomonadines: nulle part on n'observe ce plan arrêté d'avance.

4° *Spondylomorom* forme des colonies d'un type spécial; elles ne sont ni gélatineuses, ni sphériques. Elles appartiennent au „type *Spondylomorom*“, à cellules peu nombreuses, allongées, juxtaposées et superposées, et dont l'ensemble forme une grappe.

Chrysobotrys représente une colonie assez évoluée parmi les Chrysomonadines. Elle n'est pas très persistante, mais les cellules y affectent une disposition telle, qu'il en résulte un ensemble de forme parfaitement donnée. Le cénobe est plus perfectionné encore au point de vue de la translation: il présente une véritable polarité — fait que nous observons pour la première fois chez les Chrysomonadines — car la rotation se fait autour d'un axe déterminé.

Il n'en reste pas moins vrai que le degré de perfectionnement est bien inférieur encore à celui de *Spondylomorom*.

4. Prynnesiacées CONRAD fam. nov.

32. *Prynnesium saltans* MASS.

(Fig. 24 du texte.)

MASSART, in manuscr. [nom. nud.]

—, Note sur la Motilité des Flagellates. Bull. Ac. Roy. Belg.; Cl. des Sc. (séance du 10. IV. 1920); p. 19, fig. 24.

Les cellules sont allongées, elliptiques, 2 à 3 fois plus longues que larges, très légèrement déformables à l'arrière. L'avant est très faiblement tronqué obliquement. Elles portent deux chromatophores

latéraux d'un beau jaune d'or. Les fouets sont au nombre de trois, le premier est extrêmement court et dirigé raide vers l'avant; les deux autres, égaux, ont une longueur équivalant à deux fois celle de la cellule; ils offrent une intéressante différenciation physiologique, que nous envisagerons plus loin.

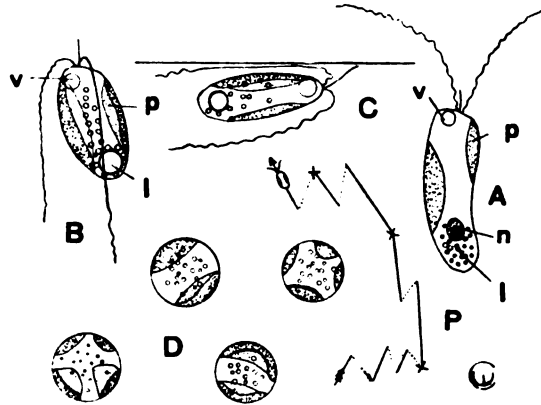


Fig. 24. *Prymnesium saltans* MASSART.

A, cellule nageant librement, avec les trois fouets dirigés en avant; B, cellule attachée à un corps solide, vue de face; C, id., vue de côté: le petit fouet fixe la cellule, l'un des deux fouets longs sert également à la fixation, par sa partie proximale, rectiligne; D, individus palmellaires arrêtés en vue de la division. — v, vacuole pulsatile; p, plastides; n, noyau; l, leucosine (d'après MASSART).

A l'avant, une ou deux vacuoles pulsatiles. Leucosine répandue sous la forme de petites masses arrondies, ou sous la forme d'une volumineuse masse basale. Pas de stigma. Le noyau est localisé dans la moitié postérieure.

Longueur: 19 à 35 μ ; largeur: 7—18 μ .

Prymnesium passe facilement à l'état de palmelles. Celles-ci sont parfaitement sphériques et incluses dans une gelée très liquide.

Ce curieux organisme a été découvert, dans le temps, par MASSART, dans le Fossé à *Ruppia*. Il y a été retrouvé, en 1906, par M^{me} SCHOUTEDEN-WÉRY (l. c., p. 160). Nous ne l'avons jamais vu.

La diagnose de *Prymnesium* n'a jamais été publiée jusqu'à ce jour, mais dans sa Note sur la Motilité, MASSART en a donné une figure et en a envisagé le bizarre mode de locomotion (pp. 19, 20):

„Parmi les Chrysomonadines, le genre *Prymnesium* mérite une mention toute spéciale: il possède un fouet uniquement dévolu à la fixation.

„Son allure est particulièrement sautillante: il se lance en avant de quelques longueurs en tournoyant, puis se rejette brusquement en arrière, pour nager ensuite de nouveau en avant; cette suite de gambades est interrompue de temps à autre par un arrêt plus ou moins long.

„La cellule possède deux longs fouets égaux et un fouet court, raide, qui n'intervient pas dans la natation et sert uniquement d'amarre. Quand la cellule s'arrête, elle s'attache en outre par l'un des fouets longs; celui-ci continue à battre à ses extrémités proximale et distale, tandis que la partie moyenne, fixée, reste raide et immobile.“

Par la possession de trois fouets et par leur différenciation poussée très loin, *Prymnesium* représente le type d'une famille nouvelle, les Prymnésiaces.

B. *Chrysocapsales*.

33. *Pascherella Yserensis* n. gen., n. spec.

(Planche 9, figg. 61—65.)

Colonies gélatineuses déliquescentes, irrégulièrement globuleuses ou allongées en saucisson, parfois un peu ramifiées, dont la longueur varie de 2 millimètres à 20 millimètres, trouvées fixées à la base de *Statice limonium* et de *Salicornia herbacea*. Nous en avons récolté un abondant matériel, dans la slikke de l'Yser, en 1920. Ces masses gélatineuses attirent l'attention par leur reflet mordoré.

Les colonies sont constituées de très nombreuses cellules sphériques, fort séparées les unes des autres et lâchement réunies dans une gelée commune. Les cellules ne mesurent que 13 à 25 μ de diamètre. Elles sont entourées d'une gelée disposée en couches concentriques; elle se liquéfie facilement et sa consistance diminue très vite du dedans au dehors. Le violet de gentiane, la thionine et le bleu de Nil nous ont donné de belles préparations.

Le chromatophore est du type chrysapsidacé. C'est un ruban assez étroit, offrant de larges mailles, à bord peu régulier, et disposé dans le plan équatorial. Il est d'un beau jaune d'or foncé. Stigma en forme de tache ou de virgule. Quelques gouttes d'huile. Leucosine basale, plus ou moins volumineuse.

La division est très active à l'état palmellaire. Dans un cristallin laissé au repos devant une fenêtre, nous avons vu se former,

du côté éclairé, un mince liseré doré, brillant, que le moindre mouvement imprimé au liquide fait disparaître. Il est constitué d'une quantité innombrable de zoospores, qu'on prélève facilement en appliquant une lamelle contre la surface du liquide.

Ces zoospores sont ovoïdes, à base largement arrondie et attirent l'attention par leur fouet extrêmement long. Il mesure 5 fois environ la longueur de la cellule. Les cellules flagellées nagent avec lenteur et se fixent très fréquemment par l'extrémité libre de leur fouet. Elles repassent rapidement au stade palmelle. Nous ne les avons jamais vu se diviser. Cystes inconnus.

Pascherella, que je dédie à mon ami A. PASCHER, est un Chryso-monadine très intéressante. C'est une Chrysoapsidacée qui a abandonné presque définitivement le stade flagellé pour le stade palmella gélatineux: celui-ci domine et caractérise l'espèce. C'est la première Chrysoapsalé à chromatophore très primitif, non homogène, mais constituant un simple réseau plastidien.

C. *Chrysophaerales*.

34. *Echinochrysis Chodati* n. gen., n. spec.

(Planche 9, figg. 66—69.)

Une pêche effectuée dans le trou No. 10, en août 1922, contenait quelques petits flocons brun pâle, de 1 à 2 mm, se dissociant facilement. Prélevés prudemment à l'aide d'une pipette pas trop fine et observés au microscope, ils se montrèrent constitués par un grand nombre de cellules sphériques, hérissées d'épines enchevêtrées les unes dans les autres, ce qui donnait naissance à ces associations floconneuses et lâches (adaptation au plancton?).

Les cellules mesurent 16 à 26 μ de diamètre. La membrane est rigide, indéformable, et peut atteindre 1 à 1,5 μ d'épaisseur. Elle est transparente, réfringente et porte 6 à 10 épines rayonnantes, brillantes, droites ou incurvées, se terminant en pointe ou, le plus souvent, fourchues à l'extrémité. Ces aiguilles qui hérissent la surface de la membrane se voient bien à sec, après évaporation du liquide contenant les *Echinochrysis*.

Particularité plus curieuse encore: toutes les cellules offrent un pore très net, arrondi, à bord légèrement renflé et de 2,5 à 5 μ de diamètre. Cet orifice est entouré d'une couronne d'aiguilles courtes, pointues, recourbées en dedans; il est, en outre, fermé par un bouchon brillant, ovoïde, s'enfonçant un peu dans la cellule.

Celle-ci offre deux grands chromatophores jaune brun, parfois teinté d'olivâtre, verdissant après la mort; ils sont en forme de verre de montre profond. On remarque encore plusieurs gouttelettes d'huile, noircissant par OsO_4 , et d'autres masses arrondies, plus volumineuses, qui disparaissent dans tous les réactifs et qui sont vraisemblablement de la leucosine.

Pas de stigma. Noyau central, bien mis en évidence par le bleu de méthylène. Il est relativement petit et montre un nucléole central.

La membrane avec ses aiguillons ne se colore pas par les réactifs habituels. Les acides sulfurique, chlorhydrique, nitrique n'ont aucune action sur elle, même à chaud. Il en est de même du mélange $\text{H}^2\text{SO}_4 + \text{K}^2\text{Cr}^2\text{O}_7$. Chauffée, elle se fragmente souvent sans se désorganiser; alors les aiguillons se brisent ou se détachent. Observée à sec dans une goutte de C^6H^6 , elle apparaît rougeâtre. Toutes ces réactions montrent que la membrane et les aiguillons sont de nature siliceuse; la couronne de crochets et le bouchon ont la même composition.

Echinochrysis est sûrement une Chrysomonadine. Mais c'est une Chrysomonadine très particulière, appartenant au groupe des Chryso-stomatacées établi par CHODAT (Bull. Soc. Bot. Genève, II^e série, vol. 13 (1921). — Ibid., vol. 17 (1925).

Cette famille, d'après CHODAT, est représentée par des Chrysomonadines qui, pendant la plus grande partie de leur existence, ne se rencontrent qu'à l'état de cystes. Ici, les cystes caractérisent l'espèce, et celle-ci est habituellement immobile et dépourvue de fouets.

Comme PASCHER l'a déjà fait ressortir (p. 546, Die braune Algenreihe der Chrysophyceen; Arch. f. Protistenk., t. LII, 1925), un fait analogue existe ailleurs, notamment chez les Péridiniens. Nous connaissons des *Cystodinium* qui se rencontrent aussi bien à l'état de cystes cornus qu'à l'état flagellé (*C. cornifax* KLEBS et *C. Steini* KLEBS); d'autres, chez lesquels l'état encysté prédomine nettement et dont le stade flagellé (peut-être inexistant?) n'a jamais été observé. Enfin, *Hypnodinium* KLEBS ne se rencontre qu'à l'état de cyste sphérique; les deux zoospores qui y prennent naissance ont la structure caractéristique des Péridiniens. Mais après leur libération, elles se retransforment immédiatement en cystes. Le stade flagellé a reculé devant le stade cyste.

Il en serait de même chez les Chryso-stomatacées. Malheureusement, si CHODAT décrit plusieurs formes, il n'a pu observé les zoo-

spores et c'est pourquoi, nous devons encore considérer les Chrysostomatacées comme un groupe assez problématique ou en tous cas, provisoire. Partout le cycle évolutif complet est inconnu. Comme CHODAT lui même l'avait prévu, le groupe commence déjà à se réduire (1925, l. c., p. 35): „le *Chrysostomum simplex* correspond à des cystes de diverses Chrysomonadines et le *Chr. paradoxum* ressemble aux cystes décrits par DOFLEIN pour des *Ochromonas*“ (cf. DOFLEIN, Arch. f. Protistenk., 1913).

Je suis à même d'ajouter un renseignement intéressant: il m'a été possible d'assister à la mise en liberté de zoospores ochromonoïdes.

Elles sont nues et se déforment considérablement en passant au travers du pore du cyste (fig. 68). Une fois libérées, elles prennent une forme qui ne variera plus guère dans la suite.

La cellule (fig. 69) est ovoïde, plus large à l'avant qu'à l'arrière. On remarque une échancrure apicale où prennent naissance deux fouets très inégaux. L'un atteint la longueur du corps ou même la dépasse légèrement; l'autre n'atteint pas la demi-longueur de la cellule. Pas de stigma. Deux chromatophores latéraux, jaune brun.

L'organisme nage en tremblotant, suivant une trajectoire zig-zaguée; il ne tourne pas, m'a-t-il semble, autour de son axe.

Il eut été particulièrement intéressant de connaître le sort de ces zoospores. Mais la rareté du stade flagellé — nous ne l'avons vu que trois fois — nous a empêché de recueillir le moindre renseignement à ce sujet.

Le stade flagellé ne fait donc pas défaut chez les Chrysostomatacées; pourtant c'est le cyste qui marque l'état habituel, normal.

D. *Chrysotrichales*.

35. *Nematochrysis sessilis* PASCHER.

Chrysothrix sessilis PASCHER.

Die braune Algenreihe der Chrysophyceen. Arch. f. Protistenk. t. LII, 1925, p. 511, figg. R, S, T; pl. 15, figg. 2, 3.

Les Chrysotrichales PASCHER sont aux Chrysophycées, ce que les Ulotrichales sont aux Algues vertes proprement dites.

Elles représentent des Chrysophycées, ramifiées ou non, parfois parenchymateuses, mettant en liberté des zoospores et produisant fréquemment des palmelles et des cystes caractéristiques.

Nous en connaissons, à l'heure actuelle, 4 ou 5 genres, pouvant se répartir dans trois groupes fort naturels :

<i>Nematochrysis</i> PASCHER (marin et saumâtre; zoospores ochromonoïdes)	}	de la fam. des Nématochrysidacées PASCHER, caractérisée par ses filaments non ramifiés, ulothrichoïdes.
<i>Phaeothamnion</i> LAGERH. (eau douce; zoospores ochromonoïdes)	}	de la fam. des Phéotamnionacées PASCHER, caractérisée par ses filaments ramifiés.
<i>Chrysoclonium</i> PASCHER (eau douce; zoospores chromulinoïdes?)	}	de la fam. des Thallochrysidacées CONRAD, caractérisée par sa structure parenchymateuse.
<i>Thallochrysis</i> CONRAD (eau saumâtre; zoospores chromulinoïdes)	}	
<i>Phaeodermatium</i> PASCHER (eau douce; zoospores chromulinoïdes)	}	

Nematochrysis sessilis ressemble à *Ulothrix* et à *Tribonema*. Il constitue des filaments fixés à des Algues vertes et d'autres corps au moyen d'une cellule basale aplatie, à membrane épaissie et à protoplasme plus ou moins dégénéré, suivant l'âge (PASCHER, l. c., p. 512, fig. R). Il n'y a pas de pôle apical différencié. Les cellules du filament proprement dit sont identiques; elles sont cylindriques et leur longueur atteint 1 à 1 $\frac{1}{2}$ fois la largeur. Parfois elles sont très légèrement renflées en tonnelet.

Chaque cellule offre deux grandes plastides pariétales, à contour assez irrégulier. Leucosine et huile.

PASCHER (l. c., p. 511) décrit la transformation des cellules en tonnelet en palmelles sphériques, et la formation de cystes à paroi relativement mince dont la germination est encore inconnue. Par contre, il a vu chaque cellule du filament donner naissance à une zoospore ochromonoïde.

Nous avons également assisté à la naissance de ces zoospores. Elles sont identiques à celles que PASCHER représente dans sa fig. R (p. 512). Elles sont elliptiques ou biconiques, très métaboliques, tronquées un peu obliquement à l'avant (où s'observe un stigma) et y portant deux fouets très inégaux: l'un est 4 à 6 fois plus petit que l'autre. L'extrémité postérieure du corps est très déformable et peut s'étirer considérablement.

Nous n'avons pas vu le développement de ces zoospores. PASCHER (p. 513) déclare qu'elles se fixent et se transforment en une cellule hémisphérique dont la partie basilaire s'épaissit rapidement, avec perte du stigma. La première division est oblique. Le plan de séparation des deux cellules-filles se modifie, devient parallèle à la

base de sorte que les deux cellules-filles sont maintenant l'une au dessus de l'autre. Les membranes individuelles s'épaississent, les divisions se succèdent et bientôt il se constitue un filament complet.

Les cellules ont 8 à 11 μ de diamètre et atteignent 10 à 17 μ de longueur.

Nematochrysis sessilis avait été découvert dans la mer, à Trieste. Nous l'avons retrouvé récemment dans une pêche faite par M. J. LEDRUT, dans le fossé à *Ruppia* (D.?).

36. *Thallochrysis Pascheri* CONRAD.

(figg. 25—28 du texte.)

Contributions à l'Etude des Chrysomonadines. Bull. Ac. Roy. Belg. (Classe des Sc.). — Rec. Inst. Bot. Léo Errera, t. X, 1923, pp. 345—350.
PASCHER: Die braune Algenreihe der Chrysophyceen. Arch. f. Protistenk., t. LII, 1925; p. 515, figg. U, V.

Vers la fin de décembre 1913, nous avons rencontré, dans le fossé aux *Ruppia*, une Chrysomonadine nouvelle très intéressante. Elle s'est maintenue dans la même station, car, en 1922, nous en avons récolté à nouveau plusieurs spécimens.

Rappelons la description que nous en avons donnée ailleurs.



Fig. 25. *Thallochrysis Pascheri* CONRAD.

Cellules isolées et agrégats pluricellulaires; l'une des cellules s'est vidée pour donner naissance à une zoospore.

L'organisme forme de petites masses floconneuses, pouvant atteindre un millimètre. Elles flottent le plus souvent parmi les

touffes d'algues et les plantes aquatiques; parfois elles adhèrent à celles-ci.

Au microscope, elles se montrent constituées par des agrégats thalloïdes irrégulièrement découpés et ramifiés, ou bien développés selon les trois dimensions de l'espace.

Les cellules ont une forme variable; elles sont généralement rectangulaires ou polygonales, parfois plus ou moins arrondies. La longueur varie de 10 à 18 μ ; le largeur, de 7 à 15 μ . Chaque cellule est entourée d'une membrane propre, très distinctement visible à cause de son épaisseur relativement grande et de son contour bien net et très défini. Les cellules se cloisonnent continuellement et constituent ainsi de vrais thalles plurisériés, représentés dans nos figures 25 et 26.

La membrane se colore fortement par le bleu de méthylène; le chlorure de zinc iodé et le chlorure d'étain iodé ne donnent pas toujours une réaction bien nette; aussi n'oserions-nous affirmer que les enveloppes cellulaires soient de nature cellulosique.

Chaque cellule porte un chromatophore d'un beau brun diatomine. Cette teinte passe au vert franc dans les cellules mortes depuis peu de temps. Les cellules renfermant deux plastides sont celles en voie de division. Le chromatophore est bien développé et tapisse plus ou moins régulièrement la cellule; il constitue soit une plaque à bords souvent repliés en dedans, soit une cloche ou cupule, revêtant alors presque tout l'intérieur de la membrane cellulaire; à travers l'orifice de la cloche plastidienne, on remarque un assez grand nombre de gouttelettes réfringentes constituées par de l'huile et par de la leucosine.

L'organisme se développe par segmentation de ses cellules dans les trois sens de l'espace. Très souvent quelques cellules se séparent de l'ensemble, se divisent et constituent les agrégats pleurococcoides représentés par la figure 26 du texte.

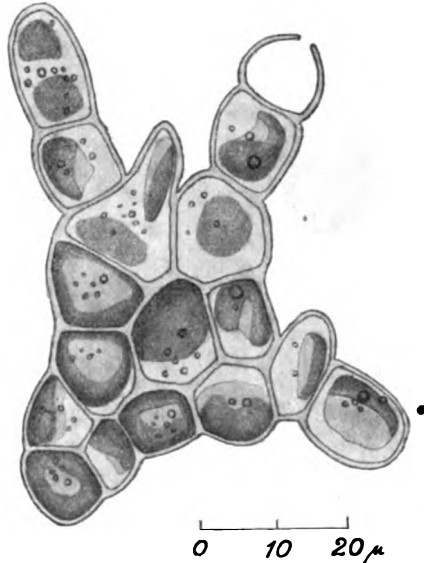


Fig. 26. *Thallochrysis Pascheri* CONR.
Agrégat pleurococcoidé. (Une des cellules a zoosporulé.)

Des observations suivies, journalières nous ont permis d'étudier la plus grande partie du développement de cette curieuse Chryso-monadine thalloïde.

Nous avons vu naître des cellules du thalle, par rupture de la membrane cellulaire, les zoospores chromulinoides de la figure 27.

Ces zoospores forment des cellules régulières, elliptiques, à cuticule extrêmement mince, et portent un beau chromatophore brun qui occupe une grande partie de la cellule. A l'avant de celle-ci se remarquent un stigma brillant et un fouet apical unique, dont la longueur vaut deux à trois fois celle de la cellule.

La mise en liberté des zoospores a pu être observée deux

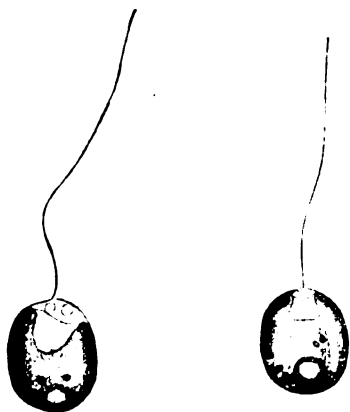


Fig. 27.

Thallochrysis Pascheri CONR.



Fig. 28.

Fig. 27. Zoospores chromulinoides. — Fig. 28. Cyste.

ou trois fois : la zoosporulation se produisait dans les cellules terminales ou périphériques du thalle.

Ces zoospores, à un moment donné, s'immobilisent, perdent leur fouet, s'arrondissent et s'entourent de gelée. Nous avons observé ce fait plusieurs fois et avons trouvé souvent des amas de ces palmelles inclus dans une gelée commune. A l'état palmelloïde, les cellules conservent leur stigma. Il a été observé, en outre, un ou deux cas de division à l'état palmella, mais le développement ultérieur des palmelles ne nous est pas connu.

Thallochrysis a été retrouvé dans la station No. 1 en 1922. A cette occasion nous avons pu observer des cystes. Ceux-ci sont globuleux, lisses et offrent un volumineux bouchon (fig. 28 du texte).

Notre organisme constitue le type de la famille des *Thallochrysidacées* CONRAD et appartient au groupe des *Chryso-trichales* PASCHER.

Légende des Planches.

Planche 7.

- Fig. 1. *Chrysopsis Yserensis*, vu de face; }
 Fig. 2. " " vu par la base; } on remarque le réseau plastidien.
- Fig. 3—5. *Chromulina spectabilis*, vu de face. Chromatophores en calotte allongée.
- Fig. 6. " " vu par le pôle apical. Chromatophores en calotte allongée.
- Fig. 7. " " vu de face. Chromatophores étroits, rubanés.
- Fig. 8. " " division longitudinale, débutant à l'arrière; les fouets se sont déjà dédoublés.
- Fig. 9, 10. " " deux étapes dans la résorption du fouet.
- Fig. 11. " " palmelle très jeune; on voit encore le restant de la papille apicale.
- Fig. 12. " *Pascheri*, nageant librement; remarquer le „rostre“ apical.
- Fig. 13. " " rampant sur place; remarquer les vacuoles alimentaires.
- Fig. 14. " " palmelle dont la surface porte des grains de sable, etc.
- Fig. 15. " " cyste contenant 2 cellules-filles.
- Fig. 16. *Sphaleromantis ochracea*, individu triangulaire, de face.
- Fig. 17. " " individu cordiforme, de face, après la perte du fouet.
- Fig. 18. " " vu par le pôle apical; remarquer l'aplatissement du corps.
- Fig. 19. " *subsalsa*, de face; remarquer la gouttière longitudinale.
- Fig. 20. " " vu par le pôle apical; remarquer l'aplatissement du corps et le contour sigmoïde de sa coupe transversale.
- Fig. 21. " *alata*, de face. }
 Fig. 22. " " de côté. } Remarquer les deux
 Fig. 23. " " vu par le pôle apical. } crêtes longitudinales.
- Fig. 24. *Chrysococcus dokidophorus*.
- Fig. 25. " *radians*.
- Fig. 26. " *bisetus*; une zoospore chromulinoïde quitte la thèque.
- Fig. 27. *Chrysopyxis conica*, de face }
 Fig. 28. " " de côté } à cheval sur un filament d'algue.
 Fig. 29. " " vue apicale.

- Fig. 30. *Pedinella hexacostata*; remarquer la couronne de tentacules, les mouvements du fouet, etc.
 Fig. 31. " " absorption de petites proies par les tentacules et expulsion de déchets par une grosse vacuole latérale.
 Fig. 32. " " remarquer le disque concave avec la couronne de tentacules.
 Fig. 33. " " colonie de 4 individus; la dichotomie du pédoncule.

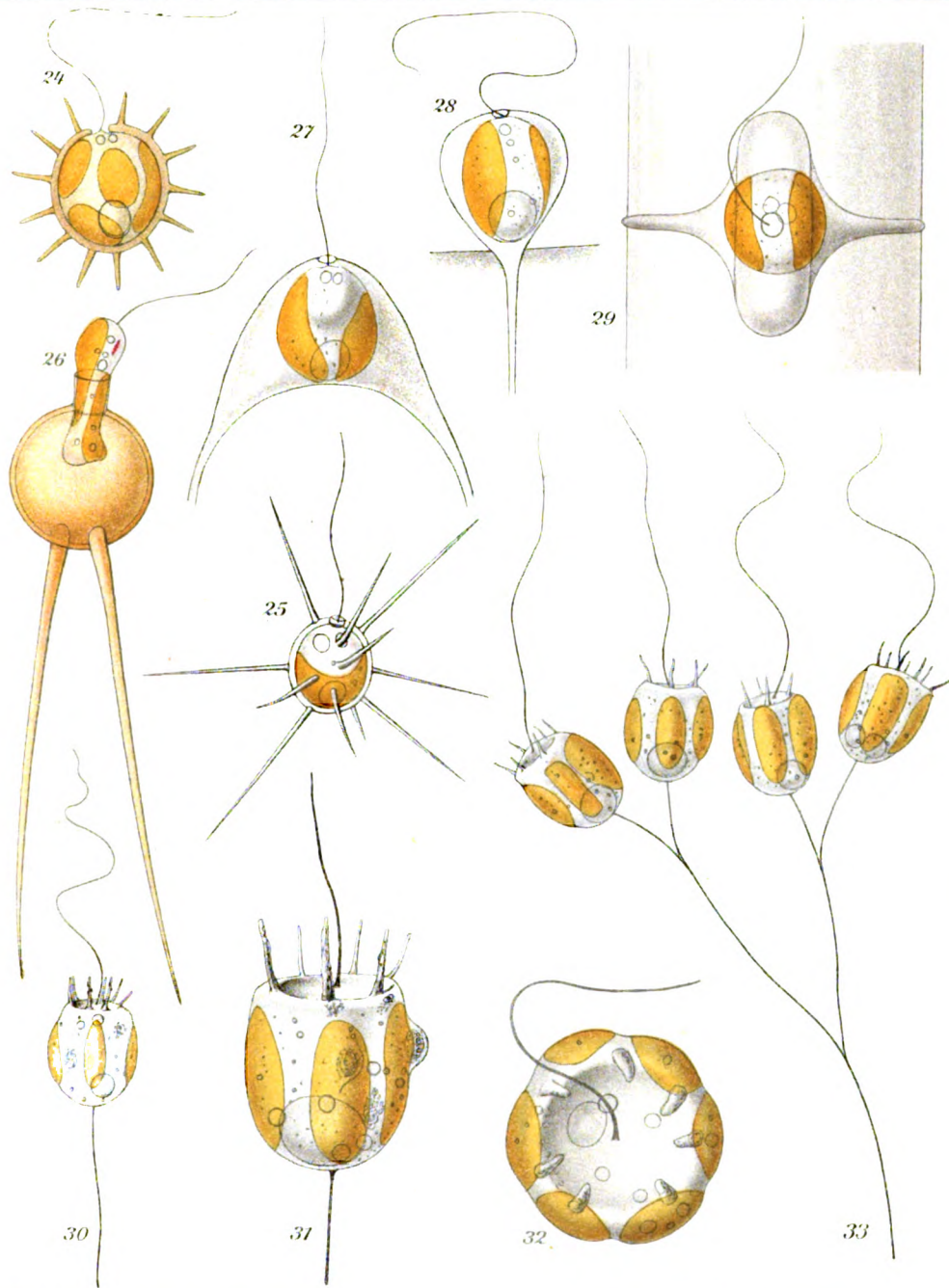
Planche 8.

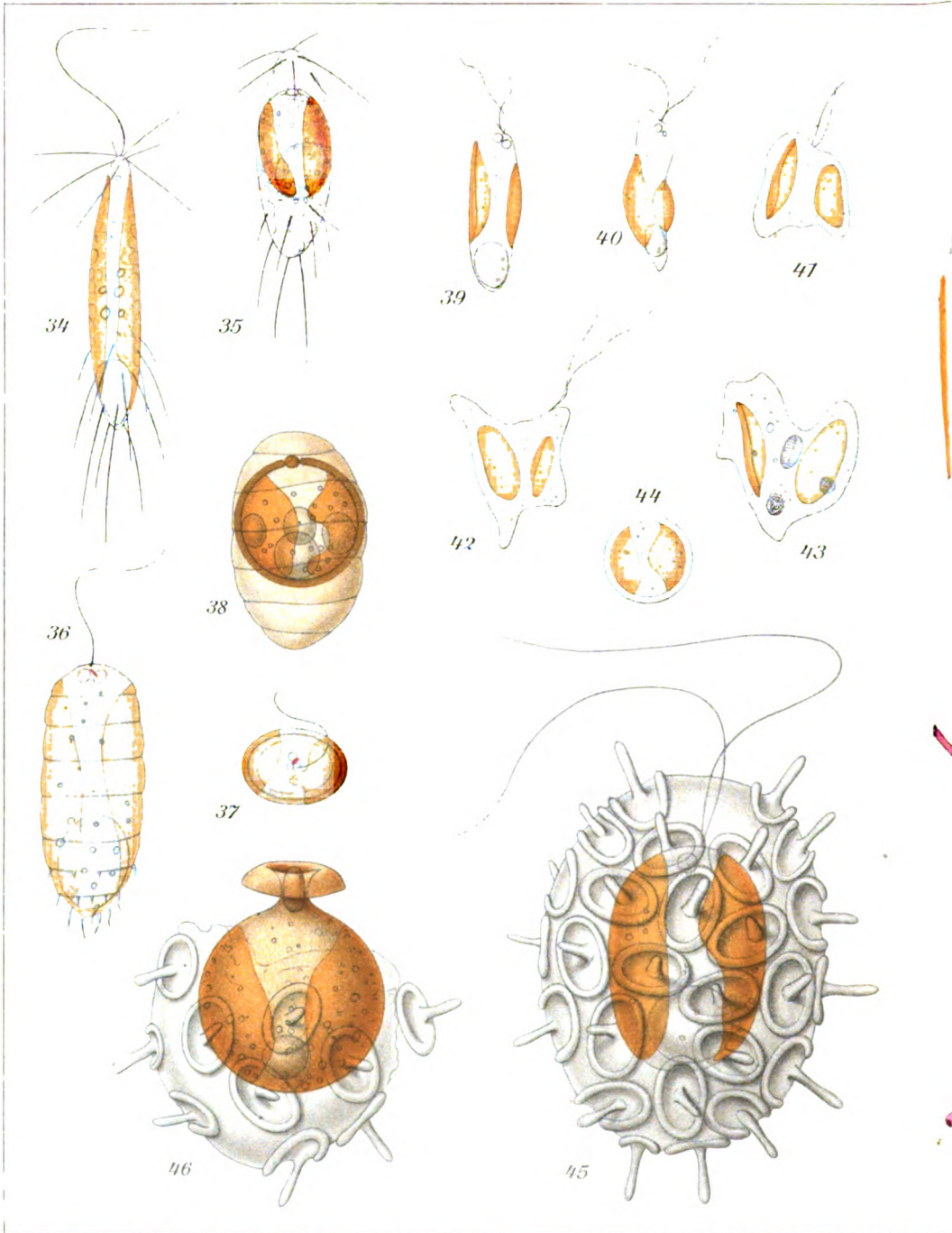
- Fig. 34. *Mallomonas litomesa*; remarquer la forme allongée et la disposition des soies.
 Fig. 35. " " cyste distendant la membrane de la cellule-mère.
 Fig. 36. *Conradiella Pascheri*; de face }
 Fig. 37. " " vue apicale } remarquer les anneaux siliceux.
 Fig. 38. " " cyste encore inclus dans la membrane-mère.
 Figg. 39, 40. *Wyssotzkia biciliata*; nageant librement.
 Figg. 41, 42. " " métabolie prononcée.
 Fig. 43. " " forme amiboïde, après perte des fouets; vacuoles alimentaires.
 Fig. 44. " " palmelle à enveloppe gélatineuse mince.
 Fig. 45. *Coccochrysis subsalsa*; remarquer l'épaisse couche de gelée et les discolithes périphériques.
 Fig. 46. " " cyste mis en liberté par la désorganisation de l'enveloppe gélatineuse.
 Fig. 47. *Synura Adamsii*; colonie.
 Fig. 48. " " individu isolé.
 Fig. 49. " " individus fixés au bout d'un long pédoncule fourchu; l'un vient de subir la division.
 Figg. 50, 51. *Ochromonas crenata*; remarquer les vacuoles périphériques.
 Fig. 52. " " cellule traitée par le bleu de méthylène. Les vacuoles ont disparu après le bolisme des trichocystes; ceux-ci sont des cylindres creux et se colorent en violet, non en bleu. Noyau et nucléole.
 Fig. 53. *Ochromonas mutabilis*; nageant librement.
 Fig. 54, 55. " " métabolie.

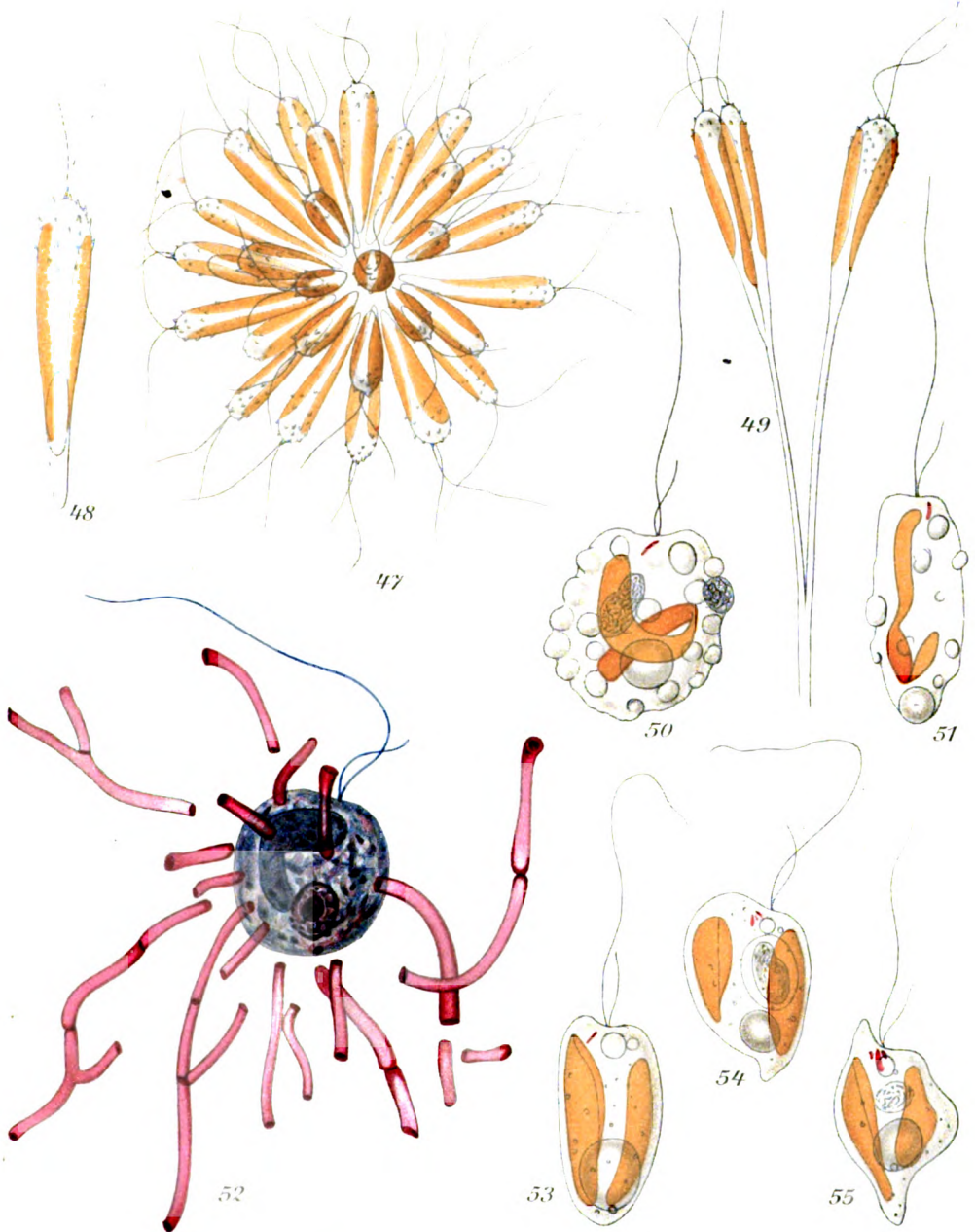
Planche 9.

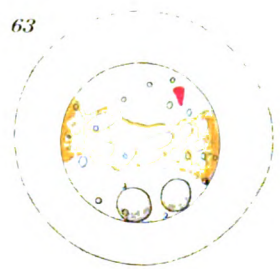
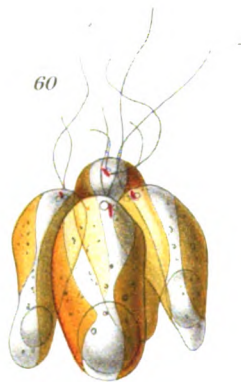
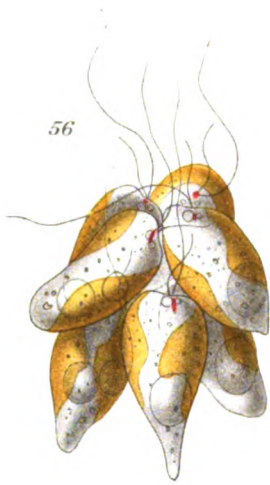
- Fig. 56. *Chrysobotrys spondylomorom*; colonie adulte de huit individus.
 Fig. 57. " " cellule isolée nageant librement.
 Fig. 58. " " cellule fixée par le fouet long et se déformant sur place. Remarquer la légère métabolie du corps, l'aspect spumeux de l'ectoplasme, etc.

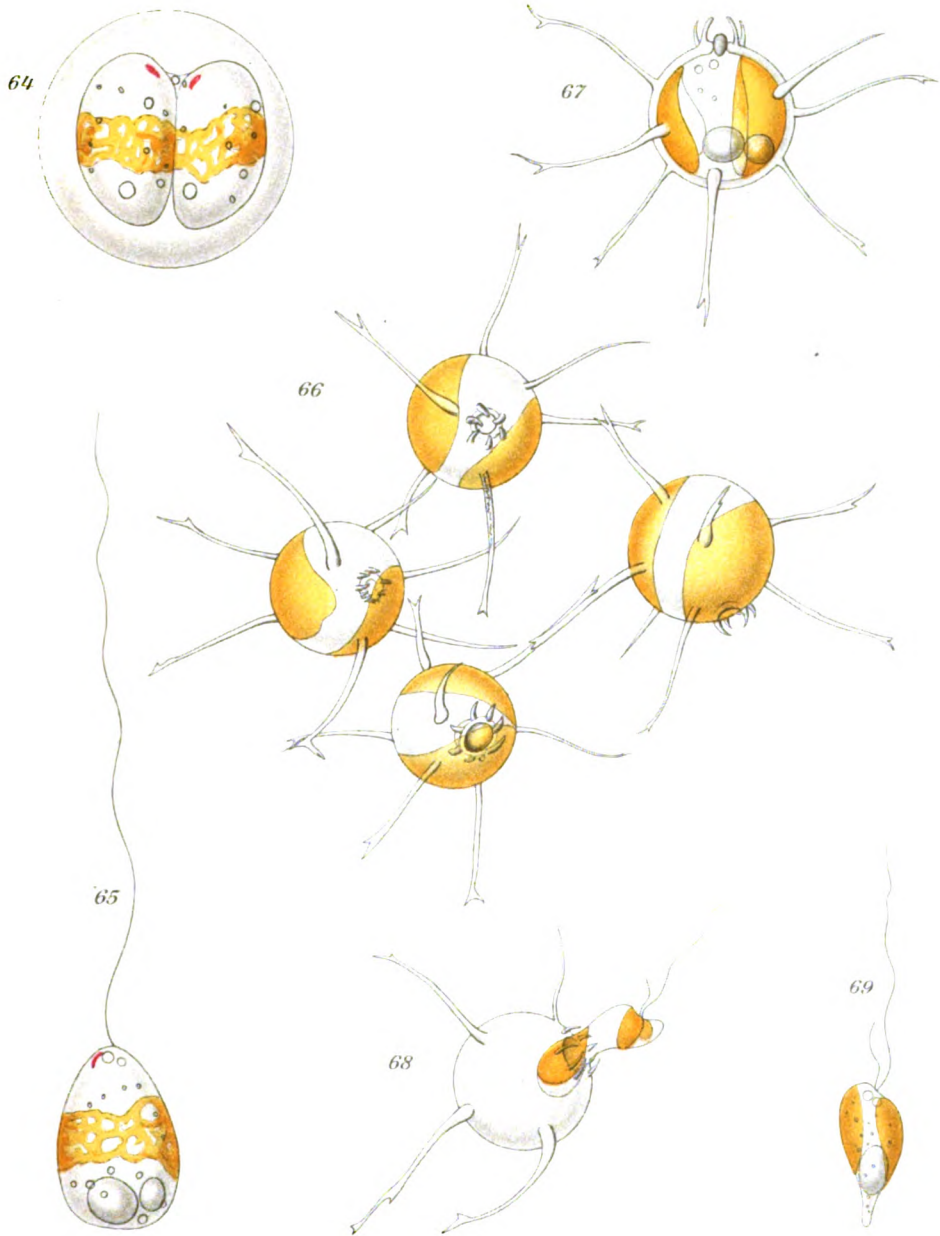












- Fig. 59. *Chrysobotrys spondylomorum*; division longitudinale.
 Fig. 60. " " " jeune colonie de 4 individus.
 Fig. 61. *Pascherella Yserensis*; fragment d'une colonie (faible grossissement).
 Figg. 62, 63. " " un individu isolé } remarquer le
 Fig. 64. " " division à l'état palmelle } réseau plastidien
 Fig. 65. " " zoospore } équatorial.
 Fig. 66. *Echinochrysis Chodati*; groupe de 4 cystes enchevêtrés par leurs
 dards fourchus.
 Fig. 67. " " " cyste isolé.
 Fig. 68. " " " mise en liberté d'une zoospore ochromonoïde.
 Fig. 69. " " " zoospore nageant librement.
-

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Aus der Hydrobiologischen Anstalt der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft
in Plön.

Sind die Neurophane von NERESHEIMER neuroide Elemente?

Von

Prof. J. v. Gelei (zur Zeit in Plön).

(Hierzu 6 Textfiguren.)

In einer vor kurzem erschienenen Arbeit beschäftigt sich DIERKS¹⁾ mit den reizleitenden Elementen bei *Stentor coeruleus*. DIERKS schließt sich der Auffassung NERESHEIMER's an, und bezeichnet die s. n. Neurophanefibrillen NERESHEIMER's als neuroide, d. h. reizleitende Elemente. DIERKS bemerkt zwar an einer Stelle (p. 40), daß er nicht mit absoluter Sicherheit die Neurophane NERESHEIMER's mit seinen Neuroiden identifizieren kann. Ich glaube aber, sicher annehmen zu können, daß er genau dieselben Elemente als Neuroiden beschreibt, welche NERESHEIMER Neurophane nennt und bestätigt hiermit im wesentlichen die morphologischen Ergebnisse NERESHEIMERS, deren Tatsächlichkeit seither von SCHRÖDER und ROSKIN in Zweifel gezogen worden sind.

Nach den Befunden NERESHEIMERS und DIERKS sind in den Zwischenstreifen von *Stentor* zweierlei fibrilläre Elemente vorhanden und zwar 1. nach außen Neurophane: neuroide Elemente, 2. nach innen, aber dicht neben den neuroiden Elementen die Myoneme. Die

¹⁾ Arch. f. Protistenk. Bd. 54 1926.

Neuroiden sowie die Myoneme verlaufen so, daß die Neuroiden zwar über die Myoneme gelagert sind, diese aber nicht vollständig bedecken, sondern vielmehr etwas seitlich voneinander liegen. Genau das gleiche Lagerungsverhältnis war schon früher bei BÜTSCHLI-SCHEWIAKOFF-SCHRÖDER für Myoneme und Zwischenstreifen beschrieben worden. — Im kontrahierten Tiere erscheinen die Myoneme nach NERESHEIMER und DIERKS relativ gerade, aber verkürzt und verdickt, „die Neuroide dagegen bleiben ersichtlich stets gleich lang und gleich dick“ . . . „schlaff und geschlängelt“ . . . „Auf der einen Seite aktive Kontraktilität, auf der anderen passive Verlagerung!“ (Siehe NERESHEIMER p. 310 und DIERKS p. 41 und 42.) In Hinsicht der morphologischen Verhältnisse bietet DIERKS mehr als NERESHEIMER, da er die „Verschmelzung beider Elemente“ (p. 43), das heißt den Übergang von Neuroid in Myoid, feststellt. Er beobachtet Fälle, wo „das Neuroid als Ganzes im Myonem sein Ende erreicht zu haben scheint“, aber auch Fälle, wo ein Neuroidstrang über dem Myonem verläuft, und zur Myonemversorgung nur einen Ast abgibt.

Ich habe früher (1925) schon darauf hingewiesen, daß ich mich mit der Morphologie von *Stentor* beschäftige, die Fertigstellung der Arbeit wird aber durch neu hinzutretende Probleme — zuletzt das Cilienproblem — hinausgeschoben. Dieser Teil der Arbeit, welcher sich mit den Neurophanen beschäftigt, ist schon seit 6 Jahren fertig. Ich wollte ihn aber nicht aus dem Verbande herauslösen; nachdem ich aber nach meiner Überzeugung das Neurophanenproblem gelöst habe, und jetzt durch die Arbeit DIERKS (p. 32—33) die neuroidale Auffassung der Fibrillen NERESHEIMERS in der Literatur wieder weiter vertreten finde, will ich meine Beobachtungen gemäß ihrer Wichtigkeit als eigene Untersuchung publizieren.

Meine Befunde bestätigen das positive morphologische Resultat der NERESHEIMER'schen und DIERKS'schen Arbeit: ich stimme darin mit beiden Autoren überein, daß erstens in den Zwischenstreifen die von SCHRÖDER (1906) und neulich (1918) von ROSKIN bezweifelten fädigen Differenzierungen doch existieren, und zweitens Neurophane und Myophane sich färbetechnisch verschieden verhalten. Auch darin schließe ich mich vollständig an DIERKS an, daß die Endknöpfe der Neurophane — welche NERESHEIMER beschreibt und abbildet — nicht bestehen. In anderer Hinsicht ist aber durch meine Untersuchung sowohl die topographisch-morphologische als auch die mechanisch-physiologische Seite der Frage in verschiedener Hinsicht weiter gefördert worden.

Was die Morphologie dieser Gebilde anlangt, wies ich erstens nach, daß die Neurophane nicht in der Höhe endigen, in welcher dies die NERESHEIMER'sche Abbildung (Taf. 7 Fig. 6) zeigt, sondern daß sie dem Verlauf der Myoneme weiter hinauf bis beinahe in die Höhe des Peristomfeldes folgen; weiterhin, was ja selbstverständlich ist, daß auch die dünnen Myoneme des Peristomfeldes von Neurophanen begleitet werden. Zweitens stellte sich heraus, daß die Neurophane keine Fibrillen sind, wie NERESHEIMER und DIERKS es behaupten, sondern daß sie, besonders aboral, ziemlich breite Bänder darstellen. Diese letzte Tatsache kann sonst auch aus den Bildern von NERESHEIMER (Taf. 7 Fig. 7 und 8) und an denen von DIERKS (Taf. 1 Fig. 5 und 6 und auch an der Mikroaufnahme 13 Taf. 2) abgelesen werden.

Ich bemerke weiterhin, daß die Breite und auch die Dicke des Bandes gewissermaßen proportional der Stärke der Myoneme ist (ähnliches hat schon auch NERESHEIMER bemerkt); aboralhin sind die Bänder breiter, adoralhin dagegen fibrillenartig und den Myonemen so fest angeschmiegt, daß man sich bemühen muß, sie optisch trennen zu können. An dem Peristomfeld habe ich dieses Gebilde überhaupt erst vor etlichen Monaten entdeckt, daher konnte ich in meiner Kannibalmusararbeit noch keine Erwähnung über diese Gebilde machen.

Ich konnte drittens die Neurophane unten am Körper an den breiteren Stellen auch weiter analysieren, indem ich nach FLEMMING's und APÝTHY's Gemisch oder nach konzentriertem Sublimat mit Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN oder mit der Mitochondrienmethode von BENDA feststellte, daß das Band aus schräg längsgerichteten Fibrillen zusammengesetzt ist. — Zwei Dinge sind außerdem noch hervorzuheben. Erstens, daß diese Bänder basal — nahe dem nackten Fuß — ineinander übergehen, bzw. untereinander verbunden werden, demzufolge an dieser Stelle hier und da Muskelpartien (Myonemen) ohne Bandüberzug (Neurophane) zu beobachten sind. Zweitens sind an manchen Individuen am Stiel Übergänge von einem Neurophan auf das Nächste oder Übernächste wahrzunehmen (das gleiche gibt auch NERESHEIMER an).

Obwohl für die Rolle der Bänder ihr Verhältnis zur Pellicula unwesentlich ist, erwähne ich der Vollständigkeit halber trotzdem, daß diese Elemente nicht in der Pellicula liegen, sondern subpellicular in der Höhe der alveolaren Schicht der Autoren, aber mit der darüber wegziehenden Pellicula dicht verlötet, ja in meinen Präparaten viel dichter, wie die NERESHEIMER'schen Figuren 7 und 8 dies zeigen.

Wenn wir nun auf die Rolle dieser epimuskulären Bänder übergehen wollen, so scheint für uns vor allem das topographische Verhältnis der Bänder zu den Myonemelementen ausschlaggebend zu sein. Diesbezüglich hat schon DIERKS die Tatsache festgestellt, daß seine Neuroide an manchen Stellen mit den Myonemen in enge Berührung treten. In der Tat ist diese Berührung noch enger als es DIERKS angibt, dies kann man dann konstatieren, wenn man mit verschiedenen Osmiumgemischen (ALTMANN, FLEMMING) Massendifixierungen macht. In diesen Flüssigkeiten ziehen sich die Tiere oft nicht zu Kugeln zusammen; einige werden in Tonnenform fixiert. Wenn man von diesen die längsten auswählt und aus ihnen Längsschnitte verfertigt, so kann man konstatieren, daß die Bänder in ihrem Verlauf immer wieder mit den Myonemen in Berührung kommen und nur durch kleine Wellen abgehoben sind. Daraus können wir aber den Schluß ziehen, daß die grobwellige Verlagerung unserer epimuskulären Bänder, die in den Figuren N, O und S von DIERKS und sonst auch bei mir nach den meisten Fixierungsmitteln so scharf hervortraten, nur als artifizielle postmortale Wirkung der Fixierungs- und späteren Behandlungsmedien aufzufassen sind. Diese Auffassung wird besonders dadurch als berechtigt erwiesen, daß an dem Peristomfeld nie eine Verlagerung der schmalen Bändchen erfolgt, im Gegenteil sie schmiegen sich hier immer dicht an die Myoneme an.

Entscheidend wichtig für die Rolle dieser Bänder ist in zweiter Hinsicht ihr welliger Verlauf: daraus zog nämlich DIERKS den Schluß, daß die Bänder nicht in die Kontraktion mit einbezogen werden, sondern gleich lang und gleich dick bleiben, aber geschlängelt werden.

Indessen kann ich mich hier DIERKS nicht vollständig anschließen, wenn er behauptet, daß während der Bewegungen der Tiere keine Veränderungen diese Elemente in ihrem Längenmaß erleiden. Wir sind nämlich bei *Stentor* in der Lage, daß wir die wirkliche Länge der längsgerichteten Elemente der Haut an der Pellicula messen können. Diese verkürzt sich an den kontrahierten Tieren tatsächlich nicht, sondern legt sich in dichte Falten. Wenn sich nun unsere Bänder der Pellicula entsprechend nicht zusammenziehen, so müßten sie auch in entsprechender Weise geschlängelt ausfallen. Daß es aber nicht der Fall ist, sondern daß die Bänder weniger geschlängelt als die Pellicula sind, kann man an Längsschnitten sofort feststellen.

Als dritte Tatsache, die uns zum Ziele führt, ist die Zustands-

änderung des Zwischenstreifens am lebenden Tier bei Streckung und bei der Kontraktion zu bezeichnen. An kontrahierten Tieren, die man von dem Pol aus betrachtet, sieht man bald, daß die Pellicula an den Myonemen entlang tief eingezogen ist (siehe auch die Abbildung S. 5 bei SCHRÖDER) und daher eben die scharfen Rippen entstehen, wogegen an dem ausgestreckten Tier kaum etwas von den Einkerbungen zu sehen ist, da bei Streckung dieselben verschwinden.

Viertens und zuletzt müssen wir uns nun zu dem wichtigsten Punkt, nämlich zu der Lage und Form der Myoneme an den ausgestreckten und an den zusammengezogenen Tieren wenden.

Hier ist nun vor allem hervorzuheben, daß die ebenfalls bandartigen Myonemen an den gestreckten Tieren gewissermaßen geradlinig sind, wogegen sie an den zusammengezogenen Tieren eine Bogenform annehmen müssen (s. Fig. 1 u. 2). Eigentümlich ist — wie bekannt — auch die Form je eines Myonems; es ist basal: am Stiel dick, oral dünn, im allgemeinen also wie eine Geißel geformt. Daraus entsteht aber ein auffallender Gegensatz zwischen Körper- und Muskeldicke an den zusammengehörigen Körperpartien. Und zwar insofern, daß je mehr sich der Stiel nach unten verengt, um so dicker werden die Myoneme, obwohl sie dabei um so mehr nahe aneinander geraten, also auf der Körperflächeneinheit ein um so größeres Quantum von Muskelfläche entfällt. Oral, wo der Körper auch in ausgestrecktem Zustand dick ist, werden die Fibrillen dünn, wodurch hier auf die Körperflächeneinheit eine kleinere Muskelfläche (Myonemenfläche) fällt.

An dem Peristomfeld zeigen dagegen die Myoneme weder in der Dichte ihrer Lagerung, noch in ihrer Dicke nennenswerte Unterschiede, hier fällt also auf eine identische Körperfläche eine identische Muskelfläche. Parallel damit geht, daß die kontraktile Elemente hier in einer ziemlich gleichgearteten horizontalen Ebene verteilt sind. Bei einer Aktivität des Tieres also, wo das Peristomfeld seine entfaltete Ruhelage annimmt, nehmen hier die einzelnen Muskelfibrillen (Myoneme) des Peristomfeldes eine leichtgekrümmte, in einem zusammengezogenen Zustande eine stärker gekrümmte Lage ein (s. Fig. 6a und b). Wir können also sowohl für die Körper- als für die Peristomfeldmuskulatur als gültige Regel sagen, daß die Myoneme beim Zusammenziehen nicht geradlinig gespannt werden, im Gegenteil: durch Verkleinerung ihres Krümmungsradius noch gekrümmter werden. Diese Lagerung der kontraktile Elemente wird uns besonders dann bemerkenswert, wenn wir dabei

hervorheben, daß die einzelnen Myonemen nach innen zu in einem Flüssigkeitskanal liegen.

Die Existenz dieses Kanals ist von manchen Autoren (von JOHNSON, MAIER und neulich auch von WETZEL) in Zweifel gezogen worden, SCHRÖDER und ROSKIN (1918) haben aber diese unzweifelhaft nachgewiesen, ROSKIN hat sogar den Kanal als organischen

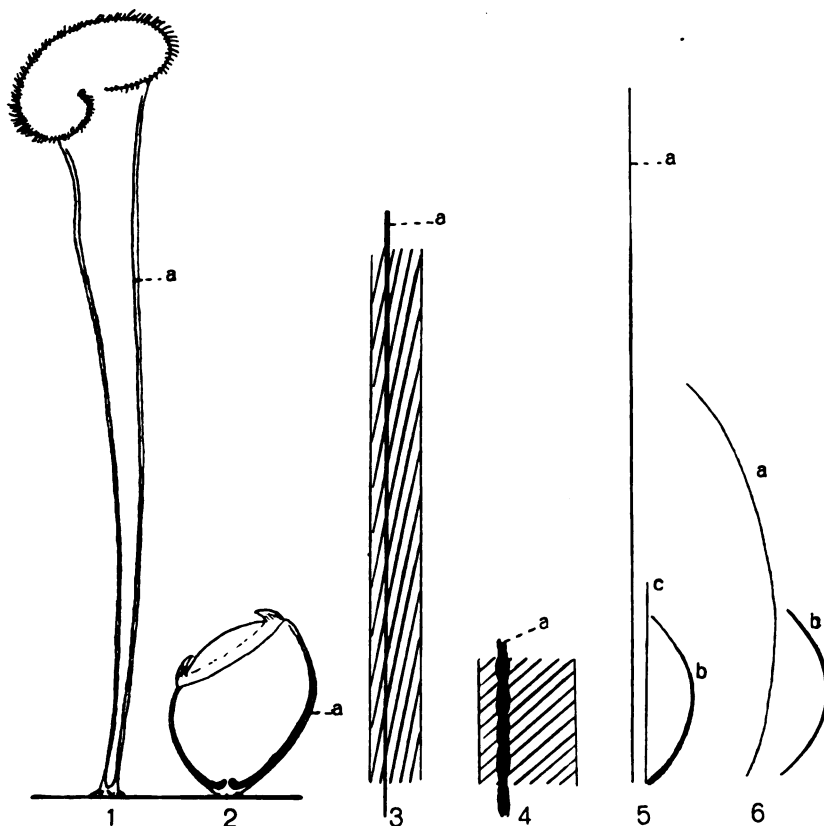


Fig. 1 und 2. *Stentor Müllerii*, Fig. 1 in ausgestrecktem, Fig. 2 dasselbe Tier in kontrahiertem Zustande, nach dem Leben gezeichnet. *a* das Myonem in gestrecktem und in zusammengezogenem Zustande.

Fig. 3 und 4. Ein epimuskuläres Befestigungsband im Zwischenstreifen von BÜRSCHLI, ganz schematisch, bei Fig. 3 in ausgestrecktem, bei Fig. 4 in zusammengezogenem Zustande. Die schrägen Linien bezeichnen die Fibrillen des Befestigungsbandes, links von der Mitte das Myonem (*a*).

Fig. 5. Myoneme der Körperwand entsprechend den Fig. 1 u. 2 in gestrecktem (*a*) und in zusammengezogenem (*b*) Zustande. *c* die lineale Länge des *b*.

Fig. 6. Myoneme des Stirnfeldes. *b* der Kontraktionszustand der ruhenden Fibrille *a*.

Teil der Protisten-Myonemen aufgefaßt, indem er denselben für solid und elastisch bezeichnet. Ich kann mich den letztgenannten Autoren mit Entschiedenheit anschließen.

Auf welche Weise kann aber die Krümmung des kontrahierten Myonems entstehen?

Wären die Muskelemente bloß an ihren beiden Enden befestigt, wie etwa die einzelnen Muskelfasern der parenchymlosen Arthropoden oder die kontraktile Elemente der fernrohrartig zusammenziehbaren Schwänze der Rotatorien, so würden sie bei der Kontraktion unvermeidlich geradlinig gezogen. Wenn aber auch bei *Stentor* die Myoneme bei ihrer Kontraktion geradlinig gezogen wären, so würden diese am Stiel und Mittelkörper tief in das Plasma einschneiden und dabei den Bau und die Anordnung des Protoplasmas immer wieder stören. Noch gefährlicher wäre eine geradlinige Kontraktion für die Peristomfeldmyoneme, da diese bei jeder Bewegung die angrenzenden Streifen des Ectoplasmas aus dem Wege räumen würden. Um diese Gefahr zu vermeiden — also aus Sicherheitsmaßregeln — werden die Myoneme als richtige Hautmuskelemente Schritt für Schritt auf der Pellicula nach außen befestigt. (Daß sie dort wirklich befestigt sind, erfahren wir — wie erwähnt — aus der Tatsache, daß sie bei Kontraktion von der Pellicula nicht abgerissen werden, sondern, obwohl sie in einem Flüssigkeitskanal verlaufen, bei dieser Lage ihre Befestigungslinie fest in den Körper einziehen.) Diese Befestigung kann nur durch ein festes, elastisches, nicht zusammenziehbares Nachbarorgan, das ist das epimuskulare Band, vermittelt werden. Daraus erhellt aber ohne weiteres, daß die Neurophane keine neuroiden Organe, sondern Skelettelemente des Stentorkörpers sind, die, wie andere muskeldienliche Organe mit Zugfestigkeit und mit dazu passendem fibrillärem Bau ausgerüstet sind.

Bei dieser Auffassung der Dinge ist es selbstverständlich, daß, wo die Muskelemente dicker sind, diese ein breiteres und dickeres Befestigungswand benötigen. Und diesem Zustand begegnen wir unten an dem Stiel.

Es ist selbstverständlich, daß die in dieser Weise befestigten Muskelemente keine direkte Fernwirkung haben, als wie die an den Enden mit Sehnen befestigten Muskelfasern. Diese ziehen vielmehr mit ihren multilokulären (wiederholten) Verbindungen ihre nächste Umgebung zusammen, sie schieben die Teile ihrer Umgebung gleichsam ineinander und aus der multilokulären Zusammenziehung

resultiert nur indirekt ein Zustand, in dem das Oralende zum Fuß herunterkommt, ohne daß dieses direkt retrahiert worden wäre. Und nachdem eben an dem dünnsten Teile des Tieres die auch sonst dicken Elemente am dichtesten stehen, wird die Kraftentfaltung hier nicht durch ein Lasttragen ausgenützt, sondern kann zur Momentanwirkung und zum Erzielen eines schnellen Effekts ausgenützt werden. An der auch nach der Streckung dicken, subperistomalen Region finden wir beiderseits dünne Elemente: hier können die Muskeln wenig Kraft entfalten, könnten überhaupt, wenn sie auch dick wären, wenig Effekt haben, da das Ineinanderschieben der dicken Körperpartie das Überwinden eines großen Widerstandes bedeutet. Wohl sind aber hier dicke Fibrillen deswegen nicht vorhanden, weil dieser Abschnitt beim Zusammenziehen des Tieres sich verhältnismäßig wenig verkürzt.

Näher auf die Analyse der Verbindung der Myoneme mit ihrem Befestigungsband kann ich wegen der mikroskopischen Feinheit der Dinge leider nicht eingehen. Pellicula, Skelettband und Myoneme liegen nämlich, wo sie sich in dem Präparat berühren, so dicht aneinander, daß ich daher zum Beispiel auch die äußere Lage der Pellicula sehr schwer feststellen konnte. In den Abbildungen von NERESHEIMER (Fig. 7, 8) stehen diese Elemente sehr lose beieinander, das auf meine Tiere sicher nicht zutrifft. — Ich stelle mir das Verhältnis dieser Elemente folgendermaßen vor: Das Myonem wird mit den Fibrillen des Skelettbandes verlötet. Diese übertragen als schräge Trajekturen und vor allem als Dislokalisatoren, auf eine weite Entfernung die Kontraktionswirkung der sonst in einem Flüssigkeitskanale gelagerten Myoneme. Die sicher vorhandene interfibrilläre Masse des Skelettbandes kann als ein Gummiband aufgefaßt werden, welche die Dehnung des Bandes — ohne daß das Band dabei einer Entkräftung ausgesetzt wäre — ermöglicht, was ja nach Schlucken größerer Opfer nötigenfalls auftritt. Es mag auch geschehen, daß die schrägen Fibrillen durch Veränderung ihrer Winkelrichtung (s. die Fig. 3 u. 4) ein derartiges Zusammenlaufen (Ineinanderschieben) des Bandes ermöglichen, daß dabei das Band weder dicker wird, noch einen welligen Verlauf nimmt, nur eben etwas breiter wird (Fig. 4), wie wir das an dem bekannten aus mehreren Scheren zusammengesetzten Kinderspielzeug erfahren.

Diese Auffassung über die Bedeutung der Befestigungsbänder berührt näher die Auseinandersetzungen von SCHRÖDER über die Zwischenstreifen. Ich erwähnte schon, daß dieser Autor, wie auch neulich ROSKIN, die Existenz der NERESHEIMER'schen Neurophane

leugnet. Seine Auffassung über seinen undifferenzierten Zwischenstreifen ist trotzdem ähnlich mit meiner über die epimuskulären Bänder. Nach seiner Meinung sind die Zwischenstreifen als „längsgerichtete Bänder der Alveolarschicht zu deuten, die in besonderer Weise differenziert sind und sich vermutlich durch besondere Festigkeit auszeichnen“. Auf diese Weise gewähren sie den an sie fest gehefteten Myonemen einen besseren Halt. Auch er hat die breiten und dicken Veränderungen der Zwischenstreifen beobachtet, also ebenso wie ich dasselbe an den Bändern ¹⁾ gemacht habe. Wenn er aber den Zwischenstreifen auch eine Elastizität zuschreibt, so kann ich ihm diesbezüglich nicht zustimmen. Ich bin nämlich der Meinung, daß die epimuskulären Bänder gleich der KRAUSE'schen Membran der Muskelfaser eine Zugfestigkeit haben und Elastizität der nächsten, sich in Falten legenden Pellicula zukommt. Elastische Elemente sind immer homogen, wogegen unsere Bänder fibrillär aufgebaut sind und dieser fibrilläre Bau ist eben für die zugfesten Elemente (Bindegewebsfasern) der höheren Organismen bezeichnend. Prinzipiell müssen ja in der nächsten Umgebung der kontraktiven Elemente auch elastische differenziert sein und da solche hypomuskulär, also innerhalb der Myonemkanäle in Form eines Fibrillengittersystems wirklich vorhanden sind, haben wir keinen Grund dafür, daß wir die Zwischenstreifen bzw. die epimuskulären Bänder als notgedrungen elastische Elemente auffassen müßten. — Ich will nebenbei noch bemerken, daß SCHRÖDER auch den fibrillären Bau der Zwischenstreifen d. h. meiner Befestigungsbänder entdeckt hätte, wenn er gewußt hätte, daß seine deutlichen Alveolarwände der Fig. 1, 2 u. 4 nichts anderes sind, als die Querschnitte der interfibrillären Substanz der von mir fibrillär gebaut gefundenen Bänder.

Als merkwürdig kann uns der Umstand vorkommen, wie die Muskeln (Myoneme), wenn auch durch die Vermittlung des epimuskulären Skelettbandes, auf die ungemein dünnen und zugleich auffallend dehnbaren Oberhäutchen befestigt werden können. Dabei will ich bemerken, daß den nötigen Widerstand zur Muskelarbeit nicht die Pellicula als solche bietet, im allgemeinen nicht die Befestigungsumgebung der Muskulatur (Myoneme), sondern die Turgeszenz des ganzen Körpers. Unsere Tiere sind nämlich, im Sinne von JORDAN, in bezug auf ihre Muskulatur, echte „hohlschlauchorganartige“ Tiere, die immer eine gleiche Turgeszenz aufweisen, was ja bezüglich der Muskelarbeit unvermeidlich ist, da sonst bei veränderlicher

¹⁾ besonders bezüglich der Breite

Widerstandskraft der Befestigungspunkte nie der richtige Effekt der Muskelarbeit erreicht werden konnte. Bei unseren Tieren kann ein Kannibalismus ausbrechen¹⁾, wo ein Kannibal ein gleich großes Opfer schlucken kann, ohne daß er dadurch irgendwie in seiner Bewegung oder Formgestaltung beeinflußt würde. Der Körper gibt dabei nach — wie ich oft beobachtet hatte —, die Turgeszenz bleibt dieselbe, wie sie vorher war und die Muskeln eines satten Tieres können im Interesse der Bewegungen mit gleichem Effekt arbeiten wie vorher.

Die oberflächlich multilokuläre Befestigung der Myoneme hat aber auch noch andere neue Bedeutung, eine Bedeutung, die die obengenannte an Wichtigkeit vielleicht noch übertrifft. Diese Behauptung wird uns in diesem Falle verständlich, wenn wir die Bewegungsbiologie der Tiere näher ins Auge fassen.

Das Ziel des Zusammenziehens beim *Stentor* besteht bekanntlich darin, daß die wichtigste Körperpartie des Tieres, das Peristomfeld bei Gefahren, denen das Tier eben in seinem ausgestreckten Zustand ausgesetzt ist, möglichst schnell und möglichst weit zum basalen Pol zurückgezogen wird (wobei zugleich, wie ich es oft beobachtete, durch das momentane überraschende Zusammenzucken auch der Feind gestört wird). Für das Tier aber ist ein schneller und großer Bewegungseffekt in der Zeiteinheit wichtig. Wenn wir nun (mit Hilfe der beiliegenden Figuren S. 237) unsere Myoneme in ihrer maximalen Kontraktion, also im Zustand der größten Krümmung (gleichgültig, ob wir sie dabei am Körper oder am Peristomfeld betrachten) mit ihrer wirklichen Länge vergleichen, ergibt sich, daß die Endpunkte der in ihrem Kontraktionszustand krummen Myoneme viel näher zueinander geraten, als wie, wenn sie in geradegestrecktem Zustand wären. Die gekrümmten Myoneme ziehen infolgedessen das Peristomfeld bei weitem mehr nach unten, als sie es in geradegestrecktem Zustand tun könnten. Kurz: die oberflächliche und zugleich multilokuläre Befestigung der Myoneme hat neben den Sicherheitsmaßregeln noch jene wohl höherstehende Bedeutung, daß dadurch im Gegensatz mit einer geradlinigen Stellung ein gekrümmter Zustand und infolgedessen ein schnellerer zugleich aber größerer Bewegungseffekt erreicht wird.

Diese Erklärung paßt noch mehr auf den blitzschnellen Effekt der spiral verlaufenden Myonemen der Spirostomen und Vorti-

¹ Siehe l. c.

cellastiele. Und *Vorticella* bildet mit seiner schnellen Bewegung einen wahren Gegensatz mit den Rotatorien mit ihren fernrohrartig und daher verhältnismäßig langsam zusammenziehbaren Schwänzen.

Literaturverzeichnis.

1. BÜTSCHLI, O. (1887/89): Protozoa. BRONN's Klassen u. Ordnungen des Tierreiches Bd. 1 Abt. 3.
2. DIERKS, K. (1926): Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des *Stentor coeruleus* mit besonderer Berücksichtigung seiner kontraktilen und konduktilen Elemente. Arch. f. Protistenk. Bd. 54.
3. GRELEI, J. v. (1925): Über den Kannibalismus der Stentoren. Arch. f. Protistenk. Bd. 52 p. 403—417.
4. JOHNSON, H. P. (1893): A contribution to the morphologie and biology of the Stentors. Journ. of Morphology Vol. 8. Boston U. S. A.
5. MAIER, H. N. (1902): Über den feineren Bau der Wimperapparate der Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2.
6. NERESHEIMER, E. R. (1903): Über die Höhe histologischer Differenzierung bei heterotrichen Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 2.
7. — (1907): Nochmals über *Stentor coeruleus*. Arch. f. Protistenk. Bd. 9.
8. ROSKIN, GR. (1915): La structure des myonemes contractiles de *Stentor coeruleus*. Tirage à part de „Memoires Scientifiques des Chaniavsky Université de Moscou“ Vol. 1.
9. — (1923): Die Cytologie der Kontraktion der glatten Muskelzellen. (Aus dem Institut für experimentelle Biologie zu Moskau Direktor Prof. KOLTZOFF.) Arch. f. Zellforsch. Bd. 17 H. 3.
10. SCHRÖDER, O. (1906): Beiträge zur Kenntnis von *Stentor coeruleus* EHRBG. und *Stentor roeselii* EHRBG. Arch. f. Protistenk. Bd. 8.
11. SCHUBERG, A. (1889): Zur Kenntnis des *Stentor coeruleus*. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontog. der Tiere Bd. 4.
12. WETZEL, A. (1925): Vergleichend cytologische Untersuchungen an Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 51.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Ergebnisse mit einer Silbermethode bei Ciliaten.

Von
Bruno M. Klein (Wien).

(Hierzu 33 Textfiguren.)

Die in Frage kommende Silbermethode¹⁾ wendete ich zuerst bei *Chilodon uncinatus* EHRLBG. an und erhielt bei dieser Art die in dem unten angezogenen Aufsatz beschriebenen Resultate.

Da es nahelag, daß bei gleicher Behandlung auch andere Ciliaten Ähnliches zeigen könnten, untersuchte ich eine Reihe von Arten und erhielt die im folgenden aufgeführten Ergebnisse, die bei der Silbermethode immer darin bestehen, daß sich im Zelleib des betreffenden Tieres gewisse Partien mit Silber imprägnieren und dann nach der Reduktion schwarz von hellem Grunde abstechen.

¹⁾ KLEIN, B. M.: Über eine neue Eigentümlichkeit der Pellicula von *Chilodon uncinatus* EHRLBG. Zool. Anz. Bd. 67, 5/6, 1926.

Zu der dort angegebenen Art der Versilberung möchte ich noch folgendes bemerken. Wichtig ist vor allem, daß die Trocknung so schonend wie möglich geschieht. Rasch, aber ohne Wärme, am besten an einem geöffneten Fenster bei leichtem Luftzug und einer ungefähren Temperatur von 16° C. Die mit 6—8 Min. angegebene Zeit des Einwirkens der Silbernitratlösung auf das Präparat ist so zu nehmen, daß für kleine Arten bis 6, für größere Arten bis 8 Minuten zu geben sind. Für ganz kleine Arten genügen auch unter 6 Minuten, von etwa 4 Minuten angefangen. Die richtige Zeit der Einwirkung läßt sich nur durch Erfahrung für jeden speziellen Fall feststellen. — Die Silberlösung darf nämlich nur so lange einwirken, bis das Objekt durchdrungen ist, ohne daß es aber zu einer Überspeicherung von Silber in der Zelle kommt. Tritt dies ein, so werden die Objekte, wenn voll ausreduziert wird, d. h. wenn die Einwirkung des Lichtes so lange dauert, bis sich in den betreffenden Teilen metallisches Silber gebildet hat, ganz schwarz und undurchsichtig. Kontrolliert man in solchem Falle unter dem

Im Ectoplasma der Ciliaten trifft das Silber auf zwei verschiedene Substanzen: eine stärker und eine schwächer Silber aufnehmende und reduzierende.

Die stärker speichernde und reduzierende Substanz ist einem System von Linien entsprechend angeordnet, die verschiedenen Verlauf zeigen.

Um für die, durch die Reduktion des Silbers sich schwärzenden fibrillen-, faden- oder strangförmigen Partien eine in jedem Falle passende Bezeichnung zu haben, möchte ich sie hier Silberlinien nennen.

Aus dem vorhandenen Material sollen nun etliche typische Fälle ausgewählt werden, die geeignet erscheinen über das Wesen der Silberlinien Aufschluß geben zu können.

Erschienen mir seinerzeit bei *Chilodon* diese Gebilde noch als Kittlinien, als Linien von Zwischensubstanz, die „Teilstücke der Pellicula verbinden“ so wurde durch die neu hinzugekommenen

Mikroskop, so sieht man, daß die Objekte, bevor sie ganz schwarz werden, distinkte Imprägnierung der betreffenden Teile in gelbbraunem oder fuchsigroten Farbton zeigen. Unterbricht man jetzt — die Präparate sind noch sehr distinkt und klar —, so erhält man jedoch nur nicht haltbare Präparate, da sich die gelbbraunen und rotbraunen Zustandsformen des Silbers im Balsam nach 4—6 Wochen unter Gelbfärbung des letzteren vollkommen lösen. — Sollen haltbare Präparate erzielt werden, so muß die zugeführte Silbermenge so abgestimmt sein, daß die Zeichnung schwarz oder tief schwarzbraun auf hellem Grunde erscheint, ohne daß dabei durch überschüssiges Silber das ganze Objekt geschwärzt und mit körnigem Niederschlag bedeckt wird. In solchen Fällen, wo alles zu rasch und zu dunkel kommt, kann nur vorzeitiges Unterbrechen der Reduktion helfen, woraus dann aber nicht haltbare Präparate resultieren. — Für größere Objekte, die Lufttrocknung nicht gut vertragen, kann man das Silbernitrat zu dem auf dem Objektträger befindlichen, die betreffenden Tiere enthaltenden Tropfen setzen, am besten mit einem ganz fein ausgezogenen Glasstab, da Tropfen aus einer Pipette zu groß ausfallen und dann viel überschüssiges Silber im Präparat vorhanden ist. Weiter behandelt wird in halbtrockenem Zustand. — Auch eine Fixierung mit Formol- oder Osmiumsäuredämpfen ist möglich durch Überdecken des die Tiere enthaltenden Tropfens mit einer mit Filtrierpapier ausgeschlagenen Uhrschale, die auf dem Papier einige Tropfen des Fixierungsmittels trägt. Einwirkungsdauer, je nach der Größe der Tiere und des Tropfens, 3—6 Minuten. Die beiden zuletzt angegebenen Modifikationen ergeben jedoch nur ziemlich unzuverlässige Resultate. Vielleicht deshalb, weil durch das fixierende Agens wahrscheinlich die chemische Zusammensetzung der einzelnen Strukturelemente geändert wird, so daß jene Elemente, die nach einfacher Trocknung gern Silber aufnehmen, nach diesen Veränderungen für Silber keine Affinität mehr zeigen, oder aber alle Elemente das Silber speichern und reduzieren und von Elektivität keine Rede mehr ist. Lufttrockene Ausstriche sind deshalb, wo immer möglich, vorzuziehen.

Tatsachen diese Ansicht dahin erweitert, daß es in allen Fällen zum Wesentlichen dieser Zwischensubstanz gehöre, die Basalkörperchen untereinander mehr oder weniger direkt zu verbinden.

Als systematische Merkmale kommen die Silberlinien hier nicht in Betracht, obwohl die scharfe, distinkte Art im Präparat aufzutreten, sie für systematische Zwecke wohl verwendbar machen dürfte.

Bei der jetzt folgenden Vorführung der verschiedenen Silberbilder sollen die Fälle an erster Stelle kommen, deren Liniensystem auf der Wabenstruktur des Plasmas basiert.

Mit der Wabenstruktur ^{1) 2)} des Plasmas, sind kleinste, das Plasma zusammensetzende Körperchen ^{3) 4)} gegeben, die durch Grenzschichten, die aus Dichtigkeitsdifferenzen gegen das Innere des Körperchens zu entstehen, voneinander geschieden sind, oder, was dasselbe ist, sich mit diesen Grenzschichten allseitig umgeben.

Diese Körperchen (BÜTSCHLI'sche Waben, ENTZ'sche Cytophane) bilden bei vielen Ciliaten im Ectoplasma den bekannten Alveolarsaum ⁵⁾ oder die Alveolarschicht ⁵⁾. Die in Rede stehenden Körperchen nehmen hier die Gestalt sehr schmaler und hoher Prismen an.

Manche Arten zeigen nun in ihren Silberliniensystemen Bilder, die sich an eine solche Alveolarsaumstruktur anzulehnen scheinen. Bei den betreffenden Arten sieht man in der Pellicula ein aus feinsten Fibrillen gebildetes, äußerst engmaschiges Gitter (Fig. 2, 3, 4 ev. 5).

Soll nun festgestellt werden, was dieses Gitter in bezug auf den Alveolarsaum oder diese Waben im allgemeinen, eigentlich ist, ob es diesen selbst (1.) oder Teile (2.) von ihm repräsentiert, oder schließlich etwas anderes (3.), nur in einem Abhängigkeitsverhältnis zu ihm Stehendes darstellt, so scheiden die beiden ersten Möglichkeiten,

¹⁾ KÜNSTLER, J.: De la constitution du protoplasma. Bull. sc. du Nord et de la Belgique, 2^e sér., 5^e année 1882.

²⁾ BÜTSCHLI, O.: Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma, Versuche und Beobachtungen zur Lösung der Frage nach den physikalischen Bedingungen der Lebenserscheinungen. Leipzig 1892.

³⁾ ENTZ, GÉZA v.: Die elastischen und kontraktile Elemente der Vorticellinen. Math. u. naturwiss. Ber. a. Ungarn Bd. 10 1892 p. 1—44, Taf. I—III. In dieser Arbeit entwickelt Autor die Theorie des „cytophanen Plasmas“.

⁴⁾ ABONYI, ALEXANDER: Über die ENTZ'schen Cytophane. Alatt kozlemények, XXII, 1925.

⁵⁾ BÜTSCHLI, O.: Protozoa 1./III in BRONN's Klassen u. Ordnungen. Leipzig 1887—89.

weil sie nicht mit den Tatsachen des gegebenen Bildes übereinstimmende Resultate ergeben könnten, von vornherein aus.

Ad 1: Bei den in Frage kommenden Silberbildern kann es sich nicht um die Darstellung des Alveolarsaumes selbst, als Ganzes handeln. Denn dann müßten die Alveolen sich durchaus, als Ganzes imprägnieren und statt eines Gitters würde eine schwarze Schicht erscheinen.

Ad. 2: Sollten dem Silberbild Teile des Alveolarsaumes entsprechen, so könnten es, um dem gegebenen Bild nahezukommen, nur die Grenzschichten der Alveolen sein.

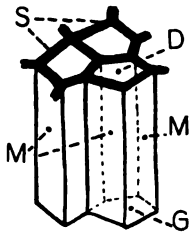


Fig. 1. Einige der prismenförmigen Waben (Cytophane) der Alveolarschicht. Schematisch.

Erklärung im Text.

Hier wäre nun zweierlei möglich (Fig. 1): entweder die Grenzschichten kämen als Ganzes in Betracht, also Mantelflächen = M und Grund- und Deckflächen = G, D, was aber nicht der Fall sein kann, weil die Flächen G und D im Präparat völlig frei von jeder Imprägnierung sind. Oder es kämen nur die Mantelflächen M in Frage. Dies wäre nur dann zu erklären, wenn man in ihrer physikalischen Beschaffenheit die Mantelflächen (M M M . . . M) verschieden von Grund- und Deckfläche (G, D) annehmen wollte (so daß Mantelflächen Silber gut speicherten und reduzierten, Grund- und Deckflächen hingegen nicht), was physikalisch bei einer Grenzschicht schwer zu verstehen wäre ^{1) 2) 3)}.

Ohne physikalische Schwierigkeiten ließe sich ein derartiges Verhalten durch eine zwischen den Alveolen vorhandene und von diesen substantiell verschiedene Zwischensubstanz (das fällt schon unter 3!) erklären.

Ad 3: Durch die erwähnte Zwischensubstanz, etwas das nicht den Alveolen (Waben oder Cytophanen) als solchen angehört, sondern zwischen diesen sich, vielleicht als Abscheidungsprodukt sich ausbreitet, konnte man vorhin schon den tatsächlichen Verhältnissen ziemlich nahe kommen. Nur die Tiefenausdehnung dieser Zwischensubstanz stimmte mit dem tatsächlichen Befund noch nicht überein, denn die Begrenzungen (Silberlinien) der Polygone sind nicht tiefer als breit. Diesen Begrenzungen entsprächen in Fig. 1

¹⁾ Verschiedene Lehrbücher der Physik — neuere Auflagen.

²⁾ COSSUTO, L.: Der kolloide Zustand der Materie. Dresden u. Leipzig 1913.

³⁾ OSTWALD, W. O.: Grundriß der Kolloidchemie. 1923.

die stark ausgezogenen Konturen $S =$ Zwischensubstanz, die nur dem Umfange der Deckflächen der Alveolarprismen folgt, ohne in die Tiefe zu gehen. Wenn ein Vergleich mit den Metazoen gestattet ist, so lägen die Verhältnisse so, wie bei den Schlußleistennetzen¹⁾ gewisser Gewebe der Vielzelligen, nur daß bei Protozoen natürlich nicht Zellen, sondern Alveolarprismen (Waben, Cytophane) resp. Teilstücke der Pellicula als Matrix eines solchen Netzes vorliegen.

Als spezielle Beispiele dieser Verhältnisse seien jetzt einige Fälle vorgeführt.

Besonders engmaschig ist das Gitter bei *Glaucoma pyriformis* (Fig. 2)²⁾. Es geht mit Ausnahme des Mundfeldes gleichmäßig um den ganzen Körper des Tieres. Maschenweite im Durchschnitt $0,75 \mu$.

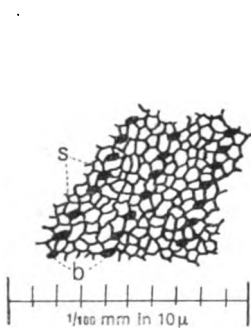


Fig. 2.

Fig. 2. Ein Stück des Silbergitters der Bauchseite von *Glaucoma pyriformis*.
s = Silbergitter, b = Basalkörner.

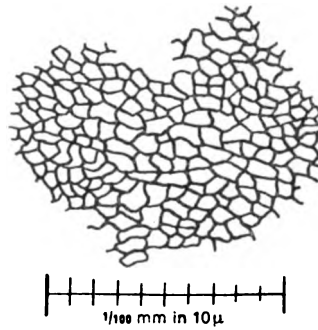


Fig. 3.

Fig. 3. Ein Stück des Silbergitters aus der vorderen Hälfte der Bauchseite von *Oxytricha*.

Etwas größer sind die Maschenweiten bei *Oxytricha* (Fig. 3). Das Netz geht ebenfalls gleichmäßig um den Körper des Tieres. Maschenweite $0,75-1,2 \mu$; durchschnittlich ca. 1μ .

Noch größere Maschenweiten finden sich bei dem ebenfalls gleichmäßig um den Körper des Tieres laufenden Gitter von

¹⁾ STÖHR, PH. (SCHULTZE, O.): Lehrbuch der Histologie. Jena (neuere Auflagen), auch alle anderen, neueren Lehrbücher der Histologie.

²⁾ Bei allen Figuren ist ein Vergleichsmaßstab mitgezeichnet und zwar immer die Strecke eines $\frac{1}{100}$ mm, die in 10μ geteilt ist. Alle Figuren mit LEITZ Apochromat Immersion 2 mm und verschiedenen НУГГЕН'Сchen resp. periplanatischen Ocularen unter Verwendung des АBBE'schen Zeichenapparates gezeichnet.

Chilodon cucullulus O. F. M. (Fig. 4). Die Maschenweiten betragen hier 1—2 μ ; Durchschnitt 1,5 μ .

Zu bemerken ist hier noch, daß um den Mund herum die Maschen enger werden und sich dadurch das System dort verdichtet.

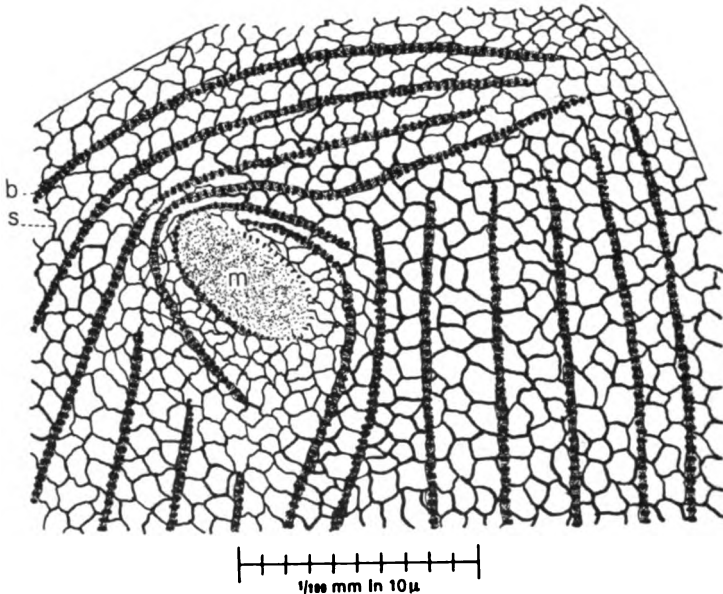


Fig. 4. Vordere Hälfte der Bauchseite von *Chilodon cucullulus* O. F. M.
s = Silbergitter, b = Basalkörner, m = Mund.

Als nächster Fall soll *Chilodon uncinatus* EHRBG.¹⁾ angeführt sein (Fig. 5 u. 6). Bei dieser Art tritt in der Pellicula ein netzförmiges System von Silberlinien auf, das im Vergleich zu den Gittern bei *Glaucoma pyriformis*, *Oxytricha* und *Chilodon cucullulus* viel weitere Maschen (1—4 μ) aufweist. Bei diesem System ist es vielleicht noch möglich, daß es in einer Wabenstruktur der Pellicula seine Grundlage hat, daß es zwischen besonders großen und flachen Cytophanen der Pellicula sich ausbreitet.

Daß es sich auch hier bei den geschwärzten Teilen nicht um die äußere Cytophanschicht selbst handeln kann, beweisen wieder die nichtimprägnierten Grund- und Deckflächen dieser sehr flachen, plattenförmigen Prismen.

¹⁾ KLEIN, B. M.: Über eine neue Eigentümlichkeit der Pellicula von *Chilodon uncinatus* EHRBG. Zool. Anz. Bd. 67, 5/6, 1926.

Bei *Glaucoma pyriformis*, *Oxytricha* und *Chilodon cucullulus* treten die Silberlinien in enger Abhängigkeit von der im Plasma vorhandenen Cytophanstruktur auf; sie legen sich zwischen die Bausteine des Plasmas, deren Umfänge markierend und so ein Netzwerk bildend, dessen Maschenweite der Weite der Protoplasmawaben oder, anders gesagt, dem Durchmesser der Cytophane entspricht.

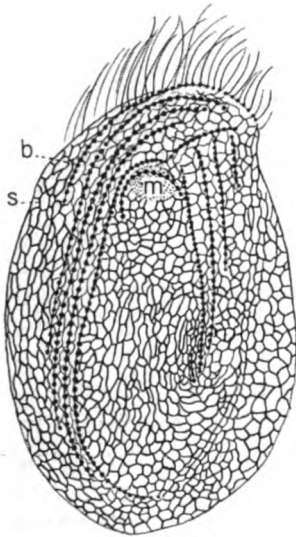


Fig. 5.

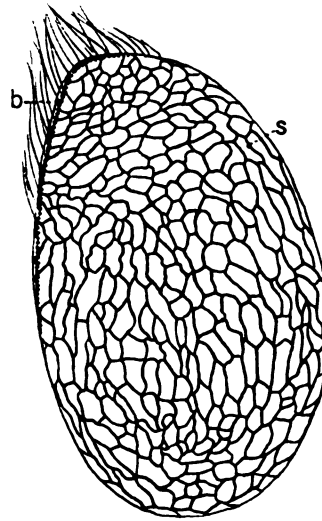


Fig. 6.

Fig. 5. *Chilodon uncinatus* EHRBG.

Bauchseite. b = Basalkörner, s = Silberlinien, m = Mund.

Fig. 6. *Chilodon uncinatus* EHRBG. Rückenseite.

b = Basalkörner, s = Silberlinien.

Bei dem Silbergitter von *Chilodon uncinatus* steigt der Durchmesser der Maschen. Die Maschenweite auf Bauch- und Rückenseite ist verschieden; es gibt auf beiden Seiten größere und kleinere Maschen, die aber in ihren Extremen nirgends unvermittelt aneinanderstoßen, sondern immer in allmählichem Übergang vom größeren zum kleineren, oder umgekehrt abgestuft sind.

Die Maschenweiten betragen auf der Bauchseite 1—2 μ , auf der Rückenseite 2—4 μ . — Die Maschen der bisher beschriebenen Silbergitter waren in ihrer Weite bei jedem Falle mehr oder weniger konstant und gingen bei allen diesen Fällen zusammen nicht über ein gewisses Höchstmaß hinaus. Es ist für alle Fälle, in denen die

Silberlinien an eine wabige Plasmastruktur gebunden sind, eine gewisse Maschenweite (von 0,75 bis ca. 1 μ) charakteristisch.

Chilodon uncinatus dürfte bereits einen Übergang zu der im folgenden geschilderten zweiten Gruppe darstellen.

Die folgende Zusammenstellung soll die Weite der Maschen mit Bezug auf die Körpergröße des Tieres veranschaulichen.

Art	Körperlänge in mm	Maschenweite in mm	Verhältnis
<i>Glaucoma pyriformis</i>	0,08	0,00075	1 : 106
<i>Oxytricha</i>	0,1	0,001	1 : 100
<i>Chilodon cucullulus</i>	0,12	0,0015	1 : 80
<i>Chilodon uncinatus</i>	0,035	0,002	1 : 17,5
<i>Cyclidium glaucoma</i>	0,02	0,003	1 : 6,6

Ist bei *Glaucoma pyriformis* die Maschenweite durchschnittlich $\frac{1}{106}$ der Körperlänge, so steigt dieser Wert bis zu $\frac{1}{6,6}$ der Körperlänge bei *Cyclidium*.

Es gibt aber auch Systeme von Silberlinien, die auf Grund ihrer im Verhältnis zur Körpergröße sehr weiten Maschen, wie z. B. bei *Cyclidium*, oder beim Fehlen des Maschenwerkes überhaupt, sich nicht mehr an eine gegebene Wabenstruktur lehnen können, sondern anderen Faktoren ihre Anordnung verdanken müssen.

Unter diesen anderen Faktoren, zu denen Silberlinien in Beziehung und Abhängigkeit treten können, kommen vor allem die Basalkörner in Betracht.

Bei *Chilodon uncinatus*, *Chilodon cucullulus*, *Oxytricha* und *Glaucoma pyriformis* war der Verlauf der Silberlinien an die Anordnung der Basalkörperchen nicht gebunden; Silberlinien und Basalkörperchen waren dort zwar nicht unabhängig voneinander, denn das System der einen traf auf das System der anderen, ohne jedoch eine weitergehende Abhängigkeit voneinander in der Anordnung zu zeigen.

Der nächste Fall, das Silberliniensystem der Dorsalseite von *Euplotes* (Fig. 7) ist nun insofern interessant, als hier ein Teil der meridional verlaufenden Silberlinien ohne Beziehung zu den Basalkörnern ist, ein anderer Teil derselben hingegen in die bestimmtesten Beziehungen zu denselben tritt und querverlaufende Linien beide Teile verbinden. Es tritt hier ein System von ziemlich weit voneinander abstehenden meridionalen Linien auf, die abwechselnd so verlaufen, daß die eine Linie Basalkörperchen

nicht trifft, die nächste jedoch die einzelnen in Reihen angeordneten Basalkörperchen untereinander verbindet, so daß immer alternierend eine der meridionalen Linien Basalkörperchen führt, die andere hingegen nicht.

War das Bild des Silberliniensystems bei *Chilodon* durch den Verlauf der Basalkörperreihen nicht bestimmt, so ist dies hier in weitestgehendem Maße der Fall, da die Hälfte der Meridianlinien mit den Basalkörperchenreihen zusammenfällt, die andere Hälfte zwischen diesen, gleiche Richtung nehmend, verläuft.

Zu dem meridionalen Liniensystem kommt noch ein System rechtwinkelig zu diesen verlaufender Linien, die als kurze Verbindungen je eine

Basalkörperchenreihenlinie mit einer zwischen diesen verlaufenden Linie verbinden, so daß das Querstück in den meisten Fällen zwischen zwei Basalkörnern der einen Reihe seinen Ursprung nimmt und zu der von Basalkörnern freien Linie führt. Von dieser Linie nimmt wieder ein Querstück seinen Ursprung, aber gewöhn-

lich nicht aus demselben Punkt, in welchem das erste Querstück endete, sondern je zwischen zwei solchen Punkten, um wieder zu einem Meridian zu führen und dort zwischen zwei Basalkörnern zu enden.

Meridiane und Querverbindungen ergeben dann ein den Mörtelfugen einer Mauer vergleichbares Bild durchlaufender Linien und diese verbindender, alternierender Brücken. — Es sind somit alle Basalkörner durch das System der Silberlinien miteinander verbunden, allerdings noch nicht direkt, sondern noch unter Beibehaltung „leerlaufender“, d. h. Basalkörner nicht enthaltender Meridiane. Der nächste, weiterentwickelte Fall müßte sich so darstellen, daß eine direkte Verbindung der Basalkörner dadurch zu-

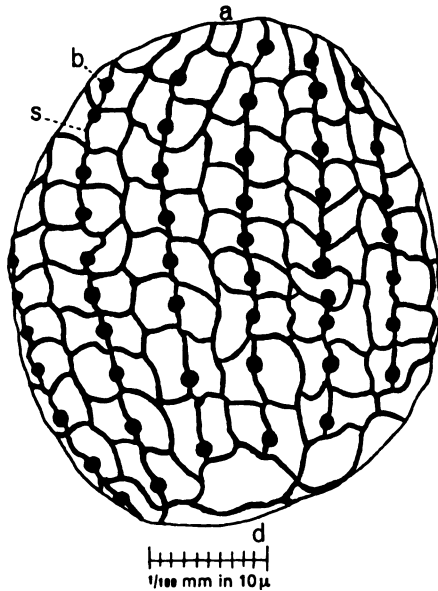


Fig. 7. Silberliniensystem der Dorsalseite von *Euplotes*. b = Basalkörner der in diesem Falle zu Tastborsten umgewandelten Cilien, s = Silberlinien, a = apikaler Pol, d = distaler Pol.

stande käme, daß außer den, die in Reihen angeordneten Basalkörner verbindenden Linien und den diese Linien wieder quer verbindenden Brücken, keine Silberlinien mehr entwickelt wären.

Und dieser Fall liegt tatsächlich in den nunmehr zu beschreibenden Verhältnissen von *Cyclidium glaucoma* (Fig. 8 u. 9) vor. Hier gibt es keine „leerlaufenden“ Strecken mehr, die Verbindung ist

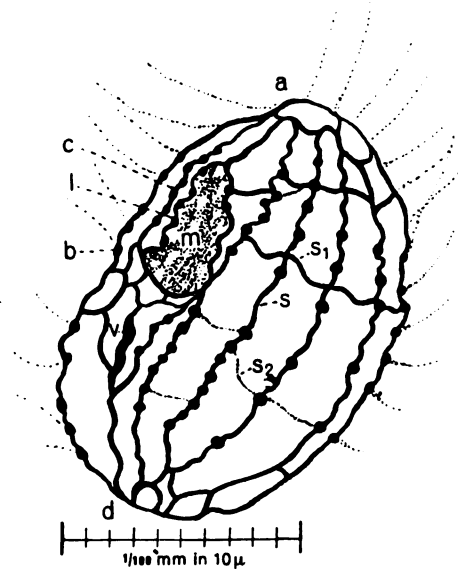


Fig. 8.

Fig. 8. *Cyclidium glaucoma*. Ansicht von der Bauchseite.

b = Basalkörner, s = meridionale Silberlinien, s₁ = Querbrücken, s₂ = schwach ausgebildete Querbrücken, v = Verdickung des zwischen den ventralen Platten aufsteigenden Silberlinienastes, a = apikaler Pol, d = distaler Pol, m = Mundfeld, c = zirkumorale Basalkörnerreihe, l = laterale Basalkörnerreihe.

Fig. 9. *Cyclidium glaucoma*. Ansicht von der Rückenseite.

b = Basalkörner, s = meridionale Silberlinien, s₁ = Querbrücken, s₂ = schwach ausgebildete Querbrücken, a = apikaler Pol, d = distaler Pol.

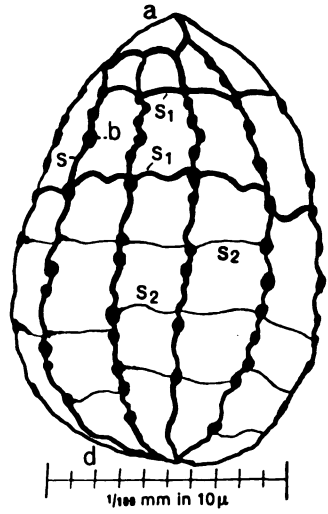


Fig. 9.

direkt: von Basalkorn zu Basalkorn durch die meridionalen Linien und von Meridian zu Meridian wieder durch die Querbrücken¹⁾, so daß ein Kontakt nach jeder Richtung mit den geringsten Mitteln, oder jedenfalls mit geringeren Mitteln erzielt ist, als im vorhergehenden Fall. Besonders zu beachten ist auch der eigenartige Verlauf und die Verdichtung des Liniensystems um die Mundöffnung und die Verdickung des zwischen den ventralen Platten aufsteigenden Silberlinienastes v. Später, bei den Beziehungen der Silberlinien zur Mundbildung, wird darauf noch zurückzukommen sein.

Die bisher beschriebenen Fälle zeigten, daß die Systeme der Silberlinien von der einen Art ihres Auftretens, die sich an wabige Plasmastrukturen lehnt, nach und nach abweichen und sich in ihrem Verlauf immer enger an die Anordnung der Basalkörner anschließen und z. B. bei *Cyclidium* schon den Eindruck erwecken, ein die einzelnen Basalkörner verbindendes System zu sein.

Ein die Basalkörner, die Insertionsstellen der motorischen Organellen, der Cilien, verbindendes System, legt nun die Vermutung nahe, daß die Silberlinien ein im Leben reizleitendes System darstellen. — Gewisse Gebilde, bzw. Strukturen des Ciliatenkörpers wurden schon öfters in Beziehung zur Reizleitung²⁾ gesetzt.

Schon EHRENBERG³⁾ (1830) hatte die „Infusionstierchen“ als vollwertige Organismen angesehen und die in ihnen sichtbaren Fibrillen als Nervenbahnen angesprochen. Im Jahre 1880 beobachtete ENGELMANN⁴⁾ bei *Stylonychia* Fasern, denen er eine nervöse Funktion zuschrieb. 1903 fand NERESHEIMER⁵⁾ an *Stentor coeruleus* bei Behandlung mit MALLORY'S Dreifarbengemisch Fasern, denen er eine nervöse Funktion zuschrieb und sie Neurophane nannte. 1913 beschrieb SHARP⁶⁾ bei *Diplodinium ecaudatum*, einem Vertreter der Oligotricha einen neuromotorischen Apparat. Er behandelte das fixierte Material mit MALLORY'S Farbgemisch, resp. Eisenhämatoxylin. 1918 gab YOCOM⁷⁾ die Darstellung des neuromotorischen Apparates von *Euplotes patella*. Behandelt wurde das Material nach Fixierung mit Zenker, Pikrin-Sublimatgemisch, Carnoy oder Schaudinn, mit Mallory's Dreifarbengemisch oder Eisenhämatoxylin. Die Behandlung des Materials mit Silbernitrat und Goldchlorid, mit welchem Autor versuchte die feineren fibrillären

¹⁾ Von diesen Querbrücken finden sich wohlausgebildete (s_1) und solche, die nur angedeutet sind (s_2) und den Eindruck noch unausgebildeter oder bereits rückgebildeter Verbindungen machen.

²⁾ DOFLEIN, F.: Lehrbuch der Protozoenkunde. Jena 1916. — Der Abschnitt „Reizleitung“ p. 123.

³⁾ EHRENBERG, C. G.: Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig (Voß) 1838.

⁴⁾ ENGELMANN, T. W.: Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen. PFLÜGER'S Arch. f. d. ges. Phys. Bd. 23 p. 505—535 1880.

⁵⁾ NERESHEIMER, E. R.: Die Höhe histologischer Differenzierung bei heterotrichen Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 3 p. 305—324 1903.

⁶⁾ SHARP, R. G.: *Diplodinium ecaudatum* with an account of its neuromotor apparatus. Univ. Calif. Publ. Zool. Vol. 13 p. 43—122 1914.

⁷⁾ YOCOM, H. B.: The neuromotor apparatus of *Euplotes patella*. Univ. Calif. Publ. Zool. Vol. 18 p. 337—396 1918.

Endigungen darzustellen, gab ihm keinen Erfolg. 1920 untersuchte TAYLOR¹⁾ das neuromotorische System von *Euplotes patella* unter Anwendung der Methode der Mikrosektion, bei welcher am lebenden Tier mit Glasnadeln verschiedene Durchtrennungen, Anschneidungen usw. an den Fibrillen oder den damit zusammenhängenden Teilen gemacht wurden, um an entsprechenden Ausfallserscheinungen die neuromotorische Funktion des in Rede stehenden Systems zu beweisen. 1922 beschrieb McDONALD²⁾ den neuromotorischen Apparat von 2 Balantidiumarten. Methode: Fixierung: Schaudinn, Zenker, Formol, Osmiumsäure und Pikrin-Sublimat. Färbung: Eisenhämatoxylin, Delafield's Hämatoxylin, Mallory's Gemisch. Im selben Jahre erschien von REES³⁾ eine Arbeit über den neuromotorischen Apparat von *Paramaecium*. Fixiert wurde mit Zenker, Pikrin-Sublimat (YOCOM) resp. konz. Bromwasser, gefärbt mit Mallory, Eisenhämatoxylin, resp. Anilinblau. Außerdem kam die Methode der „Mikroinjektion“⁴⁾ in Betracht. 1926 erschien die neueste Arbeit von DIERKS⁵⁾ über *Stentor coeruleus* mit besonderer Berücksichtigung der kontraktilen und konduktilen Elemente. Fixierung: Zenker und Flemming. Schnitte — 2 μ . Färbung: Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN und MALLORY. Die mit konduktiler Funktion in Beziehung gesetzten fibrillären Gebilde nennt der Autor Neuroide. Sie färben sich mit Mallory dunkelviolett im Gegensatz zu den Myonemen, die sich leuchtend rot tingieren. MALLORY'S Methode wurde, wie diese Übersicht zeigt, schon öfters zur Darstellung „nervöser“ Strukturen bei Ciliaten benutzt und färbte dieselben immer leuchtend rot, so das YOCOM⁶⁾ in seiner Arbeit über *Euplotes* u. a. schreibt: „ . . . in staining with MALLORY'S stain those structures which have an affinity for the

¹⁾ TAYLOR, CH. V.: Demonstration of the function of the neuromotor apparatus in *Euplotes patella* by the method of microdissection. Univ. Calif. Publ. Zool. Vol. 19 p. 403—470 1920.

²⁾ McDONALD, J. D.: On *Balantidium coli* MALMSTEN und *Balantidium suis* (sp. nov.), with an account of their neuromotor apparatus. Univ. Calif. Publ. Zool. Vol. 20 p. 243—300 1922.

³⁾ REES, CH. W.: The neuromotor apparatus of *Paramaecium*. Univ. Calif. Publ. Zool. Vol. 20 p. 333—364 1922.

⁴⁾ DERS.: The microinjection of *Paramaecium*. Univ. Calif. Publ. Zool. Vol. 20 p. 235—242 1922.

⁵⁾ DIERKS, KLAAS: Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des *Stentor coeruleus* mit besonderer Berücksichtigung seiner kontraktilen und konduktilen Elemente. Arch. f. Protistenk. Bd. 54 H. 1 p. 1—91 1926 (10. April).

⁶⁾ YOCOM, H. B.: The neuromotor apparatus of *Euplotes patella*. Univ. Calif. Publ. Zool. Vol. 18 p. 337—396 1918.

acid fuchsin are supposed to have a nervous function“ (pag. 378). Es liegt hier nun die eigenartige Tatsache vor, daß Gebilde, denen die gleiche Funktion zugesprochen wird, bei derselben Methode in einem Fall für einen bestimmten Farbstoff (Säurefuchsin) Affinität zeigen ¹⁾, im anderen ²⁾ hingegen nicht. Es kann vorkommen, daß ein Agens zu funktionell verschiedenen Gebilden Affinität zeigt, aber daß funktionell gleiche Gebilde dem gleichen Agens gegenüber verschiedenes Verhalten zeigen, kommt wohl nirgends vor.

Die Darstellung reizleitender Systeme durch Versilberung, wie ich sie in vorliegender Arbeit versuchte, zeigt nun bei *Euplotes* ein Bild, das der Hauptanforderung an ein solches System, die motorischen Organellen untereinander zu verbinden, ebenso genügt wie das von YOCOM gefundene, aber ganz anderen Verlauf zeigt. Das Silberliniensystem bei *Euplotes* stellt kein geradlinig zwischen den Ansatzpunkt der Cirren verlaufendes System dar, sondern ein Gitter, das diese Punkte verbindet und außerdem noch die Basalkörner der dorsalen Tastborsten (sensible Organellen!), in diese Verbindung einbezieht. Die Untersuchung des YOCOM'schen neuromotorischen Apparats durch TAYLOR ³⁾ mit der Methode der „Microdissection“ sollte den nervösen Charakter dieses Apparates beweisen. Da er aber bei den Einschnitten unbedingt auch die Fibrillen des bis dahin unbekanntes Silberliniensystems durchschneiden mußte, so steht die nervöse Funktion des YOCOM'schen Apparates wieder in Frage. Dem neuromotorischen Apparat, den REES ⁴⁾ bei *Paramaccium* beschrieb, steht ebenfalls ein Silberliniensystem gegenüber, das denselben Bedingungen wie sein neuromotorischer Apparat entspricht. Diese Bedingungen, die Basalkörner untereinander zu verbinden und auch die Trichocysten in diese Verbindung einzubeziehen, erfüllt das Silberliniensystem vollständig, zeigt aber einen ganz anderen, rein peripheren Verlauf ohne ins Innere der Zelle Fibrillen zu senden.

So dürfte die Affinität verschiedener fibrillärer Strukturen des Ciliatenkörpers zu Säurefuchsin doch kein Anhaltspunkt für den nervösen Charakter dieser Gebilde sein.

Um nach dieser Abweichung wieder zur Arbeit DIERKS zurückzukommen, sei noch auf die übersichtlichen Literaturreferate und das ausführliche Literaturverzeichnis ⁵⁾ aufmerksam gemacht.

¹⁾ Ergebnis von: YOCOM, REES.

²⁾ Ergebnis von: DIERKS.

³⁾ Vgl. Note 1 S. 254.

⁴⁾ Vgl. Note 3 S. 254.

⁵⁾ Dort alle übrigen, hier nicht angezogenen Arbeiten zu finden.

Auch andere Autoren ¹⁻³) beschrieben bei verschiedenen Ciliaten fibrilläre Strukturen, ohne denselben jedoch eine reizleitende Funktion zuzusprechen. Sie faßten diese Strukturen vielmehr als stützende oder kontraktile Systeme auf.

Obwohl nicht eigentlich zum Thema gehörig, sei noch bemerkt, daß auch bei Flagellaten neuromotorische Apparate beschrieben worden sind und zwar von WILSON ⁴), ALEXEIEFF ⁵), SWEZY ⁶), KOFOID und SWEZY ⁷), KOFOID und CHRISTIANSEN ⁸), KOFOID und McCULLOCH ⁹) und MELLO ¹⁰).

Auf die Silberlinien zurückkommend, ist dazu noch folgendes zu bemerken.

Das System der Silberlinien liegt als ein System von bestimmter materieller Zusammensetzung zwischen andersartiger Substanz, als Zwischensubstanz derart, daß es als Gitter Ausnehmungen zeigt, die von der andersartigen Substanz ausgefüllt werden.

¹) BÜTSCHLI, O.: BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreichs (Protozoa) Bd. 1 1887—89.

²) SCHUBERG, A.: Zur Kenntnis des *Stentor coerulesus*. Zool. Jahrb. Bd. 4 p. 197—238 1891.

³) MAIER, H. N.: Über den feineren Bau der Wimperapparate der Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2 p. 73—179 1903.

⁴) WILSON, C. W.: On the life history of a soil amoeba. Univ. Calif. Publ. Zool. Vol. 16 p. 241—292 1916.

⁵) ALEXEIEFF, A.: Sur la revision du genre *Bodo* EHRENBG. Arch. f. Protistenk. Bd. 26 p. 413—419 1912.

⁶) SWEZY, O.: The Kinetonucleus of flagellates and the binuclear theory of HARTMANN. Univ. Calif. Publ. Zool. Vol. 16 p. 185—240 1916.

⁷) KOFOID, C. and SWEZY, O.: Mitosis and multiple fission in trichomonad flagellates. Proc. Amer. Acad. Arts and Sci. Boston Vol. 51 p. 289—378 1915.

Dieselben: a) Studies on the parasites of the Termites. II. On *Trichomitus termitides*, a polymastigote Flagellate with a highly developed neuromotor system. Univ. Calif. Publ. Zool. Vol. 20 p. 21—40 1919.

Dieselben: b) Studies on the parasites of the Termites. III. On *Trichonympha campanula* spec. nov. Univ. Calif. Publ. Zool. Vol. 20 p. 41—98 1919.

Dieselben: c) Studies on the parasites of the Termites. IV. On *Leidyopsis sphaerica* gen. nov., spec. nov. Univ. Calif. Publ. Zool. Vol. 20 p. 99—116 1919.

⁸) KOFOID, C. A. and CHRISTIANSEN, E. B.: a) On *Giardia microti* sp. nov., from the meadow mouse. Univ. Calif. Publ. Zool. Vol. 16 p. 23—29 1915. — b) On binary and multiple fission in *Giardia muris*. Ibid. Vol. 16 p. 30—54 1915.

⁹) KOFOID, C. A. and McCULLOCH, I.: On *Trypanosoma triatomae*, a new flagellate from a hemipteran bug from the nests of the wood rat *Meotoma fuscipes*. Univ. Calif. Publ. Zool. Vol. 16 p. 113—126 1916.

¹⁰) MELLO, F. DE: On the neuromotor system of the active forms of an *Entrichomastix* parasite from the intestine of a common indian lizard. Ind. J. Med. Res. Vol. 11 p. 579—586 1923.

Durch diesen Aufbau aus zwei verschiedenen Komponenten erhält die Pellicula aus mechanischen Gründen einen höheren Grad von Festigkeit (zug-, druck- und torsionsfest) als wenn sie einheitlich aus einer Substanz bestünde. An dem mechanisch stärker beanspruchten Mundpol, resp. Mundfeld zeigt sich auch das Gitter der Zwischensubstanz (Silberlinien) dichter als an anderen, weniger beanspruchten Stellen.

So dienen diese Systeme einmal der Festigung der Pellicula. Da die Reihen der Basalkörner dadurch, daß diese unter anderem die Drehpunkte und Widerlager der Cilien bilden, mechanisch stark beansprucht sind, wird es begreiflich, daß die Systeme der Zwischensubstanz (Silberlinien) der Anordnung der Basalkörner folgen.

Läßt sich aus rein mechanischen Gründen die Anordnung der Silberlinien, besonders auch ihre Beziehungen zu den Basalkörnern verstehen, so drängt sich doch noch die Frage auf, ob diese Systeme nur mechanischen Zwecken dienen.

Die durch das Schlagen so zahlreicher Wimpern bedingte Ortsbewegung der Ciliaten ist nur möglich, wenn der Schlag jeder Cilie mit dem Schlag aller anderen in Koordination gesetzt ist. Es liegt nun nahe, daß gerade jene fibrillären Gebilde von Zwischensubstanz, die sich in den Silberlinien darstellen, die Funktion dieses Zusammenordnens der Bewegungen der einzelnen Bewegungsorganellen leisten. Die räumliche Beziehung der Basalkörner zu den Silberlinien wäre so durch ein zweites Moment bedingt: durch das Moment der Reizleitung.

Die Reizempfindlichkeit resp. Reizleitung ist eine dem lebenden Plasma allgemein zukommende Eigenschaft. Das Plasma der Amöbe empfindet Reize, leitet sie weiter und setzt sie in Bewegung um. Soll nun bei Ciliaten das System der Silberlinien als reizleitendes angesprochen werden, so nicht in dem Sinne, daß Reizleitung beim Tier erst durch solche Systeme überhaupt ermöglicht wird, sondern nur in dem Sinne, daß sie eine Spezialisierung aus dem allgemein reizleitenden Plasma darstellen, die den Effekt der Reizleitung erhöhen.

In der gleichen Zeit ist der Effekt der Bewegung einer Amöbe um vieles geringer als der Bewegungseffekt eines freibeweglichen Ciliaten¹⁾. Und diesem erhöhten Bewegungseffekt müßte auch ein

¹⁾ Die Fortbewegung bei Amöbe und Ciliat, die in einem Falle durch Pseudopodien, im anderen hingegen durch eine große Zahl von Wimpern bewirkt wird, läßt einen Vergleich vielleicht unangebracht erscheinen. Aber die große Zahl der Cilien würde einen geringeren oder gar keinen Fortbewegungseffekt her-

erhöhter Effekt der Reizleitung — geleistet durch ein besonders spezialisiertes System — entsprechen.

So würden die Silberliniensysteme dem in Einem sich darstellenden Stütz- und reizleitenden Apparat der Ciliaten entsprechen, oder anders gesagt, die Silberliniensysteme würden ein System reizleitend gewordener Zwischensubstanz sein.

Die hochentwickelte Bewegungsart freibeweglicher Ciliaten ist allgemein bekannt. Aber ein Beispiel dazu soll, weil es das hier gegebene Bild des Silberliniensystems von *Cyclidium glaucoma* ergänzt, gegeben werden.

Bei dieser Art, wo die Silberlinien nur ein die einzelnen, verhältnismäßig wenigen aber dafür recht langen Cilien verbindendes System darstellen, müßten, wenn die Annahme, daß dieses System ein reizleitendes sei, sich bestätigen sollte, die Bewegungen den entsprechenden Eindruck machen. Dieser Eindruck entsteht tatsächlich, wenn man das Tier im Wasser bewegungslos, mit starr und ruhig vom Körper abstehenden Cilien liegen sieht und den plötzlichen Sprung beobachtet, wenn ein anderes Infusor oder dergleichen an eine der Cilien streift. Es ist klar, daß bei derartigen, in bezug auf die Cilien sich a tempo vollführenden Bewegungen, im gegebenen Augenblick alle Bewegungsorganellen gleichzeitig und koordiniert in Aktion treten müssen, um einen derartigen Effekt hervorbringen zu können. Sind die Tiere außerhalb des den Sprung veranlassenden Reizes, so verharren sie wieder wie vordem bewegungslos mit starr und ruhig vom Körper abstehenden Cilien im Wasser. Das Plötzliche des Sprunges macht wie keine andere Bewegung irgendeines Ciliaten den Eindruck, daß einen derartigen Effekt die relativ weit voneinander abstehenden Cilien nur durch eine ausgezeichnete reizleitende Verbindung zu leisten imstande sind. Und eine Verbindung der Cilien liegt in den Silberlinien tatsächlich vor und dürfte die im Leben reizleitende Verbindung darstellen.

Zwei Parallelen mit den Metazoen könnten hier vielleicht auch noch dazu beitragen, die Ansicht, daß die Silberliniensysteme reizleitende Organellen darstellen, zu bekräftigen:

1. Der Ort der Entstehung, bzw. der Ausbildung der Silberlinien bei den Protozoen und des Nervensystems bei den Metazoen

vorbringen können, wenn die Arbeit der einzelnen Wimper nicht mit der Arbeit aller anderen in Koordination stünde. Erst durch diese Zusammenordnung der Einzelleistungen entsteht die Überlegenheit der Gesamtleistung gegenüber der Leistung bei der Fortbewegung der Amöbe, was wieder auf ein speziell der Koordination dienendes, reizleitendes System hinweist.

ist in beiden Fällen die äußerste, den Körper gegen die Umgebung abgrenzende Schicht: Ectoplasma und Ectoderm, was zumindest nicht dagegen spricht, die beiden Systeme, Nervensystem und Silberliniensystem in Analogie zu setzen.

2. Silberliniensystem bei Protozoen und Elemente des Nervensystems bei Metazoen zeigen in ihrem Verhalten am abgetöteten Objekt eine ausgesprochene Neigung Silbersalz aufzunehmen und zu reduzieren, was für die Silberlinien hier gezeigt ist und für die Metazoen die vielen, oft modifizierten Silbermethoden¹⁾ zeigen, die zur Darstellung der Elemente des Nervensystems Verwendung finden.

Zeigten die bis jetzt gegebenen Bilder wie die Silberliniensysteme aus engmaschigen, an wabige Plasmastrukturen sich lehnenen Gittern zu weitmaschigen, der Anordnung der Basalkörner folgenden Gittern werden, so sollen etliche der folgenden Beispiele die Veränderlichkeit dieser in ihrer Anordnung durch die Basalkörner bedingten weitmaschigen Gitter zeigen.

Zuerst die Veränderlichkeit des zahlenmäßigen Verhältnisses der Meridiane zu den Querbrücken.

Standen bei *Cyclidium* Meridiane und Querbrücken in einem bestimmten Häufigkeitsverhältnis (das sich zahlenmäßig ausdrücken ließe), so sollen die zwei folgenden Beispiele zeigen, wie sich dieses Verhältnis sowohl zugunsten der Meridiane, als auch zugunsten der Querbrücken ändern kann.

Zwei extreme Fälle sollen zur Veranschaulichung dieser Tatsache dienen.

1. Im Silberbild von *Glaucoma scintillans* fällt vor allem die starke Reduktion der die Meridianlinien verbindenden Querbrücken auf. Querbrücken und zwar in Form parallel verlaufender, die Meridiane rechtwinkelig treffender Ringe sind nur am apicalen Pol ausgebildet (Fig. 10). Am distalen Pol (Fig. 11) treffen die Meridiane in einem Punkt zusammen. An den Meridianen ist ebenfalls eine neue Eigentümlichkeit zu konstatieren. Sie zeigen nämlich, mit Ausnahme der in der Breite des Mundes distalwärts ziehenden, eine Verdoppelung, die dadurch zustande kommt, daß jeder Meridian erster Ordnung, d. h. jeder Meridian der von Pol zu Pol führt, von einem aus ihm entspringenden und in ihn mündenden Meridian zweiter Ordnung begleitet wird. Auch die Basalkörner sitzen den Meridianen etwas anders auf als dies bei *Cyclidium* der Fall ist.

¹⁾ ROMEIS, B.: Taschenbuch der mikroskopischen Technik. München und Berlin 1922. Dort weitere Literatur.

Dort gehen die meridionalen Silberlinien durch den Mittelpunkt der Basalkörner, hier hingegen sitzen diese den Meridianen — wenigstens im Großteil der Fälle derart auf, daß die Silberlinie das

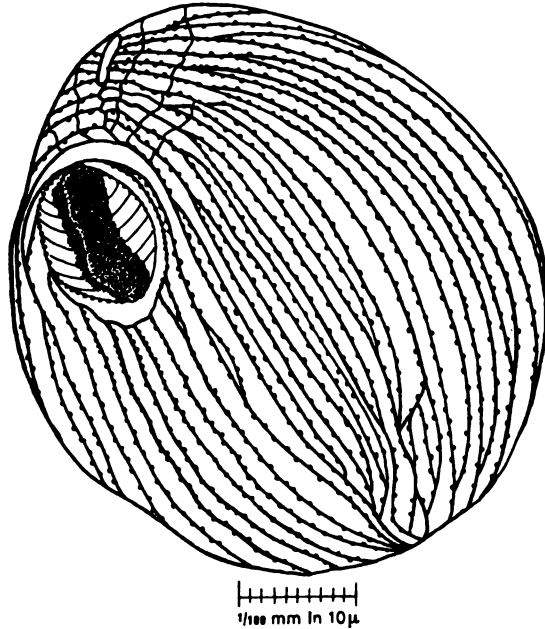


Fig. 10. Silberliniensystem von *Glaucoma scintillans*.

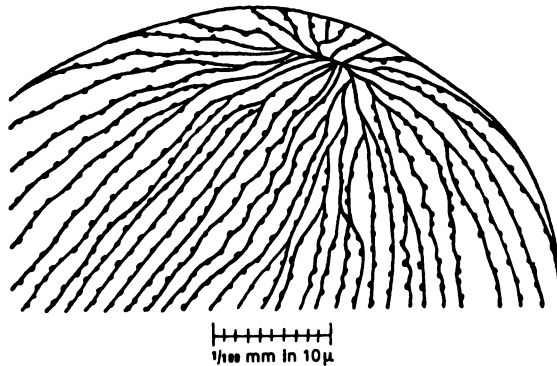


Fig. 11. Silberliniensystem am distalen Pol von *Glaucoma scintillans*.

Korn tangential trifft. Und zwar nicht immer von derselben Seite, sondern abwechselnd rechts und links, so daß dem Meridian abwechselnd auf beiden Seiten die Basalkörner aufsitzen.

2. Als zweiter entgegengesetzter Fall soll das Silberbild von *Colpoda cucullus* (Fig. 12) dienen. Wenn bei *Glaucoma* auf den ersten Blick die starke Reduktion der Querbrücken auffällt, so beherrschen diese hier sozusagen das Bild. Denn jedem der dicht in Reihen stehenden Basalkörner entspricht eine Querbrücke so, daß diese aus einem Basalkorn der einen Reihe entspringt, um in der nächsten Reihe zwischen zwei Basalkörnern zu enden. Verschwindende Ausnahmen von dieser Regel kommen wohl vor und hie und da geht

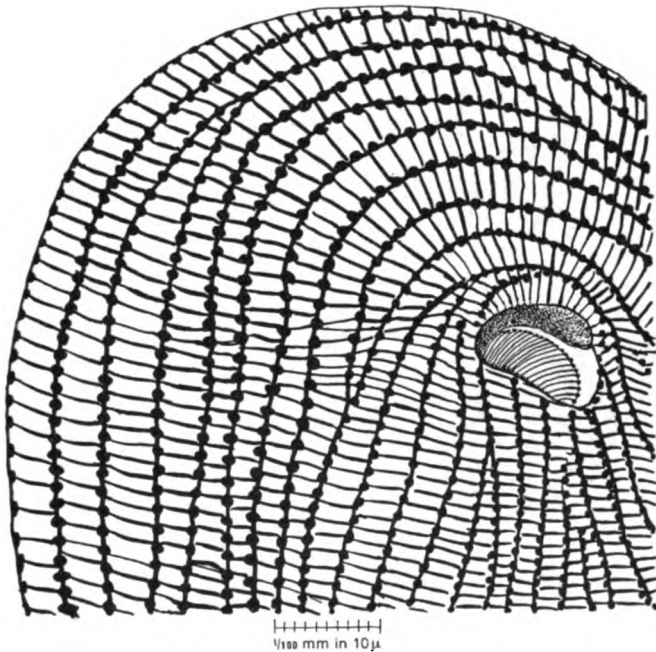


Fig. 12. Vordere Hälfte von *Colpoda cucullus* mit dem Silberliniensystem.

eine Brücke auch zwischen zwei Basalkörnern aus, um zwischen zwei solchen zu enden, oder umgekehrt entspringt sie aus einem Basalkorn, um zu einem solchen zu gehen.

Es sollen nun weitere Silberbilder vorgeführt werden, nicht in systematischer Reihenfolge, sondern so, daß Gleichheiten oder Verschiedenheiten vergleichend gut erkannt werden können.

Anschließend an *Colpoda cucullus*, *Colpoda steinii* (Fig. 13). Es zeigt in bezug auf das Verhältnis von Meridianen und Querbrücken schon wieder „unauffälligere“ Verhältnisse. Hier liegt ein typisches weitmaschiges Gitter vor (Fig. 13), das außer den Meridianen Querbrücken aufweist, von welchen jede einem Basalkorn gehört. Ur-

sprung und Endigung der Brücken liegt so wie bei *Colpoda cucullus*, ebenfalls mit verschwindenden Ausnahmen. *Colpoda steinii* zeigt die beschriebene regelmäßige Anordnung des Systems nur auf der apikalen Hälfte. Auf der distalen Hälfte nimmt das Silberliniensystem einen sehr unregelmäßigen Verlauf (Fig. 13 d), um am distalen Pol mit einem Ring zu schließen, in den alle Linien münden.

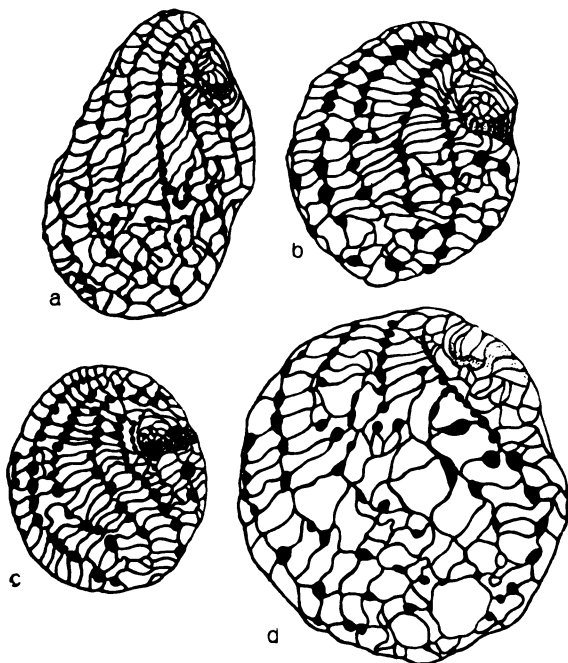


Fig. 13. Silberliniensystem von *Colpoda steinii*. Das unter d abgebildete Exemplar zeigt viel von der distalen Hälfte. Man sieht, daß hier im Vergleich zur apikalen Hälfte der Verlauf der Silberlinien sehr unregelmäßig ist.

Bei *Coleps* (Fig. 14) ist der aus verhältnismäßig dicken Strängen gebaute Silberlinienkomplex wiederum in ausgesprochenem Maße nur als Verbindungssystem der Basalkörner angelegt. Die zwischen den Platten des „Panzer“ in meridionalen Reihen liegenden Basalkörner, werden in diesen Meridianen von dicken Strängen verbunden und Querbrücken verbinden wieder die einzelnen Meridianlinien, so daß ein den Körper umgebendes, sehr weitmaschiges Netz entsteht, das seine größte Dichte am Mundpol aufweist.

Etwas mehr kompliziert sich das System der Silberlinien bei *Cinetochilum margaritaceum* (Fig. 15—17) dadurch, daß die zu einer Basalkörnerreihe gehörigen Meridianlinien (von Meridianen kann

hier eigentlich nur auf der Dorsalseite des Tieres gesprochen werden, denn nur dort gehen diese Linien von Pol zu Pol, auf der Ventralseite hingegen ordnen sich diese Linien um den Mund und stoßen in einer präoralen Linie einerseits und einer postoralen Linie andererseits aneinander) sich verdoppeln, oder besser gesagt sich spalten (es handelt sich hier nicht um kammartige Duplikaturen der Pellucula). Statt einer Linie sind deren nämlich zwei, aber nicht nebeneinander, sondern untereinander, so daß jedes Basalkorn zwischen diesen beiden Teilen liegt, deren einer nach der Peripherie des Tieres

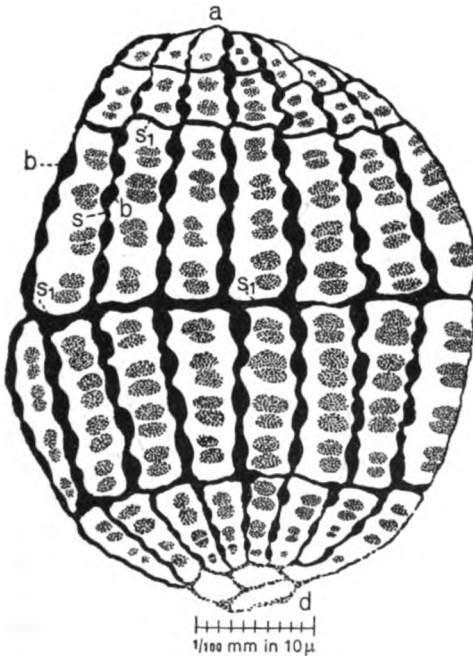


Fig. 14.

Fig. 14. Silberliniensystem von *Coleps*. b = Basalkörner, s = meridionale Silberlinien, s₁ = Querbrücken, a = apikaler Pol, d = distaler Pol.

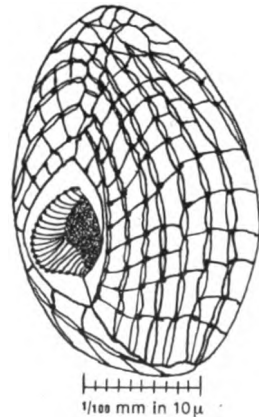


Fig. 15.

Fig. 15. Silberliniensystem von *Cynetochilum margaritaceum*.

zu orientiert ist und deren anderer in derselben Ebene liegt, aber um die Dicke eines Basalkornes nach dem Zentrum des Tieres zu verschoben ist. Auch die verbindenden Querbrücken zeigen sich etwas anders als bei *Euplotes* (Fig. 7) und *Cyclidium* (Fig. 8, 9). Erstens sind sie zahlreicher, so daß besonders auf der Rückenseite des Tieres auf je ein Basalkorn eine Querverbindung kommt und zweitens entspringen diese Verbindungen nicht zwischen zwei Basalkörnern,

sondern direkt aus diesen, um wieder zu einem solchen des nächsten „Meridians“ zu gehen (gegen die — übrigens kleinen polaren Zonen zu wird diese regelmäßige Anordnung etwas gestört). Auf der Rücken-
seite des Tieres (Fig. 17) ist — wieder mit Ausnahme der polaren Zonen — diese Anordnung am regelmäßigsten. Auf der Bauchseite kommen kleinere Unregelmäßigkeiten vor, die jedoch in der Hauptsache keine Abweichung vom geschilderten Typus bedeuten.

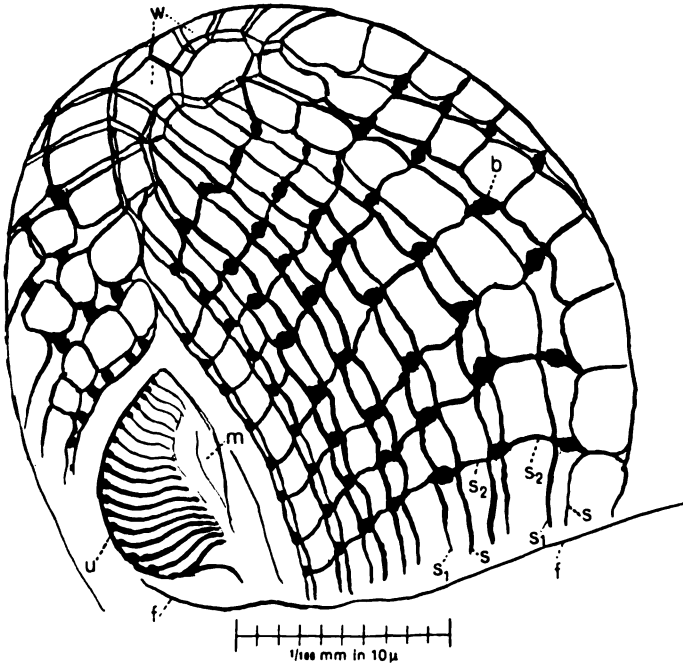


Fig. 16. Silberliniensystem der vorderen Hälfte von *Cynetochilum margaritaceum*. b = Basalkörner, s = äußerer, der Peripherie des Tieres umgekehrter Teil der Meridianlinien, s₁ = innerer, dem Zentrum des Tieres zugekehrter Teil der Meridianlinie, s₂ = Querbrücken, w = Wirbelbildung am apikalen Teil, u = undulierende Membran mit Silberlinienstreifung, m = Mund, f = ein Algenfaden, der über das Objekt läuft und die andere Hälfte des Tieres verdeckt.

Nebenbei sei auf die Wirbelbildung (W der Fig. 16) am apikalen Pol des Tieres aufmerksam gemacht, wie denn überhaupt die Bildungen an den Polen der Ciliaten oft recht verschieden und charakteristisch sind.

Bei den zwei jetzt folgenden Formen, bei *Paramaecium* und *Euplotes* sind bereits reizleitende Systeme, die neuromotorischen Apparate der Amerikaner, beschrieben worden. Zuerst im Jahre 1918 von Yocom¹⁾

¹⁾ Vgl. Note 6 S. 254.

bei *Euplotes*, dann im Jahre 1922 von REES ¹⁾ bei *Paramecium*. Beide Autoren benutzten neben Eisenhämatoxylin die schon von NERESHEIMER ²⁾ zur Darstellung der „Neurophane“ von *Stentor* angewendete MALLORY'sche Methode. Sowohl YOCOM wie auch REES stellten als Hauptgrund, die von ihnen beschriebenen Systeme als neuromotorische Apparate anzusprechen, die Tatsache hin, daß diese Systeme einen die einzelnen Bewegungsorganellen untereinander verbindenden Apparat darstellen. In beiden Fällen zeigte der in

Rede stehende neuromotorische Apparat bei MALLORY's Färbung Affinität zum Säurefuchsin und färbte sich leuchtend rot. Wie schon vorhin erwähnt, wird durch die Silbermethode bei beiden Arten auch ein die Be-

wegungsorganellen untereinander verbindender Apparat dargestellt. Die Bedingungen, welche der neuromotorische Apparat der Amerikaner erfüllt, werden von den Silberliniensystemen ebenfalls erfüllt, sogar in so weitgehendem Maße, daß bei *Paramecium* ebenso wie dies bei dem von REES beschrie-

benen Apparat der Fall ist, in die Verbindung der Basalkörner auch die Verbindung der Trichocysten einbezogen wird. Das Merkwürdige an dem Verhältnis der Silberliniensysteme zu den neuromotorischen Apparaten ist, daß bei Erfüllung derselben Grundbedingung der übrige Verlauf beider Systeme ein ganz verschiedener ist. Breiten sich die Silberlinien rein oberflächlich in der Pellicula aus, dort ein Gitter bildend, so gehen die Fibrillen der neuromotorischen Apparate ins Innere der Zelle, um in einem Neuromotorium, einem Koordinationszentrum zu enden. Da nun beide Systeme, obwohl den gleichen Anforderungen

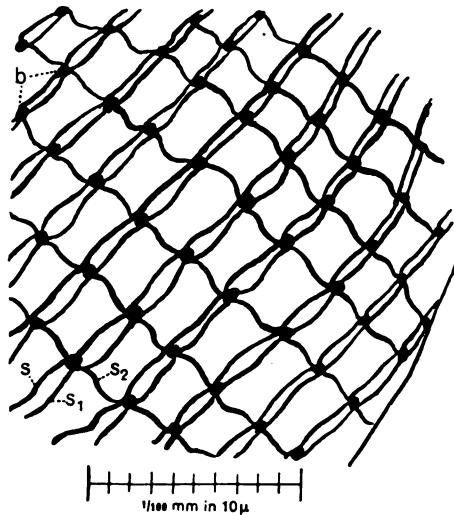


Fig. 17. Stück der Rückenseite von *Cynetochilum margaritaceum* mit Silberliniensystem.

b = Basalkörner, s, s₁, s₂ = Bezeichnungen wie bei Fig. 16.

¹⁾ Vgl. Note 3 S. 254.

²⁾ Vgl. Note 5 S. 253.

in bezug auf Verbindung motorischer bzw. Defensivorganellen entsprechend etwas durchaus verschiedenes sind, so wäre es möglich, daß das Säurefuchsin bei MALLORY's Färbung (die bei den Metazoen nicht zur Darstellung nervöser Elemente verwendet wird) vielleicht gar nicht reiz-

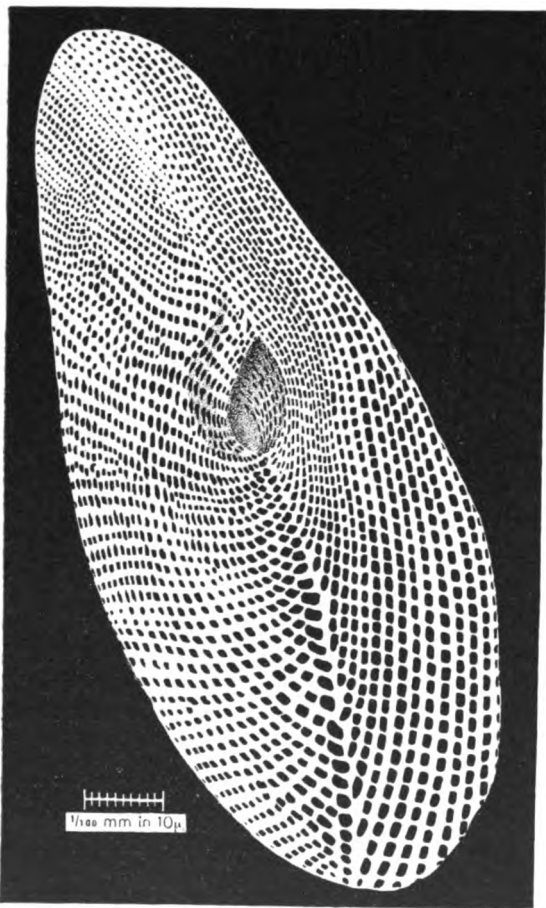


Fig. 18. *Paramaecium aurelia*. Bauchseite. Nach einem Opalblaupräparat. Das System der mit Farbstoff gefüllten Grübchen der Pellicula. Im Zentrum das Cytostom.

nichts mit der Reizleitung zu tun haben sollte, denn erstens werden mit den Durchschneidungen auch die Fibrillen des Silberliniensystems zerstört und zweitens, wenn der neuromotorische

Elemente im Protozoenkörper darstellt. Diese Möglichkeit wird noch wahrscheinlicher durch die Ergebnisse, welche DIERKS¹⁾ bei *Stentor* erhielt, wo sich durch MALLORY die Myoneme leuchtend rot färbten, also Affinität zum Säurefuchsin zeigten, die Neuroide hingegen dunkelviolett färbten. Daß ein Farbstoff in einem Fall zu reizleitender Substanz Affinität zeigt, im anderen hingegen nicht, ist unwahrscheinlich.

Die Ausfallserscheinungen bei den Durchschneidungsversuchen TAYLORS²⁾ am neuromotorischen Apparat von *Euplotes* müssen zustande kommen auch wenn dieser Apparat

¹⁾ Vgl. Note 5 S. 254.

²⁾ Vgl. Note 1 S. 254.

Apparat vielleicht kontraktile Funktion hätte (was aus der Affinität zum Säurefuchsin — verglichen mit den färberischen Ergebnissen von DIERKS — wahrscheinlich ist) müssen Ausfallserscheinungen ebenfalls eintreten.

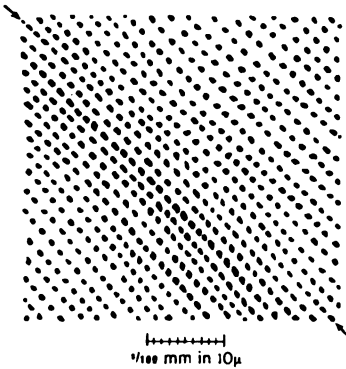


Fig. 19.

Fig. 19. Stück der Rückenseite von *Paramecium aurelia*. Nach einem Opalblaupräparat. Die Grübchen der Pellicula (hier mit Farbstoff gefüllt) verlaufen in Reihen, die zur Längsachse (Richtung der Längsachse durch Pfeile angegeben) des Tieres parallel sind.

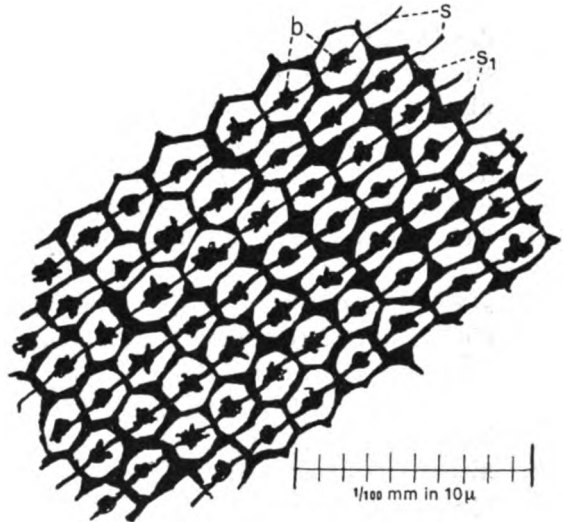


Fig. 20.

Fig. 20. Silberliniensystem von *Paramecium caudatum* (Stück der Rückenseite). s = das die Basalkörner direkt verbindende System, s₁ = das die Basalkörner indirekt und die Trichocysten verbindende System, b = Basalkörner.

Was das Silberliniensystem von *Paramecium* (Fig. 18—20) betrifft, so liegen eigenartige Verhältnisse insofern vor, als sozusagen zwei Systeme von Silberlinien bestehen: ein System verbindet die einzelnen Basalkörner direkt, ein anderes indirekt. Zum Verständnis dieser Verhältnisse ist es notwendig auf die Oberflächen-skulptur der Pellicula¹⁻⁶⁾ etwas näher einzugehen. Wie Opalblau-

¹⁾ MAUPAS, E.: Contribution à l'étude morphologique et anatomique des infusoires ciliés. Arch. Zool. expér. gén. (2), Bd. 1, p. 427—664, 1883.

²⁾ BÜTSCHLI, O.: BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreichs (Protozoa) 1887—89.

³⁾ KÖLSCH, K.: Untersuchungen über die Zerfließungserscheinungen der ciliaten Infusorien. Zool. Jahrb., Abt. Anat. u. Ontol. d. Tiere, Bd. 16 p. 273—422 1902.

präparate⁷⁾ zeigen, ist die Oberfläche der Pellicula von polygonalen Grübchen bedeckt, die in Reihen angeordnet sind, die in ganz bestimmter Weise verlaufen. Die Figuren 18 und 19, die nach solchen Opalblaupräparaten gezeichnet sind, zeigen sehr deutlich diese von dem dunklen Farbstoff gefüllten Grübchen, die in ihrer Gesamtheit der Pellicula eine eigenartige Skulptur verleihen. Der Verlauf der Grübchenreihen ist auf der Bauchseite so (Fig. 18), daß das Cytostom als Zentrum der Anordnung erscheint. Auf der Rückenseite (Fig. 19) verlaufen die Reihen untereinander und mit der Längsachse des Tieres parallel. Zwischen den Grübchen erheben sich — als ihre Grenzwälle — polygonale Stege. In den Grübchen sitzt zentral je eine Cilie und im Wall herum die Trichocysten — nach BÜTSCHLI 8.

Das erste die Basalkörner direkt verbindende System (Fig. 20) stellt sich in Linien dar, die von Basalkorn zu Basalkorn gehen, so die Mittelpunkte der vorerwähnten Grübchen verbinden und die ganze Grübchenreihe durchlaufen.

Das zweite, indirekt verbindende System (indirekt deshalb, weil seine Linien nicht aus einem Basalkorn entspringen und nicht in einem solchen enden, sondern aus den Linien des ersten Systems zwischen den Basalkörnern hervorgehen) folgt nun in seiner Anordnung dem aus den polygonalen Wällen der Grübchen gebildeten Netz. Dieses zweite System springt nicht über die Pellicula vor wie die Wälle, sondern folgt ihnen nur im Verlauf, liegt in der Höhe der Basalkörner und des ersten Systems und stellt eine Verbindung der in den Eckpunkten des durch den Wall gebildeten Polygons gelegenen Trichocysten dar. Durch beide Systeme wird eine nach allen Richtungen wohl ausgebildete Verbindung der Basalkörner gebildet, in welche Verbindung hier auch die Trichocysten einbezogen sind. Es liegt somit bei *Paramaecium* wieder eine neue Beziehung der Silberlinien zu einem Organellenkomplex vor, nämlich zu dem Komplex der Trichocysten. Daß auch diese neue Beziehung nicht dagegen spricht, die Silberlinien als ein im Leben

⁴⁾ MAIER, H. N.: Über den feineren Bau der Wimperapparate der Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2 p. 305—324 1903.

⁵⁾ SCHUBERG, A.: Über Cilien und Trichocysten einiger Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 6 p. 61—110 1905.

⁶⁾ KHAINSKY, A.: Zur Morphologie und Physiologie einiger Infusorien (*Paramaecium caudatum*) auf Grund einer neuen histologischen Methode. Arch. f. Protistenk. Bd. 21 p. 1—6 1910.

⁷⁾ BRESSLAU, E.: Die Gelatinierbarkeit des Protoplasmas als Grundlage eines Verfahrens zur Schnellanfertigung gefärbter Dauerpräparate von Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 43 p. 407—480.

reizleitendes System anzusprechen, geht aus der Erwägung hervor, daß es zweckmäßig erscheint, wenn die Trichocysten ebenso wie die Cilien in Koordination gesetzt sind. Denn wie alle Cilien gleichzeitig in bestimmtem Zusammenspiel schlagen müssen, ebenso müssen

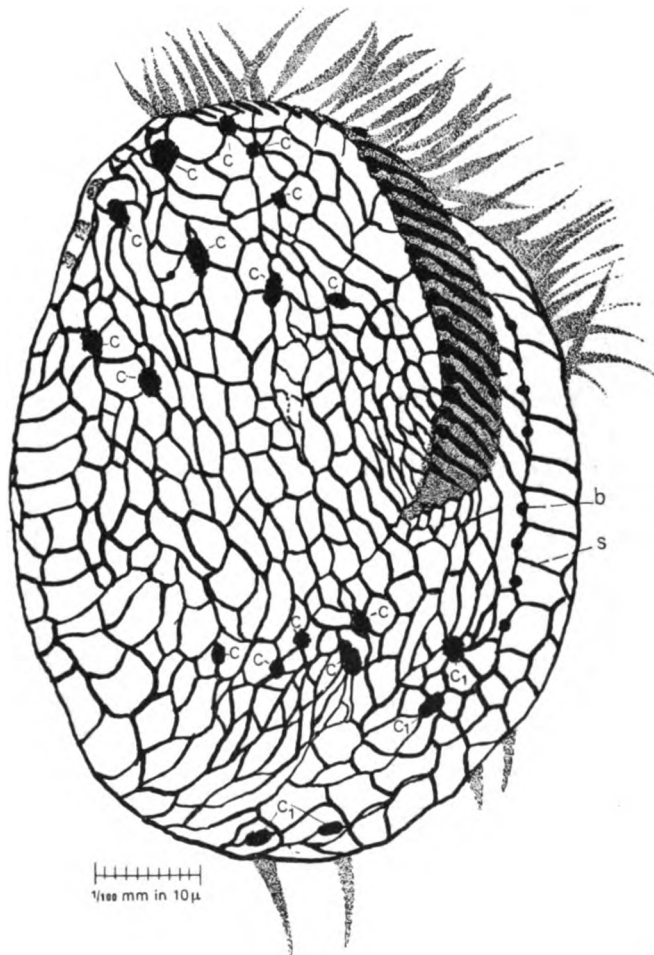


Fig. 21. Silberliniensystem der Bauchseite von *Euplotes harpa*. b = Basalkörner, s = Silberlinien, c = Ansatzstellen der Cirren (15), c₁ = Ansatzstellen der Aftercirren (4).

alle Trichocysten, oder große Gruppen derselben koordiniert in Aktion treten.

Die Verbindung der Trichocysten mit den Silberlinien ist nun nicht so wie die Verbindung derselben mit den Fibrillen des von RÆES beschriebenen neuromotorischen Apparates. Beim RÆES'schen

Apparat treten die inneren Enden der Trichocysten in Verbindung mit den Fibrillen. Durch die Silberlinien hingegen werden die äußeren Enden der Trichocysten in Verbindung gesetzt, was insofern verständlich erscheint, als die Reize, welche die Trichocysten zur Aktion, zur Explosion bringen, nicht aus dem Innern der Zelle

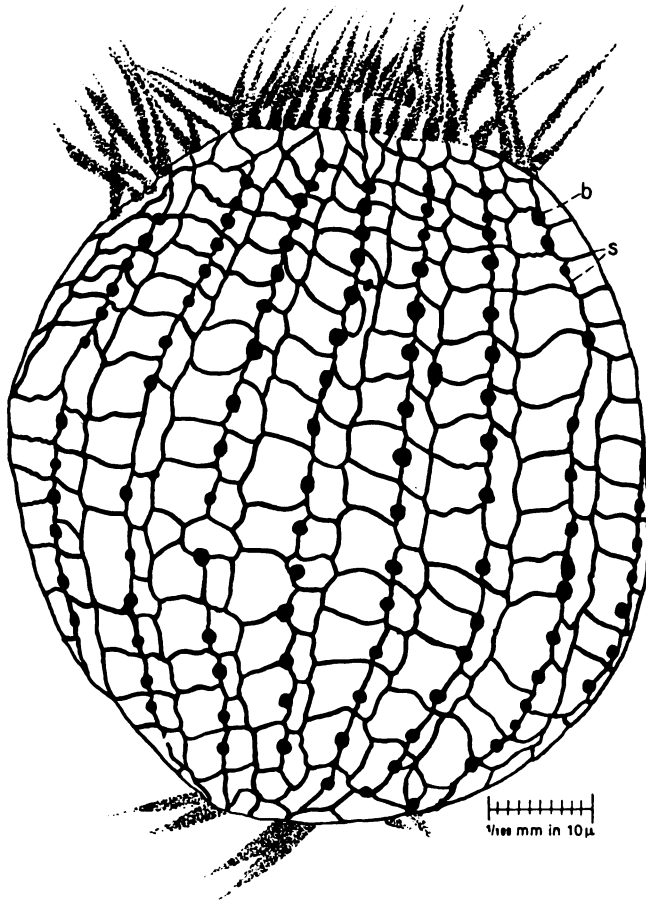
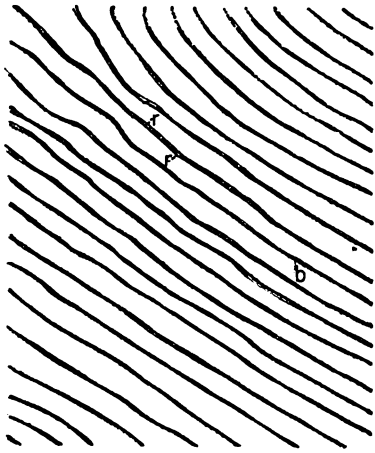


Fig. 22. Silberliniensystem der Rückenseite von *Euplotes harpa*.
b = Basalkörner, s = Silberlinien.

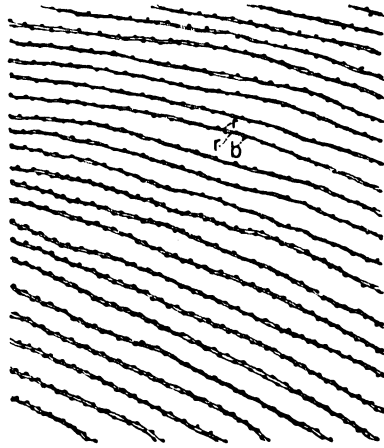
einwirken, sondern von außen, aus der Umwelt kommen und so zuerst die äußeren Enden der Trichocysten treffen. Diese äußeren Enden müssen nun die Möglichkeit haben, den betreffenden Reiz schnell über ein größeres Feld hin zu verteilen. Eine solche, die äußeren Enden der Trichocysten bewirkende Verbindung stellen die „indirekten“ Silberlinien dar.

Das Silberliniensystem von *Euplotes* (Fig. 21—22 und 7) zeigt sich in seiner Anordnung auf Bauch und Rückenseite verschieden. Bildet dasselbe auf der Bauchseite ein die Cirren und Membranellen verbindendes Gitter, in welchem die einzelnen Linien keinerlei parallelen Verlauf zeigen, so fällt auf der Rückenseite in der Anordnung der Silberlinien vor allem der Parallelismus der längsverlaufenden Linien auf und die rechten Winkel, in welchen diese von den Querbrücken getroffen werden. Der Verlauf der Silberlinien auf der Dorsalseite ist in seinen Details bereits auf S. 250 beschrieben. Den Verlauf derselben auf der Bauchseite zeigt Fig. 21.



1/100 mm in 10 μ

Fig. 23.



1/100 mm in 10 μ

Fig. 24.

Fig. 23. Ein Stück der Oberfläche von *Opalina ranarum* (Silberpräparat) mit den Basalkörperreihen. b = Basalkörper, r = die beiden seitlichen Begrenzungslinien des Streifens in dem die Basalkörper liegen (diese Streifen müßten eigentlich dunkel getönt sein, würden sich aber dann zu schlecht von den Basalkörpern abheben).

Fig. 24. Ein Stück der Oberfläche von *Nyctotherus cordiformis* Cl., mit den Basalkörperreihen. b = Basalkörper, r = die beiden seitlichen Begrenzungslinien des Streifens in dem die Basalkörperchen liegen (diese Streifen müßten eigentlich dunkel getönt sein, würden sich aber dann zu schlecht von den Basalkörpern abheben).

Silberpräparat.

Wie aus den Bildern zu ersehen ist, ist die Anordnung der Silberlinien ganz anders wie die Anordnung des neuromotorischen Apparates der von Yocom bei dieser Art beschrieben wurde. Nur eins haben die beiden Systeme gemeinsam, daß sie nämlich die Ansatzpunkte der Cirren verbinden (das Silberliniensystem bezieht in diese Verbindung außerdem noch die Tastborsten des Rückens ein).

Bevor YOCOM den neuromotorischen Apparat bei *Euplotes* beschrieb, hat dieses System — allerdings noch ohne das Zentrum, in dem sich alle Fibrillen vereinigen — PROWAZEK¹⁾ beschrieben, demselben jedoch eine kontraktile Funktion zugelegt.

Sehr primitive Formen von Silberliniensystemen sollen an den beiden folgenden Tieren gezeigt werden. — Bei *Opalina* (Fig. 23) sind die sehr feinen Cilien in ziemlich eng nebeneinanderstehenden, parallelen Reihen angeordnet. Diese Reihen bedingen eine Streifung der Pellicula. Die Basalkörner sind sehr klein und stehen, wie

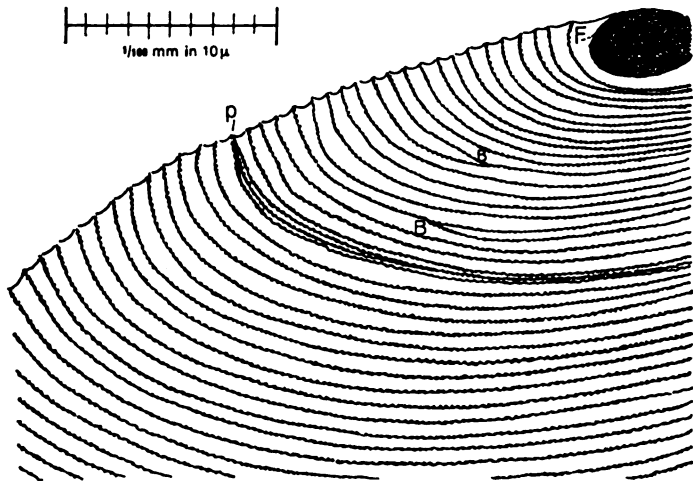


Fig. 25. Silberliniensystem eines Teiles der Oberfläche von *Vorticella nebulifera* EHRENBG.
P = Peristomränder, B = Verbindungen unter den einzelnen Ringen, F = Zentrum der Wimperscheibe.

Silberpräparate zeigen, so eng aneinandergerückt, daß sie sich gegenseitig fast berühren. Die Basalkörner imprägnieren sich tief schwarz und der Streifen, in dem sie liegen, imprägniert sich ebenfalls, bleibt aber um einen Ton heller als die Basalkörner. Querbrücken sind nicht ausgebildet.

Bei *Nyctotherus cordiformis* (Fig. 24) liegen die Basalkörner ebenfalls in Reihen angeordnet und stehen ziemlich eng nebeneinander, jedoch nicht so eng wie bei *Opalina*. Auch sonst zeigen die Basalkörner in ihrer Anordnung Abweichungen von *Opalina*. Bei *Opalina* liegen die Basalkörner im Streifen in der Mediane desselben hinter-

¹⁾ PROWAZEK, S.: Protozoenstudien. III. *Euplotes harpa*. Arb. zool. Inst. Univ. Wien Bd. 14 p. 81—88 1903.

einander. Bei *Nyctotherus* jedoch stehen die Basalkörner so, daß eins am linken Rand des Streifens liegt, das nächste, um ein Stück verschoben, an dessen rechtem Rand usw., so daß der Streifen eigentlich von zwei Reihen Basalkörnern flankiert erscheint. Diese eigenartige Anordnung läßt schon bei schwächeren Vergrößerungen die Basalkörnerreihen bei *Nyctotherus* breiter erscheinen als bei *Opalina*. Wie bei *Opalina* imprägnieren sich die Basalkörner tief schwarz, der Streifen, auf dem sie liegen, etwas heller. Querbrücken sind nicht vorhanden.

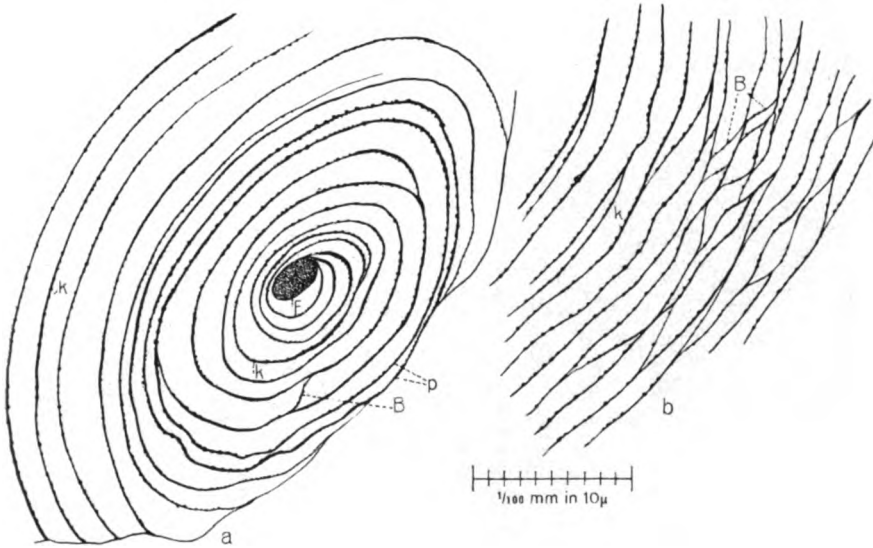


Fig. 26. *Vorticella* spec. a = Wimperscheibe in Aufsicht. b = ein Stück aus der übrigen Körperfläche desselben Tieres. F = Zentrum der Wimperscheibe, p = die das Peristom umsäumenden Silberlinien, B = Verbindungsbrücken zwischen den einzelnen Ringlinien, k = Körperchen, die in den Linien liegen.

Eine eigenartige Anordnung der Silberlinien weisen die Arten der Gattung *Vorticella* (Fig. 25, 26) auf. Hier lehnen sich diese Gebilde weder einer wabigen Plasmastruktur an, noch folgen sie, mit Ausnahme des Peristomfeldes, der Anordnung der Basalkörner, denn das Liniensystem breitet sich über den ganzen Körper des Tieres aus, der nirgends, außer am ringförmigen Peristom, Cilien trägt. Aber eine Beziehung zur Anordnung der Basalkörner besteht doch insofern, als die das Peristom umstellenden Cilien und deren Basalkörner einen den Körper des Tieres in äquatorialer Richtung umlaufenden Ring bilden und parallel zu diesem Ring verlaufen nun die den ganzen Körper des Tieres bedeckenden Silberlinien, so eine ringstreifige Zeichnung derselben hervorbringend (Fig. 25, 26). (Ring-

streifige Zeichnungen erhält man auch durch Tuschebehandlung, welches Verfahren aber Skulpturen und nicht verschiedene Strukturen darstellt.) Unter den einzelnen Ringen bestehen nun hier und da Verbindungen (Fig. 25, 26 B), hier und da hängen auch zwei oder drei Ringe derart zusammen, daß sie eine flache Spirale bilden, jedoch überwiegen die parallel zueinander verlaufenden Ringe, die gelegentlich durch Brücken — B — verbunden sind, beträchtlich. Es stellen diese Ringe nicht eine das Tier von Pol zu Pol umkreisende, vollständige Spirale dar; es kann sich somit nicht um die von G. ENTZ¹⁾ beschriebene „äußere Ringfaserschicht“ des Myonemsystems der Vorticellinen handeln.

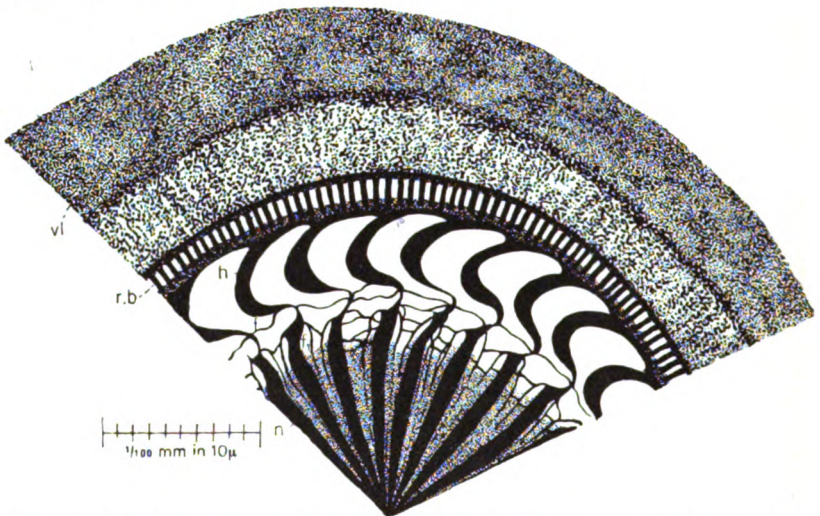


Fig. 27. Teilbild der Haftscheibe von *Trichodima pediculus*. Flächenansicht. Nach einem Silberpräparat. h = die Hacken oder Zähne, n = die nagelförmigen inneren Stücke, rb = Ringband, vl = Velum, f = die querverlaufenden Fasern des Silberliniensystems, f₁ = die radial verlaufenden Fasern des Liniensystems. — In den punktierten Flächen ein grobkörniger Silber Niederschlag.

Was überhaupt die Frage betrifft, ob die Silberliniensysteme in Beziehung zur Kontraktilität stehen, also als „Myophane“ anzusprechen wären, so wird dieselbe durch die Reaktion auf Silber beantwortet.

Eine einwandfrei kontraktile Substanz liegt im Achsenfaden des Vorticellenstieles vor. Bei der gleichen Behandlung mit Silber, die distinkte Imprägnierung der „Silberlinien“ ergibt, imprägniert sich

¹⁾ ENTZ, GEZA: Die elastischen und kontraktilen Elemente der Vorticellinen. Math.-naturw. Ber. Ungarn Bd. 10 1892.

nun dieser Faden kontraktile Substanz gar nicht, was den Schluß zuläßt, daß die Silberliniensysteme mit Kontraktilität nichts zu tun haben.

Zu bemerken ist noch einiges über den Bau der bei Vorticellen auftretenden Silberlinienringe.

In der fein wellig (Fig. 25) oder gerade (Fig. 26) verlaufenden Grundlinie sind kleinste, tief schwarz imprägnierte Körperchen eingelagert, die entweder sehr enge aneinandergerückt und sehr regelmäßig angeordnet sind (Fig. 25), oder aber größer sind, weiter voneinander abstehen und unregelmäßigere Abstände zeigen (Fig. 26). Da diese Körperchen allen Linien zukommen, nicht nur jenen, die um das cilientragende Peristom laufen, können sie mit Ausnahme eben der das Peristom umlaufenden Linien keine Basalkörner sein. Um Niederschläge dürfte es sich nicht handeln, weil diese im ganzen Objekt zu finden wären. Auch wäre dann die Imprägnierung der wirklichen Basalkörner der Peristomränder nur als Niederschlag zu nehmen. (Daß es sich vielleicht bei den fraglichen Körperchen um Basalkörnerrudimente handle, die aus einer Zeit stammen, in der das Tier noch voll bewimpert war, wäre gewagt zu behaupten, jedoch nicht unwahrscheinlich.)

Hier sei noch ein Vertreter der Vorticellinen erwähnt: *Trichodina pediculus* (Fig. 27). Die Haftscheibe¹⁾ dieses Tieres zeigt näm-

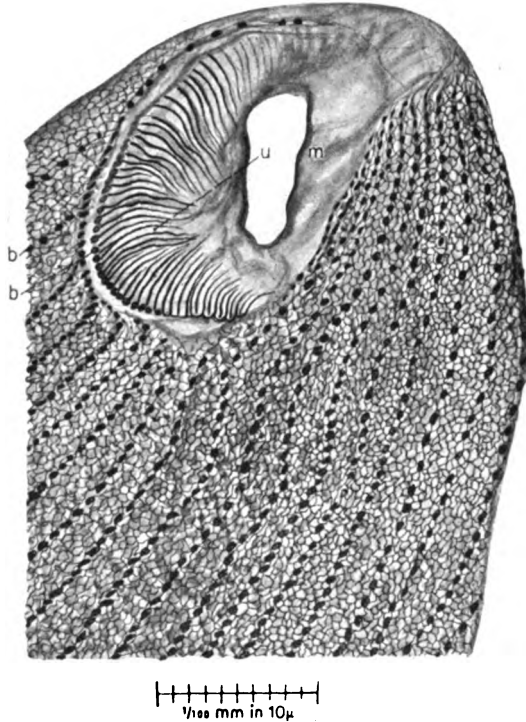


Fig. 28. Vordere Hälfte von *Glaucoma pyriformis*. Bauchseite. b = Basalkörner, u = undulierende Membran, m = Mundfeld.

¹⁾ JAMES-CLARK, H.: The anat. and physiol. of the vorticellinian parasite of *Hydra*, *Trichodina pediculus*. Mem. Boston soc. nat. hist. Vol. 1 1866.

lich auch ein Fasersystem, das sich zwischen den nagelförmigen Stützen der Hacken ausbreitet und zwar so, daß radial verlaufende Fasern von querverlaufenden Fasern getroffen werden. Diese querverlaufenden Fasern stellen eine Verbindung der Hacken oder Zähne des Hafringes dar.

Anhangsweise soll noch das Verhalten der Silberliniensysteme an den Mundbildungen etlicher Ciliaten betrachtet werden.

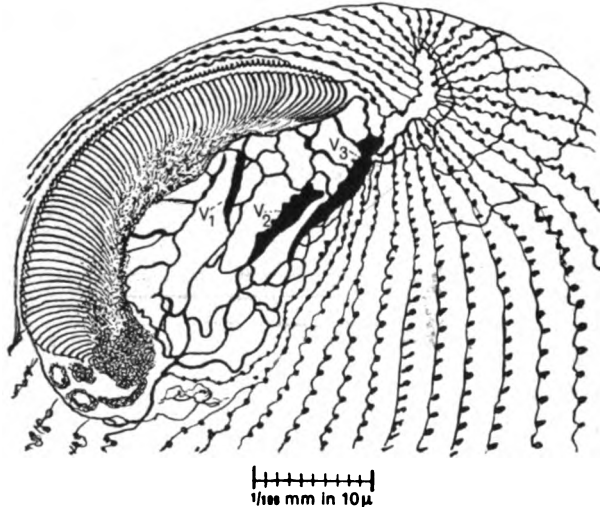


Fig. 29. Mund mit undulierender Membran von *Ophryoglena citreum* CL. u. L. Die Streifung der undulierenden Membran sehr deutlich. Besonders zu beachten das Silberliniensystem des Mundfeldes mit den drei mohrrübenartig verdickten Körpern v_1 , v_2 , v_3 .

Bei *Chilodon cucullulus* (Fig. 4) fällt eine durch Engerwerden der Maschen bedingte größere Dichte des Silberliniennetzes um den Mund herum auf.

Bei *Cyclidium* (Fig. 8 u. 9) sieht man eine baumartige Aufteilung eines zum Mund ziehenden Linienstammes, das auch eine deutliche Verdickung (V) aufweist.

Bei *Coleps* (Fig. 14) ist das System am Mundpol ebenso wie bei *Paramaecium* um das Cytostom verdichtet.

Formen mit undulierenden Membranen zeigen dieselbe durch Silberlinien gestreift, was die Ansicht, daß sie aus Verbindungen von Cilien hervorgegangen seien, bestätigt. An den Bildern 10, 12, 13, 15, 16, 28, 29 sieht man deutlich diese Streifungen der undulierenden Membranen.

Bei *Ophryoglena* (Fig. 29) tritt noch ein eigenartiges Silbergitter

im Mundfeld auf, in dem — wie bei *Cyathidium* eine — drei Verdickungen in Form mohrrübenartiger Körper auftreten.

Möglicherweise entsprechen diese Verdickungen der in der Mundgegend verlaufenden Silberlinien Koordinationszentren.

So zeigte sich, daß die Silberliniensysteme meist als gitterförmige, lediglich in Plasmastrukturen begründete Systeme von Zwischensubstanz auftreten, die in ihrer Anordnung noch keine bestimmtere Beziehungen zur Anordnung der Basalkörner zeigen, jedoch schon eine Verbindung derselben bedeuten.

Die zweite Stufe zeigt, daß auffallendere Beziehungen zwischen Silberlinien und Basalkörnern auftreten, die immer ausgesprochener werden, so daß bei manchen Arten das System der Silberlinien nichts anderes mehr als ein die einzelnen Basalkörner direkt verbindender Apparat wird, der nicht mehr wie bei der vorigen Gruppe sich an gegebene, wabige Plasmastrukturen anlehnt, sondern nur mehr in Abhängigkeit zu den Basalkörnern steht.

Silberbilder weiterer Formen, die ich jetzt zu erhalten versuche, vor allem auch durch verschiedene Modifikationen der Methode, dürften vielleicht geeignet sein, die hier skizzierte Auffassung weiter auszubauen. Das Verhalten der Silberlinien bei der Teilung und der Konjugation der Tiere, in welchen Fällen einerseits die Neubildung und das Wachstum der Silberlinien, sowie das genetische Verhältnis derselben zu den Basalkörnern verfolgt werden kann, andererseits merkwürdige Verwachsungsprozesse zu konstatieren sind, gelangt in einer folgenden Arbeit demnächst zur Veröffentlichung.

Zusammenfassung.

1. Die als Silberlinien bezeichneten Strukturen sind Systeme von Zwischensubstanz:
 - a) auf Grund ihrer Anordnung zwischen den Teilstücken der Pellicula, die sie verbinden,
 - b) auf Grund ihrer Reaktion dem Silbersalz gegenüber, das in gleicher Anwendung auch die Kittlinien (Zwischensubstanzlinien) bei den Metazoen darstellt.
2. Durch ihre Anwesenheit in der Pellicula erscheint diese aus zwei verschiedenen Substanzen derart aufgebaut, daß eine in jeder Beziehung größere Fertigkeit derselben resultiert.



Fig. 30.

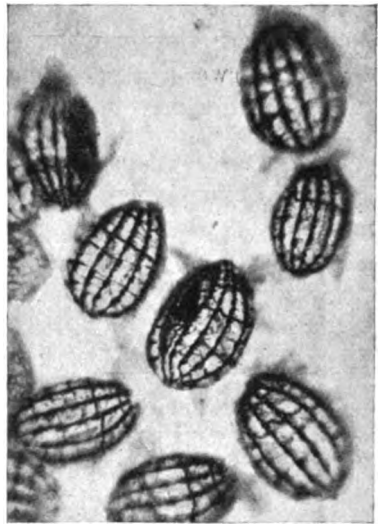


Fig. 33.

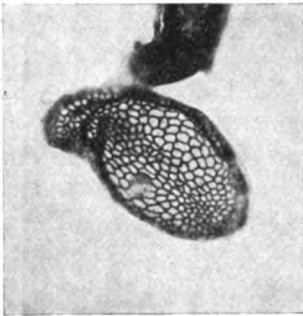


Fig. 31.

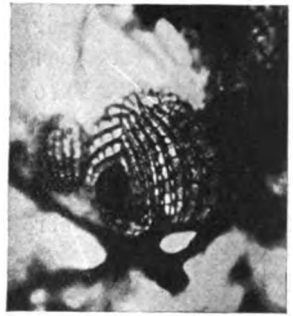


Fig. 32.

Fig. 30. *Chilodon uncinatus* EHRENBG. Ansicht von der Bauchseite (Exemplar in der Mitte) daneben noch Exemplare der gleichen Art. Links oben 3 Exemplare von *Cyclidium glaucoma* (schon etwas unscharf).

Präparat nach der hier angegebenen Versilberungsmethode angefertigt. Aufgenommen mit Leitz Apochromat Immersion 2 mm und Huyghenschem Okular 5, Kameralänge 20 cm. Unretuschiertes Bild!

Fig. 31. *Chilodon uncinatus* EHRENBG. Ansicht von der Rückenseite.

Präparat nach der hier angegebenen Versilberungsmethode angefertigt. Aufgenommen mit Leitz Apochromat Immersion 2 mm und Huyghenschem Okular 5, Kameralänge 20 cm. Unretuschiertes Bild!

Fig. 32. *Cynotochilum margaritaceum*. Exemplar von der Bauchseite. Daneben *Cyclidium glaucoma* (unscharf). Präparat nach der hier angegebenen Versilberungsmethode angefertigt. Aufgenommen mit Leitz Apochromat Immersion 2 mm und Huyghenschem Okular 3, Kameralänge 23 cm. Unretuschiertes Bild!

Fig. 33. *Cyclidium glaucoma*. Exemplar in der Mitte: Ansicht $\frac{3}{4}$ der Bauchseite. Die Verdickung des zum Mund führenden Silberlinienstammes ist deutlich zu sehen. Die übrigen Exemplare zeigen auch Rückenansichten, sind jedoch nicht mehr vollkommen scharf. Präparat nach der hier angegebenen Versilberungsmethode angefertigt. Aufgenommen mit Leitz Apochromat Immersion 2 mm und Huyghenschem Okular 5, Kameralänge 23 cm. Unretuschiertes Bild!

3. Die Silberliniensysteme verbinden die einzelnen Basalkörner. Diese Beziehungen zu den Basalkörnern sind:
- a) aus mechanischen Gründen einzusehen,
 - b) aus der Annahme, daß diesen Systemen die Funktion der Reizleitung obliegt.
4. Für die Annahme, die Silberlinien als ein reizleitendes System des Ciliatenkörpers aufzufassen, lassen sich folgende Gründe anführen:
- a) ihre Anordnung, die der Anordnung eines reizleitenden Systems durchaus entspricht,
 - b) der Bewegungseffekt bei Ciliaten, der nur durch Koordination der Arbeit der einzelnen Cilien erreicht werden kann,
 - c) der Ort ihres Auftretens in der das Tier gegen die Umwelt abgrenzenden Schicht, dem Ectoplasma, das dem Ectoderm der Metazoen entspricht, welches der Ort des Auftretens des Nervensystems dieser ist,
 - d) die Reaktion dem Silber gegenüber, das in zahlreichen Methoden die nervösen Elemente der Metazoen darstellt.

Da die räumlichen Bedingungen der Anlage resp. des Entstehens eines stützenden und eines reizleitenden Systems — wie gezeigt wurde — örtlich zusammenfallen und auch die Reaktion dem Silber gegenüber, sowohl auf Zwischensubstanz als auch auf reizleitende Substanz ausfällt, so dürften die in Rede stehenden Strukturen als Systeme reizleitend gewordener Zwischensubstanz anzusprechen sein.

Um zu zeigen, wie sich die Silberlinien im Präparate „wirklich“ darstellen, sind etliche Mikrophotographien (Fig. 30—33) aufgenommen. Daten dazu unter den Figuren.

Für sein liebenswürdiges Entgegenkommen möchte ich hier Herrn Prof. Dr. OTTO STORCH vom zoologischen Institut der Universität Wien meinen besten Dank aussprechen, ebenso wie meinem Freunde Herrn LUDWIG H. BRETSCHNEIDER, Assistenten am zoologischen Institut der Universität Utrecht, für die stets tatkräftige Unterstützung, die er meiner Arbeit erwies. Herrn Prof. Dr. GEZA ENTZ vom zoologischen Institut der Universität Utrecht danke ich bestens für das meiner Arbeit entgegengebrachte freundliche und fördernde Interesse.

Sämtliche Zeichnungen und Mikrophotographien sind von mir angefertigt.

Nachdruck verboten.
Übersetzungerecht vorbehalten.

(Arbeit aus dem zoologischen Institut der Karl-Universität in Prag.)

Protozoenstudien I.

Von
O. Jirovec.

(Hierzu 9 Textfiguren und Tafel 10.)

Den ersten Teil meiner Protozoenstudien bilden die Untersuchungen über die Reservestoffe der Protozoen, speziell über das Volutin und das Paraglycogen, nebst einem Anhang über die Kernteilung bei einer mir nicht näher bekannten Euglene.

1. Die Plasmaeinschlüsse bei *Polytoma uvela*.

Um verschiedene neue Färbungsmethoden für die Protisten zu versuchen, bettete ich nach der MAIER'schen Glasröhrchenmethode einen mit Zenker fixierten Aufguß, welcher aus *Polytoma uvela*, einer kleinen *Limax*-Amöbe und einer *Euglena* sp. bestand, in Paraffin ein und zerlegte ihn in 1—4 μ dicke Mikrotomschnitte. Ich benutzte neben der in Frage stehenden Gentiana- oder Dahlia-Sodafärbung und Methylenblau-van Gieson, die ich im weiteren beschreiben werde, auch die üblichen Färbungen mit Delafield, Heidenhain, Magenta oder Safranin mit Lichtgrün, Toluidin oder Jodgrün mit Eosin, Triacid, Mallory und Pappenheim. Besonders günstige Erfolge erhielt ich mit der obenerwähnten Methylenblau-van Gieson-Kombination, die ich am wärmsten für die Cytologie empfehlen kann. Es ist eigentlich nur eine Modifikation der Giemsa-van Gieson-Färbung nach BREINDL¹⁾. Da sie dieselben Erfolge liefert (ich erprobte sie an allen möglichen cyto- und histologischen Objekten aus) und gar nicht so teuer wie die Giemsa-Lösung kommt, werden wohl Alle, die

¹⁾ Ist eben in dem Centralbl. f. Bakteriolog. usw. Bd. 67 Abt. II 1926 erschienen.

sie nach einiger Praxis anwenden, sehr zufrieden sein. Ich benutzte gewöhnlich entweder konzentrierte wässrige Methylenblaulösung oder LÖFFLER'S Methylenblau 15—30 Minuten. (Man kann jedoch auch kürzer färben, dementsprechend kürzer die van Gieson-Lösung einwirken lassen und weniger differenzieren.) Nach Wasserspülung 1—3 Minuten van Gieson-Lösung, nachher vorsichtiges Differenzieren in Alkohol abs. und Überführung durch Xylol in Balsam. Das Chromatin ist blaugrün bis schwarz, Caryochylema rosa, der Ton der Plasmafärbung variiert je nach dem Objekte zwischen rosa bis grün. Über die neuen Erfolge, welche sich damit erzielen ließen, siehe im weiteren.

Schon im lebenden Tiere kann man zwei Arten der Einschlüsse bemerken (Taf. 10, Fig. 1). Zwischen den großen „Amylum“-körperchen, auf welche ich später noch zurückkomme, sieht man kleinere, sehr stark lichtbrechende Körner, welche sich bei der microchemischen Analyse als Volutin erwiesen. Sie sind fast immer in der unteren Hälfte des Tieres angehäuft (Taf. 10 Fig. 2—4), nur manchmal sind sie überall im Plasma zerstreut (Taf. 10 Fig. 5, 7, 8). Ihre Gestalt ist sehr unregelmäßig, Kügelchen, vieleckige oder sehr feine Splitter. Sie gehen bei der Teilung in beide Individuen über (Taf. 10 Fig. 5) und werden auch in den Teilungscysten nicht aufgelöst (Taf. 10 Fig. 6). Ich konnte sie auch bei der Copulation beobachten (Taf. 10 Fig. 7). Sie sind wohl mit den „Excretkörnern“, die FRANCÉ beschrieb, identisch. Jedoch konnte ich niemals beobachten, daß sie zum Teil bei der Encystierung ausgestoßen werden, wie er angibt, obwohl ich mit dünnen Schnitten und mit speziellen Volutinfarbstoffen arbeitete. Auch vital konnte ich nichts dergleichen beobachten.

Sowohl die Reaktion nach MEYER mit Methylenblau und Entfärbung mit 1 Proz. Schwefelsäure, wobei sie sich intensiv blau färbten, als auch mit Methylenblau und Nachsaugen der LUGOL'Schen Lösung, wobei sie schwarz werden, und sich nachher in Na_2CO_3 quellend entfärben, fielen positiv aus. Das Volutin löst sich auch in konzentrierten Mineralsäuren und Alkalien. Die Färbung der Schnitte ergab auch sehr schöne Resultate. Ich gebe eine Tabelle bei, in welcher zum Vergleich neben der Volutinreaktion auch die des Caryosoms angegeben ist. Daraus, und noch mehr aus den Färbungen, wo sich nur der Kern färbte, während das Volutin durchaus farblos blieb, ist die chemische Verschiedenheit der beiden ersichtlich.

Das Volutin färbt sich überhaupt nicht nach HEIDENHAIN, mit Magenta, Safranin, Toluidin, Triacid, Mallory, was auf einen großen Unterschied vom Caryosom zeigt. Da die Mehrzahl der Autoren nur mit Heidenhain färbte, entging ihnen dies.

Färbungsmethode	Die Reaktion des Volutins	Die Reaktion des Karyosoms
DELAFIELD'S Hämatoxylin	rotviolett	dunkelblau
Giemsa-Eosin	dunkelblau	rotviolett
Gentiana-Orange	violett	violett
PAPPENHEIM'S Methylgrün- Pyronin)	rotbraun	schmutzig grün
Jodgrün-Eosin	blaugrün	zart grün
Methylenblau-van Gieson	rotviolett	blau

Das Volutin ist übrigens bei den Flagellaten sehr häufig¹⁾. JAMESON (10) beschreibt es als metachromatische Granula bei *Parapolytoma satura*, NÄGLER (13) bei *Chilomonas paramaecium*. (Er beschreibt die Verminderung der Zahl der Granulen bei Zugabe von Wasser zu der Kultur.) REICHENOW (17) beschrieb es bei *Haematococcus pluvialis*. Er berichtet, daß das Volutin im phosphorfreen Medium verschwindet.

Auch bei den Euglenen (s. Textfig. 7) und Chlamydomonaden kann man es mittels der MEYER'schen Reaktion nachweisen.

Kulturversuche der *Polytoma* ergaben folgende Resultate: Auf den Agarböden ist der Körper von *Polytoma* vollkommen von den Amylumkörnern erfüllt, während diese in flüssigen Nährböden nur die untere Hälfte des Tieres ausfüllen. Vielleicht hängt dies mit der Unbeweglichkeit auf den festen Nährböden zusammen. Ich benutzte die Nährlösung nach PRINGSHEIM (14) mit oder ohne 1 Proz. Agar: 0,2 Proz. Natriumacetat, 0,5 Proz. Ammoniumacetat, 0,5 Proz. K_2CO_3 , 0,2 Proz. Traubenzucker, 0,01 $MgSO_4$ und 0,02 K_2HPO_4 . Bei diesen Konzentrationen zeigte das Volutin keine Abänderung weder in der Form, noch in der Zahl. Wenn ich jedoch den Nährboden ohne K_2HPO_4 gebrauchte, verschwand das Volutin vollkommen, was die Befunde REICHENOW's (17) bei *Haematococcus pluvialis* bestätigt. Zu hohe Konzentrationen von K_2HPO_4 (über 1 Proz.) schienen jedoch den Polytomeen nicht mehr günstig zu sein. Viele starben ab, und das Plasma der Lebendigen färbte sich bei der Volutinreaktion mäßig blau, was für ein diffuses Vorhandensein des Volutins zeugt.

Die zweiten Einschlüsse bilden die „Amylum“körner. Man findet überall in der Literatur, daß es sich um reine Stärke handelt. Versucht man jedoch die so typische Jodreaktion, wird man sehr enttäuscht sein, wenn man die schöne braune Färbung der Einschlüsse

¹⁾ Erst bei der Korrektur erhielt ich DOFLEIN'S Arbeit über *Polytomella agilis* (Zool. Jahrb. f. Anat. Bd. 41), so daß ich nicht mehr seine Ergebnisse berücksichtigen konnte.

sieht. Die blaue Reaktion gelingt nur nach guter Auswaschung der Jodtinktur oder der LUGOL'schen Lösung mit H_2O . Jedoch auch dann ist der Ton sehr schwach. (Vergleiche ENTZ's Bemerkungen (6) darüber in seiner Polytomeenarbeit.) Nach DANGEARD (4) findet die Rotbraunfärbung dann statt, wenn die Polytomeen ihre Reservestoffe anzugreifen beginnen. Obwohl ich die Kulturen in allen ihren Wachstumsstadien untersuchte, und mit vier verschiedenen Stämmen arbeitete, konnte ich gleich vom Anfang der Kultur nur die rotbraune Reaktion erzielen. Wenn ich die Polytomeen im Trockenpräparat mit konz. Essigsäure vorbehandelte, hoben sich dann die „Amylumkörner“ durch ihre Quellung sehr vorteilhaft zwischen dem Volutin bei der MEYER'schen Reaktion hervor (Textfig. 1 u. 2).



Textfig. 1.

Textfig. 2.

Textfig. 1. Volutinreaktion neben den gequollenen „Amylum“körnern. (Vor-gebeizt mit Essigsäure.)

$\frac{1}{12}$ “, 15 Comp. Oc ZEISS.

Textfig. 2. Die Jodjodkalireaktion.

$\frac{1}{12}$ “, 15.

Den Umschwung des Braunen ins Blau bei der Auswaschung stelle ich mir so vor, daß sich neben der eigentlichen Stärke in den Körnern noch wasserlösliches Amyloerythrin oder Amylodextrin befindet, welche vielleicht der eigentlichen Ernährung dienen. Nach der Abtötung des Tieres werden sie durch das H_2O weggespült und es bleibt dann nur das Amylumgerüst (der eigentliche Reservestoff) vorhanden, welches die schwache Blaureaktion verursacht.

Bei dieser Gelegenheit studierte ich auch die Kernteilung, wobei ich die Ergebnisse von ENTZ's Arbeit nur bestätigen kann. Nur bei der Entwicklung des Centriols¹⁾ stehe ich seiner Ansicht entgegen.

G. ENTZ (6) beschreibt dieselbe mit diesen Worten:

„Am Nucleolus (= Caryosom) entsteht ein Vorsprung, welcher zu einem fingerförmigen Stäbchen wird, der die Kernmembrane erreicht. Das Ende dieses Stäbchens schwillt an, der Verbindungsteil

¹⁾ Obwohl BELAË in seinen früheren Arbeiten an zahlreichen Objekten das Centriol im Caryosom beschrieb, tritt er in seinem neuesten Buche (2) solcher Auffassung entgegen. Er leugnet zwar nicht das Auftreten dieser Gebilde im Caryosom, doch faßt er sie nur als Strukturen des Nucleolus auf. (Vgl. meine Beschreibung der Caryosomstruktur bei *Euglena viridis* S. 286.) Da aber diese Strukturen bei manchen Flagellaten doch eine Rolle zu spielen scheinen, gebrauche ich den HARTMANN'schen Terminus: Centriolen, im alten Sinne, bevor nicht neue Untersuchungen darüber in der Gedankenart, die BELAË in seinem Buche anführt, vorliegen.

wird zu einem dünnen Faden, welcher reißt. . . . Das so entstandene Korn ist ein Centriol, welches sich teilt.“

Mir gelang es jedoch mittels der HEIDENHAIN'Schen Färbung bei sehr langer Differenzierung sowohl an Schnitt- als auch Totalpräparaten, das Centriol im Innern des Caryosoms zu entdecken (Taf. 10 Fig. 9). Die gleichen Ergebnisse erzielte ich auch mittels der Giemsa-Eosin-Färbung (Taf. 10 Fig. 3). Bei der weiteren Entwicklung des Centriols aus dem Caryosom kann es zwei Möglichkeiten geben:

1. Entweder tritt das ganze ungeteilte Centriol aus dem Caryosom aus, wobei ein Teil desselben passiv mitgezogen wird, und später reißt (Taf. 10 Fig. 9, 10, 11, 12 stellen den ganzen Prozeß dar), oder

2. teilt sich das Centriol schon im Caryosom, nachher sind die beiden Hälften mit der Centrodosome verbunden (Taf. 10 Fig. 13). Mehr glaubwürdig scheint mir der erste Modus zu sein. Allein die Centrodosome ist so zart gefärbt, daß man sie leicht übersehen kann.

Dies wäre also die Ergänzung der Befunde von G. ENTZ.

2. Amitotische Kernteilung bei einer *Euglena* sp.

Wie ich schon vorher erwähnte, befand sich in dem Aufgusse neben den Polytomeen und *Limax*-Amöben auch eine geringe Anzahl einer eingeißigen grünen *Euglena*-Spezies. Da ich auf diese erst auf den Schnitten aufmerksam wurde, konnte ich sie nicht mehr nach der Größe und Lage der Chloroplasten bestimmen. Vielleicht handelte es sich nur um *Euglena viridis*. Beim Durchmustern der Präparate fand ich trotz der mäßigen Zahl der Euglenen alle Stadien der Kernteilung.

In der Literatur findet man sehr verschiedene Angaben über die Mitose, Chromosomen, Centriolen usw. Ich werde hier nur kurz die neuere Literatur darüber behandeln. STEUER (18) beschrieb die Teilung bei einer zweigeißigen *Eutreptia* aus Triest. Der Bau des Kernes weicht nicht von demjenigen, wie ihn die meisten Autoren auf Grund der Hämatoxylinpräparate beschreiben, ab, nämlich ein Nucleus (KEUTEN) = Nucleocentrosoma (STEUER) = Caryosom (BĚLAŘ) = Binnenkörper (TSCHENZOFF) von einem Außerkern, welcher aus Chromatinkörnern und Lininfäden besteht, umgeben. Sein Nucleocentrosoma teilt sich hantelförmig, während der Außerkern (an den Bildern mit deutlicher Wabenstruktur, mit Chromatin in den Ecken) sich „manschettenförmig“ um ihn verdichtet, sich nachher spaltet und um die beiden Hälften des geteilten Nucleocentrosomas sammelt.

TSCHENZOFF (19) studierte besonders eingehend den Teilungsmodus bei *Euglena viridis*, und beschreibt die Entstehung der Chromosomen aus dem Außenkern. Er konnte jedoch keine Teilungscentren finden. Nach BĚLAŘ (1) finden sich im Caryosom der *Astasia* die Centriole, das Außenchromatin ist an den Lininfäden aufgehängt¹⁾. Aus diesem entsteht bei der Teilung das Chromospirem, welches sich wieder um das hantelförmige Caryosom anhäuft und sich nachher mit diesem in zwei Hälften teilt. Er widerlegt auch die Ansicht von HAASE, daß die Chromosomen auch im Caryosom entstehen. Auch er benutzte ausschließlich die HEIDENHAIN'sche Färbung. In seinen Protozoenstudien II empfiehlt er jedoch das Safranin-Lichtgrün und Methylgrün-Fuchsin, womit er bei *Chilomonas paramaecium* vorzügliche Resultate erzielte. Der Außenkern bei demselben färbt sich immer acidophil, während ihn alle Autoren auch bei diesem Objekte für basophil hielten; das Caryosom ist basophil. Bei der mitotischen Kernteilung entstehen die Chromosomen = chromatische Granula aus dem Caryosom²⁾, während der Außenkern sich nur passiv teilt, ohne daß die Centriolen mitwirken(?). Er beschreibt noch einen zweiten Typ der Kernteilung von *Chilomonas*, und zwar die Amitose³⁾. Hier teilen sich die Centriolen und stemmen das Caryosom hantelförmig auseinander, bis es reißt. Der Außenkern wird wieder nur passiv geteilt.

Bei meiner Euglene fand ich die Teilung völlig der letztgenannten Amitose gleichend. Nur gelang es mir nicht, die Centriolen zu entdecken, da ich hauptsächlich mit den Anilinfarbstoffen färbte. Am geeignetsten zeigte sich Magenta oder Safranin-Lichtgrün, Toluidin-Eosin, Gentiana und Triacid. Besonders schön bewährte sich Triacid bei Nachfärbung mit Lichtgrün für Übersichtspräparate. Das Caryosom ist dann rot, der Außenkern grün, die Chloroplasten rotbraun (Taf. 10 Fig. 14). Der ruhende Kern besteht wie beim *Chilomonas* aus dem Caryosom (Caryosom = Nucleolus nach BĚLAŘ) und Außenkern. Der erstere färbt sich immer basophil, und enthält manchmal eine bis mehrere Vakuolen (Taf. 10 Fig. 15, 16). Möglicherweise werden sie nur durch die Fixation verursacht. Wie ich oben erwähnte, gelang es mir nicht die Centriolen zu finden. Mittels der neuen Methylenblau-van Gieson-Färbung konnte ich feststellen, daß das Caryosom nicht kompakt ist, sondern daß es aus zahlreichen Granulen besteht, welche einen grünschwarzen Ton

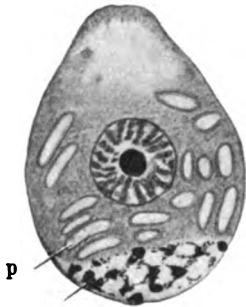
¹⁾ Allerdings hält BĚLAŘ jetzt nicht mehr an seiner ehemaligen Ansicht fest.

²⁾ Auch dies wird von ihm jetzt geleugnet.

³⁾ Wird von ihm jetzt als eine pathologische Erscheinung erklärt.

annehmen und im roten Untergrund gelegen sind (Textfig. 4 u. 5). Das gleiche konnte ich auch an Schnitten, welche aus einer Reinkultur von *Euglena viridis* stammten, nach derselben Methode beobachten.

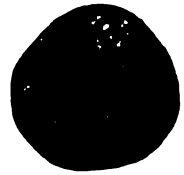
Der Außenkern besteht aus kleinen Körnern, welche sich elektiv acidophil verhalten, d. h., daß sie nur die Plasmafarbstoffe annehmen. Die Lininfäden, auf welchen nach BĚLAŠ die Chromatinkörner anhängen sollen, konnte ich durchaus nicht bemerken¹⁾. Im Plasma der Euglenen überhaupt fand ich bei manchen günstig geschnittenen Individuen in der unteren Hälfte einen Netzkörper (Textfig. 3), welchen man nach den Färbungsreaktionen auch für das Volutin erklären kann.



v Textfig. 3.



Textfig. 4.



Textfig. 5.

Textfig. 3. *Euglena viridis* mit Volutinnetz in der unteren Hälfte. (Jodgrün-Eosin.) V = Volutin, P = Paramylum. ($\frac{1}{12}$ " 10 \times Comp. Oc. ZEISS.)

Textfig. 4—5. Die Caryosomstruktur nach Methylenblau-van Gieson. ($\frac{1}{12}$ " 15 \times Comp. Oc. ZEISS.)

(Bei Textfig. 4 große Schrumpfungsvakuole um das Caryosom, man kann auch um jedes Körnchen einen helleren Hof sehen.)

Die Kernteilung verursacht keinen Umschwung des Außenkernes aus Acidophilie in Basophilie, wie HARTMANN (9) bei *Chlorogonium* fand. Das Caryosom teilt sich biskuitförmig (Taf. 10 Fig. 17—20), die Gestalt des ganzen Kernes beeinflussend, die Desmose wird immer enger, bis sie reißt (Taf. 10 Fig. 21). Nachher runden sich die beiden Caryosomen ab (Taf. 10 Fig. 22—23). Im Außenkern konnte ich keine Spur von irgendwelcher Anordnung der Körner in Stränge oder Chromosomen bemerken. Sie werden nur passiv in zwei Hälften geteilt. Danach folgt die Plasmateilung. Die ganze Teilung scheint im freibeweglichen Zustande stattzufinden, da ich bei der Untersuchung des Aufgusses vor der Fixierung keine Cysten

¹⁾ Mit Recht hält er jetzt diese Strukturen für Artefakte.

finden konnte. Die abgebildeten Euglenen sind leider in allen möglichen Schnittebenen nur nicht in der sagittalen getroffen, daher sieht man nichts von der Geißelbefestigung und dem Schlunde.

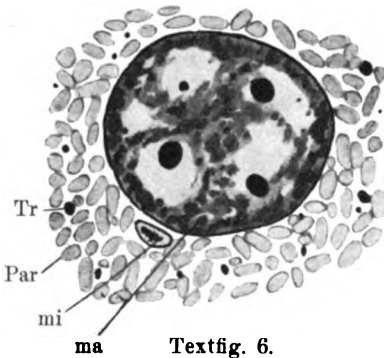
Der Zweck dieser Arbeit liegt nicht etwa darin, die Ergebnisse der anderen Autoren (BĚLAŘ, TSCHENZOFF usw.) zu bekämpfen. Ich will nur zeigen, daß die Kernteilung bei *Euglena* nicht immer gleich, d. h. mitotisch, verläuft, sondern daß vielleicht bei ungünstigen Bedingungen (die Fäulnis war recht fortgeschritten, es gab sehr viele Polytomeen und nur wenige Euglenen), der ganze Prozeß in einen rascheren Teilungsmodus: die „Amitose“ verändert wird¹⁾.

3. Das Paraglycogen bei *Balantidium elongatum*.

Im Sommer 1925 erhielt ich ein Exemplar von *Bombinator igneus*. Bei der Untersuchung fand ich den Dünndarm mit *Balantidium elongatum* erfüllt. Ich fixierte den ganzen Darm mit der ZENKER'schen Flüssigkeit und färbte wieder mit allen möglichen Farbkombinationen. Die gleichen Methoden wendete ich auch für die Balantidien aus den Molchen an. Ich benutzte diese Gelegenheit um die Kernteilung bei diesen gründlich zu studieren. Da meine Untersuchungen über dieselbe noch nicht beendet sind, werde ich hier nur über die merkwürdige Struktur der Paraglycogenkörper berichten. (Ich bemerke hier, daß die Befunde die beiden Arten der Balantidien vollkommen identisch waren.) Zur Färbung des Paraglycogen bediente ich mich der Alkali-Gentiana- oder Dahliafärbung, die Dr. BREINDL mir mündlich mitteilte und die ich auch an vielen Objekten erprobte. Es ist auch die einzige Methode, bei der sie gefärbt bleiben. Ich benutzte 10 Tropfen 10% iger alkoholischer Gentiana- oder Dahliälösung auf 40 ccm Aqua dest., wozu ich 10—15 Tropfen 10% ige Na_2CO_3 -Lösung zusetzte. Gefärbt wurde immer über die Nacht. Zur Nachfärbung eignen sich Eosin, Lichtgrün, Orange G. Nach vorsichtiger Differenzierung in 96% igem Alkohol entwässern und durch Xylol in Balsam überführen. Der Erfolg war glänzend: Der Macro- und Micronucleus, die Cilien, Basalkörper, Fibrillen, die undulierende Membran und die „Trophochromidien“ sind dunkelviolet, die Paraglycogenkörner blaßviolett. BEZZENBERGER, der sie bei *Nyctotherus* und Balantidien beschrieb, behauptet, daß sie sich im Xylol lösen, doch ist dies durch ihr Verschwinden im Balsam bedingt, da sie die gleiche Lichtbrechung wie dasselbe haben. Bei der HEIDENHAIN'schen Färbung, die er anwendete, bleiben sie ungefärbt.

¹⁾ Damit bin ich mit BĚLAŘ einverstanden, daß es sich vielleicht um pathologische Zustände handelt.

Um nicht überflüssig die alten Tatsachen über das Paraglycogen zu wiederholen, beschränke ich mich nur auf die Beschreibung meiner eigenen Befunde. Das Plasma ist mit den Körpern überall erfüllt (Textfig. 6), dieselben reichen bis an die Corticalschicht, sind wie bekannt von runder bis länglicher Gestalt und lassen bei der Gentiana- oder Dahliafärbung im Innern eine längliche Vakuole erkennen (Textfig. 7). In dieser scheint mit der Zeit ein kristallartiges Gebilde zu entstehen. Zuerst ist es ganz von der Vakuole umschlossen (Textfig. 8). Später bleibt von dieser fast nichts übrig (Textfig. 9).



Textfig. 6.



Textfig. 7.



Textfig. 8.



Textfig. 9.

Textfig. 6—9. Paraglycogenkörper nach alkalischer Gentiana- oder Dahliafärbung ($\frac{1}{12}$ "', $20 \times$ Comp. Oc. ZEISS).

Textfig. 6. Paraglycogenkörner um die beiden Kerne gelagert (*mi* = Micro-nucleus, *ma* = Macronucleus, *Par* = Paraglycogenkörner, *Tr* = Trophochromidien). ($\frac{1}{12}$ "', $10 \times$ Comp. Oc.)

Textfig. 7. Paraglycogen mit Vakuolen.

Textfig. 8. Beginn der Kristallbildung in den Vakuolen.

Textfig. 9. Verschiedene Struktur der Kristalle.

(Mittlere Abbildung bei hoher Einstellung des Tubus.)

Die Gestalt der Kristalle ist sehr mannigfaltig. Man sieht feine Splitter. (In der Textfig. 9 sogar zwei in einer Vakuole), viereckige, dreieckige und sternartige Gebilde, wovon ich nur die häufigsten abgebildet habe.

Über die chemische Beschaffenheit dieser Kristalle kann ich nichts Näheres sagen, da sie sich durch ihre sehr geringe Größe und wenig geeignete Lage unserer mikrochemischen Analyse entziehen.

Ihr Vorhandensein hängt nicht von den osmotischen und chemischen Verhältnissen im Darne ab, da man auf dem gleichen Schnitte neben einem *Balantidium*, wo jedes Paraglycogenkorn einen völlig entwickelten Kristall enthält, ein solches sieht, wo erst sich die Kristalle eben bilden, oder ein solches überhaupt ohne Kristalle.

Diese Gebilde für ein Kunstprodukt zu betrachten ist nach dem oben Gesagten völlig ausgeschlossen. Möglicherweise sind es Eiweißkristalle. Ihre Entstehung und Aufgabe in dem *Balantidium* wird das Ziel meiner weiteren Untersuchungen sein.

Literaturverzeichnis.

- 1) BELAß: Protozoenstudien I, II. Arch. f. Protistenk. Bd. 36 1917.
- 2) —: Der Formwechsel der Protistenkerne. Ergebn. u. Fortschr. d. Zool. Bd. 6 1926.
- 3) BEZZENBERGER: Über die Infusorien aus asiatischen Anuren. Arch. f. Protistenk. Bd. 3 1903.
- 4) DANGEARD: Le *Polytoma uvella*. Le Botaniste Vol. 8 1901.
- 5) DOFLIN: Lehrbuch der Protozoenkunde. IV. Aufl. 1916.
- 6) ENTZ, G.: Über die mitotische Teilung von *Polytoma uvella*. Arch. f. Protistenk. Bd. 38 1918.
- 7) FRANCÉ: Die Polytomeen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 26 1894.
- 8) HAASE: Studien über *Euglena sanguinea*. Arch. f. Protistenk. Bd. 20 1910.
- 9) HARTMANN: Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des Formwechsels der Phytomonaden I. (*Chlorogonium elongatum* DAUGÉ). Arch. f. Protistenk. Bd. 39 1919.
- 10) JAMESON: A new Phytoflagellate and its methods of nuclear division. Ibid. Bd. 33 1914.
- 11) KEUTEN: Die Kernteilung von *Euglena viridis*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 60 1895.
- 12) MAIER: Über den feineren Bau der Wimperapparate der Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2 1902.
- 13) NÄGLER, Ein neuartiger Typus der Kernteilung bei *Chilomonas paramecium*. Arch. f. Protistenk. Bd. 25 1912.
- 14) PRINGSHEIM: Zur Physiologie farbloser Flagellaten. Beitr. f. allg. Botanik Bd. 2 1921.
- 15) PROWAZEK: Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2 1902.
- 16) —: Die Kernteilung und Vermehrung der *Polytoma*. Österr. bot. Zeitschr. Bd. 51 1901.
- 17) REICHENOW: Untersuchungen an *Haematococcus pluvialis*. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamt Bd. 33.
- 18) STEUER: Über eine Euglenoide (*Eutreptia*) aus dem Canale grande von Triest. Arch. f. Protistenk. Bd. 3 1903.
- 19) TSCHENZOFF: Kernteilung bei *Euglena viridis*. Ibid. Bd. 36 1917.

Tafelerklärung.

Tafel 10.

Alle Figuren wurden mit C. REICHERT's Zeichenapparat an der Basis des Mikroskopes bei $\frac{1}{12}$ " Ölimmersion und Comp. Oc. 10 \times und 15 \times (ZEISS) gezeichnet. (Für die Textfiguren gilt dasselbe.)

Fig. 1—13. *Polytoma uvella*.

Fig. 1. Nach dem Leben. Das Volutin und „Amylumkörper“. (Comp. Oc. 15 \times .)

Fig. 2—3. Volutin nach GIEMSA-Färbung. (Fig. 3 im Caryosom die Centriole. (10 \times .)

Fig. 4. Volutin nach DELAFIELD. (Comp. Oc. 15 \times .)

Fig. 5. Zweiteilung. (Methylenblau-van-Gieson.) (10 \times .)

Fig. 6. Cyste mit Volutin. (GIEMSA.) (15 \times .)

Fig. 7. Copulationsstadium mit Volutin. (15 \times .)

Fig. 8. Kleine Volutinkörner nach GIEMSA. (15 \times .)

Fig. 9. Centriole im Caryosom (HEIDENHAIN). (19 \times .)

Fig. 10—11. Austritt der Centriole in den Außenkern (HEIDENHAIN). (15 \times .)

Fig. 12. Teilung der Centriole (ROSENBUSCH). (15 \times .)

Fig. 13. Centriolen mit Desmosen (HEIDENHAIN). (15 \times .)

Fig. 14—23. *Euglena* sp.

($\frac{1}{12}$ " Ölimmersion und Comp. Oc. 10 \times ZEISS.)

Fig. 14. Habitusbild. (Triacid-Lichtgrün.)

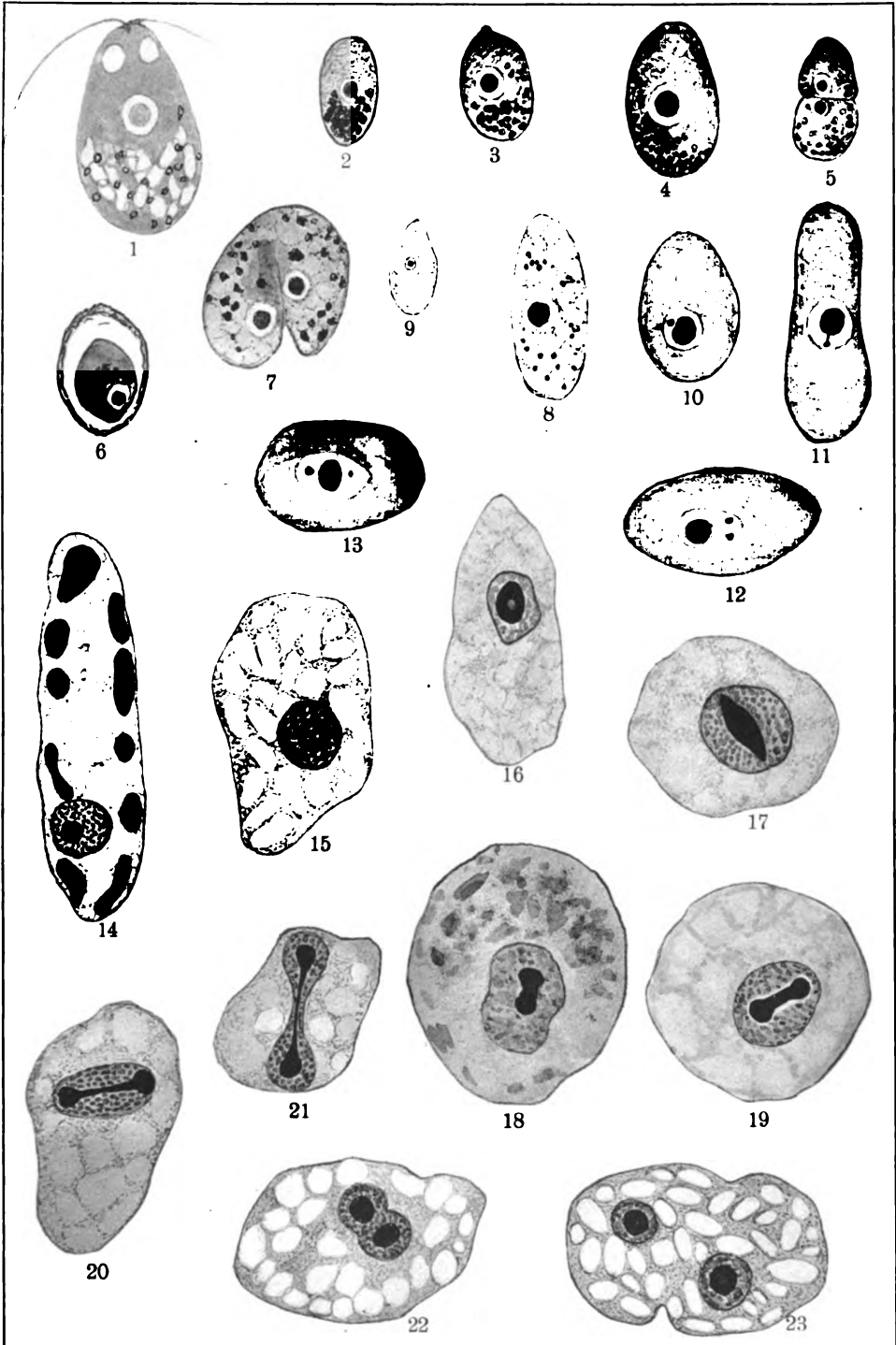
Fig. 15. Vakuolen im Caryosom. (Safranin-Lichtgrün.)

Fig. 16. Schrumpfungsvakuole um die Centriole? (Methylenblau-van Gieson.)

Fig. 17—18. Verlängerung des Caryosoms. (Alkalische Gentiana-Eosin.)

Fig. 19—21. Fortgeschrittene Teilung des Caryosoms und Anfang beim Außenkern. (Toluidin-Eosin.)

Fig. 22—23. Zweikernige Stadien nach vollendeter Teilung. (Safranin-Lichtgrün.)



Jirovec del

Lichtdruck von Sinsel & Co., Leipzig.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

(Aus der Biologischen Station Lunz, Nied.-Österr.)

Zwei neue Chrysophyceen und eine neue „Syncyanose“ aus dem Lunzer Untersee.

Von
Lothar Geitler (Wien).

(Hierzu 3 Textfiguren.)

Die Chrysophyceen stellen die Fortentwicklung der Chryso-
monaden dar, mit denen sie durch zahlreiche Übergangsformen
verbunden sind. Mit Ausnahme von *Hydrurus* waren sie bis vor
kurzem wenig beachtet und kaum bekannt. Erst PASCHER¹⁾ hat
auf ihre weite Verbreitung hingewiesen und ihre große Formen-
mannigfaltigkeit dargelegt. Ich selbst kenne die meisten der von
PASCHER erwähnten Formen und kann seine Beobachtungen be-
stätigen. Wie PASCHER glaube auch ich, daß bisher nur ein ge-
ringer Teil der tatsächlich existierenden Typen beschrieben ist.
Es scheint mir in Anbetracht der noch jungen Kenntnisse dieser
Gruppe von Interesse, zwei neue Formen zu schildern, die ich im
August und September 1926 im Litoral des Lunzer Untersees fand.
Beide Arten wachsen zerstreut in ungefähr 2 m Tiefe an *Chara*
rudis und *Elodea canadensis*²⁾. Der erste Standort hat mehr oder
weniger sapropelisches Gepräge hinsichtlich des Untergrundes.
Hier kommen *Achromatium oxaliferum* (= *Hillhousia mirabilis*), *Stentor*
coeruleus und die später zu erwähnende „Syncyanose“ vor, während
die *Elodea*-Bestände viel „reiner“ sind. Demnach machen die beiden
Chrysophyceen einen ziemlich eurytopen Eindruck³⁾.

Placochrysis membranigera nov. gen., nov. spec.

(Fig. 1.)

Die Alge bildet einschichtige, meist wenigzellige Scheiben, die
je nach der Unterlage, auf der sie festgeheftet sind, flach oder

¹⁾ PASCHER, A.: Die braune Algenreihe der Chrysophyceen. Arch. f. Protistenk.
Bd. 52 1925.

²⁾ Wahrscheinlich sind sie verbreiteter.

³⁾ Es sei erwähnt, daß sich im Litoral des Untersees, aber auch im Seebach
Apistonema commutatum findet.

gewölbt sind. Die größten Lager besitzen 24 Zellen; meist findet man 8—12 zellige Scheiben. Das Wachstum erfolgt durch endogene, sukzedane Teilung; Fadenbildung findet nicht statt. Auffallend ist die Deutlichkeit der Membranen: sie sind nicht sehr dick, aber stark lichtbrechend, fest und — mit Ausnahme der alten gedehnten — nicht schleimig. In jeder Zelle liegt ein parietaler, mehr oder weniger unregelmäßig gelappter Chromatophor von leuchtend gelbbrauner Farbe; in älteren, vor der Teilung stehenden Zellen findet

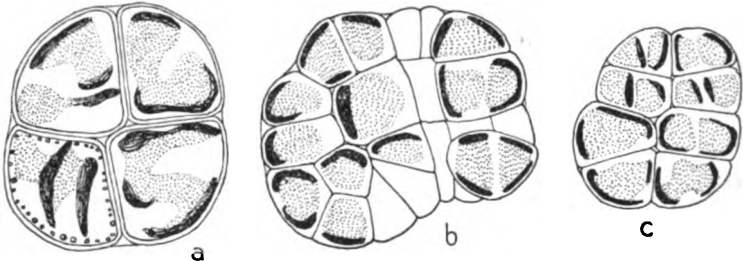


Fig. 1. *Placochrysis membranigera*.

a vierzelliges Lager stark vergrößert; b, c ältere Lager schwächer vergrößert, b zum Teil mit leeren Zellen. Alle nach dem Leben, Oberflächenbilder.

man auch zwei Chromatophoren. Von Inhaltsstoffen zeigen sich die typischen Chrysophyceen-Assimilate, Fett und Leukosin. Kontraktile Vakuolen fehlen, ebenso ein Stigma. Die Größe der Zellen schwankt zwischen 9 und 18 μ (letzterer Wert bei gestreckten, vor der Teilung stehenden Zellen).

Außer der Zweiteilung konnten keine Fortpflanzungsstadien beobachtet werden, was aber nichts beweist; sehr wahrscheinlich sind Schwärmer vorhanden.

Die Form steht *Thallochrysis* nahe, unterscheidet sich aber von ihr durch das nicht fadenförmige Wachstum. Eine Ähnlichkeit besteht auch mit *Epichrysis*, die aber isolierte und nur selten zu dichteren Aggregaten zusammenschließende Zellen besitzt.

Chrysocapsa maxima nova spec. (Fig. 2.)

Die Alge bildet kugelige oder ellipsoidische bis unregelmäßig gestaltete gelbbraune Gallertlager, die bis zu 5 mm im Durchmesser groß werden und aus einer großen Zahl locker gelagerter kugelliger Zellen in farbloser Gallerte bestehen. Ich fand die Lager zwischen den Ästen von *Chara rudis* und den Blättern von *Elodea canadensis*, nie aber eigentlich freischwimmend. Doch handelt es sich um keine typisch sessile Form, da das Lager allseitig gleichmäßig aufgebaut ist. Die Zellen sind streng peripher angeordnet, wölben die Gallerte

jedoch nicht in der Art von *Chrysosaccus* vor. Sie liegen einzeln oder nach der Teilung zu zweien, nie aber zu vieren, in ganz homogener, farbloser Gallerte und lassen keinerlei Membranen und Gallerthüllen erkennen. Ihre Größe beträgt 10–16,5 μ im Durchmesser. In jeder Zelle liegt ein einziger, „subparietaler“, gelbbrauner, meist mehr oder weniger unregelmäßiger Chromatophor; zwei kontraktile Vakuolen sind vorhanden. Ein Stigma fehlt.

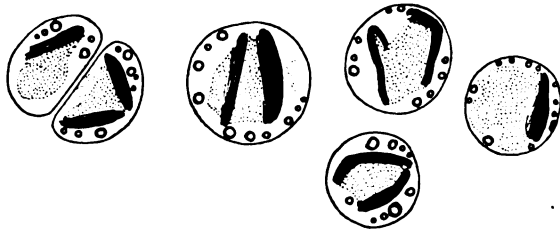


Fig. 2. *Chrysocapsa maxima*. Oberflächenbild eines kleinen Teiles eines Lagers. Kontraktile Vakuolen als punktierte Kreise gezeichnet. Stark vergrößert.

Schwärmer sind mit aller Wahrscheinlichkeit anzunehmen, konnten aber nicht beobachtet werden.

Fig. 3 stellt einen eigenartigen und auffallenden Organismus dar, den ich zwar vereinzelt, aber mehrmals in der 2 m-*Chara*-Zone des Untersees fand. Da von einer genauen Beschreibung an Hand des spärlichen Materials keine Rede sein kann, sehe ich von einer Namentgebung ab.

Es handelt sich um einen Flagellaten, der von einem dichten Mantel kleiner Zellen umgeben ist, also um eine ähnliche Verbindung wie die von LAUTERBORN¹⁾ und PASCHER¹⁾ beschriebenen Symbiosen, für die PASCHER den Namen Syncyanosen eingeführt hat. In dem hier behandelten Fall ist die Natur der peripheren Zellen nicht klar. Sie sind vielleicht blaß gelblichgrün gefärbt, welche Färbung mehrere Personen, denen ich den Organismus lebend zeigte, wahrnahmen. Ich selbst möchte den Farbenton eher als optischen Effekt auffassen und die Zellen für farblos halten. Eine Reaktion mit Methylenblau und KOH-Differenzierung, mit deren Hilfe Blaualgen meist gut zu erkennen sind, ergab keine Tinktion von Centroplasma oder Epiplasten, sondern brachte peripher gelagerte Granulationen zutage, woraus zu schließen ist, daß es sich wahrscheinlich um keine Blaualgen handelt²⁾. Aus der Morphologie der Zellen läßt sich nichts schließen. Sie sind im Profil gesehen ellipsoidisch-cylindrisch, an der Basis infolge der Raumverhältnisse verschmälert, in der Draufsicht durch gegenseitigen Druck polygonal (meist sechs-

¹⁾ Vgl. GEITLER-PASCHER: Cyanochloridinae—Chlorobacteriaceae. in: PASCHER'S Süßwasserflora, Heft 12, 1925.

²⁾ Die geringe Größe der Zellen erlaubt keine sichere Entscheidung.

eckig) abgeplattet. Die oft deutlich zu beobachtende Teilung erfolgt durch zentripetale Einschnürung (Fig. 3 b, Pfeil). Eine gemeinsame Gallerte, die wahrscheinlich vorhanden ist, läßt sich nicht nachweisen.

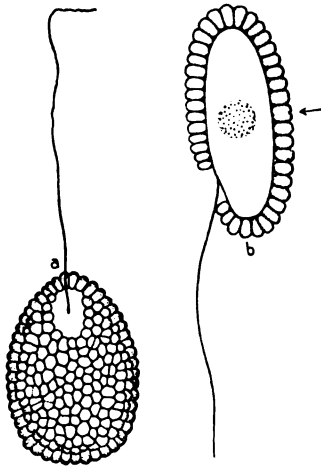


Fig. 3. „Syncyanose.“ a von der Bauchseite, b im Profil gesehen (in b die Geißel nicht ausgezeichnet, beim Pfeil eine Teilung einer peripheren Zelle).
a kleines, b großes Individuum.

Der zentrale Organismus ist ein deutlich abgeplatteter Flagellat mit einer mehr als körperlangen Geißel, die — soweit man sehen kann — in einer Einsenkung auf der Bauchseite nahe dem Vorderende entspringt. Hier fehlen auch die peripheren Zellen. Im Zentrum liegt ein ziemlich großer, granulierter Kern. Die Geißel ist dick, allmählich verschmälert und schwingt nur an der Spitze, wo sie umgebogen ist. Die Bewegung des ganzen Organismus ist langsam und ruhig und erinnert sehr an *Peranema*. Metabolie des Körpers fehlt; kontraktile Vakuolen sind nicht sichtbar.

Die Größenverhältnisse sind folgende: Länge des Flagellaten 38—55 μ ; Breite der peripheren Zellen 2,4—2,8 μ , Länge 3,5—3,8 μ .

Auffallend ist die konstante dichte Bedeckung des Flagellaten durch die peripheren Zellen: mit Ausnahme der Stelle an der Geißelbasis ist der ganze Körper des Flagellaten bei allen beobachteten Individuen vollständig eingehüllt. Bei anderen Syncyanosen wurden Schwankungen beobachtet.

Über die systematische Zugehörigkeit der peripheren Zellen wie des Hauptorganismus möchte ich mich jeder Mutmaßung enthalten. Es ist aber klar, daß das ganze Gebilde eine jener morphologisch und biologisch interessanten Symbiosen (im weiteren Sinn) darstellt, wie sie LAUTERBORN und PASCHER vorgelegen sind.

Biologische Station Lunz, im September 1926.

Berichtigung.

Zur Arbeit LOHWAG: Über die Homologie der Sporangien, Oogonien und Antheridien bei den Oomyceten. Bd. 55 H. 1.

In dieser Arbeit gehören die letzten fünf Zeilen der Seite 48 als erste Zeilen auf S. 51.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem zoologischen Institut der deutschen Universität.)

Zur Frage der diskontinuierlichen Excretion bei Protisten.

Von

Hans Fortner (Prag).

(Hierzu 9 Textfiguren und Tafel 11.)

Einleitung.

Um die hier gestellten Probleme richtig erfassen zu können, wollen wir vorerst das rein Gestaltliche in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen. Der Satz: **Besondere Funktion auf Grund besonderer Struktur**, ebenso dessen Umkehrung, die dem Begriffe der funktionellen Anpassung in vitalem und mechanischem Sinne noch näher kommt und die Existenz einer durchgängigen lebendigen Elementarstruktur nur in physikalisch-chemischer Hinsicht, also als **kolloidalen Zustand des Plasmas** gelten läßt, sei auch hier der leitende Gedanke, da die Beurteilung der Zellorgane nur auf diesem Wege fruchtbare Ergebnisse zeitigen wird. Gerade der Nephridialapparat der Protisten ist in dieser Beziehung ein dankbares Untersuchungsobjekt, da uns hier die **kolloidalen Umwandlungserscheinungen der lebenden Substanz**, die **Ökonomie der vitalen Arbeitsteilung** in augenfälliger Weise entgegentritt; die ihm zufallende **Hauptaufgabe** ergibt sich notwendigerweise aus den inneren und äußeren Verhältnissen und dann auch aus dem Mangel einer anderen, gleichwertigen Vorrichtung. Hier ist es nun, wo die weitere Forschung anschließen muß, um die angeschnittenen Gedankengänge folgerichtig zu Ende zu führen und nur die Inkonsequenz

älterem Beobachtung hat ihre Fragestellung auf ein anderes Geleise geschoben und sich damit der Möglichkeiten einer, in unserem Sinne, restlosen Klärung der in Betracht kommenden Vorgänge beraubt. Dies ist offensichtlich aus der scheinbaren Unmöglichkeit einer erfolgreichen Weiterspinnung der Theorien auf Grund des vorhandenen Tatsachenmaterials zu verstehen. Die Fortschaffung der Stoffwechsellendprodukte aus dem Organismus ist eine selbstverständliche Forderung aller vitalen Vorgänge; in welcher Weise das bei den verschiedenen Lebensformen geschieht, ist dann schon die Frage der spezifischen Energien, im engeren Sinne die Frage der betreffenden Entwicklungsstufe, auf der sich der Organismus befindet und damit kommen wir bereits auf das Gebiet der ökonomischen Determinierung, der Arbeitsteilung. Gerade die unbedingte Notwendigkeit der diskontinuierlichen Excretion bei den Protisten schien bisher das unlösbare Rätsel und man war wohl oder übel gezwungen anzunehmen, daß alles nur im Interesse der Ausscheidung von Stoffwechselgiften geschehe. Man hat die natürliche Ökonomie bona fide und aus Analogie auch hier als etwas Unumstößliches hingegenommen und die physikalisch-chemischen Zusammenhänge der einzelnen Funktionskomponenten in das große Reservoir der vitalen Vorsehung und Zweckmäßigkeit geworfen und als gegeben betrachtet. Auf diese Weise war natürlich ein genaues und gewissenhaftes Beschreiben der morphologischen Verhältnisse ganz zwecklos, da es nicht dazu beigetragen hat, das Wesen der Sache in ein geeignetes Licht zu rücken. Wohl eben, weil der Kern des Problemes so offen daliegt, ist er bisher übersehen worden, denn schon das Vorhandensein einer determinierten Wasseransammlung im Plasma bietet die Beantwortung der Frage selbst. Nach den Gesetzen der Osmose und Ultrafiltration ergibt sich daraus mit unbedingter Konsequenz das diskontinuierliche Funktionieren der pulsierenden Vakuolen. Wir wollen die Hauptaufgabe derselben etwas näher ins Auge fassen. Zum Zustandekommen einer in vitalem Sinne zweckmäßigen Excretion müssen wir vor allem dem Plasma eine Elektivität zusprechen, die es ermöglicht, bestimmte Stoffe an bestimmten Stellen anzuhäufen. Diese Elektivität läßt sich am besten mit der Kolloidalstruktur des Plasmas erklären, da die auf diese Weise ineinandergeschachtelten osmotischen Systeme auf hindurchwandernde Stoffe siebend und sondernd wirken. Die Diffusion wird daher zu einem wichtigen Arbeitsmittel der plasmatischen Funktion. Damit ist aber durchaus noch nicht gesagt, daß Hyaloplasma und Enchylem (um uns der

gebräuchlichen Nomenklatur anzuschließen) stets dieselbe Konstitution aufweisen müssen, es wird auch hier innerhalb gegebener Grenzen ein Variieren nach den Gesetzen der funktionellen Anpassung stattfinden. Diese Veränderungen beziehen sich nun größtenteils auf die Diffusibilität und die Fähigkeit, gewisse Substanzen aufzuhalten, andere hingegen durchzulassen. Wir fassen alle diese Änderungen einer funktionellen Anpassung mit Hinblick auf die physikalisch-chemische Struktur des Plasmas als vitale Elektivität zusammen und wir können dieselbe als ein Hauptkriterium aller lebendigen Systeme auffassen. Die einzelnen Glieder der Entwicklungsreihe charakterisiert nun der verschiedene Grad der funktionellen Arbeitsteilung. Die ursprüngliche lebende Substanz müßten wir uns demnach omnipotent vorstellen. Dies ist aber ein Nonsens, da eben schon mit dem Entstehen derselben eine Anpassung an die Umgebung stattfindet, die sich in Form einer physiologischen Differenzierung kundgibt. Schon die einfachste Amöbe scheidet das Generative streng vom Somatischen und selbst das Somatische zerfällt wieder in Assimilations- und Dissimilationsbezirke. Die ciliaten Infusorien stehen nun in der Entwicklungsreihe der Protisten an oberster Stelle, weisen somit schon eine ganz enorm differenzierte Organisation auf. Daher wird es verständlich, daß uns der Funktionscharakter der Zellorgane in vieler Beziehung an den der höheren Metazoen gemahnt.

In folgendem soll nun die diskontinuierliche Excretion verschiedener Protistenformen mit deren Nephridialapparat in Zusammenhang gebracht werden und das Wesen der pulsierenden Vakuolen auf Grund spezifischer, funktioneller Anpassung entspringender Struktur, vom physikalisch-chemischen Standpunkte aus behandelt werden.

Bevor wir jedoch näher auf diese Fragen eingehen, mögen aus oben angeführten Gründen die morphologischen Befunde verschiedener Forscher in natürlicher Reihenfolge besprochen werden.

Schon Möbrus betrachtet die kontraktilen Vakuolen als unbeständige temporäre Bildungen, als Wasserbläschen im flüssigen Protoplasma, die von keinerlei membranartiger Hülle umgeben sind; diese Ansicht konnte nur in einer Zeit aufkommen, die in physikalisch-chemischer Beziehung noch sehr unbestimmte Vorstellungen besaß. Es wurden daher keinerlei prinzipielle Unterschiede zwischen den Nahrungs- und kontraktilen Vakuolen angenommen, obwohl dazu im Widerspruche stand, daß ein wechselseitiges Zusammenfließen beider Bildungen nie beobachtet werden konnte. Die Lage der pulsierenden Vakuolen im Corticalplasma wurde aus ihrer Unbeeinflussbarkeit

durch Plasmaströmungen geschlossen. Sie liegen daher peripher, stets knapp unter der Pellicula. Die Berichte über die Vielzahl der Vakuolen bei manchen Formen (bis zu 100 und darüber) erscheinen höchst unglaubwürdig und beruhen wahrscheinlich auf einer Mystifikation. Die Variabilität der Vakuolenzahl ist bei manchen Ciliaten sicher vorhanden, ich selbst beobachtete sie bei *Paramaecium caudatum*, sie dürfte aber trotzdem zur Seltenheit gehören; Opalinen, besonders *Anoplophrya* zeigen mit wachsender Größe Vermehrung der kontraktilen Vakuolen.

Jedenfalls steht die Zahl, die Größe und die Frequenz der Vakuolen zur Intensität des intracellularen Stoffwechsels in direkter Proportion. Daraus können wir ersehen, wie lebhaft die Umsetzungen gerade bei den Ciliaten erfolgen; zu dieser frequenten Excretion trägt allerdings die zur Atmung notwendige große Wassermenge bei, da die Lösungskonzentration des darin enthaltenen Sauerstoffes verhältnismäßig gering ist.

Nun seien gleich die beiden Hauptarbeiten besprochen, die das Wesentliche des Excretionsapparates von *Paramaecium caudatum* EHRENB. in den Kreis ihrer Betrachtungen ziehen und in deren Sinne ich teilweise meine Untersuchungen fortsetzte.

Als erster versuchte KHAINSKY¹⁾ auf Grund einer neuen histologischen Methode den Nephridialapparat von *Paramaecium* auf seine tektonischen Feinheiten näher zu prüfen. Die Neuartigkeit seiner Untersuchungstechnik beruht in der Hauptsache in den Fixierungsmethoden, die er an dem genannten Untersuchungsobjekt zur Anwendung brachte. Zum Studium der Strukturverhältnisse fixierte er die Individuen in Brom + Bromwasser, dem er eine Behandlung mit AgNO₃ folgen ließ; um nun nicht die histologischen Feinheiten infolge unregelmäßig ausfallender AgBr-Niederschläge im Plasma zu vernichten, wurden die Versuchstiere vor der Fixierung 3–6 Stunden bei 30° C im Thermostaten gehalten. Nach dieser Behandlung bildet das AgBr im ganzen Zelleib einen äußerst fein dispersen Niederschlag, in den kontraktilen Vakuolen findet hingegen fast keine Ausscheidung statt. Die so behandelten Tiere wurden nun in feine Schnitte zerlegt.

Die Vorzüge der genannten Methode liegen hauptsächlich in der unveränderten Erhaltung der verschiedenen Pulsationsstadien; auch die Bruchfestigkeit erleichtert ein günstiges Mikrotomieren.

KHAINSKY findet nun die Vakuolen im Diastolenstadium in proximaldistaler Richtung abgeplattet; die Pelliculareinsenkung bei der

¹⁾ Arch. f. Protistenk. Bd. 21.

Systole konnte durch die vorhandene Schrägstellung der Trichocysten einwandfrei nachgewiesen werden. Auch die Papilla pulsatoria ist auf seinen Schnitten gut sichtbar. Mit zunehmender Erweiterung der Invaginatio pulsatoria wächst dieselbe in horizontaler und vertikaler Richtung und wenn die pulsatorische Einsenkung beinahe vorüber ist, bleibt die Papille erhalten. Sie bildet einen äußeren Vorsprung, der sich über die allgemeine Pellicularoberfläche erhebt.

Die Papilla pulsatoria besteht in der Hauptmasse aus der Pellicula, die an dieser Stelle unmittelbar die kontraktile Vakuole bedeckt. Das Austreten des Diastoleninhaltes nach außen kann nur bei einem bestimmten Grade der Spannung der pulsatorischen Papille erfolgen. Die kontraktile Vakuole von *Paramecium* zählt KHALINSKY zum zweiten Typus der pulsierenden Vakuolen, nämlich zu denjenigen, die Zuführungskanäle besitzen; nach ihm laufen dieselben dicht unter dem Corticalplasma in radiärer Richtung von der eigentlichen Vakuole; ihre Zahl schwankt zwischen 8 und 10. Bei starker Vergrößerung zeigen diese Kanäle vakuoläre Struktur; ebenso ist während der Diastole die Vakuolenblase von sehr zahlreichen kleinen Nebenvakuolen umgeben. Eine besondere Struktur der umgebenden Plasmamassen konnte der genannte Verfasser nicht nachweisen.

Von ganz anderen Gesichtspunkten trat v. GELEI²⁾ an die Frage heran. Durch die Forschungsergebnisse des californischen Gelehrten REES³⁾ angeregt, versuchte er zunächst, durch rein theoretisch-entwicklungsgeschichtliche Erwägungen bezüglich der Excretionsvorrichtung bei den Protisten zu einem allgemein geltenden Resultate zu gelangen. Sein Gedankengang war etwa folgender. Die bei allen höheren Protozoen im Dienste der Lebenserscheinungen stehenden komplizierten Einrichtungen erlaubten, zwischen Protozoen- und Metazoenorganisation Vergleiche anzustellen. „Wir konnten diese sonst überall geltende Parallele bloß bezüglich des Exkretionsapparates nicht ziehen, obwohl dieses Organ schon bei den Amöben in Form der kontraktilen Vakuole als allererste somatische Differenzierung des Protozoenkörpers auftritt. Gerade wegen dieses frühen Auftretens des genannten Organes wäre es zu erwarten, daß im Laufe der phylogenetischen Entfaltung eben dieses Gebilde die höchste Differenzierung erreicht. Wir wußten dagegen bei den Ciliaten bis jetzt nur soviel, daß an die kontraktile Vakuole sich hier Radialkanäle anschließen. Die Bedeutung dieser Bildung ist aber immer

²⁾ Biol. Zentralbl. Bd. 45 1925.

³⁾ Univ. Californ. Publ. Zool. Bd. 20 (14).

durch die Annahme der Autoren abgeschwächt worden, die ihnen morphologisch-anatomisch Bedeutung absprach und sie bloß als nicht vorgebildete Organe, das heißt als temporäre Bildungen gelten ließ.

v. GELEI gibt nun in seiner Arbeit einen vorläufigen Bericht über das Verfahren, das ihn praktisch zur Bestätigung des Theoretischen und zugleich Neuen führte. Nach Osmiumfixierung kam zuerst Alaun-Kaliumbichromat und nachher Ammon. molybdanat-Beize mit S.-Fuchsin-Toluidin und S.-Fuchsin-Lichtgrün Doppelfärbung zur Anwendung. 2- μ Schnitte führten ihn dann zu folgenden Resultaten: Das Excretionsorgan von *Puramaecium* besteht aus drei Hauptpartien, dem Nephridialporus mit Ausführkanal (Urethra) und Verschußklappe, der Blase und den Radialkanälchen, die ebenfalls drei Teile, den terminalen und eigentlichen Nephridialkanal, die Ampulle (Bildungsvakuole der Autoren), und den Einspritzkanal erkennen lassen. Der Nephridialporus bzw. die zwei liegen zwischen denselben Längsfeldern zwei oder drei parallelaufender Cuticulaliniien und jeder einzelne Porus ist von einem dicken cuticularen Ring begrenzt. Über die Verschußklappe weiß der Verfasser nur so viel zu sagen, daß sie ein dünnes protoplasmatisches Gebilde ist; ob sie zerreißt oder aufklappt, konnte er nicht feststellen. Die Vakuole selbst ist von einer feinen Membran umgeben, die selbst in entleertem Zustande unter der Pellicula nachweisbar ist, das umgebende Plasma besitzt keine besondere Differenzierung. Die Haut der Vakuole setzt sich in die der Radialkanäle fort, wird hier etwas dicker, um schließlich in das sog. Nephridialplasma überzugehen. Dieses durch seine färberischen und besonderen Struktureigenschaften hervorragende Plasma umhüllt den terminalen Teil der exkretorischen, spitz ausgezogenen Kanäle, so daß diese das Aussehen von Lampenbürsten erhalten. Das Nephridialplasma besitzt ausgesprochen radiäre Struktur, die ihm ein moosartiges Aussehen verleiht. Der Verfasser vergleicht dieses Plasma mit den ähnlich gearteten Teilen (Stäbchenepithel) der höheren Tiere. Ebenso charakterisiert er die Rolle der anderen Abschnitte. Die distale Hauptpartie der Radialkanälchen entspricht den *tubuli contorti* höherer Metazoen; ihr Kanallumen ist nur wenig erweiterungsfähig, woraus sich die Weiterleitung des Excretionswassers in die Ampulle ergibt. Diese entspricht den Nierenkelchen, wo ebenfalls die Exkretionsflüssigkeit gesammelt wird, um durch den Einspritzkanal (Ureter) in die Blase befördert zu werden. Der Verfasser berührt die Frage der Elektio von Vorblase und Einspritzkanal im Ver-

gleich mit den HENLE-Schleifen höherer Tiere. Die Sammelblase, also die eigentliche Vakuole besitzt im Gegensatz zur Harnblase eine nicht kontraktile Wandung.

In den physiologischen Betrachtungen kommt der Verfasser nicht über die Frage der diskontinuierlichen Excretion hinaus, betont nur, daß der osmotisch arbeitende Apparat im Interesse der vitalen Prozesse pulsierend arbeitet.

Am Schluß seiner Arbeit läßt er sich zu etwas zu weitgehenden Folgerungen hinreißen, die hier jedoch, da sie nicht zur Sache gehören, weggelassen werden sollen. Nur auf den schon berührten Vergleich mit den exogen arbeitenden Nephridien höherer Metazoen sei nochmals hingewiesen, da der Excretionsapparat von *Paramaecium* tatsächlich nicht mit den endogen (Flimmerepithel) arbeitenden Protonephridien verglichen werden kann.

Wenden wir uns nun am Schluß der Frage und Problemstellung vorliegender Arbeit zu. Es ist keineswegs meine Absicht gewesen, die Befunde der angeführten Forscher nachprüfen zu wollen, da ich die folgenden Ergebnisse schon vor geraumer Zeit in Form von Notizen niederlegte. Nichtsdestoweniger schließe ich mich gern den scharfsinnigen und geistvollen Diagnosen der erwähnten Autoren an und hoffe, nur im Suchen des rechten Weges temperierend und ausgleichend gewirkt zu haben.

Als Hauptfrage:

Warum erfolgt die Excretion durch die pulsierenden Vakuolen periodisch?

Als Anschlußfrage:

Welche Eigenschaften besitzen die an der Excretion beteiligten Membranen?

Als Nebenfragen:

Ist die Vakuolenmembran eine ständige oder temporäre Bildung?

Wodurch wird der Excretionsporus in der Systolenperiode verschlossen?

I. Anatomie.

Bevor wir uns dem Thema zuwenden, möge einiges über Material gesagt sein. Als Repräsentanten des ersten Vakuolentypus⁴⁾ wurde

⁴⁾ Unter dem ersten Typus versteht man den ohne, unter dem zweiten den mit Zuführungskanälen.

eine Form der Familie *Peritromina*, *Gastrostyla* ENGELM. gewählt, da sie durch ihr massenhaftes Auftreten in Heuaufgüssen gut zur Untersuchung geeignet war. Ihre Kulturempfindlichkeit ist gering, so daß selbst bei wochenlanger Züchtung in derselben Infusion keine Degenerationserscheinungen bemerkt werden konnten. Zu dieser Eigenschaft kommt noch der Mangel einer ausgebildeten Cuticular- und Corticalplamaschicht, große Resistenz gegen heterogene Fixierungsagentien und bei geeigneter Behandlung auch eine gewisse Bruchfestigkeit, die beim Mikrotomieren wertvoll ist. Als Vertreter des zweiten Vakuolentypus kam *Paramaecium caudatum* EHRENB., das Kaninchen der Protozoophysiologie in Anwendung. Die zur Untersuchung zweckdienlichen Eigenschaften dieser großen Form sind so allgemein bekannt, daß es mir erspart bleibt, näher auf dieselben einzugehen. Alle Versuchskulturen wurden, da es sich ja um keine physiologischen Feststellungen handelte, in gewöhnlichen Heuaufgüssen gehalten, die eine für die Ernährung der Ciliaten entsprechend zusammengesetzte Bakterienflora entwickeln. Um eine ständige gute Durchlüftung der Kulturen zu bewerkstelligen, wurden diese in flachen Glasschalen gehalten. Die Entnahme erfolgte unter Berücksichtigung der negativen Geotaxis der Individuen; erschien zum Mikrotomieren eine große Menge Tiere auf ein kleines Volumen Flüssigkeit erwünscht, so wurden die geotaktisch angereicherten Infusionen noch zentrifugiert.

Die Lebendbeobachtung erfolgte meist unter dem Deckglase, um stärkere Vergrößerungen verwenden zu können. Da die Tiere infolge ihrer heftigen Bewegungen oft schwer zu untersuchen waren, kam einerseits der Deckglasdruck, andererseits die leider sehr unberechenbare Thigmotaxis zuhilfe.

Zur Vitalfärbung der azidophilen Granula der Nahrungsvakuolen bei *Paramaecium* wurde Neutralrot in den gebräuchlichen Verdünnungen (1:10 000, 1:100 000) herangezogen; Methylenblau im selben Verdünnungsgrad eignete sich oft zur Darstellung allerlei chromophorer Bestandteile im Ento- und Corticalplasma gut, doch fand ich Gemische von gleichen Teilen Neutralrot, Neutralviolett, Methylenblau und Toluidinblau in den angegebenen Verdünnungen empfehlenswerter, da die spezifischen Merkmale der Plasmakörper durch die elektive Farbstoffspeicherung besser hervortreten. Die Wandungen der pulsierenden Vakuolen und die der Zuführungskanäle bei *Paramaecium* konnten auf keine Weise in vivo färberisch dargestellt werden, wohl aber gelang die

submortale Tinktion gewisser Körperchen⁵⁾ in den Wandungen und der membranogenen Zone der pulsierenden Vakuolen.

Als Fixierungsagentien kam je nach der Bestimmung des Präparates Brom, HgCl_2 oder $\text{KCy}-\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -Gemische⁶⁾ in Anwendung.

Mikrotomiert wurden hauptsächlich solche Objekte, die mit Brom oder HgCl_2 vorbehandelt worden waren. Die Individuen wurden in sämtlichen Flüssigkeiten zentrifugiert, über Xylol in Paraffin eingebettet, um schließlich in $1,5-2,0 \mu$ starke Schnitte zerlegt zu werden.

Die Schnittpräparate wurden fast ausschließlich mit Methyleneblau-Ammoniakgemischen⁷⁾ gefärbt, und zwar mit einem Gemische der rot- und blaustichigen Variante⁸⁾. Die bei alkalischer Aufbewahrung von Methyleneblaulösungen auftretende Polychromasie ging teilweise in metachromatische Effekte über, die besonders zur Färbung des Nephridial- und Membranplasmas geeignet erschienen. Totalpräparate färbte ich, da bei diesen auf eine gewisse Durchsichtigkeit der Pellicula geachtet werden mußte, mit Fuchsin-Lichtgrüngen, denen geringe Mengen Äthyläther zugesetzt war, um die lipiden und lipidverwandten Zellerivate besser hervorzuheben.

Die von KHAINSKY nach der Bromfixierung angewandte AgNO_3 -Behandlung ließ ich aus Gründen der histologischen Konservierung fort. Die Individuen wurden nur sorgfältiger in den verschiedenen Alkoholstufen gewaschen, um eine möglichst gleichmäßige Färbbarkeit zu erhalten.

Vorerst wollen wir uns über die in histologischer Hinsicht grundlegenden Unterschiede von Membranen unterrichten, die einerseits Nahrungs- und Excretkörper, andererseits Wasseransammlungen im flüssigen und gelatinierten Protoplasma (Corticalplasma) umhüllen.

Es ist eine Tatsache, daß dort, wo flüssiges Entoplasma mit dem Wasser in Berührung kommt, infolge der kolloidalen Beschaffenheit des ersteren, Oberflächenschichten gebildet werden, die vom Charakter der chemischen Konstitution der verschiedenen Phasen abhängen. Dies ist zwar schon lange bekannt, doch noch

⁵⁾ HOWLAND, R. B., Experiments on the contractile vacuole of *Amoeba verucosa* and *Paramecium caudatum*. J. Exper. Zool. Bd. 40 H. 2 1924.

⁶⁾ FORTNER, H., Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. Bd. 42 1925.

⁷⁾ Ibid. Bd. 42 1925.

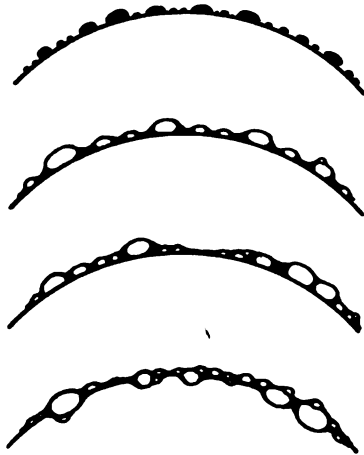
⁸⁾ WALSEM, ibid. Bd. 43.

nicht in seiner vollen Bedeutung für die Erscheinungen der Ernährung, besonders die der Protisten, gewürdigt worden. Die üblichen Vorstellungen von der Nahrungsaufnahme der Ciliaten laufen etwa auf Folgendes hinaus. Die durch die Peristombewimperung zusammengetriebenen Nahrungskörper werden mit Hilfe der undulierenden Membranellen im Cytopharynx gegen das am Ende desselben befindliche „nackte“ Entoplasma wie in einen Sack hineingestrudelt. Beim Auftreffen auf dessen Oberflächenschicht buchtet es sich infolge von Berührungszweigen aus, um schließlich die sich ansammelnden Partikelchen durch Abschnürung in das Entoplasma zu führen. Diesen Vorgang besser verfolgen zu können, verfiel schon PROWAZEK⁹⁾ darauf, die Untersuchungstiere vital zu färben. Neutralrot war der geeignete Farbstoff. Bei diesen Forschungen konnten nun gewisse Granulationen nachgewiesen werden, die nach NIERENSTEIN¹⁰⁾ für das Wesen der Verdauung von Bedeutung sind und als acidophile Granula bezeichnet wurden. In Taf. 11, Fig. 1 ist das Ende des Cytopharynx eines *Parameciums* mit Neutralrot gefärbt dargestellt. Wir sehen das ganze umgebende Protoplasma mit feinsten roten Pünktchen erfüllt, die sich an der Oberfläche des Entoplasmasacks zu erheblich größeren Granulis verdichten. Diese besitzen nun die Fähigkeit der Farbstoffspeicherung und sind ihrem chemischen Verhalten nach saure Zellerivate. Auf Taf. 11, Fig. 2, 3 und 4 sind nun verschiedene Stadien der Loslösung vom Cytopharynx abgebildet. Wir sehen die auf der Vakuolenoberfläche sich ansetzenden, winzigen roten Körperchen allmählich zu großen, intensiv rotgefärbten Granulis zusammentreten; durch die ständige Zufuhr dieser kleinen Körnchen wird der Granulabelag oft so dicht, wie es auf Taf. 11, Fig. 4 zeigt. Diese Anreicherung kommt meiner Ansicht nach folgendermaßen zustande. Die, durch Adsorptionskräfte an der Grenzfläche von Schlundwasser und Entoplasma entstandene Haptogenmembran übt auf die kleinen, überall im Protoplasma vorhandenen Mikrosomen (in rein morphologischem Sinne) eine Attraktionskraft aus, derzufolge sie sich in der Grenzmembran anreichern. Die Zusammenballung zu größeren Aggregaten vollzieht sich nun unter dem direkten Einflusse der Oberflächenspannung. Wie aus Textfig. 1 hervorgeht, werden die in der Membran liegenden Körnchen ihrer differenten Größe zufolge gegeneinander getrieben; und zwar attrahieren die größeren die kleineren Körner; je näher

⁹⁾ Beiträge zur Protoplasmaphysiologie. Biol. Zentralbl. Bd. 21 1901.

¹⁰⁾ Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Protisten. Zeitschr. f. allgem. Physiol. 1905.

sich dieselben beieinander befinden, desto intensiver wirkt die Anziehung. Sobald sie sich direkt berühren, verschmelzen sie zu den erwähnten Granulis. Nun beginnt auch der Vereinigungsprozeß mit der Membran selbst. Es ist dies der Moment, in welchem die Fermentkörper in das Innere der schon angesäuerten Nahrungsvakuole dringen. Wenn wir nun die Beschaffenheit der Nahrungsvakuolenmembran zusammenfassend charakterisieren, kommen wir zu dem Ergebnisse, daß zwischen den Fermentkörpern und der Grenzschicht Wasser-Entoplasma gewisse Beziehungen bestehen müssen, die bei Nichtvereinigung eine derartig vollkommene Durchdringung beider Komponenten ermöglichen. Auf Taf. 11, Fig. 5, 6 und 7 sind mit Methylenblau-Ammoniak gefärbte Schnitte von Nahrungsvakuolen in aufeinanderfolgenden Stadien dargestellt; zur besseren Übersicht ist die Abbildung etwas schematisiert. Weiter unten wollen wir dann die in Frage kommenden Grenzschichthypothesen in zellphysikalischer Hinsicht näher betrachten.



Textfig. 1.

Nun haben wir die nötigen Anhaltspunkte bezüglich der Nahrungsvakuolenmembran beisammen, um mit denjenigen der Kontraktionsvakuolen Vergleiche anstellen zu können, die uns in den Stand setzen, theoretisch die in Frage kommenden Oberflächenkonstitutionen näher zu beleuchten.

Der erste Vakuolentypus sei der entwicklungsmechanischen Momente wegen vorausgenommen. Als Vertreter desselben wurde, wie schon bemerkt, *Gastrostyla* ENGELM. untersucht.

Auf Taf. 11, Fig. 8 sehen wir ein Habitusbild der Vakuole dieser Form im Diastolenstadium. Die die Vakuole umschließende, in dunkelblauviolettten Farbentönen erscheinende Zone ist unschwer als das GELER'sche Nephridialplasma zu erkennen. Die Diastolenblase selbst ist hier Reservoir und Wasserzuführungsmechanismus gleichzeitig. Durch einen in der Pellicula deutlich sichtbaren dunkelbegrenzten Ring, dem Excretionsporus erfolgt bei genügender Spannung der Verschlussmembran die Systole. Es ist nun interessant festzustellen, wodurch der Verschluss des Porus stattfindet; bei sorg-

fältiger Lebendbeobachtung können wir wahrnehmen, wie bei der Entleerung der Diastolenblase das umschließende Nephridialplasma konzentrisch zusammenläuft. Die Bildung der Primäranlage der folgenden Vakuole findet in beträchtlichem Abstand von der Exkretionsstelle statt (der Abstand beträgt etwa einen halben Diastolendurchmesser. Hierdurch wird es mehr als wahrscheinlich, daß die, die Vakuole direkt umschließende Membran eine temporäre Bildung ist, die nach erfüllter Aufgabe den Excretionsporus verschließt. Da hierzu natürlich nur ein verhältnismäßig kleiner Teil benötigt wird, wird der Überschuß vom umgebenden Plasma resorbiert.

Wir müssen uns also im Inneren der zusammengeschobenen Nephridialplasmamasse ein membranogenes Zentrum denken, das bei genügend großer Wasserspeicherung in demselben in Aktion tritt. Theoretisch ist dies gar nicht so unvorstellbar, wie es auf den ersten Augenschein hin aussieht. Wir müssen uns nur vergegenwärtigen, was unter einer Wasseransammlung im Plasma zu verstehen ist; physikalisch-chemisch genommen ist dieselbe nichts anderes, als ein grob disperses Kolloidsystem, in dem das Dispersoid, hier das Excretionswasser, in überwiegender Menge vorhanden ist. Durch dieses Mißverhältnis von Dispersoid und Dispersionsmittel wird die Oberflächenspannung so beeinflußt,

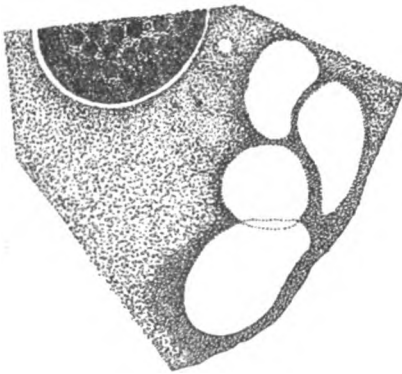


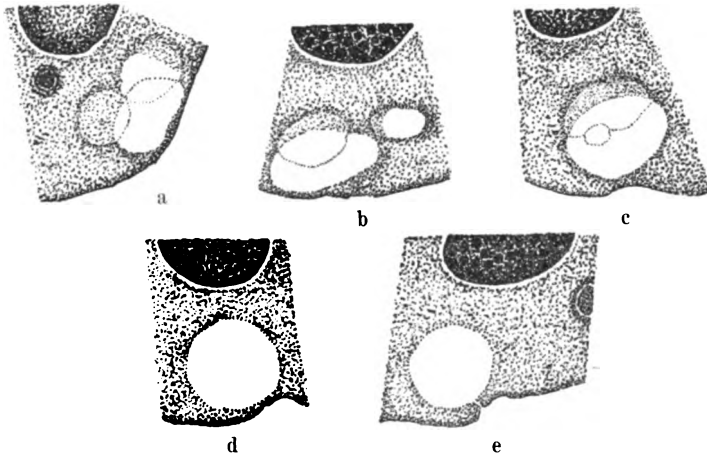
Fig. 2. Vergr. ca. 1200 \times .

daß ein Ineinanderplatzen der durch Lamellen der anderen Phase getrennten Wasserräume stattfindet und somit ein Hohlraum entsteht, an dessen Grenze zum umgebenden Plasma sich die Emulsionswaben in Form eines Alveolarsaumes anlagern. Nun ist die Primäranlage zur Bildung einer, wie wir später sehen werden, nur teilweise impermeablen Grenzmembran gegeben; denn eine Wasservakuole kann nur dann

bestehen, wenn sie entweder vom Nephridialplasma oder von einer impermeablen Membran umschlossen wird.

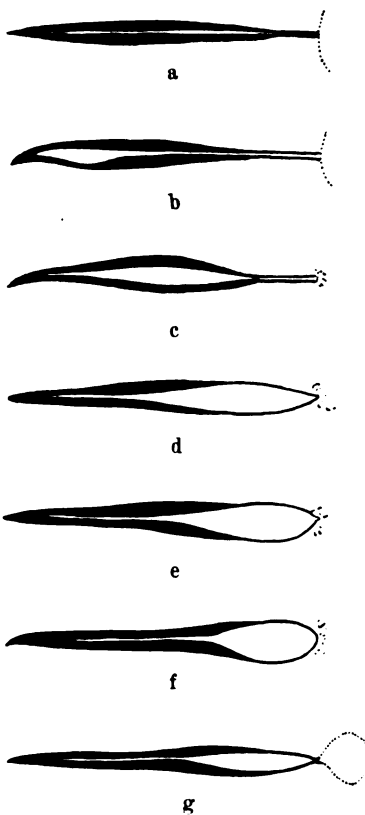
Wie aus Textfig. 2 zu ersehen ist, sind die Verhältnisse oft etwas komplizierter, als beschrieben wurde. Prinzipiell besteht aber doch keine Unterschiedlichkeit, da sich die Mehrzahl der wasserführenden

Hohlräume zu einem einzigen vereint. Übrigens ist das dargestellte Bild durchaus nicht die Norm, meist ist nur eine Vakuole mit blindsackartigen Ausbuchtungen vorhanden, wie Textfig. 3 in fünf aufeinanderfolgenden Stadien zeigt; *e* ist im Momente der Excretion, wo der Porus in vivo oft gut sichtbar ist. Das physikalisch-chemische Zustandekommen dieser Erscheinung ist im II. Kapitel eingehend behandelt. Nachdem wir an diesem primitiven Typus schon alle histologisch wichtigen Merkmale des Excretionsapparates kennen gelernt haben, gehen wir zu der physiologisch höher entwickelten Form, dem Nephridialapparate von *Paramecium* über. Es ist überflüssig, eine reihenfolgerichtige Kontraktionsbeschreibung abzugeben, da dies ohnehin schon in der Einleitung geschehen ist.

Textfig. 3. Vergr. ca. 800 \times .

Mit den sog. Bildungsvakuolen werden wir uns zunächst zu beschäftigen haben, da sich hier der zur Bildung der Vakuole wichtigste Vorgang abspielt. In morphologischer Hinsicht stellen Zuführungskanäle etwa 10–30 μ lange, spitz ausgezogene, im entleerten Zustand unter dem Corticalplasma kaum sichtbare, spaltenähnliche Bildungen dar, deren Ausschnitt je nach dem Grade der Dehnung, die sie erleiden, rund bis schlitzförmig sein kann. Auf Taf. 11 Fig. 9 sehen wir auf beiden Seiten der Diastolenblase je einen sehr schräg von der Schnittebene getroffenen Kanal. Die nicht ganz regelmäßige Beschaffenheit seiner Wandungen rührt von der Behandlung mit den verschiedenen Agenzien her und hat keine besondere Bedeutung. Hingegen fällt uns die, bei den nach der Methylenblau-Ammoniakmethode behandelten Schnitten, intensiv

dunkelblauviolette Umsäumung des Kanallumens auf. Es ist zweifellos das GELER'sche Nephridialplasma, da die Diastolenblase diese Bildungen nicht erkennen läßt. Es verläuft ohne allzuarfe Grenzlinie ins umgebende Plasma und reicht, wie Taf. 11 Fig. 10 zeigt, nicht bis zum zentralen Teil der Nephridialkanäle. Wie eine mantelartige Hülle umgibt es den mittleren und terminalen Teil derselben, erreicht keine besondere Mächtigkeit und

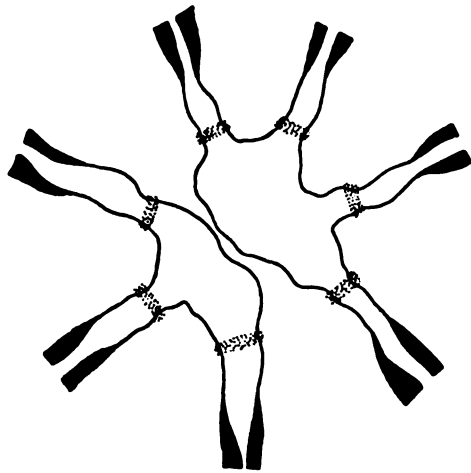


Textfig. 4.

nicht mit unbedingter Sicherheit nachweisbar. Erst bei der Tätigkeit erkennt man, daß es sich hier um besondere Verhältnisse handelt. Textfig. 4 zeigt uns die fortlaufenden Veränderungen eines solchen Zuführungskanals in schematischer Darstellung. *a* führt ihn uns knapp vor dem Maximum der Diastole vor Augen; er ist völlig entleert. Kurze Zeit vor der Systole sehen wir ihn in *b* terminal anschwellen. Nun setzt sich die peristaltische Welle fort, bis das gesamte Excretionswasser in die Ampulle befördert ist.

steht mit dem Corticalplasma in keinem nachweisbaren Zusammenhang; die Dehnbarkeit des mittleren und terminalen Teiles ist gegenüber dem zentralen, der Ampulle, gering, doch findet beim Wasserdurchtritt immerhin eine Dehnung auf das 4—6fache ihrer ursprünglichen Weite statt, wohingegen die Ampulle oft auf das 30fache ihres, im entleerten Zustand angenommenen Volumens anschwillt. Die von v. GELEI auf Grund seiner Färbemethoden (siehe Einleitung) festgestellte Radiärstruktur des Nephridialplasmas konnte mittels der Methylenblau-Ammoniakfärbung nicht nachgewiesen werden; dies ist wahrscheinlich durch die, in diesem Falle von der starken Alkalität des Farbstoffes herrührende Quellung bedingt. Nun betrachten wir den Teil, den der eben genannte Forscher als Einspritzkanal oder Ureter bezeichnet. Histologisch fällt er in keiner Weise auf und eine Membranverdickung ist

b ist auch das Stadium, in dem der zentrale Teil von der Diastolenblase abreißt. Wenn nun die Spannung in der Ampulle einen gewissen Grad erreicht hat, wird die Hemmungszone durchbrochen, wobei sie sich etwa auf ein Drittel des Vorblasenvolumens ausdehnt; dieser Vorgang spielt sich mit so ungeheurerer Schnelligkeit ab, daß er sehr schwer zu beobachten ist; um ihn nun doch der Untersuchung zugänglich zu machen, wurden Morphinlösungen in großer Verdünnung zugesetzt (1 : 1000 und mehr). Nun ließ sich folgendes feststellen. Die in ungefärbtem Zustande nicht wahrnehmbare Tröpfchenansammlung, die die bis zur Höchstspannung angeschwollene Ampulle (Textfig. 4 c—f) kallottenartig umhüllt, dehnt sich im Momente der Durchbrechung der Hemmungszone rasch aus, um die aus den Enden ausgetretene Wasserblase als Membran zu umgeben. Bei der gegenseitigen Berührung der von 7—10 Seiten vorschießenden membranogenen Säckchen vereinigen sich dieselben augenblicklich zu einer einzigen Vakuole, der hiermit neugebildeten Diastole (Fig. 5). Nachdem der Inhalt sämtlicher Ampullen in dieselbe entleert ist, reißt sich die Hemmungszone von derselben ab und der Vorgang beginnt von neuem. Nur noch einige Worte über die membranogenen Granula. HOWLAND⁵⁾ konnte feststellen, daß sich die Wandungen der kontraktilen Vakuole von Paramäcien aus Tröpfchen



Textfig. 5.

konstituieren, die durch Verflüssigung kleiner Granulae entstehen. Diese Granulae scheinen nun an den Kalotten der Ampulle besonders dicht aufzutreten, wodurch die Annahme einer membranogenen Zone gerechtfertigt erscheint. In Taf. 11 Fig. 11 ist die submortale Färbung derselben mit Alizarinblau vorgenommen; wir sehen deutlich die blaugrün schimmernde Anhäufung von kleinen, tropfenähnlichen Körperchen. Nun können wir zu den Membranen der Nahrungsvakuolen eine Parallele ziehen. Während es sich bei diesen um zwei ganz gesonderte Bildungen, nämlich den Alveolar-

saum und die acidophile Granula handelt, die sich infolge von Oberflächenkräften auf demselben anlagert, um dann durch die Oberflächenspannung durch denselben hindurchzuwandern, können wir im Falle der pulsierenden Vakuolenmembran eine gewisse Einheitlichkeit der Bildung annehmen, die darin besteht, daß zwischen den Tröpfchen und Phasenlamellen der Grenzalveolarschichte gewisse, charakteristische Verwandtschaftsbeziehungen bestehen, die ein Verschmelzen derselben gestatten. In Textfig. 6 ist der Ideal-



schnitt durch die Wandung der pulsierenden Vakuole *a* und die Membran der Nahrungsvakuole *b* kurz nach deren Abschnürung vom Cytopharynx gezogen. Wir können einerseits die Kompaktheit, andererseits die Zweiphasigkeit des Aufbaues konstatieren. Wenn wir nun nach der Beschaffenheit der membranbildenden Substanzen fragen, gelangen wir auf hypothetisches Gebiet. Die „Lipoidhypothese“ OVERTON'S¹¹⁾ betrachtet die Lecithine und Cholesterine als hauptsächlich am Membranaufbau beteiligte Substanzen, während RUHLAND, TRAUBE und KLEBS (ebenda) eiweißähnliche Stoffe und Kohlehydrate annimmt. Für die hier betrachteten Grenzsichten möchte ich mich hier der ersten (OVERTON'S) Annahme zuneigen, doch wage ich nicht apodiktisch über deren Natur zu urteilen. Hier öffnet sich eben noch ein gewaltiges Forschungsgebiet, das uns bei geeigneter Beleuchtung noch viele tiefe und weite Blicke in den Kosmos der vitalen Vorgänge eröffnen wird.

Das weitere Schicksal der Diastole ist in wenigen Worten dargetan; sobald sie zu genügender Größe angewachsen ist, vereinigt sich ihre Membran mit dem, den Excretionsporus verschließenden Rudiment der vorangegangenen Diastolenmembran und bildet auf diese Weise die Papilla pulsatoria (Taf. 11 Fig. 9 u. 10). In Fig. 10 ist das Überbleibsel der teilweise zusammengepreßten Diastolenhaut deutlich zu sehen.

Nun möge noch eine kurze Übersicht der hauptsächlichsten Merkmale beider besprochenen Vakuolentypen gegeben sein, bevor wir uns dem physiologischen Teil der Probleme zuwenden.

¹¹⁾ A. MEYER, Physiologische und morphologische Analyse der Zelle. Jena 1922.

Die Unterschiedlichkeit beider, prinzipiell gleichgearteten Nephridien, besteht im Grade der speziellen Differenzierung und daher Arbeitsteilung. Während beim ersten Typus die Vakuolenmembran direkt vom Nephridialplasma umhüllt ist und somit permeabel für die Excretionsstoffe sein muß, sind beim zweiten Typus für Sonderung und Speicherung des letzteren besondere, getrennt funktionierende Vorrichtungen vorhanden. Aus diesem Grunde dürfen die Membranen des ersten niemals mit denen des zweiten Typus verwechselt werden, da es sich einerseits um elektive Ultrafiltrationsschichten, andererseits um bloße Determinierungsflächen handelt.

Ich hoffe hiermit die charakteristischen Merkmale bezüglich der Morphologie der Ciliatennephridien in hinlänglicher Weise hervorgehoben zu haben, um nun an eine Betrachtung der physiologischen Seite des Problems mit Erfolg herantreten zu können.

II. Excretionsmechanik.

Nachdem wir uns die morphologischen und histologischen Eigenschaften des Excretionsapparates zu eigen gemacht haben, wollen wir denselben nun von physikalisch-chemischen Gesichtspunkten aus betrachten und vom Gestaltlichen zum Funktionellen eine Brücke schlagen.

Die Aufgabe des vorliegenden Nephridialapparates besteht in erster Linie in der Fortschaffung des durch Diffusion durch die gesamte freie Pellicularoberfläche eingedrungenen Wassers, welches den gelösten Atemsauerstoff in den Protoplast gelangen läßt. Nach übereinstimmender Angabe vieler Forscher dürfte derselbe schon in und knapp unterhalb des Corticalplasmas veratmet werden. Auf welche Weise dies geschieht, können wir uns folgendermaßen vorstellen. Nach den Forschungen von OTTO WARBURG¹²⁾ erfolgt die Atmung durch die Wirkung zweier Komponenten: 1. der unspezifischen Oberflächenkräfte, die ihr Zustandekommen gewissen Plasmakolloiden zu verdanken haben, an deren Oberfläche der O₂ dank der physikalisch-chemischen Eigenschaften dieser Körper verdichtet wird, und 2. den spezifischen, aktiv (in chemischem Sinne wirkenden Katalysatoren, deren O₂ übertragenden Bestandteil der genannte Gelehrte im Eisen fand, das in ungeheuer kleinen

¹²⁾ Über Eisen, den Sauerstoff übertragenden Bestandteil des Atmungsfermentes. Ber. d. deutsch. chem. Ges. Jahrg. 58 1925.

Quanten zur Wirksamkeit gelangt; niemals reagiert molekularer Sauerstoff ohne Eisen im lebendigen Organismus.

Ist nun das Diffusionswasser auf diese Weise seines Sauerstoffgehaltes beraubt, wird ein notwendiger Teil an das Entoplasma abgegeben, während das Übrige in und knapp unterhalb des Corticalplasmas infolge der hier vorhandenen Anlagerung hydrophiler Kolloide festgehalten wird. Durch das ständig nachdiffundierende Wasser steigt nun auch der Innendruck des Protoplasten fortwährend. Um nun eine Excretion desselben zu ermöglichen, müssen Vorrichtungen vorhanden sein, die es auf dem Wege der Ultrafiltration von der Interfilarflüssigkeit der Zelle sondern. Um Irrtümer zu vermeiden, sei bemerkt, daß hier unter Interfilarflüssigkeit wäßrige Lösungsphasen im Plasma, die Salze, Zucker, Eiweiße und andere Stoffe enthalten, verstanden werden. Zum geringsten Teil¹³⁾ hat die Vakuole das mit der Nahrung eingestrudelte Wasser zu entleeren, das also nur auf dem Wege der Cyklose durch das Entoplasma zu derselben gelangen kann. Diese Tatsache rechtfertigt um so mehr die Annahme einer notwendigen Ultrafiltration, da hier von keiner, durch die vielleicht reversiblen Kolloide des Corticalplasmas bedingten Wasserscheidung gesprochen werden kann. Wir müssen demnach die Elektivität des vorliegenden Nephridialorganes in diejenigen Partien verlegen, denen wir morphologisch, histologisch und physiologisch die Aufgabe der Ultrafiltration zuschreiben. Bevor wir auf die Frage der diskontinuierlichen Exkretion eingehen, wollen wir die in Betracht kommenden Membranen näher ins Auge fassen. Über deren färberisches Verhalten wurde bereits berichtet, so daß wir jetzt die physikalisch-chemischen Eigenschaften im Anschluß an das Vorangegangene zu betrachten haben.

Wie ich schon in einer meiner früheren Arbeiten¹⁴⁾ erwähnt habe, ändern sich die Grenzmembranen der Vakuolen flüssigen Inhaltes bei Einwirkung heterotoner Lösungen. In normalem Zustande besitzen alle von den pulsierenden Vakuolen und deren Zuführungskanälen gebildeten Grenzmembranen die Fähigkeit, bei bloßer gegenseitiger Berührung ineinander überzugehen, zu verschmelzen. Sobald jedoch die osmotischen Druckverhältnisse in irgendwelcher Beziehung geändert werden, geht diese, für den Excretionsmechanismus so außerordentlich wichtige Eigenschaft verloren,

¹³⁾ v. GELEI fand, daß ein Zehntel des durch die Vakuolen ausgeschiedenen Wassers vom Peristom stammt.

¹⁴⁾ Biol. Zentralbl. Bd. 45 1925.

und das geordnete Zusammenströmen bzw. Verschmelzen der in der membranogenen Zone gebildeten Nephridialsäckchen kann nicht mehr stattfinden, daher erweckt ein derartig gestörter Apparat den Eindruck aneinander vorübergleitender Tröpfchen unreinen Quecksilbers. Dieses Verhalten membranumschlossener Wasseransammlungen im Protoplasma gestattet uns Rückschlüsse bezüglich der Permeabilitätsfaktoren der Membranen zu ziehen und damit kommen wir der Frage der Diskontinuität der Excretionsvorgänge nicht nur näher, sondern können die logischen Konsequenzen zu ihrer vollständigen Klärung ziehen.

Die alle freien Wasseransammlungen im Protoplasten umschließenden Membranen müssen notwendig die Eigenschaft der völligen Impermeabilität für Wasser und demnach natürlich auch für alle wäßrigen Lösungen besitzen. Denn sonst würden die auf irgendeine Weise zustande gekommenen Wasserabsonderungen von den übrigen löslichen Bestandteilen des Protoplasmas sofort infolge von osmotischen Gesetzen verschwinden, die besagen, daß die verdünntere Lösung durch eine semipermeable Wand hindurch zur konzentrierteren Lösung wandert. Aus dem Vorhandensein einer Vakuole überhaupt geht also zwingend deren Grenzmembranbeschaffenheit hervor; denn daß der Vakuoleninhalt aus so konzentrierten Lösungen, die ein derartiges osmotisches Gefälle nicht aufkommen ließen, bestünde, ist unmöglich, da das Protoplasma auf diese Weise in kürzester Zeit aller wasserlöslicher Stoffe beraubt sein würde. Aus diesen Gründen ist, da der Protoplast stets das System der konzentrierteren Lösung darstellt, unter normalen Druckverhältnissen nur eine allgemeine Diffusionsrichtung möglich: nämlich die von außen nach innen! Die Excretion kann also zum Schutze der vitalen Turgeszenz nicht auf osmotischem Wege erfolgen.

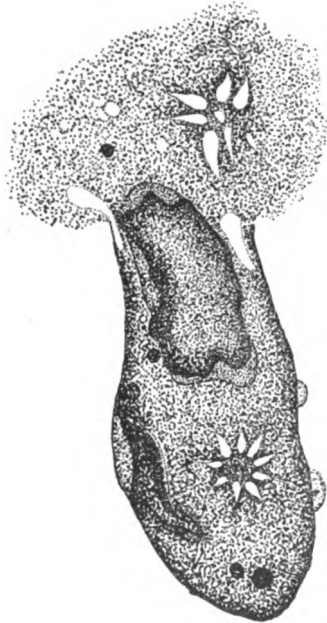
Wenn das auf osmotischem Wege in den Zellkörper eingedrungene Wasser kontinuierlich entleert werden würde, müßte in der Pellicula eine Stelle vorhanden sein, deren Membraneigenschaften denen der übrigen Außenhülle entgegengesetzt geartet ist. Dies ist natürlich aus physikalisch-chemischen Gründen nicht möglich, da die Diffusionsrichtung in den Protoplast eben durch höhere Konzentration der Interflarflüssigkeit (in angeführtem Sinne zu verstehen) bedingt ist.

Um nun doch eine Excretion zu ermöglichen, wird das im Protoplast sich ansammelnde Wasser solange gestaut, bis es imstande ist, den von außen wirkenden Druck zu überwinden. Dann erfolgt

die Sprengung der Papilla pulsatoria. Um den Druck der gesamten Plasmamasse ausnützen zu können, umgibt sich die Vakuole mit einer impermeablen Membran, auf deren freier Oberfläche dann sich die rein mechanischen Druckkräfte auswirken.

Nun ist auch leicht zu verstehen, warum die pulsatorische Papille von der vorangehenden Diastolenmembran gebildet wird. Zum Verschlusse freier Öffnungen im Zellkörper kommen immer nur solche Membranen in Betracht, die für Wasser impermeabel sind oder doch keine größere Permeabilität als die gesamte übrige Pellicula besitzen, da es sonst bald zu einer Sprengung der Zelle kommen würde.

Obwohl das Vorhandensein einer determinierten Wasseransammlung im Plasma allein schon genügt, die Impermeabilität der dieselbe umschließenden Membran zu beweisen, seien noch einige Momente angeführt, die eine unbedingte Bestätigung dieser Tatsachen bringen.

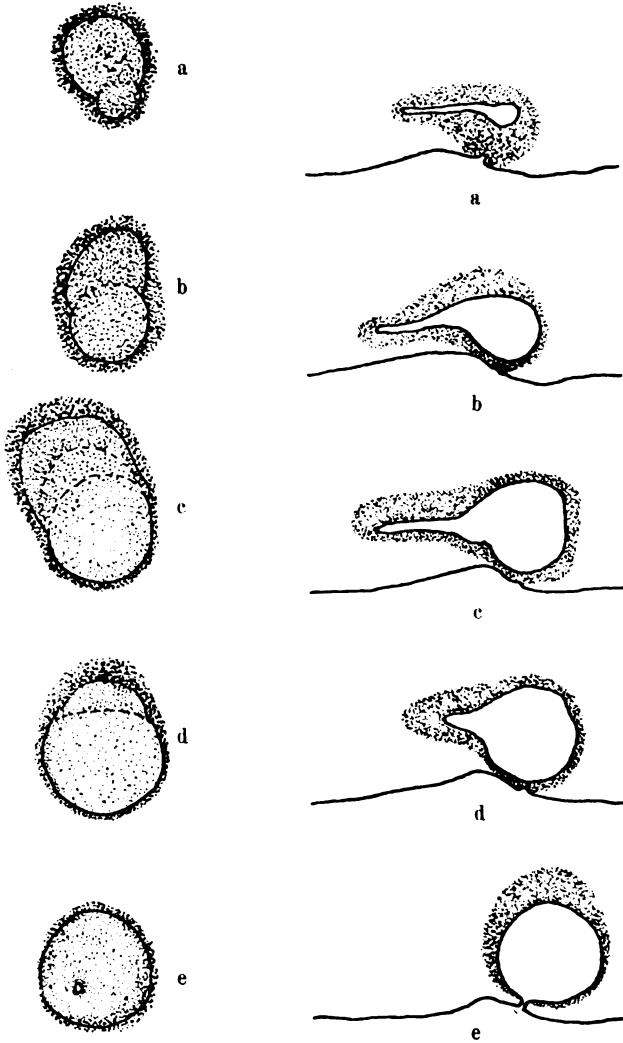


Textfig. 7. Vergr. ca. 300.

Wie sich experimentell feststellen ließ, verhielten sich die aus Individuen ausfließenden Vakuolen, welche in hypertonischen Lösungen zerdrückt wurden (Textfig. 7), so, daß eine völlige Undurchlässigkeit der sie umschließenden Häutchen unbedingte Forderung war. Ebenso färbte sich der Inhalt der pulsierenden Vakuolen bei Behandlung mit verschiedenen molekular dispersen Farbstoffen niemals, da dieselben eben nicht durch deren Wandungen hindurchgelangen können.

Es erübrigt sich nun noch, die festgelegten Faktoren im allgemeinen und speziellen auf die Funktion der pulsierenden Vakuolen mit und ohne Zuführungskanälen zu übertragen. Wie schon im ersten Kapitel dieser Arbeit gesagt wurde, kam als Untersuchungsobjekt für den ersten Typus der Ciliadennephridien *Gastrostyla* ENGELM. in Anwendung. Da diese Form kein durchgehendes Cilienkleid besitzt, lassen sich die subpellicularen Erscheinungen gut beobachten. In Textfig. 8 und 9 sind die verschiedenen Pulsationsstadien dieser Vakuolen im Grund- und Aufriß

gezeigt. Das Nephridialplasma umschließt, da Zuführungskanäle fehlen, die Vakuolenblase selbst, deren Membran, wie schon beschrieben, der der Bildungsvakuolen bei *Paramecium* ähnlich ist, mit dem Unterschiede, daß die Elastizitätsverhältnisse



Textfig. 8.

Textfig. 9.

anders geartet sind, da es sich hier nicht um ein Zuleitungsorgan, sondern ein Reservoir handelt. Einige Zeit nach der Systole sehen wir ein kleines unregelmäßiges Gebilde auftreten, das in proximal-distaler Richtung stark abgeplattet erscheint und das erste Stadium

der Wasserdeterminierung (Textfig. 8a u. 9a) darstellt. Durch den steigenden Innendruck des Protoplasten wächst es nun langsam heran, indem sich der seitlich abzweigende, sehr flache und unscharf begrenzte Hohlraum weiter ausdehnt, doch ferner vom Nephridialplasma umhüllt bleibt, während der Überzug desselben über die nun schon als Diastolenblase gut erkennbare zentrale Ansammlung immer dünner wird. Wir haben also auch hier eine Art von Zuführungskanälen vor uns, mit dem Unterschiede, daß eine Trennung von dem eigentlichen Wasserreservoir durch besondere Differenzierungen fehlt. Am Schlusse der Diastole hat sich die Vakuole völlig abgekugelt und ist, wie Textfig. 8e zeigt, von Nephridialplasma umhüllt. Nun erfolgt eine Entleerung durch den vorgebildeten, wenn auch primitiven Porus, der in lebendem Zustande als kleines dunkelbegrenztes Ringelchen sichtbar ist. Ist die Exkretion vorüber, bleibt noch eine Zeit hindurch eine Invaginatio pulsatoria erhalten, die manchmal auch gar nicht verschwindet. Die Pause zwischen erfolgter Systole und Beginn der nächsten Diastole ist mit der Prozeßdauer selbst verglichen, verhältnismäßig lang. Der Grund hierfür wird uns weiter unten klar werden.

Die Vorgänge beim zweiten Typus der pulsierenden Vakuolen, also denjenigen, die Zuführungskanäle besitzen, sind prinzipiell vom ersten nicht verschieden. Hier haben wir es mit eben schon weiter entwickelten, in der Arbeitsteilung vorgeschritteneren Apparaten zu tun. Wir haben gesehen, daß schon während dem Endstadium der Diastole die terminalen Enden der Nephridialkanälchen anzuschwellen beginnen; dies ist durch den hohen Druck bedingt, der durch den Verdrängungsraum der noch nicht entleerten Diastole so gesteigert wird, daß das Wasser auf dem Wege der Ultrafiltration durch die vom Nephridial- oder ebensogut vom Filterplasma umgebenen Zuführungskanäle hindurchgepreßt wird. Nun erfolgt mit der Sprengung der pulsatorischen Papille die Systole. Der Druck fällt etwas, so daß die wenig erweiterungsfähigen terminalen Enden der Bildungsvakuolen infolge ihrer Wandungselastizität das in ihnen enthaltene Wasser in den metaboleren Teil der Ampulle drängen; das durch die Pellicula ständig nachdiffundierende Wasser steigert nun wieder den Innendruck, so daß wieder bis zum Vereinigungsmomente der membranogenen Säckchen die Ultrafiltration, d. h. die Volumzunahme der Ampulle fortgeht. Schließlich ist der Druck in derselben so gewaltig angewachsen, daß die Hemmungszone durchbrochen wird und die membranogenen Plasmazellen bzw. Papillen sackartig in das Entoplasma vorschießen, mitein-

ander verschmelzen, sich gegen die *Invaginatio pulsatoria* dehnen, um sich dort mit dem Rudimente der vorangegangenen Diastolenmembran zu vereinigen; daß das in der eigentlichen Vakuole angesammelte Wasser nicht wieder in die Bildungsvakuolen zurückgepreßt wird, dafür sorgt die Hemmungszone, die, je höher der Druck in der Diastolenblase ansteigt, desto fester schließt, und die ihrer funktionellen und wie schon erwähnt, ihrer histologischen Beschaffenheit nach ein Rückschlagventil darstellt. Sobald die Kommunikation zwischen Diastolenblase und den Radialkanälen unterbrochen ist, beginnen die terminalen Teile derselben anzuschwellen und der Prozeß beginnt von neuem. Nun ist auch die lange Pause, die bei den Vakuolen vom ersten Typus zwischen zwei Excretionsperioden liegt, leicht zu erklären. Während beim ersten Vakuolentypus die noch nicht entleerte Diastolenblase durch ihr nicht unbeträchtliches Volumen den Druck im Zellinnern so steigert, daß die zur Ultrafiltration benötigte Energie vorhanden ist, ist beim ersten Typus der Vakuolen durch die Entleerung der Blase selbst ein starkes Abfallen des inneren Druckes der Zelle die Folge, so daß erst durch das in den Protoplasten nachdiffundierende Wasser die zur Bildung der Primäranlage benötigte Spannung entsteht, was natürlich einige Zeit in Anspruch nimmt. Wenn wir alles, was physiologisch in den Bereich des Nephridialapparates der Ciliaten fällt, zusammenfassen, ergibt sich folgendes Grundschema, das uns bei allen Nephridien genannter Art, in verschieden weitgehender Differenzierung und Arbeitsteilung, je nach ihrem Platze in der phylogenetischen Reihe, unveränderlich entgegentritt.

„Das auf dem Diffusionswege in den Protoplast gelangende Wasser wird in den Corticalplasmasschichten durch kolloidale Absorptionsvorgänge des in ihm gelösten Sauerstoffes beraubt, um dann teilweise zur Deckung des vitalen Wasserbedarfes an das Entoplasma abgegeben zu werden. Der größere Teil muß nun zum Schutze der vitalen Turgeszenz wieder aus dem Zellkörper fortgeschafft werden. Die Sonderung des Wassers geschieht nun auf doppeltem Wege: 1. Durch Absorption und Abgabe von reversiblen hydrophilen Kolloiden, die durch chemische Vorgänge die entsprechenden Umänderungen erfahren, 2. durch eine, den Innendruck als Energiequelle benützende Ultrafiltration. Auf jede dieser Art findet eine Sonderung von Stoffwechselendprodukten, überflüssigem Wasser und den lebenswichtigen Substanzen der Interfilarmasse statt, man kann also beiden

Wegen die Elektivität zusprechen. Diese, auf diese Weise im übrigen Protoplasma determinierten Wasseransammlungen können nun nicht auf osmotischem Wege aus dem Zellkörper entfernt werden, da unter normalen Verhältnissen nur eine Diffusionsrichtung vorhanden ist, die aus dem umgebenden Medium in den Protoplasten verläuft. Deshalb wird der Außendruck rein mechanisch überwunden und da dies aus schon bekannten Gründen der vitalen Turgeszenz nicht ständig geschehen kann, und sonst der ungespeicherte Innendruck nicht zur Überwindung des Außendruckes ausreicht, so findet an bestimmten Orten eine Wasserakkumulation so lange statt, bis der gesamte, auf deren impermeabler Umhüllung lastende Plasmadruck die, mit einer impermeablen Lamelle überspannte Papille sprengt, welche teilweise dem Rudiment der vorangegangenen Diastolenmembran entspricht. Der Vakuoleninhalt wird nun gleichsam von der gesamten Plasmamasse nach außen gedrängt.

Dies ist das Prinzip, nach dem alle vakuolenähnlichen Excretionsvorrichtungen der Protozoen geartet sind und je nach dem Platze auf der phylogenetischen Entwicklungsreihe werden wir von den einfachsten somatischen Differenzierungen der Amöben bis zum komplizierten Nephridialorgan der Ciliaten gelangen.

Zum Schlusse mögen noch einige Worte über den oxydativen Stoffwechsel der vakuolenfreien Meeresbewohner gesagt werden. Da hier das Atemwasser nicht in den Protoplast (oder gegenüber den vakuolenführenden, süßwasserbewohnenden Formen doch nur in verschwindend kleinem Maße) gelangen kann, muß die freie Oberfläche der Individuen, die sonst in tieferen Schichten liegenden sauerstoffabsorbierenden kolloidalen Fermente tragen, um sich so auf dem direkten Wege den nötigen, im Wasser gelöst vorhandenen Sauerstoff zuführen zu können. Wie M. ZUELZER¹⁵⁾ gezeigt hat, konnte durch geeignete langsame Überführung vakuolenführender Amöbenformen in Meerwasser die pulsierende Vakuole zum Verschwinden gebracht werden. Da die Individuen vollkommen lebensfähig blieben, muß angenommen werden, daß der Sitz der Atmungsfermente nicht an bestimmte Orte im Zellkörper gebunden ist, sondern je nach Bedarf in oder unter die freie Zelloberfläche verlegt werden kann.

¹⁵⁾ Der Einfluß des Meerwassers auf die pulsierende Vakuole. Arch. f. Entwicklungsmech. Bd. 29 1910.

Wir haben also gesehen, in welcher Weise die Nephridialapparate der Protisten funktionieren und daß eben auf Grund der kolloidalen Emulsionsstruktur der lebenden Substanz nicht im histologischen, sondern im rein physikalisch-chemischen Sinne die Stoffwechselendprodukte und das überschüssige Wasser an bestimmten Stellen gesammelt, um dann als Abfall aus der Zelle entfernt zu werden.

Zusammenfassung.

Die pulsierenden Vakuolen der Protisten arbeiten zum Schutze der vitalen Turgeszenz periodisch. Dies geht aus dem Vorhandensein einer Wasseransammlung im Protoplasma überhaupt hervor, da eine solche nur bestehen kann, wenn sie von einer für Wasser und wässerige Lösungen impermeablen Membran umgeben ist.

Da die Diffusionsrichtung infolge der Konzentrationsverteilung in den Protoplasten führt, kann das Wasser nicht auf osmotischem Wege ausgeschieden werden. Da nun im Interesse der vitalen Turgeszenz der Zelleib nicht ständig offen gehalten werden kann, wird das sich darin ansammelnde Wasser solange gestaut, bis es imstande ist, den Außendruck rein mechanisch zu überwinden.

Wie aus der Untersuchung am lebenden und gefärbten Objekt eindeutig hervorgeht, ist die Membran der pulsierenden Vakuolen eine temporäre Bildung, die nach erfüllter Aufgabe den Excretionsporus in der Systolenperiode verschließt. Alle am Excretionsvorgang beteiligten Grenzschichten haben die Fähigkeit unter normalen Umständen bei bloßer Berührung miteinander zu verschmelzen.

Prag, 21. Juni 1926.

Tafelerklärung.

Fig. 1—4 und Fig. 7 wurden aus zahlreichen Skizzen nach der Natur zusammengestellt. Die übrigen Zeichnungen gelangten mit Hilfe des ABBE'schen Zeichenapparates zur Ausführung.

Fig. 1. Sich abschnürende Nahrungsvakuole (*Paramecium caud.*). B. L. = Basallamelle, U. M. = undulierende Membran, Neutralrot. 1800 \times .

Fig. 2. Vorgeschrittenes Stadium der Abschnürung. B. L. = Basallamelle, U. M. = undulierende Membran, Neutralrot. 1800 \times .

Fig. 3. Vollkommene Loslösung vom Cytopharynx, Neutralrot. 1800×.

Fig. 4. Nahrungsvakuole kurz nach der Abschntürung von Cytopharynx mit auffallend reichlichem Granulabelag, Neutralrot. 1800×.

Fig. 5—7. Schnitte durch Nahrungsvakuolen in aufeinanderfolgenden Stadien. A. Gr. = acidophile Granula, Methylenblau-Ammoniak. 2300×.

Fig. 8. *Gastrostyla* ENGELM. Diastole der pulsierenden Vakuole. N. Pl. = Nephridialplasma, E. p. = Excretionsporus, Methylenblau-Ammoniak. 1200×.

Fig. 9. *Paramecium caudat.* Diastolenstadium der pulsierenden Vakuole, Schnitt 2 μ . N. Pl. = Nephridialplasma, Methylenblau-Ammoniak. 2000×.

Fig. 10. Systolenstadium derselben Form, Schnitt 2 μ . N. Pl. = Nephridialplasma, Methylenblau-Ammoniak (Invaginatio pulsatoria). 2000×.

Fig. 11. Membranogene Zone und Säckchen der Bildungs-vakuolen bei *Paramecium*. Mbg. Gr. = membranogene Granula, submortale Färbung mit Alizarinblau. 2300×.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Tübingen.)

Experimentelle Untersuchungen an koloniebildenden Volvocaceen.

Von
Friedrich Bock.

(Hierzu 12 Textfiguren und Tafel 12.)

Einleitung.

Das Interesse, das von jeher den Volvocaceen entgegengebracht wurde, erklärt sich u. a. aus der Anschauung heraus, daß wir hier eine Gruppe vor uns haben, die einen möglichen Weg weist, auf dem die Natur vom einzelligen zum vielzelligen Organismus vorgeschritten ist. Dieser mögliche Weg führt vom einzelligen Individuum über deren Zusammenschluß zur Kolonie zum vielzelligen Individuum. Der Gegensatz zwischen Einzeller und Kolonie ist an sich ein verhältnismäßig präziser, während zwischen mehrzelliger Kolonie und mehrzelligem Individuum die Grenze stark verwaschen erscheint, und zwischen beiden Extremen die verschiedensten denkbaren und auch wirklich existierenden Übergänge vermitteln. Eine klare Scheidung ist daher oft nicht möglich, zumal dann, wenn die einzelnen Zellen morphologisch und physiologisch einander gleichwertig erscheinen. Sobald jedoch eine Arbeitsteilung zwischen den einzelnen Komponenten durchgeführt ist, kann man mit Recht von einem vielzelligen Individuum sprechen. Dieser Auffassung entspricht es durchaus, wenn *Volvox* nicht mehr als Kolonie, sondern als vielzelliger Organismus angesehen wird, wie es verschiedentlich (BÜRSCHLI, OLTMANN'S u. a.) geschehen ist. Es ist von vornherein zu erwarten,

daß bei einem vielzelligen Organismus eine plasmatische Verbindung zwischen den Komponenten eine viel geschlossenere physiologische Einheit bewirkt hat als bei einer vielzelligen Kolonie. Diese physiologische Geschlossenheit bringt es wiederum mit sich, daß die Einzelteile in ein gegenseitiges Abhängigkeitsverhältnis gelangen. Es ist fernerhin wahrscheinlich, daß diese gegenseitige Beeinflussung um so intensiver wird, je mehr ein kolonialer Verband sich in Bau und Funktion einem typischen vielzelligen Organismus nähert.

Einen Anhalt aber über das Maß und eventuell auch Art jener Beeinflussung können wir dadurch gewinnen, daß wir die Komponenten aus dem Verband lösen und die isolierten Teile im Vergleich zu anderen im Zusammenhang verbliebenen beobachten. Diese Untersuchungsmethode dürfte wohl geeignet sein, bei vielen koloniebildenden Formen, sowohl aus der Reihe der Protisten als auch der Metazoen, bemerkenswerte Ergebnisse zu liefern. Daß in dieser Arbeit zunächst mit Volvocaceen in dieser Richtung experimentiert wird, hat seinen Grund darin, daß sie infolge ihrer autotrophen Lebensweise in besonderem Maße geeignet schienen. Zudem bietet ihre Kultur (bis auf die von *Volvox* selbst) keine nennenswerten Schwierigkeiten.

Ausgehend von der soeben dargelegten Einstellung wurde das Hauptgewicht auf die experimentelle Untersuchung gelegt. Es mußten dabei aber auch immer morphologische Momente Berücksichtigung finden. Vor allem mußte der Frage nachgegangen werden, ob die Zellen durch Plasmodesmen miteinander in Verbindung stehen oder nur äußerlich durch eine gemeinsame Hülle zusammengehalten werden.

Material und Methode.

Zur Untersuchung gelangten *Gonium pectorale*, *Pandorina morum*, *Eudorina elegans* und *Volvox aureus*. Das Ausgangsmaterial für die Kulturen stammte aus kleinen Teichen und Tümpeln der unmittelbaren Umgebung Tübingens. Besonders zu bemerken ist noch, daß das Ausgangsmaterial für die *Eudorina*-Kultur aus einer kleinen, etwa 6 qm großen Straßelache stammt. Dort trat *Eudorina* Ende Mai 1925 fast in Reinkultur auf, verschwand bald wieder und ist seitdem dort nicht mehr gefunden worden.

Über die Kulturen selbst soll im nächsten Abschnitt berichtet werden. Hier sei nur der Operationstechnik Erwähnung getan. Aus rein äußeren Gründen wurden die Untersuchungen an *Pandorinen* begonnen, trotzdem hier die Aufgabe, eine Zelle zu isolieren,

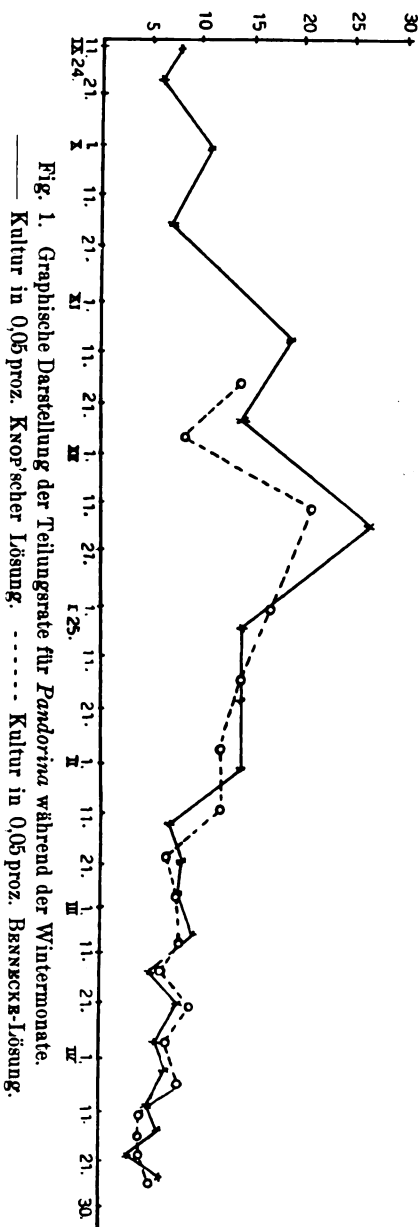
infolge des Baues der Kolonie besonders schwierig ist. Versuche im hängenden Tropfen mit dem ПЕТЕРФИ'schen Mikromanipulator führten nicht zum Ziel. Einmal sind diese Organismen infolge ihrer gallertigen Hüllen so elastisch, daß sie der Nadel regelmäßig ausweichen, andererseits ist es nicht angängig, sie durch vorsichtiges Antrocknen zum Festhaften zu bringen, da der geringste Wasserverlust sie die Geißeln abwerfen läßt und eine Weiterentwicklung ausschließt. Es wurde daher mit freier Hand unter dem Binokular gearbeitet und folgendermaßen vorgegangen. Auf die Mitte eines Objektträgers wurde ein quadratisches Stück Fließpapier von etwa 1 cm Kantenlänge gelegt und mit der Kulturflüssigkeit befeuchtet. Mit Hilfe einer feinen Glaskapillare als Mikropipette wurde eine jener Volvocaceen auf das Fließpapier gebracht. Hier stand der Kolonie genügend Flüssigkeit zur Verfügung, andererseits bildete das Fließpapier infolge seiner rauhen Oberfläche ein geeignetes Widerlager, die Kolonie mit einer Mikronadel (aus Hartglaskapillaren) anstechen zu können, um dann eine bestimmte Anzahl Zellen zu entfernen bzw. zu isolieren. Diese letzteren konnten dann mit einer Mikropipette vom Fließpapier abgesogen werden und wurden zur Weiterbeobachtung auf einen hohlgeschliffenen Objektträger übertragen.

Bevor wir jedoch dazu übergehen, die Resultate dieser Versuche kennen zu lernen, muß noch kurz auf die Kulturen eingegangen werden.

Kulturen.

Für *Eudorina* und *Gonium* lagen hier die Untersuchungen von HARTMANN (1921 a, b u. 1924 a) vor, so daß ich mich in der Methodik im wesentlichen an diese Arbeiten halten konnte. Eudorinen wurden mit annähernd gleichem Erfolg teils in 0,05 proz. KNOP'scher teils in 0,05 proz. BENNECKE-Lösung gehalten, *Gonium* meist in 0,05 proz. BENNECKE-Lösung, aber auch mit gutem Erfolg in durchfiltriertem Standortswasser. In diesem hielten und vermehrten sich Gonien auch dann recht gut, wenn das Wasser während mehr als 6 Wochen nicht gewechselt wurde, während die BENNECKE-Lösung, wie auch HARTMANN angibt, nach spätestens zwei Wochen erneuert werden muß. Auch die Kultur von *Pandorina morum*, über die zu Anfang der Versuche noch nichts bekannt war ¹⁾, bereitet keinerlei Schwierigkeit und gelingt leicht sowohl in 0,05 proz. KNOP'scher als auch in 0,05 proz. BENNECKE-Lösung. Die Lösungen wurden mög-

¹⁾ Nachher erschien die Arbeit von E. SCHREIBER (1925).



lichst während jeder Teilungsrate einmal erneuert. Die Pandorinen müssen vor direktem Sonnenlicht geschützt werden (vgl. auch SCHREIBER 1925). Sämtliche Kulturen waren am Nordfenster dem Tageslicht ausgesetzt, mithin von der Tageslänge und Strahlungsintensität abhängig, was zumal in ihrer Teilungsrate zum Ausdruck kommt. Wie später noch gezeigt wird, war für meine Versuche von Wichtigkeit, über die Teilungsrate genau unterrichtet zu sein, so daß kurz auf diesen Punkt eingegangen werden muß.

Für Eudorinen wissen wir durch HARTMANN (1921 b), daß die Dauer der Teilungsrate im Sommer etwa 4—5 Tage beträgt, im Winter dagegen auf etwa 3 Wochen ansteigen kann. Das gleiche zeigte sich in meinen Kulturen für *Gonium* und *Pandorina*. Die graphische Darstellung in Textfig. 1 zeigt deutlich für *Pandorina* das Verzögern der Teilungsraten während des Winters. In der Darstellung ist immer der Tag auf der Abszisse abgetragen, der genau zwischen zwei Teilungen lag. In den Sommermonaten vollzog sich regelmäßig an jedem 4.—5. Tag eine Teilung, so daß ich in Textfig. 1 die Darstellung auf die Zeit von September bis April beschränken kann¹⁾. Für *Gonium* gelten fast die gleichen

¹⁾ In meinen Kulturen vermehrte sich also *Pandorina* ebenso schnell wie etwa *Gonium*, so daß ich nicht wie SCHREIBER (1925) über langsames Wachstum dieser Form zu klagen brauche.

Zahlen. Jedoch macht sich bei dieser Kolonie noch eine Besonderheit insofern geltend, als die Teilungsrate meist stark individuellen Schwankungen unterworfen ist. Dieses kommt sogar häufig bei den 16 Nachkommen einer Mutterkolonie deutlich dadurch zum Ausdruck, daß bei einer durchschnittlichen Teilungsrate von 5 Tagen eine Differenz von 3 Tagen zu verzeichnen ist.

Experimenteller Teil.

Gonium.

Gehen wir nun zum eigentlichen experimentellen Teil unserer Betrachtung über, so ist es am zweckmäßigsten, bei *Gonium* zu beginnen, trotzdem aus rein äußeren Gründen die Versuche zuerst an *Pandorina morum* ausgeführt wurden. Die Zellen von *Gonium* zu isolieren, bietet technisch keine große Schwierigkeit. Die tafelförmige Gestalt dieser Volvocacee gestattet es aber auch außerdem, die Kolonie in einzelne, verschieden große Teilstücke zu zerlegen, die weiterhin je nach der Zellzahl mit den nicht mißzuverstehenden Bezeichnungen $\frac{8}{16}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{18}{16}$ usw. belegt werden. Als Ausgangsmaterial wurden selbstverständlich alle Größen, von 30 μ bis 120 μ Kantenlänge berücksichtigt.

Die Teilstücke, selbst von $\frac{1}{16}$ Größe, zeigen gleich nach ihrer Trennung durchaus normales Verhalten. Sie schlagen mit den Geißeln und schwimmen sofort unbeirrt in dem Tropfen Kulturflüssigkeit umher. Irgendwelche Regeneration findet selbst bei Teilstücken von $\frac{15}{16}$ Größe nicht statt, was ja auch von vornherein zu erwarten war. Es muß auf diesen Punkt noch an späterer Stelle zurückgekommen werden. Nach wenigen Tagen teilen sich die Zellen der Teilstücke und auch die völlig isolierten in der für *Gonium* charakteristischen Weise, so daß sich jede zu einer jungen 16 zelligen Kolonie von 30 μ bis 40 μ Kantenlänge entwickelt.

Die Zellen scheinen sich also nach dieser Richtung hin in keinerlei Weise dadurch beeinflussen zu lassen, daß sie mechanisch aus dem kolonialen Verband herausgelöst werden. Möglich wäre nur noch, daß die Zeit, während der die Entwicklung einer isolierten Zelle zu einer neuen Kolonie erfolgt, irgendwie beeinträchtigt wird. Es mußten daher gleichzeitig mit den zerteilten Gonien unverletzte Schwesterkolonien unter sonst gleichen Bedingungen beobachtet werden. Die nachfolgende tabellarische Zusammenstellung gibt eine Übersicht über die Ergebnisse.

Nr.	Gr.	2.	3.	4.	5.	
1 K ₁	$\frac{13}{16}$ $\frac{3}{16}$ 4	---	---	---	---	
2 K ₂	$\frac{7}{16}$ $\frac{9}{16}$ 4	---	---	---	---	
3 4 K ₃₋₄	$\frac{2}{16}$ $\frac{6}{16}$ $\frac{7}{16}$ $\frac{2}{16}$ $\frac{4}{16}$ $\frac{9}{16}$ 4	---	(2 × 16) --- (1 × 16 + 1 × 1) ---	j. K. (5 × 16 + 1 × 8) (6 × 16 + 1 × 1) (1 × 1) + 1 j. K. (4 × 16) ---	j. K. j. K. --- j. K. (8 × 16 + 1 × 1) 16 j. K. 3 (16 × 16)	
5 6 7 8 K ₅₋₈	$2 \times \frac{1}{16}$ $2 \times \frac{2}{16}$ $2 \times \frac{1}{16}$ $\frac{3}{16}$ $\frac{4}{16}$ $\frac{9}{16}$ $8 \times \frac{1}{16}$ $\frac{1}{16}$ $\frac{2}{16}$ $2 \times \frac{1}{16}$ $2 \times \frac{2}{16}$ $\frac{1}{16}$ $\frac{7}{16}$ 5	---	j. K. j. K. (7 × 16) ---	j. K. j. K. j. K. j. K. (5 × 16 + 1 × 1) } 9 (1 × 16) j. K. }	5 j. K. + (1 × 1) j. K. --- --- teils j. K. j. K.	
10 11 12 13 16 K ₁₀₋₁₆	$\frac{1}{16}$ $\frac{16}{16}$ $\frac{14}{16}$ $\frac{7}{16}$ $\frac{1}{16}$ $\frac{2}{16}$ $\frac{10}{16}$ $2 \times \frac{1}{16}$ $2 \times \frac{2}{16}$ $\frac{3}{16}$ 6	---	(1 × 16) ---	(14 × 16) ---	j. K. (11 × 16 + 4 × 1) j. K. (3 × 16 + 1 × 2 + 1 × 1) j. K. j. K. j. K. j. K. j. K. (8 × 16) Bisher noch keinerlei Teilung, nachher verunglückt	4 j. K. + (1 × 1) ---

Tabelle 1.

6.	7.	8.	Bemerkungen
j. K. j. K. j. K.			
$\begin{array}{r} (7 \times 16) \\ (1 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 3 \\ + 1 \times 8 + 4 \times 16) \\ \hline \end{array}$	j. K. (8×16) 4 (16×16)	j. K. j. K.	
----- 8 j. K. + (1×1) j. K.	----- -----	----- -----	(1×1) wohl verletzt am 5. Tag nicht wiedergefunden (1×1) bis zum 9. Tag ungeteilt aber beweglich
----- -----	----- -----	----- -----	Nr. 6 steht etwas weniger günstig zum Licht als Nr. 5, 7 u. 8 Nr. 8 steht zusammen mit K_{5-8} dem Fenster etwas näher als die übrigen dieser Serie

Zum Verständnis der Tabelle seien noch einige Erklärungen über die Bezeichnungsweise gegeben. In der zweiten senkrechten Reihe „Gr.“ wird die Größe des zur Beobachtung gelangten Teilstückes angegeben (z. B. $\frac{5}{16} = 5$ zusammenhängende Zellen einer ursprünglich 16zelligigen Kolonie). Sind mehrere solcher Teilstücke durch eine gemeinsame Nummer der ersten Kolonne als zusammengehörig gekennzeichnet, so sind sie sämtlich Teile einer Kolonie. Ganze Zahlen bedeuten unversehrte 16zellige Kolonien (also $4 = 4$ normale Kolonien). In den folgenden Kolonnen (2.—8.) ist für den 2.—8. Tag nach der Operation die jeweils beobachtete Veränderung eingetragen, die durch eine ein- oder mehrmalige Teilung einer Zelle eingetreten ist. Hierbei bedeutet die Zahl nach dem \times -Zeichen die Anzahl der Zellen, die sich durch die Teilungen aus einer einzigen gebildet haben; die Zahl vor dem \times wieviel Zellen auf der betreffenden Entwicklungsstufe stehen. (Also $2 \times 8 = 2$ Zellen haben sich durch je drei Teilungsschritte zu je einem 8-Zellenstadium entwickelt.) Haben sich die Zellen — bzw. nach den Teilungen die Zellgruppen — noch nicht voneinander getrennt, befinden sie sich also noch in ihrem ursprünglichen kolonialen Verband, so sind sie durch eine Klammer zusammengefaßt. Eine etwaige Zahl vor der Klammer zeigt an, daß mehrere ursprünglich gleiche Teilstücke das gleiche Entwicklungsstadium erreicht haben. „j. K.“ heißt junge Kolonie, eine Ziffer davor bezeichnet ihre Anzahl. Ist dagegen keine besondere Zahl angegeben, so haben sich alle Zellen zu jungen Kolonien entwickelt. Als „j. K.“ werden nur wirklich bewegliche Kolonien bezeichnet; hierdurch allein war bei der Ausgangsform $\frac{1}{16}$ eine Entscheidung darüber möglich, ob es sich um (1×16) oder um „j. K.“ handelt. In jeder Versuchsserie, in der Tabelle durch eine wagerechte Linie von der nächstfolgenden getrennt, gelangten ausschließlich Schwesterkolonien zur Beobachtung. Am Schlusse einer jeden Serie sind die zur Kontrolle beobachteten unversehrten Kolonien (ebenfalls Schwesterkolonien) durch „K.“ hervorgehoben.

Aus der Tabelle ist zunächst zu erkennen, daß die isolierten Zellen oder die Teilstücke keinerlei Verzögerung in ihrer Weiterentwicklung erleiden, wie leicht hätte vermutet werden können. Vielmehr umgekehrt, beginnen und beenden in den durchaus meisten Fällen die Koloniefragmente und Einzelzellen ihre Teilungen früher als die ganzen 16zelligen Kolonien. Ja, oft haben jene schon die jungen Gonien entlassen, bevor diese überhaupt mit dem ersten Teilungsschritt beginnen! Besonders deutlich ist der Unterschied in dieser Hinsicht zwischen wenigzelligen Teilstücken ($\frac{1}{16}$, $\frac{2}{16}$ und $\frac{3}{16}$)

einerseits und den 16 zelligen Kontrollindividuen andererseits. Eine geringere Differenz besteht zwischen größeren Fragmenten und den normalen Kolonien. Überhaupt läßt sich schon aus dieser Tabelle die Regel herauslesen, daß mit abnehmender Zellenzahl Schritt für Schritt das Eintreten der Teilung beschleunigt wird. (Besonders deutlich bei Nr. 4.)

Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß sich zuweilen Abweichungen von obiger Regel zu zeigen scheinen (vgl. Nr. 1 u. 7). Aber diese sind z. T. dadurch zu erklären, daß ja die Teilungsrate bei Gonien, selbst unter Schwesterkolonien, erheblichen individuellen Schwankungen unterliegt, worauf schon weiter oben hingewiesen wurde (S. 325). Dann aber läßt es sich bei der Kleinheit der Objekte und der Art der Methodik kaum umgehen, daß gelegentlich einigen Zellen geringfügige Schädigungen zugefügt werden, die zwar eine Weiterentwicklung nicht ausschließen, aber doch erheblich beeinträchtigen. Auf solche Schädigungen ist vermutlich auch das Verhalten der Zellen zurückzuführen, die, wie jene bei Nr. 4 Gr. $\frac{9}{16}$, als einzige in dem Fragment nicht zur Teilung kommen, trotzdem sie aktiv sich bewegen und zu erheblicher Größe (20μ) heranwachsen können. Starb dagegen in einem Teilstück eine Zelle ab, so trennten sich meist die anderen von ihr.

Die Versuche wurden durchweg Anfang und Mitte April ausgeführt. In dieser Zeit ist die Teilungsrate schon ziemlich kurz. Es stand zu vermuten, daß eben dadurch manche geringe Zeitdifferenzen der Beobachtung verloren gingen, die dann bei längerer Dauer der Teilungsrate deutlicher hervortreten müssen. Aus dieser Überlegung heraus wurden weitere Versuche gleicher Art angestellt, nur mit dem Unterschied, daß die Kulturen etwa während zweier Stunden am Tage verdunkelt wurden. In nachfolgender Tabelle sind ganz wie zuvor die Ergebnisse eingetragen. Zur Kontrolle wurden immer einige Versuche nicht verdunkelt. Diese sind in der Tabelle durch ein „H“ bezeichnet.

Auch hier finden wir wieder die gleiche Erscheinung wie zuvor. Die Zellen in den kleinen Fragmenten schreiten meist eher zur Teilung als die in den großen oder in den normalen 16 zelligen Kolonien. Die Teilungsrate wird in den letzteren Versuchen künstlich verlängert, wodurch die Beeinflussung infolge mechanischer Trennung der Einzelzellen augenscheinlicher wird. Immerhin ist der Unterschied zu den vorher angeführten Versuchen nicht sehr groß, auch ist das Verhältnis der Länge der Teilungsraten im Durchschnitt das gleiche geblieben, um zu neuen 16 zelligen Kolonien

Nr.	Gr.	3.	4.	5.
17	$\frac{1}{16}$ $\frac{2}{16}$ $\frac{3}{16}$ $\frac{5}{16}$	— — — —	— — — —	— — — —
18	$\frac{3}{16}$ $\frac{5}{16}$	— — — —	— — — —	— — — —
19	$\frac{3}{16}$ $\frac{5}{16}$ $\frac{2}{16}$ $\frac{3}{16}$	— — — —	— — — —	— — — —
21	$\frac{1}{16}$ $\frac{2}{16}$ $\frac{3}{16}$ $\frac{4}{16}$ $\frac{5}{16}$ $\frac{2}{16}$	— — — —	j. K. — — — —	— — — —
22	$\frac{3}{16}$ $\frac{5}{16}$ $\frac{7}{16}$	— — — —	— — — —	— — — —
23 H	$3 \times \frac{1}{16}$ $\frac{2}{16}$ $\frac{3}{16}$ $\frac{5}{16}$	(1×16) $3(2 \times 16)$	j. K. j. K. (4×16) $(4 \times 16 + 1 \times 8)$	j. K. j. K.
K ₁₇₋₂₃ K ₁₇₋₂₃ H	3 3	— — — —	teils j. K.	j. K.
24	$\frac{1}{16}$ $\frac{1}{16}$ $\frac{2}{16}$ $\frac{3}{16}$ $\frac{3}{16}$ $\frac{4}{16}$ $\frac{1}{16}$ 3	— — — —	(1×16) $(1 \times 4 + 1 \times 1)$	verloren (1×8) $(1 \times 16 + 1 \times 1)$ $(1 \times 2 + 2 \times 1)$
25	$\frac{1}{16}$ 3	— — — —	— — — —	— — — —
K ₂₄₋₂₅	3	— — — —	— — — —	— — — —
27	$\frac{1}{16}$ $\frac{2}{16}$ $\frac{2}{16}$ $\frac{3}{16}$ $\frac{4}{16}$ $\frac{7}{16}$	— — — —	— — — —	j. K. j. K. (2×16) j. K. (7×16)
28	$4 \times \frac{1}{16}$ $2 \times \frac{2}{16}$ $\frac{3}{16}$ $\frac{5}{16}$	— — — —	j. K. — — — —	j. K.
29	$2 \times \frac{3}{16}$ $\frac{5}{16}$	— — — —	j. K. j. K.	— — — —
31	$3 \times \frac{1}{16}$ $2 \times \frac{2}{16}$ $\frac{4}{16}$ $\frac{5}{16}$ $\frac{1}{16}$ $\frac{2}{16}$ $\frac{4}{16}$ $\frac{5}{16}$ $\frac{1}{16}$ $\frac{4}{16}$ $\frac{5}{16}$ 3	— — — —	j. K.	— — — —
33	$\frac{1}{16}$ $\frac{2}{16}$ $\frac{4}{16}$ $\frac{5}{16}$ 3	— — — —	j. K.	— — — —
K ₂₇₋₃₃	3	— — — —	— — — —	— — — —

belle 2.

6.	7.	8.	9.	10.	11.
<p>--- --- --- --- --- 2 j. K. --- --- --- --- --- --- --- --- --- --- --- --- ---</p>	<p>j. K. (2 × 16) (1 × 16 + 1 × 1) (3 × 16 + 1 × 1) + 1 j. K. --- --- --- --- } j. K. --- --- ---</p>	<p>j. K. j. K. j. K. (4 × 16 + 1 × 1) j. K. (2 × 16 + 1 × 1) --- --- (2 × 16) (4 × 16 + 1 × 1) (4 × 16 + 3 × 1) teils j. K.</p>	<p>4 j. K. + (1 × 1) --- j. K. (7 × 16 + 1 × 1) --- --- --- j. K. ---</p>	<p>--- --- --- --- } j. K. ---</p>	<p>+</p>
<p>j. K. j. K. (3 × 16) (3 × 16) (4 × 16) (1 × 16) ---</p>	<p>--- --- --- j. K. ---</p>	<p>j. K. j. K. j. K. j. K.</p>			
<p>j. K. j. K. --- --- j. K.</p>					

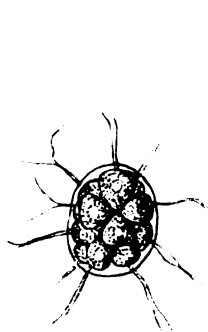
heranzuwachsen. Es brauchen durchschnittlich die Zellen der kleineren Teilstücke ($\frac{1}{16}$ — $\frac{5}{16}$) 80 Proz. der Zeit, die die Zellen der normalen Gonien dazu benötigen. Die aus den Zellen der einzelnen Teilstücke entstandenen Tochterkolonien verhalten sich völlig normal und schreiten in gewohnter Zeit zur vegetativen Vermehrung.

Es muß an dieser Stelle erwähnt werden, daß schon früher (CHODAT 1902, HARPER 1912) und auch neuerdings wieder von HARTMANN (1924 a) wenigzellige Kolonien von *Gonium* beschrieben und in ihrem weiteren Verhalten beobachtet worden sind. Aber es handelt sich dabei um ganz andere Verhältnisse. Meist sind es überhaupt keine „Teilstücke“ in unserem Sinne, sondern die geringe Zellzahl ist dadurch zu erklären, daß infolge ungünstiger Kulturbedingungen ein oder mehrere Teilungsschritte während der Entwicklung unterbleiben. HARPER (1912) jedoch berichtet davon, daß *Gonium* in verschieden große Teilstücke zerfallen kann und daß die Teilstücke „may live and reproduce themselves in an entirely normal fashion“. Aber auch hier ist die Sachlage eine prinzipiell andere als in meinen Versuchen. Bei den HARPER'schen Beobachtungen sind es offenbar wieder ungünstige Kulturverhältnisse, die einen mehr oder minder weitgehenden Zerfall der Kolonie bedingen. Es ist anzunehmen, daß solch einem Zerfall strukturelle Veränderungen im Bau der Einzelzellen (zum mindesten Einziehen der Plasmodesmen) vorausgehen, mithin der Zerfall durch diese Veränderungen eingeleitet, in gewisser Weise bedingt wird. Bei meinen Versuchen dagegen handelt es sich um eine plötzliche, mechanische Trennung von Zellen, die bis zur Operation in ihrem Bau (Plasmodesmen!) auf ein koloniales Zusammenleben eingestellt sind.

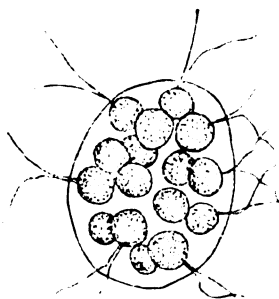
Versuche an Pandorinen.

Wir müssen uns nunmehr den an Pandorinen in entsprechender Weise ausgeführten Versuchen zuwenden. Technisch war hier die größte Schwierigkeit zu überwinden, da gerade bei jungen Kolonien die Zellen sehr dicht zusammenliegen und die gemeinsame Hülle einen erheblichen Widerstand leistet. Es war daher unmöglich, eine Kolonie in verschieden große Teile zu zerlegen, wie bei *Gonium*. Ich mußte mich daher damit begnügen, einen Teil der Zellen zu zerstören und möglichst zu entfernen, während die heilen Zellen in der alten gemeinsamen Hülle verblieben. Um trotzdem gesicherte Resultate zu erhalten, wurde eine große Anzahl (über 100) Pandorinen in angegebener Weise operiert, welche Zahl vollauf genügte, da die Ergebnisse durchaus eindeutig sind.

Zur Orientierung sei zunächst der Verlauf einiger Versuche geschildert. Bei den Versuchen Nr. 48 u. 52 vom 24. Januar wurde von Schwesterkolonien in einer Größe von $70\ \mu$ im Durchmesser ausgegangen; die Zellen liegen dicht zusammen, sind ungeteilt, die Pandorinen beweglich (Textfig. 2). Die normale Entwicklung solcher Kolonien lehnen die Kontrollserien, in diesem Falle K 48—52. Bekanntlich nehmen die Kolonien an Größe bis zu etwa $90\ \mu$ im Durchmesser zu und werden unbeweglich, trotzdem sie ihre Geißeln erst später verlieren. Die Zellen runden sich ab und entfernen sich erheblich voneinander, währenddessen der Durchmesser des ganzen Systems allmählich auf etwa $120\ \mu$ — $150\ \mu$ heranwächst. In dem speziellen Fall wurde dieses Stadium (Textfig. 3) zwei



Textfig. 2.



Textfig. 3.



Textfig. 4.

Textfig. 2. *Pandorina morum*, $70\ \mu$ Durchmesser. Vergr. 250mal.

Textfig. 3. *Pandorina* kurz vor dem Beginn der Teilungen. Vergr. 250mal.

Textfig. 4. *Pandorina*, $70\ \mu$ Durchmesser, nach der Operation Nr. 48 (vgl. Text). Vergr. 250mal.

Tage nach Versuchsbeginn, also am 26. Januar, erreicht. In der nächsten Nacht erfolgten dann die Teilungen der Einzelzellen zu den 16 zelligen Tochterkolonien, die im Laufe des dritten Tages frei wurden. Der Durchmesser solcher jungen Kolonien beträgt etwa $30\ \mu$. Bei Versuch Nr. 48 wurden nun alle Zellen der Kolonie bis auf eine zerstört und möglichst entfernt (Textfig. 4). Geringe Reste der zerstörten Zellen bleiben gemeinsam mit der heilen in der alten Hülle zurück. Diese letztere zeigt eine erstaunliche Elastizität, wie es sich ja bereits bei der Operation unangenehm bemerkbar macht. Entfernt man nach beendeter Operation die Glasnadel, so ist selbst unmittelbar hinterher die eigentliche Einstichstelle nicht mehr zu finden, höchstens ihre Umgebung ist durch eine kleine Vorwölbung kenntlich, während im übrigen die ursprüngliche, ovoide Gestalt der

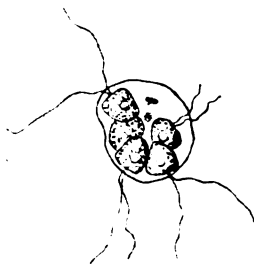
ehemaligen Kolonie in kürzester Zeit annähernd wieder erreicht wird. Nur der Durchmesser und somit das Volumen hat eine Einbuße erfahren. Am nächsten Tag war nur insofern eine kleine Änderung eingetreten, als die ovoide Gestalt völlig hergestellt war; auch von der Vorwölbung war nichts mehr zu beobachten. Am übernächsten Tage (26. Januar) hatte die Zelle sich in 16 Tochterzellen geteilt (Textfig. 5). 24 Stunden später war die junge Kolonie frei und schwamm munter umher. Die alte Hülle der ehemaligen Kolonie umgab jetzt außer den paar Resten zerstörter Zellen, eine stark getrübbte Masse, in die deutlich Bakterien eingedrungen waren (Textfig. 6). Sie hatte nunmehr offenbar von ihrer schützenden Eigenschaft verloren, während vorher nicht die geringsten Anzeichen einer Trübung oder Infiltration mit Bakterien zu entdecken waren. Die junge Tochterkolonie wuchs ganz normal heran, und entließ nach 10 Tagen (am 6. Februar) die Enkelgeneration.



Textfig. 5.



Textfig. 6.



Textfig. 7.



Textfig. 8.

Textfig. 5. Die gleiche *Pandorina* wie in Textfig. 4, 2 Tage weiter. Vergr. 250 mal.

Textfig. 6. Wie in Textfig. 4, nach Verlassen der Tochterkolonie. Vergr. 250 mal.

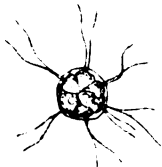
Textfig. 7. *Pandorina* von 70 μ Durchmesser, nach Operation Nr. 52. Vergr. 250 mal.

Textfig. 8. Wie Textfig. 7, 3 Tage später. Vergr. 250 mal.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei Versuch Nr. 52, nur daß hier statt der einen intakten Zelle deren vier in der alten Hülle verblieben (vgl. Textfig. 7 u. 8). Eine weitere, fünfte Zelle, war leicht verletzt und starb ab. Die vier anderen dagegen entwickelten sich zu völlig normalen Kolonien, die am vierten Tage nach der Operation frei umherschwebten.

Im Versuch 66 werden von einer wenige Stunden alten Kolonie (30 μ Durchmesser, Textfig. 9) die Zellen bis auf vier zerstört und möglichst entfernt (Textfig. 10). Die Zellen sind zunächst unbeweglich, nach einer Stunde jedoch beginnen sie mit den Geißeln zu schlagen und so dem Ganzen eine, wenn auch zunächst nur langsame Drehung zu geben. Die Beweglichkeit steigert sich in den nächsten Tagen

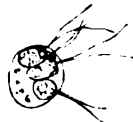
derart, daß die Bewegungen einen fast hastigen Eindruck machen. Die Schnelligkeit der Umdrehungen ist dann größer als bei normalen Kolonien. Die Form ist durchaus regelmäßig ovoid. Der Durchmesser beträgt zunächst $30\ \mu$, vergrößert sich nach 3 Tagen auf $42\ \mu$ (Textfig. 11), am 4. Tage auf $72\ \mu$ (Textfig. 12). An diesem Tage sind auch die Zellen auseinandergerückt und haben je vier Teilungsschritte hinter sich. Der soeben beschriebene Verlauf dieser beliebig herausgegriffenen Versuche, kann durchaus als Typ für die anderen Versuche gelten, da bei ihnen allen keine nennenswerten Abweichungen beobachtet werden konnten.



Textfig. 9.



Textfig. 10.



Textfig. 11.



Textfig. 12.

Textfig. 9. Ausgangskolonie für Operation Nr. 66. $30\ \mu$ Durchmesser. Vergr. 250mal.

Textfig. 10. Die gleiche Kolonie wie in Textfig. 9, gleich nach der Operation. Vergr. 250mal.

Textfig. 11. Wie in Fig. 10, 3 Tage später. Vergr. 250mal.

Textfig. 12. Wie in Fig. 10, 4 Tage später. Vergr. 250mal.

Wir müssen auch hier wieder dazu übergehen, festzustellen welchen Einfluß derartige Versuche auf die Entwicklungszeit der einzelnen Zellen haben. Vorher mag aber noch auf einige besonders beachtenswerte Punkte hingewiesen werden.

Bei *Pandorina* liegt die die Kolonie umgebende Hülle den Zellen selbst sehr dicht an (vgl. Textfig. 2 u. 9). Wird nun der Inhalt bis auf einige wenige Zellen und minimale Zellreste entfernt, so legt sich die Hülle nun nicht etwa diesen wenigen Zellen unmittelbar an, sondern es bleibt dort, wo die Zellen entfernt sind, eine Lücke zwischen Außenhülle und den übriggebliebenen Zellen (vgl. Textfig. 7). Die äußere Form des ganzen Systems bleibt dadurch im allgemeinen bewahrt. Die Hülle zeigt so außer einer bedeutenden Elastizität eine gewisse Festigkeit und Starrheit. Bei normalen Kolonien scheint dann in einem späteren Stadium im Innenraum ein vermehrter Druck aufzutreten, der außer Quellungsvorgängen dazu beiträgt, den Umfang der Kolonie beträchtlich zu vergrößern. Hat man daher eine Kolonie von etwa $100\ \mu$ Durchmesser zur Operation, deren Zellen abgerundet sind und sich voneinander entfernt haben, so braucht die Kolonie mit der Glasnadel nur eben angestochen zu werden, um ein sofortiges Herausfallen der Zellen zu bewirken.

Auch dann, wenn nur wenige oder gar nur eine heile Zelle in der alten Hülle vorhanden sind, nimmt doch die Größe des ganzen Systems zu. Jedoch scheint dann zuweilen der Druck von innen her recht niedrig zu bleiben, so daß die jungen Kolonien nicht selbstständig die alte Hülle verlassen können und sie daher mit der Nadel befreit werden müssen. In diesen Fällen trat auch schon vor dem Freiwerden der Tochterkolonien in der gallertigen Innenmasse eine Trübung auf, die sonst im allgemeinen erst nachher zu beobachten und durch das Eindringen von Bakterien zu erklären ist. Auch bei normalen Kolonien finden sich im Innenraum zahlreiche Bakterien, wenn die Tochterkolonien entlassen sind. Die Membran hat in diesem Stadium ihre Elastizität gänzlich verloren und später ist sie als solche infolge starker Quellung kaum noch zu erkennen.

Bei den Versuchen an Pandorinen zeigte sich bald, daß Kolonien mit operativ vermindelter Zellzahl früher zur Bildung der Tochterkolonien schreiten als die normalen. Eine Ausnahme machen nur ältere Kolonien, bei denen die Zellen sich schon abgerundet haben und auseinandergerückt sind. In nachfolgender Tabelle sind einige nach dieser Richtung hin angestellte Versuche zusammengestellt. Es ist selbstverständlich, daß zu einer Versuchsserie mit den dazugehörigen durch ein „K“ kenntlich gemachten Vergleichsbeobachtungen an normalen Pandorinen jedesmal immer nur Schwesterkolonien benutzt wurden. Über die in der Tabelle gebrauchte Bezeichnungsweise gilt das, was S. 328 zum Verständnis der *Gonium*-Tabelle gesagt wurde. Da jedoch die Pandorinen, die zu den Versuchen gelangten, recht verschiedenen Alters und somit verschiedener Größe waren, ist es notwendig in einer neuen Kolonne „Dm.“ den Durchmesser in μ anzugeben. Um einen Vergleich mit der aus Textfig. 1 ersichtlichen Teilungsrate zu ermöglichen, ist unter „Dat.“ der Tag der Operation bzw. des Versuchsbeginns eingetragen.

Nach der Tabelle ist es wiederum augenscheinlich, daß eine künstlich verminderte Zellzahl die Teilung beschleunigt herbeiführt. Eine Differenz zwischen den operierten und heilen Kolonien zeigte sich immer, wenn sie auch zuweilen nur einen Tag betrug. Meist war jedoch der Unterschied recht erheblich, was sich nicht allein in der rein zeitlichen Verschiebung des Teilungstermins zeigte, sondern auch in den verschiedenen Entwicklungszuständen. Während die operierten Pandorinen schon ihre jungen Kolonien entlassen hatten, waren meist die Kontrollkolonien erst zu einer Größe von etwa 70μ im Durchmesser herangewachsen, bewegten sich noch

Tabelle 3.

Nr.	Dat.	Dm.	Gr.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
48	24. 1.	70	$\frac{1}{16}$	(1 × 16)	j. K.					
50	24. 1.	70	$\frac{1}{16}$	(1 × 16)	j. K.					
51	24. 1.	70	$\frac{2}{16}$	(2 × 16)	j. K.					
52	24. 1.	70	$\frac{4}{16}$	(4 × 16)	(4 × 16)	j. K.				
K ₄₉₋₅₂	24. 1.	70	2	2 (16 × 16)	j. K.					
56	2. 2.	54	$\frac{2}{16}$	j. K.	—	—	—	2 (16 × 16)	—	j. K.
K 56	2. 2.	54	2	—	—	—	—	—	—	—
63	28. 2.	30	$\frac{3}{16}$	—	(3 × 16)	j. K.				
65	5. 3.	36	$\frac{1}{16}$	(1 × 4)	(1 × 16)	j. K.	einige j. K.	j. K.		
K 65	5. 3.	36	4	—	—	—	—	—	—	—
66	6. 3.	30	$\frac{1}{16}$	—	—	(4 × 16)	j. K.			
70	11. 3.	33	$\frac{9}{16}$	—	(7 × 16)	(9 × 16)	j. K.			
71	11. 3.	33	$\frac{7}{16}$	—	—	j. K.	—	7 (16 × 16)	j. K.	
K ₇₀₋₇₁	11. 3.	33	8	—	—	—	—	16 j. K.	—	—
72	13. 3.	36	$\frac{1}{16}$	(1 × 16)	j. K.					
73	13. 3.	36	$\frac{2}{16}$	(1 × 1 + 1 × 4 + 1 × 16)	j. K.					
K ₇₂₋₇₃	13. 3.	36	7	—	—	4 (16 × 16)	j. K.			
74	13. 3.	30	$\frac{4}{16}$	—	(4 × 16)	j. K.	j. K.			
K 74	13. 3.	30	4	—	—	4 (16 × 16)	—	—	—	—
76	14. 3.	35	$\frac{4}{16}$	—	j. K.					
80	14. 3.	35	$\frac{10}{16}$	—	—	(10 × 16)	—	j. K.		
K ₇₆₋₈₀	14. 3.	35	6	—	—	—	1 (16 × 16)	j. K.		
101	24. 3.	35	$\frac{0}{16}$	—	—	(6 × 16)	j. K.	16 j. K.		j. K.
K 101	24. 3.	35	4	—	—	—	—	—	—	—

lebhaft und die Zellen berührten sich im Zentrum. Der Einfluß der Zellverminderung bzw. -isolierung zeigte sich aber ganz besonders an Zuchten, in denen durch Verdunkelung während der Mittagsstunden die Teilungsrate künstlich verlängert wurde. Die Ergebnisse sind im folgenden tabellarisch zusammengestellt. Von der bisherigen Darstellungsart mußte ein wenig abgewichen werden. Die Beobachtungen erstreckten sich nämlich über größere Zeiträume, wodurch eine Tabelle, die für jeden Tag eine Kolonne enthält, zu umfangreich werden würde. Im übrigen gelten in der Tabelle die bisherigen Abkürzungen, sie dürfte daher ohne weiteres verständlich sein. Mit „H“ sind Kontrollserien bezeichnet, die nicht verdunkelt wurden.

Tabelle 4.

Nr.	Dat.	Dm.	Gr.	Verlauf
82	18. 3.	30	$\frac{4}{16}$	Am 12. Tage: (4×16); am 13. Tage: j. K.
K 82	18. 3.	30	2	Am 15. Tage: teils j. K.; am 16. Tage: j. K.
K 82 H	18. 3.	30	2	Am 6. Tage: teils j. K.; am 7. Tage: j. K.
85	21. 3.	33	$\frac{1}{16}$	Am 7. Tage: (1×16); am 9. Tage: j. K.
87	21. 3.	33	$\frac{3}{16}$	Am 15. Tage: ($1 \times 16 + 2 \times 1$); am 16. Tage: (3×16); am 17. Tage: j. K.
K ₈₅₋₈₇	21. 3.	33	4	Am 26. Tage in einer Kolonie eine 16-teilige Zelle, aber auch die wird bis zum 30. Tage nicht frei, an welchem Tag die Kolonien abgestorben sind.
K ₈₅₋₈₇ H	21. 3.	33	7	Am 6. Tage: j. K.
92	23. 3.	30	$\frac{1}{16}$	Am 13. Tage: (1×16); am 14. Tage: j. K.
93	23. 3.	30	$\frac{2}{16}$	Am 7. Tage: (2×16); am 8. Tage: j. K.
K ₉₂₋₉₃	23. 3.	30	7	Am 27. Tage erreichen die Kolonien eine durchschnittliche Größe von 70μ Durchmesser, kommen aber nicht zur Teilung; bis zum 29. Tage sterben alle ab.
K ₉₂₋₉₃ H	23. 3.	30	4	Am 8. Tage: teils j. K.; am 9. Tage: j. K.
94	24. 3.	30	$\frac{7}{16}$	Am 9. Tage: ($6 \times 16 + 1 \times 1$); am 10. Tage: j. K.
96	24. 3.	30	$\frac{7}{16}$	Am 11. Tage: ($1 \times 16 + 6 \times 1$); am 12. Tage: j. K.
97	24. 3.	30	$\frac{1}{16}$	Am 9. Tage: (1×16); am 11. Tage: j. K.
K ₉₄₋₉₇	24. 3.	30	4	Am 19. Tage: j. K.
K ₉₄₋₉₇ H	24. 3.	30	3	Am 8. Tage: j. K.
98	24. 3.	36	$\frac{2}{16}$	Am 6. Tage: j. K.
100	24. 3.	36	$\frac{5}{10}$	Am 6. Tage: j. K.
K ₉₈₋₁₀₀	24. 3.	36	4	Am 19. Tage: j. K.
K ₉₈₋₁₀₀ H	24. 3.	36	4	Am 6. u. 7. Tage: j. K.

Die Zahlen der Zusammenstellung sprechen eine so klare Sprache, daß ein weiterer Kommentar überflüssig ist. Ganz besonders interessant ist es jedoch, daß es an einigen Versuchen (z. B. K. 85/87) gelungen ist, die Beleuchtung gerade so weit herabzumindern, daß die Kolonien noch eben existieren können, aber nicht mehr zur ungeschlechtlichen Fortpflanzung gelangen. Dieses annähernde Gleichgewicht zwischen Assimilation und Dissimilation wurde erreicht, wenn die Kolonien in der Zeit von 12—3 Uhr mittags völlig verdunkelt wurden. In ähnlicher Weise ist es auch laut Mitteilung von HARTMANN (1924 b) seinem Mitarbeiter STERN geglückt, die Zwischenräume zwischen zwei Fortpflanzungen bei *Eudorina* auf 28 Tage von normalerweise 5 Tagen zu vergrößern. Was hier aber besonders interessiert, ist, daß unter den gleichen Bedingungen, bei denen normale Pandorinenkolonien nicht mehr zur Fortpflanzung gelangen, Kolonien mit mechanisch verminderter Zellzahl sehr wohl nach etwa 8—14 Tagen normale Tochterkolonien entlassen.

In einem Punkte jedoch weichen die frühzeitig entwickelten Tochterkolonien operierter Pandorinen, sowohl in den Hell- als auch Dunkelkulturen von solchen normaler Pandorinen ab. Sie sind bei der Geburt nicht unerheblich kleiner. Während sonst soeben entlassene Pandorinen einen Durchmesser von 25—35 μ haben, haben jene durchschnittlich einen solchen von 18—25 μ . Die Größendifferenz verwischt sich in der Weiterentwicklung und auch die ursprünglich kleineren Kolonien wachsen zu durchaus normaler Größe heran. Wird jedoch die Operation an Kolonien von mindestens 85 μ Durchmesser vollzogen, so liegen die Verhältnisse anders. Von dieser Größe an beginnen die Einzelzellen auseinanderzuweichen. In solchem Falle hat eine Isolierung von Zellen keinen Einfluß. Die Tochterkolonien haben durchaus normale Größe, brauchen aber zu ihrer Entwicklung die ungekürzte Zeit.

Versuche mit Eudorinen.

Ganz ähnliche Ergebnisse wie die Versuche bei Pandorinen ergaben die mit Eudorinen angestellten. Das Technische ließ sich hier sehr viel leichter bewältigen als bei Pandorinen. Einmal sind die Eudorinen-Kolonien bekanntlich größer, sie wachsen von anfänglich 50 μ Durchmesser bis zu 200 μ Durchmesser heran¹⁾. Dadurch ferner, daß die Einzelzellen immer relativ weit voneinander entfernt liegen, erfordert es keine große Geschicklichkeit, einige von ihnen

¹⁾ Für 16 zellige Kolonien sind die entsprechenden Maße 80 μ bzw. 150 μ .

zu entfernen oder zu zerstören, oder auch Zellen zu isolieren. Die äußere Hülle der Kolonien ist zudem nicht so widerstandsfähig wie bei den Pandorinen, so daß es sogar verhältnismäßig leicht möglich ist, die Kolonien mit der Glasnadel durchzuteilen. Die Teilstücke runden sich bald zu einer den Ausgangskolonien ähnlichen Form ab. Ganz wie bei Pandorinen sind die Teilstücke und isolierten Zellen direkt nach der Operation regungslos, erholen sich aber nach wenigen Stunden, sind spätestens am folgenden Tage in lebhafter Bewegung.

Die Ergebnisse lassen sich wieder — wie zuvor — übersichtlich in einer Tabelle zusammenstellen. Die Bezeichnungsweise ergibt sich aus dem früher Gesagten. Nur wenig muß noch vorausgeschickt werden. In Kolonne „Gr.“ ist aus dem Nenner ersichtlich, ob von einer 32- oder einer 16 zelligen Kolonie ausgegangen wurde. Wurden nach der Operation in der alten Hülle noch zahlreiche Zellen belassen, so war es oft nicht möglich die genaue Zahl der unverletzten Zellen festzustellen. Eine ungefähre Angabe wird durch ein vor die Zahl gesetztes \sim -Zeichen kenntlich gemacht. In eckige Klammern gesetzte Zahlen, zumal hinter „j. K.“, geben an, wieviel Zellen die betreffenden Kolonien enthalten, und zwar steht die häufigste Zellzahl an erster Stelle.

Die Resultate bestätigen also zunächst die schon bei Gonien und Pandorinen gemachte Erfahrung, daß eine mechanische Verringerung der Zellzahl die Teilung beschleunigt herbeiführt. Ganz wie bei *Gonium*, hier sogar in verstärktem Maße, ist zu erkennen, daß die Zeit bis zur Teilung um so mehr verkürzt wird, je kleiner die Zellzahl wird. Die jungen Tochterkolonien sind dann aber ganz beträchtlich kleiner als die der unverletzten, normalen Kolonien. Diese schwanken zwischen Größen von 40—50 μ im Durchmesser, jene zwischen 18 μ und 25 μ . Dem geringen Durchmesser entspricht auch eine geringere Zellzahl. In den weitaus meisten Fällen sind ein oder sogar mehrere Teilungsschritte unterdrückt, so daß äußerst selten mehr denn 16 zellige Tochterkolonien resultieren, häufiger dagegen sogar Eudorinen mit noch geringerer Zellzahl (man vgl. die Tabelle!). Aus völlig isolierten Zellen ist es niemals geglückt, eine 32 zellige Kolonie zu erhalten; nur wenn noch zahlreiche Zellen im Zusammenhang blieben, wurden zuweilen alle normalen Teilungsschritte durchgemacht, aber auch dann nur recht selten.

Wenn ja auch vielleicht die Möglichkeit besteht, daß mechanisch isolierte Zellen von *Eudorina* in Nährlösungen, die unter Umständen

Tabelle 5.

Nr.	Dat.	Dm.	Gr.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1	11. 6.	50	$\frac{1}{1/32}$	—	—	—	—	j. K. [16, 8]	—	—	—	—
2	11. 6.	30	$\frac{1}{1/6}$	j. K. [8]	—	—	—	—	—	—	—	—
3	11. 6.	50	$2 \times \frac{1}{1/10}$	—	j. K. [8]	—	—	—	—	—	—	—
K ₁₋₃	11. 6.	30-50	—	—	—	—	—	—	teils j. K. j. K. [32, 16]	—	—	—
4	21. 6.	30	$\frac{2}{1/6}$	—	j. K. [8]	—	—	—	—	—	—	—
7	23. 6.	60	$3 \times \frac{1}{1/32}$	$2 \times \frac{1}{8}$ j. K. [8]	j. K. [8]	j. K. [8]	—	—	—	—	—	—
8	23. 6.	60	$\sim \frac{25}{1/32}$	j. K. [8]	—	—	j. K. [16]	einige j. K.	j. K. [32, 16]	—	—	—
K ₇₋₈	23. 6.	60	$\sim \frac{20}{1/32}$ 8 [32]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	7. 7.	54	$\sim \frac{30}{1/32}$	—	—	—	—	—	—	—	j. K. [16, 32]	—
15	7. 7.	42	$\frac{39}{1/32}$	—	—	—	—	—	—	j. K. [16, 8, 4]	—	—
16	7. 7.	48	$\frac{1}{1/32}$	—	j. K. [6]	—	—	—	—	—	—	—
17	7. 7.	45	$\frac{1}{1/32}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K ₁₄₋₁₇	7. 7.	50	6 [32]	—	—	$(2 \times 2 + 1 \times 8)$ j. K. [4, 8]	—	—	—	—	j. K. [32, 16, 8]	wenige j. K. j. K.
18	14. 7.	85	$8 \times \frac{1}{1/32}$	j. K. [8]	—	—	—	—	—	—	—	—
19	14. 7.	85	$\sim \frac{12}{1/32}$	j. K. [8]	j. K. [8]	—	—	—	—	—	—	—
20	14. 7.	85	$\sim \frac{10}{1/32}$	j. K. [8]	—	j. K. [16, 8]	—	—	—	—	—	—
21	17. 7.	125	$\sim \frac{5}{1/32}$	j. K. [16, 8]	—	—	—	—	—	—	—	—
22	17. 7.	125	$25 \times \frac{1}{1/32}$	j. K. [16]	—	—	—	—	—	—	—	—
23	17. 7.	125	$16 \times \frac{1}{1/32}$	j. K. [16]	—	—	—	—	—	—	—	—
K ₁₈₋₂₃	17. 7.	85	$\sim \frac{25}{1/32}$ 15 [32]	—	—	kleiner Teil j. K.	j. K. [32, 16]	—	—	—	—	—
27	7. 9.	110	$2 \times \frac{1}{1/32}$	j. K. [8, 16]	j. K. [16]	—	—	—	—	—	—	—
K 27	7. 9.	110	$\sim \frac{25}{1/32}$ 1	—	—	—	—	j. K. [16, 32]	—	—	—	—

Nr.	Dat.	Dm.	Gr.	4.	5.	6.	7.
28	7. 9.	90	$7 \times \frac{1}{16}$	op.	j. K. [16]		
29	7. 9.	96	$\sim \frac{9}{16}$	op.	—	j. K. [16]	
30	8. 9.	105	$3 \times \frac{1}{16}$	op.	—	j. K. [16]	
32	8. 9.	120	$6 \times \frac{1}{16}$	—	op.	j. K. [16]	
K ₂₈₋₃₂	7. 9.			—	—	teils j. K. [32, 16]	
33	11. 9.	115	$\sim 15 \times \frac{1}{32}$	—	—	op.	j. K. [16]
			$\sim \frac{12}{32}$	—	—	op.	(6 × 8 + 6 × 16)
34	11. 9.	100	$\sim 14 \times \frac{1}{32}$	—	—	op.	teils j. K.
35	11. 9.	130	$16 \times \frac{1}{32}$	—	—	op.	j. K. [16]
			$\sim \frac{10}{32}$	—	—	op.	j. K. [16.32]
36	11. 9.	120	$\sim 10 \times \frac{1}{32}$	—	—	op.	j. K. [16]
K ₃₃₋₃₆	11. 9.	110-120	$\sim \frac{10}{32}$ 3	—	—	op.	(~16 × 16)
37	11. 9.	130	$\sim 20 \times \frac{1}{32}$	—	—	—	op.
			$\sim \frac{7}{32}$	—	—	—	op.
K 37	11. 9.		1 [16]	—	—	—	—
39	14. 9.	125	$10 \times \frac{1}{32}$	—	—	—	—
			$\sim \frac{14}{32}$	—	—	—	—
41	15. 9.	130	$\sim 30 \times \frac{1}{32}$	—	—	—	—
42	15. 9.	125	$\sim 30 \times \frac{1}{32}$	—	—	—	—
43	15. 9.	125	$\sim 10 \times \frac{1}{32}$	—	—	—	—
44	15. 9.	140	$\sim 30 \times \frac{1}{32}$	—	—	—	—
45	15. 9.	130	$\sim 28 \times \frac{1}{32}$	—	—	—	—
46	17. 9.	200	$\sim 30 \times \frac{1}{32}$	—	—	—	—
K ₃₉₋₄₆	14. 9.	~ 125	15	—	—	—	(Bei der Operation
47	18. 9.	90	$\sim 30 \times \frac{1}{32}$	—	—	op.	j. K. [16. 8]
48	19. 9.	120	$\sim 30 \times \frac{1}{32}$	—	—	—	op.
49	19. 9.	120	$\sim 30 \times \frac{1}{32}$	—	—	—	op.
50	21. 9.	150	$8 \times \frac{1}{32}$	—	—	—	—
51	21. 9.	150	$\sim 30 \times \frac{1}{32}$	—	—	—	—
52	21. 9.	160	$6 \times \frac{1}{32}$	—	—	—	—
K ₁₇₋₅₂	18. 9.	90-100	5 [32]	—	—	—	—

geeigneter sind als die verwendeten nach KNOP und BENNECKE, sich zu normalen 32zelligen Kolonien entwickeln, so hat das für unsere Betrachtung keine Bedeutung. Hier zeigt es sich jedenfalls, daß unter Bedingungen, bei denen normale Kolonien größtenteils 32zellige Nachkommen liefern, isolierte Zellen dazu nicht mehr fähig sind.

mehr durchgemacht als die Elternkolonien, so daß es gar nicht selten ist, daß eine achtzellige *Eudorina* acht 32zellige Tochterkolonien entläßt.

Als weitere Frage erhob sich naturgemäß die: Sind auch isolierte Zellen, die von älteren Kolonien herausgetrennt wurden, nicht in der Lage, normale 32zellige Kolonien zu bilden? Es wurden daher weitere Versuchsserien angestellt, wo Schritt für Schritt an immer größeren und älteren Kolonien operiert wurde. Die Ergebnisse seien auch hier wieder kurzgedrängt in einer Tabelle (Nr. 6) zusammengestellt. Es muß allerdings dabei etwas von der bisher üblichen Art der Darstellung abgewichen werden. Die Kolonnen 4, 5, 6 usw. geben nicht mehr die Tage nach der Operation an, sondern das Alter der betreffenden Kolonie, also die Anzahl Tage, die seit dem Freiwerden der Kolonie vergangen ist. Ein „op.“ in einer dieser Kolonnen gibt dann den Zeitpunkt der Operation an. Das Datum in der zweiten Kolonne bezieht sich auf den Tag der Operation, bzw. bei den Kontrollserien auf den Versuchsbeginn, also niemals auf den Tag der Geburt. Die übrige Bezeichnungsweise ist die gleiche geblieben.

Die Versuche lehren, daß isolierte Zellen nur dann 32zellige Eudorinen liefern, wenn sie aus sehr alten Kolonien herausgelöst wurden, also aus solchen, die an und für sich schon unmittelbar vor der ungeschlechtlichen Fortpflanzung stehen. Eine Beschleunigung der Teilung wird in solchen Fällen nicht mehr erzielt. Bei etwas jüngeren Kolonien macht sich jedoch eine — wenn auch nur geringe — Abkürzung der individuellen Lebensdauer der isolierten Zellen bemerkbar, zugleich auch fällt regelmäßig zum mindesten ein Teilungsschritt aus.

Zusammenfassung.

Es erscheint nunmehr angebracht, die an den drei Volvocaceenarten gewonnenen Resultate kurz zusammenzufassen, und sie miteinander zu vergleichen. Die isolierten Zellen bzw. größeren Teile einer Kolonie zeigen bei *Gonium* die Fähigkeit, sich unmittelbar nach der künstlichen Trennung anscheinend gänzlich unbeirrt fortzubewegen. Bei Pandorinen bedarf es dazu mindestens einer Zwischenzeit von einer halben Stunde, bei Eudorinen von beträchtlich längerer Dauer. Bei letzteren währt es nicht selten sogar bis zum nächsten Morgen, daß die Einzelzellen umherschwimmen. Durch die Trennung der Zellen werden diese bei den letztgenannten Formen in ihrem Bewegungsrhythmus offenbar empfindlicher gestört als bei *Gonium*.

Die Trennung der Zellen bewirkt bei allen drei Formen, daß der Zeitraum bis zur nächsten ungeschlechtlichen Fortpflanzung verkürzt wird. Bei *Gonium* ist diese Reaktion nicht sehr ausgeprägt, während sie bei den beiden anderen Arten in annähernd gleicher Weise sehr deutlich zutage tritt. Bei *Gonium* sind die jungen Kolonien, die aus isolierten Zellen sich entwickelt haben, von gleicher Größe, wie die von normalen Elternkolonien; bei *Pandorinen* und *Eudorinen* dagegen merklich kleiner. Bei *Gonium* und *Pandorina* resultieren von isolierten Zellen immer normale 16 zellige Tochterkolonien, bei *Eudorinen* im allgemeinen nie. Bei diesen werden ein oder mehrere Teilungsschritte unterdrückt. Nur solche Zellen, die aus schon sehr weit entwickelten Kolonien isoliert werden, können sich zu 32 zelligen Kolonien entwickeln.

Aus alledem ergibt sich, daß innerhalb der Reihe: *Gonium-Pandorina-Eudorina* der mechanische Eingriff, der die Zellen voneinander trennt, Schritt für Schritt einen immer tiefgreifenderen Einfluß auf die Zellen ausübt. Bei im Prinzip völlig gleichen operativen Eingriffen also eine verschieden empfindliche Störung. In unserem Falle ist es nur so zu verstehen, daß die Verknüpfung zu einem Ganzen die Einzelzellen je nach der Species in stärkerem oder schwächerem Maße beeinflußt hat, diese also mehr und mehr vom Zusammenleben abhängig geworden sind. Mit anderen Worten: Die Verkettung der Zellen zu einem Ganzen gewinnt in der Reihe *Gonium-Pandorina-Eudorina* Schritt für Schritt an Festigkeit, der Charakter des Verbandes nähert sich immer mehr dem eines vielzelligen Organismus; er erreicht ihn aber doch nicht ganz, wie späterhin noch ausgeführt werden wird.

Die Tatsache der gegenseitigen Beeinflussung läßt von vornherein vermuten, daß die Einzelzellen morphologisch miteinander in Verbindung stehen, daß also plasmatische Brücken zwischen ihnen ausgebildet sind. Es muß daher und auch aus anderen Gründen der Frage der Plasmodiesmen bei den interessierenden Formen nachgegangen werden. Sie mag daher sogleich in den nächsten Abschnitten eingehend erörtert werden.

Die Plasmodiesmen.

Über die Plasmaverbindungen bei den Volvoxarten selbst sind wir durch die Untersuchungen von A. MEYER (1895) genau unterrichtet. Wir wissen auch, daß hier die besonders zahlreichen Plasmodiesmen der Parthenogonidien erst sehr spät gelöst werden, nachdem letztere schon zahlreiche Teilungsschritte hinter sich haben.

Für *Eudorina* liegen die durchaus eindeutigen Beobachtungen von CONRAD (1913) vor, der bei dieser Form mit Hilfe der von MEYER angegebenen Methode durch Jodbeize und Färbung mit Pyoktanin zarte Plasmodesmen nachgewiesen hat, die zu mehreren die Einzelzellen miteinander verbinden.

Weniger klar dagegen liegen die Verhältnisse für *Gonium* und *Pandorina*. Für *Pandorina* liegen überhaupt noch keine diesbezüglichen Untersuchungen vor, während für *Gonium* die Angaben sich widersprechen oder unklar sind. Während noch CHODAT (1902) bei *Gonium* keine Plasmabrücken finden konnte, hat sie HARPER (1913) entdeckt. In den jüngsten ausführlichen Darstellungen auch der morphologischen Verhältnisse von *Gonium* durch HARTMANN (1921 a u. 1924 a) findet sich über den in Frage kommenden Punkt nichts. Es wurde daher auch *Gonium* daraufhin genauer untersucht, zumal HARPER seiner Arbeit nur schematische Abbildungen von den Plasmaverbindungen mitgab.

Dreierlei Untersuchungsmethoden führten zum Ziel. Einmal Fixierung mit Osmiumsäuredämpfen und Färbung mit Eisenhämatoxylin, zweitens Fixierung mit Osmiumsäuredämpfen, Färbung mit Pyoktanin nach vorangehender Jodbeize (nach MEYER) und schließlich Färbung von lebendem Material mit Methylenblau. Letztere Methode, die auf ihre Anwendbarkeit auch bei *Volvox aureus* erprobt wurde, erwies sich als sehr brauchbar. Es wurde einem Tropfen Kulturflüssigkeit mit Gonien 4 Tropfen einer $\frac{1}{2}$ proz. Methylenblaulösung zugesetzt, nach frühestens 5 Minuten mit einem Deckglas bedeckt und gleich beobachtet. Die Mehrzahl der Kolonien war dann noch in lebhafter Bewegung, zeigte aber schon deutlich den Beginn einer Blaufärbung. Der den Chloroplasten enthaltende Teil des Plasmas behält zunächst die grüne Farbe bei, wird aber von einem schmalen, blaugefärbten Gürtel umgeben (vgl. Fig. 1 der Taf.). Von diesem Gürtel gehen ebenfalls blaugefärbte Brücken zu den Nachbarzellen hinüber. Nach außen zu werden die Brücken durch etwas in der Färbung sich abhebende Membranen begrenzt. Im Innern der blauen Stränge befinden sich reichlich intensiver gefärbte, größere und kleinere Granula. Die Geißeln treten auch blaugefärbt deutlich hervor. Bei *Volvox aureus* bekommen wir für die Plasmodesmen bei gleicher Methode ein ganz entsprechendes Bild, so daß mit aller Wahrscheinlichkeit nach auch jene Brücken als Plasmabrücken aufzufassen sind. Nach einiger Zeit färben sich auch die zentralen, Chromatophor, Pyrenoid und Kern enthaltenen Partien blau. Späterhin jedoch läßt die Färbung an Intensität nach.

Die Plasmodesmen sind deutlich zwischen den einzelnen der vier inneren Zellen und dann zwischen den vier Innenzellen einerseits und den 12 Außenzellen andererseits. Die letzteren jedoch berühren einander bei jüngeren Kolonien so eng, daß sich zwischen ihnen von eigentlichen Plasmabrücken nichts mehr finden läßt, wohl stoßen die mit Methylenblau gefärbten Gürtel unmittelbar aneinander. Die beiden anderen Methoden bestätigten die mit Methylenblau gemachten Befunde (vgl. Fig. 2, mit Eisenhämatoxylin gefärbt).

Nebenbei sei bemerkt, daß ab und zu eine der vier inneren annähernd in einem Rechteck angeordneten Zellen nicht nur mit den direkt benachbarten Zellen durch Plasmabrücken in Verbindung steht, sondern auch mit der übernächsten, so daß diagonal durch den rechteckigen Innenraum eine Plasmodesme verläuft. Das ist aber nur dann denkbar, wenn man mit HARTMANN (1924 a) im Gegensatz zu HARPER (1913) im Mittelpunkt der Kolonie keine wirkliche Öffnung annimmt. Auch ließ sich durch Anstechen mit einer Glasnadel in dem von den vier zentralen Zellen eingeschlossenen Raum Gallerte direkt feststellen.

Mit zunehmendem Wachstum gehen die Plasmaverbindungen verloren; sie weichen, eine nach der anderen, auseinander. In Fig. 3 der Tafel ist noch eine (a) der eingezeichneten Plasmabrücken durchgehend, die anderen lassen verschiedene Stadien der Trennung erkennen. Recht häufig findet man die Verbindung nur durch eine äußerst schmale Lücke unterbrochen, so wie es in Fig. 3 bei b dargestellt ist. Schon von mittlerer Größe (etwa 60μ Kantenlänge) ab, stehen die Einzelzellen nicht mehr in plasmatischer Verbindung, natürlich erst recht nicht, wenn die Zellen zur Teilung schreiten. Es ist daher auch kaum sehr verwunderlich, daß die einzelnen Zellen einer *Gonium*-Kolonie zu recht verschiedenen Zeiten mit der Teilung beginnen und sie beenden. In Kulturen, bei denen längere Zeit (über 14 Tage) die Nährlösung nicht gewechselt wurde, finden sich schon bei jungen Kolonien keine durchgehenden Plasmodesmen mehr. Wie schon vorher erwähnt, gibt es über Plasmodesmen bei Pandorinen in der Literatur keinerlei Angaben. Vermutlich ist dieser Mangel durch die Schwierigkeit der Untersuchung zu erklären. Totalpräparate sind hier völlig ungeeignet. Wenn überhaupt, so ist es nur an Hand von Microtomschnitten möglich, hier eine Entscheidung zu treffen. Das Material wurde daher zunächst in den Kulturen angereichert, dann meist in starkem FLEMMING'schen Gemisch fixiert. Die 3μ dicken Schnitte wurden mit Eisenhämatoxylin gefärbt. Aber selbst solche Präparate ermöglichen es nicht, eine

völlig sichere Entscheidung in dieser Frage zu tun. Fig. 4 der Tafel gibt einen solchen Schnitt wieder. Es sind sechs Zellen in etwas verschiedener Höhe angeschnitten (in der Mitte außerdem ein kleines Stück von einer siebenten Zelle). Die Zellen zeigen im Prinzip den gleichen Bau wie die aller Volvocaceen und haben besonders große Ähnlichkeit mit Eudorinenzellen (vgl. HARTMANN, 1921). Auffallend ist nur der feinere Bau des Plasmas, das eine fädige — vielleicht auch gestreckt-wabige — Struktur aufweist, die radiär zum Kern als Mittelpunkt zu verlaufen scheint. Diese Struktur ist besonders in den peripheren Teilen der Zellen ausgezeichnet zu beobachten, während sie zentral vom Kern wesentlich undeutlicher ist.

Der die Zellen voneinander trennende Raum ist sehr schmal, so daß man nicht immer in der Lage ist, die Membran bis zur Mitte der Kolonie zu verfolgen. An einzelnen Stellen lassen sich, diesen Zwischenraum überbrückend, äußerst feine, dunkle Striche beobachten, die dichtgedrängt parallel zueinander verlaufen, dagegen senkrecht zur Membran gestellt sind. Bei Pl. sind in der Fig. 4 der Tafel diese Verhältnisse dargestellt. Sie kommen in der Zeichnung ein wenig deutlicher heraus als im Präparat. Diese Striche sind die einzigen Befunde, für die eine Deutung als Plasmabrücken möglich ist. A priori sind ja mit großer Wahrscheinlichkeit bei Pandorinen Plasmodesmen anzunehmen, einmal wegen der bei den übrigen Volvocaceen obwaltenden Verhältnisse, dann aber auch wegen der Folgen, die eine mechanische Trennung der Zellen mit sich bringt. Wenn nun im Laufe der Weiterentwicklung die Zellen in der für *Pandorina* typischen Art auseinanderweichen, werden die Plasmabrücken zerreißen. Jedenfalls ist dann von ihnen nichts mehr nachzuweisen. Eine mechanische Trennung der Zellen übt in solchem Stadium auch nicht mehr den geringsten Einfluß auf die isolierten Zellen aus (vgl. S. 339).

Kolonie oder vielzelliger Organismus?

Aus dem Vorhergehenden ist zu entnehmen, daß sicher bei Gonien und Eudorinen mit großer Wahrscheinlichkeit auch bei Pandorinen durch die mechanische Trennung der Zellen, diese aus ihrem plasmatischen Zusammenhang mit den Nachbarzellen herausgerissen werden. Wir müssen folglich an dieser Stelle die Frage streifen, sind durch die Operation die Zellen einer Kolonie oder die eines vielzelligen Individuums voneinander getrennt worden. Vielleicht auch sind die Versuche geeignet, in dieser Richtung über die

Natur der behandelten Volvocaceen Klarheit zu bringen. *Volvox* selbst ist zunächst von vornherein auszunehmen, da man in ihr fast allgemein — und das mit Recht — einen vielzelligen Organismus sieht (BÜTSCHLI, OLTMANN'S, FRANZ u. a.). Gonien, Pandorinen und Eudorinen dagegen werden ausnahmslos als Kolonien angesprochen. Man muß sich dabei bewußt bleiben, daß der Unterschied zwischen vielzelliger Kolonie und vielzelligem Organismus kein prinzipieller, sondern nur ein gradueller ist. So ist denn auch ein allgemeines Kriterium für diese oder jene Kategorie unmöglich und unnatürlich, wengleich sich in diesem Fall das Entscheidungsmerkmal „Arbeitsteilung“ als einigermaßen brauchbar erweist. Immerhin zeigen sich bei *Eudorina* und selbst bei *Pandorina* die ersten Anfänge der Arbeitsteilung, die in einer deutlichen Polarität der Individuen zum Ausdruck kommt, die schließlich in der Volvocaceenreihe zur Differenzierung eines vegetativen und eines hauptsächlich generativen Poles führt. Bei *Eudorina* ist diese Entwicklung insofern schon angedeutet, als bei den normalen vegetativen Fortpflanzungen die vorderen Zellen dazu neigen, bei der Teilung etwas nachzuhinken und außerdem bei ihnen am ehesten ein Ausfall von Teilungsschritten zu beobachten ist (HARTMANN, 1921). Auch liefern diese Zellen bei der Isolierung Kolonien sehr geringer Zellzahl. Nun ließ sich auch gerade bei Eudorinen sehr deutlich zeigen, wie stark die Verkettung zu einer höheren Einheit die Komponenten beeinflußt. Trotz allem scheint mir auch hier die Bezeichnung Kolonie am Platze, da die Zellen vielzelliger Organismen im allgemeinen eine geringere Selbständigkeit haben, worauf noch zurückzukommen ist. Es wäre natürlich in diesem Zusammenhang besonders interessant zu erfahren, wie sich isolierte Zellen — sowohl vegetative als generative — von *Volvox* verhalten. Die Versuche sind bisher noch nicht zu einem befriedigenden Ergebnis gediehen. Bislang ist es mir nicht geglückt, isolierte Zellen von *Volvox* zur Weiterentwicklung zu bringen. Sie sterben sehr bald ab. Vorläufig möchte ich noch wenig geeignete Kulturbedingungen dafür verantwortlich machen, wengleich es sehr wohl denkbar ist, daß isolierte *Volvox*-Zellen unter Bedingungen, die der ganzen Kolonie zusagen, nicht mehr existenzfähig sind.

Die Bezeichnung „Kolonie“ für die hier näher untersuchten Volvocaceen ist also nach allem beizubehalten. Auf eine Eigentümlichkeit muß aber dabei besonders hingewiesen werden, durch die sich die Kolonien der Volvocaceen, soweit ich sehe, von allen anderen Protozoenkolonien unterscheiden. Die Neubildung von Kolonien vollzieht sich bei ihnen in völlig gesetzmäßiger Weise. Die Teilungs-

ebenen und ihre zeitliche Aufeinanderfolge sind bei einer Art immer die gleichen und zeigen auch bei einem Vergleich zwischen den einzelnen Arten große Übereinstimmung. Aber noch mehr: bei normaler Entwicklung werden immer gleichviel Teilungsschritte durchlaufen, und erst nach Beendigung aller wird die Kolonie entlassen. Die Kolonien sind somit zellkonstant. Bei der Starrheit des Entwicklungsganges kann es uns auch nicht sonderlich wundernehmen, daß verlorengegangene Teile nicht mehr regeneriert werden (vgl. S. 325). Bei anderen Protozoenkolonien dagegen, etwa bei *Dinobryon*, *Synura*, *Uroglena* usw. wissen wir, daß die Kolonien an Zellzahl zunehmen können, die Kolonien selbst daher aus einer ganz verschiedenen Anzahl von Zellen zusammengesetzt sind, wie man sich leicht durch einfaches Auszählen überzeugen kann.

Mit dem Ausdruck „Kolonie“ verbindet man leicht etwas Labiles, man erwartet einen nur lockeren Zusammenhang. Man nimmt keinerlei Anstoß daran, ja setzt es quasi als selbstverständlich voraus, daß die Art der Zusammensetzung wechselt und die Zahl der Komponenten in oft erheblichen Grenzen schwankt. Es ist nicht zu leugnen, daß in dieser Hinsicht bei den Volvocaceenkolonien wesentlich andere Verhältnisse vorliegen, die ihnen fast den Eindruck eines fest in sich geschlossenen vielzelligen Individuums verleiht.

Wenn trotzdem hier an der Bezeichnung „Kolonie“ festgehalten wird, so ist das nicht zuletzt dadurch begründet, daß wir in den Volvocaceen eine Reihe sehen, die phylogenetisch ihren Anfang bei einzellebenden Chlamydomonaden hat und sehr enge Beziehungen zu letzteren aufweist. Würde man dagegen mit FRANZ (1919) in ihnen eine Reihe sehen, die vom vielzelligen Organismus über *Volvox* zum isoliert lebenden Protozoon führt, so würden zumal Pandorinen und Eudorinen in Anbetracht der eben besprochenen Besonderheiten eher als Vielzeller aufzufassen sein. Zu einer derartigen Annahme sehe ich allerdings keinerlei Anlaß, zumal die Entwicklungsreihe nach den vielzelligen Organismen über *Volvox* hinaus völlig abgerissen ist und die ontogenetische Entwicklung den anderen Weg weist. Ich schließe mich daher der durchaus gebräuchlichen Meinung an und sehe wie KORSCHULT (1917) in der ungefähren Kugelform den Ausdruck einer stärkeren Konzentration der Zellindividuen, bedingt durch die freischwimmende Lebensweise. Die Kugelform garantiert zugleich eine größere mechanische Festigkeit, setzt allerdings der Entwicklung sehr bald eine Schranke, da mit zunehmender Größe die Oberfläche im Verhältnis zum Inhalt immer kleiner wird. Es ist

daher nicht verwunderlich, daß die phylogenetische Reihe so bald ihr Ende gefunden hat.

Schlußbetrachtung.

Wir müssen also annehmen, daß in den vorerst beschriebenen Versuchen die Zellen aus ihrem kolonialen Zusammenhang herausgelöst und auch ihre Plasmodesmen zerstört wurden. In den früheren Abschnitten wurde die Wirkung einer solchen Operation besprochen. Wir müssen uns nunmehr fragen, wie eine solche Wirkung zu erklären ist.

Im Hinblick auf diese Frage muß zunächst danach Umschau gehalten werden, ob an zoologischen oder botanischen vielzelligen Objekten nicht ganz ähnliche Versuche ausgeführt worden sind, die vielleicht zum Verständnis der hier beschriebenen beitragen können. In erster Linie ist dabei an die Versuche mit Explantationen zu denken, bei denen tierisches Gewebe isoliert vom Tierkörper unter geeigneten Bedingungen weiter gezüchtet wird. Es kommen zwar dabei meist nicht völlig isolierte Zellen, sondern isoliertes Gewebe zur Beobachtung. Handelt es sich um embryonales Gewebe, so wächst es heran und es kommt in ihm regelmäßig zu normalen Zellteilungen. Es muß jedoch berücksichtigt werden, daß die Zellen in Kulturbedingungen gelangen, die nach Möglichkeit die ursprünglichen Verhältnisse ersetzen sollen, wodurch die Beeinflussung infolge der Isolation auf ein Minimum herabgedrückt wird. Die Versuche werden eben meist von ganz anderer Fragestellung ausgehend angestellt. Als Wirkung der Isolation läßt sich jedoch nicht selten eine ganz beträchtliche Lebensverlängerung des Gewebes erkennen. Außer besseren Bedingungen für den Stoffwechsel ist für diese Erscheinung sicherlich der Umstand verantwortlich zu machen, daß das Gewebe aus einem Verbände herausgelöst ist, dessen Entwicklung doch letzten Endes zum Tode des Gesamtorganismus hinzielt. Bei den Volvocaceen dagegen zieht eine Isolierung insofern eine Verkürzung der individuellen Lebensdauer der Einzelzellen nach sich, als sie sich in äußerst kurzer Zeit zu Tochterkolonien entwickeln. Wenn es sich bei den Explantationen jedoch um isolierte Zellen handelt, so kommen diese allein nie mehr zur Zellteilung. Diese tritt erst dann ein, wenn die Zellen durch amöboide Fortsätze miteinander in Verbindung getreten sind (FISCHER 1925).

Ganz ähnliche Resultate zeitigten Regenerationsversuche an Schwämmen und Coelenteraten (MÜLLER, WILSON). Bei diesen Versuchen wurden die Zellen mechanisch völlig isoliert und ohne sonder-

liche Kautelen einfach im Wasser weiter beobachtet. Die Zellen vereinigten sich zunächst zu Zellaggregaten, um erst dann zur Weiterentwicklung und Neubildung eines Schwammes bzw. Coelenteraten zu schreiten. In solchen Fällen ist offenbar eine völlig isolierte Zelle auf die Dauer nicht mehr lebens- zum mindesten nicht mehr entwicklungsfähig. Gerade die letzteren Versuche und auch die gleich zu erwähnenden botanischen zeigen deutlich die weitgehende Abhängigkeit der Einzelzellen eines vielzelligen Organismus vom Zusammenleben und rechtfertigen erneut, *Gonium*, *Pandorina* und *Eudorina* als Kolonien anzusehen, wenngleich nicht übersehen werden darf, daß Zellen mancher Kryptogamen isoliert auch eine bedeutende Selbständigkeit besitzen (vgl. BÖRGER 1926).

Von den auf botanischer Seite angestellten Versuchen interessieren hier vor allem die von HABERLANDT (1902, 1921). Bei diesen zeigte es sich, daß isolierte Zellen von einer Anzahl höherer Pflanzen wohl lange Zeit lebensfähig sind, aber völlig isoliert nicht zur Teilung schreiten. Auf Grund weiterer Untersuchungen gelangte HABERLANDT bekanntlich zu der Überzeugung, daß zur Auslösung von Zellteilungen besondere Stoffe „Wundhormone“ zugegen sein müssen, die als Abbauprodukte bei mechanisch getöteten oder verletzten Zellen frei werden und in Tätigkeit treten. Es lag nahe, auch bei meinen Versuchen daran zu denken, daß solche Wundhormone die beschleunigte Teilung bei den isolierten Zellen hervorrufen, zumal es sich ja bei Pandorinen meist nicht vermeiden ließ, daß Zellreste gemeinsam mit unverletzten Zellen in der alten Hülle blieben. Es wurden daher gerade bei Pandorinen nachfolgend angeführte Versuche angestellt.

Eine Anzahl Pandorinen wurde zwischen zwei Objektträgern zerrieben. Von dem Brei wurde mit einer feinen Kapillare, die keine ganzen Zellen passieren ließ, etwas abgesogen und einer Kultur von acht jungen Schwesterkolonien zugesetzt. Die übrigen acht Schwesterkolonien wurden zur Kontrolle in reiner Kulturflüssigkeit unter sonst gleichen Bedingungen gehalten. Bei starker Zugabe stellte sich regelmäßig eine Schädigung der Kolonien ein, wodurch diese nicht mehr zur Teilung schritten, sondern vorher eingingen. Geringere Mengen von zerdrückten Pandorinen dagegen hatten keinen nachteiligen Einfluß, bewirkten aber überhaupt keinerlei nennenswerte Veränderung, also auch keine beschleunigte Herbeiführung des Teilungsschrittes. Eine Erklärung durch die Wundhormone ist also hier nicht am Platze, und ist auch deshalb unwahrscheinlich, als bei *Gonien* die Isolierung der Zellen so schnell und vollständig ge-

schehen kann, daß eine Beeinflussung durch verletzte Zellen kaum möglich ist. Aber trotzdem fanden wir auch bei ihnen die gleichen Folgen der Zellisolierung.

Eine weitere Erklärungsmöglichkeit wäre die, daß infolge der Isolierung die Zellen Einflüssen entzogen werden, die von den Nachbarzellen ausgehend die Zellteilung hemmen. Jedoch scheint mir solche Annahme keine große Wahrscheinlichkeit zu haben, da ja alle Zellen der behandelten Volvocaceenkolonien die annähernd gleiche Entwicklungstendenz haben, so daß nicht einzusehen ist, inwiefern eine Zelle bei einer anderen die Teilungen verzögern sollte.

Als einzige Erklärungsmöglichkeit scheint mir daher die Annahme übrig zu bleiben, daß durch die Durchtrennung der Plasmodiesmen auf die Zellen ein Reiz ausgeübt wird, der in einer verfrühten Zellteilung zum Ausdruck kommt. Je mehr durchteilte Plasmodiesmen dabei auf eine Zelle kommen, um so mehr zeigen sich die Folgen der mechanischen Trennung, wie es gerade bei den Beobachtungen an Gonien und Eudorinen deutlich zum Ausdruck kam. Über die Art und Wirkungsweise dieses Reizes läßt sich allerdings vorerst nicht das geringste aussagen. Nur ist es klar, daß sie nach der von GURWITSCH (1926) gegebenen Einteilung zu den „Veranlassungsfaktoren“ zu rechnen sind, wir es also wahrscheinlich mit Faktoren zu tun haben, „die im normalen Körpergetriebe fehlen, bei ihrer Anwendung oder Einwirkung auf den Organismus dagegen die Entstehung von Mitosen veranlassen“. Es darf allerdings nicht vergessen werden, daß bei den hier behandelten Volvocaceen jede Einzelzelle von vornherein teilungsfähig ist und auch normalerweise zur Teilung schreiten würde, allerdings in einem wesentlich späteren Entwicklungszustand. Sind in späteren Stadien die Plasmodiesmen sowieso schon unterbrochen, dann kann eine mechanische Trennung der Zellen auch keinen Veranlassungsreiz bewirken. Und wir sahen ja auch, daß Zellisolation von diesen älteren Stadien ausgehend keinerlei Einfluß auf die Zellen ausübt.

Besonders hervorzuheben ist nochmals, daß eine mechanische Isolierung der Zellen bei Volvocaceenkolonien und die dadurch bedingte Zertrennung von Plasmodiesmen als ein Veranlassungsfaktor für die Zellteilung anzusehen ist. Dieser Veranlassungsfaktor kann so ausschlaggebend sein, daß er Teilungen auslöst und die Bildung von neuen Kolonien auch unter solchen Umständen bewirkt, bei denen ohne diesen Faktor bei einer normalen Kolonie eine Teilung nicht zustande kommt.

Um einen weiteren Einblick in die Natur dieses Reizes, der sich als Veranlassungsfaktor dokumentiert, zu bekommen, erscheint es mir notwendig, zunächst weitere koloniebildende Protozoen in ähnlicher Art zu untersuchen, um zu konstatieren, ob es sich hier um eine allgemeinere Regel oder um eine Besonderheit der Volvocaceenkolonien handelt, die ja in mancher Hinsicht recht spezialisiert sind. Vermutlich handelt es sich jedoch um eine allgemeinere Eigenschaft. Denn auch in hochdifferenziertem Gewebe, das normalerweise kaum zu Zellteilungen schreiten würde, lassen sich oft bald nach der Explantation Mitosen konstatieren, was von CHAMPY als Folge der Isolierung aufgefaßt wurde (vgl. die Zusammenfassung von R. ERDMANN 1921). Festzustellen ist ferner, ob andere Reize als solche, die die Zellisolierung mit sich bringt, in ähnlicher Weise eine Beschleunigung der Zellteilung bewirken. Jedenfalls ist anzunehmen, daß die Untersuchung der Protozoenkolonien mancherlei zum Verständnis der Frage beitragen kann, in welcher Weise bei den typischen vielzelligen Organismen die Zellen durch das Zusammenleben beeinflusst sind.

Zusammenfassung.

1. Verlorengegangene Teile von *Gonium*, *Pandorina* und *Eudorina* werden nicht regeneriert.
2. Mechanisch isolierte Teilstücke und Zellen schreiten früher zur Teilung als die Zellen normaler Kolonien.
3. Je kleiner die Teilstücke, desto früher die Zellteilungen.
4. Die aus isolierten Zellen entstandenen, jungen Tochterkolonien sind bei *Gonium* von annähernd normaler Größe und Zellzahl, bei Pandorinen ist die Größe geringer, bei Eudorinen ist außerdem die Zellzahl vermindert.
5. Die große Selbständigkeit isolierter Zellen steht im Gegensatz zu den Verhältnissen bei den meisten vielzelligen Organismen.
6. Die Zellen der untersuchten Volvocaceenkolonien sind plasmatisch miteinander verbunden.
7. Die Durchtrennung der Plasmabrücken ist aller Wahrscheinlichkeit nach als ein Veranlassungsfaktor für die Zellteilung zu bewerten.

Tübingen, im Juni 1926.

Literaturverzeichnis.

- BÖRGER, H.** (1926): Über die Kultur von isolierten Zellen und Gewebsfragmenten. Arch. f. exp. Zellforsch. Bd. 2.
- BÜTSCHLI, O.** (1880—1887): Protozoa I u. II. In BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreiches.
- CHODAT, R.** (1902): Algues vertes de la Suisse. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz Bd. 1.
- CONRAD, W.** (1913): Observations sur *Eudorina elegans* EHRBG. Rec. de l'Institut Bot. Leo Errera. Brux. 1913.
- ERDMANN, RHODA** (1921): Einige grundlegende Ergebnisse der Gewebezüchtung aus den Jahren 1914—1920. Erg. d. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 23.
- FISCHER, A.** (1925): Beitrag zur Biologie der Gewebezellen. Arch. f. mikr. Anat. u. Entw. Bd. 104.
- FRANZ, V.** (1919): Zur Frage der phylogenetischen Stellung der Protisten, bes. der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 39.
- GURWITSCH, A.** (1926): Das Problem der Zellteilung physiologisch betrachtet. Berlin.
- HABERLANDT, G.** (1902): Kulturversuche mit isolierten Pflanzenteilen. Sitzungsber. Akad. Berl. math.-naturw. Kl. 111. Bd.
- (1921): Wundhormone als Erreger von Zellteilungen. Beitrag zur allgem. Bot. 2. Bd.
- HARPER, R. A.** (1912): The structure and development of the colony in *Gonium*. Transact. of Americ. Microsc. Soc. Vol. 31.
- HARTMANN, M.** (1921 a): Praktikum der Protozoologie. 4. Aufl. Jena.
- (1921 b): Die dauernd agame Zucht von *Eudorina elegans*, experimentelle Beiträge zum Befruchtungs- und Todesproblem. Arch. f. Protistenk. Bd. 43.
- (1924 a): Über die Veränderung der Koloniebildung von *Eudorina elegans* und *Gonium pectorale* unter dem Einfluß äußerer Bedingungen. Arch. f. Protistenk. 49. Bd.
- (1924 b): Der Ersatz der Fortpflanzung von Amöben durch fortgesetzte Regeneration. Arch. f. Protistenk. 49. Bd.
- KORSCHOLT, E.** (1917): Zum Wesen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung nebst Bemerkungen über ihre Beziehungen zur geschlechtlichen Fortpflanzung. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 117.
- MEYER, A.** (1896): Die Plasmaverbindungen und die Membranen von *Volvox globator* usw. Bot. Zeitg. 54. Jahrg.
- (1897): Über die Methoden zur Nachweisung der Plasmaverbindungen. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. 15. Bd.
- MÜLLER, K.** (1911): Über das Regenerationsvermögen der Süßwasserschwämme. Arch. f. Entwicklungsmech. 32. Bd.
- OLTMANN, FR.** (1922): Morphologie und Biologie der Algen. 1. Bd. Jena.
- SCHREIBER, E.** (1925): Zur Kenntnis der Physiologie und Sexualität höherer Volvocales. Zeitschr. f. Bot. 17. Jahrg.
- WILSON, H. V.** (1911): On the behavior of the dissociated cells in Hydroids, Alcyonaria and Asterias. Journ. exper. Zool. Vol. XI.

Tafelerklärung.

Fig. 1. 4 Zellen einer Kolonie von *Gonium pectorale* vital mit $\frac{1}{2}$ proz. Methylenblaulösung gefärbt. Vergr. 2000 mal.

Fig. 2. 2 Zellen einer *Gonium*-Kolonie, fix. Osmiumsäure, gefärbt mit Eisenhämatoxylin. Vergr. 1250 mal.

Fig. 3. 4 Zellen einer *Gonium*-Kolonie, fix. Osmiumsäure, gefärbt mit Eisenhämatoxylin. Vergr. 1250 mal. a) Durchgehende, b) soeben getrennte Plasmabrücken.

Fig. 4. *Pandorina morum*, 3 μ -Schnitt, fix. in FLEMMING'schem Gemisch, gefärbt mit Eisenhämatoxylin. Vergr. 1180 mal. N = Kern, Py = Pyrenoid, Pl = Plasmodesmen.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Aus der Abteilung für experimentelle Zellforschung des Universitäts-Instituts
für Krebsforschung an der Charité Berlin.
(Abteilungsleiter: Prof. Dr. Rhoda Erdmann.)

Studien zur Jugendgeschichte von *Leptotheca macrospora*, einer disporeen Myxosporidie ¹⁾.

Von
Hellmuth Kalenscher.

(Hierzu 5 Textfiguren und Tafel 13—15.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	358
Systematik	359
Material und Methode	360
Kurzer Überblick der Forschungsergebnisse der Jugendgeschichte der disporeen Myxosporidien	364
Das Auskriechen der Jugendform	367
Die Jugendform kurz nach dem Auskriechen aus der Spore	368
Der Sexualprozeß	372
1. Die Gametencopulation	372
2. Die Chromatinreduktion	375
3. Die der Reduktionsteilung folgende Mitose	379
Morphologie und Cytologie der ein- und zweikernigen Schizonten nach der Reduktion	382
1. Lagebeziehungen	383
2. Größenverhältnisse	384
3. Die Gestalt	385
4. Pseudopodien und Ectoplasma	385
5. Entoplasma	386
6. Kernbau	386
Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse	390
Literaturverzeichnis	392
Tafelerklärung	393

¹⁾ Erscheint auch als Inaug.-Diss. zu Berlin 1926.

Einleitung.

Bei der großen Zahl der Arbeiten, die unser Wissen über die Myxosporidien bereichert haben, erscheint es vielleicht überflüssig, nochmals den Lebenscyclus dieser Parasiten zu studieren. Doch wird sich meine Aufgabe darauf beschränken, die Probleme zu behandeln, die von den neueren Autoren noch nicht genügend erschöpft sind. Es wird daher nur die Jugendgeschichte bis zur propagativen Entwicklung und Sporulation eingehender geschildert werden.

Seit dem Erscheinen von AUERBACH's großer Monographie (1910) sind über die propagative Entwicklung und über die Sporenbildung der Myxosporidien bis in die jüngste Zeit eine Reihe von Arbeiten entstanden, die diese Fragen berührten. (ERDMANN 1911/17, GEORGÉVITCH 1914/17/19, MAVOR 1916, DAVIS 1916,23, STEMPELL 1919, SCHUURMANS STEKHOVEN jr. 1919,20). Wohl findet man in der Literatur manchen Widerspruch, aber es hat sich doch die propagative Entwicklung und Sporenbildung mehrerer Myxosporidienarten von Anfang bis zu Ende fast lückenlos verfolgen lassen können, und ungeachtet der verschiedenen Meinungen läßt sich doch ein ziemlich einheitliches Schema für die Sporenbildung aller bekannten Myxosporidienarten entwickeln.

Über den Anfang des Entwicklungskreises der Myxosporidien und über das Los der ausschlüpfenden Jugendform sind unsere Kenntnisse nicht nur fragmentarisch, sondern der größte Teil der betreffenden Angaben enthält nicht viel anderes als Hypothesen und mehr oder weniger wahrscheinliche Darstellungsmöglichkeiten.

Besonders zwei Fragen der Myxosporidienforschung sind seit der grundlegenden Arbeit von THÉLOHAN (1895) noch nicht einwandfrei beantwortet worden.

1. Wo und an welcher Stelle des Entwicklungskreises der Myxosporidien gehen der Reduktionsakt und Sexualakt vor sich?
2. Welche cytologischen Prozesse finden während der Entwicklung der Jugendformen statt?

Um diese Aufgaben der Lösung entgegenzuführen, wurde der Entwicklungskreis vom Auskriechen aus der Spore bis zum Beginn der propagativen Vermehrung bei *Leptotheca macrospora*, einer disporeen Myxosporidie, studiert. Die disporeen Myxosporidien sind, wie DOFLEIN in seinem Lehrbuch der Protistenkunde (4. Aufl. 1916, p. 1010) ausführt, die ursprünglicheren, aus denen sich die poly-sporeen durch unvollständige Teilung ableiten lassen. Außerdem lassen sich bei den disporeen Formen die sich abspielenden Vorgänge wegen der geringeren Kernzahl leichter übersehen.

Systematik.

Die Gattung *Leptotheca* ist zuerst von THÉLOHAN (1892) beschrieben worden. (*Ceratomyxa agilis*: C. r. Ac. Sci. v. 115 p. 962.)

Leptotheca ist meistens zweisporig, und ihr größter Durchmesser steht senkrecht zur Nahtebene. Die Spore ist fast kuglig rund, gewöhnlich oval. Das Sporoplasma erfüllt den ganzen Raum und läßt nur die Polkapseln frei. Die Polkapseln konvergieren und liegen nebeneinander. Die Gattung *Leptotheca* ist ziemlich arm an Spezies. Es sind bisher beschrieben worden von

THÉLOHAN:	<i>Leptotheca agilis</i>
	" <i>elongata</i>
	" " (<i>polymorpha</i> n. LABBÉ)
	" <i>hepseti</i>
	" <i>parva</i>
	" <i>renicola</i>
	" <i>ranae</i> (<i>ohlmacheri</i> n. GURLEY)
GURLEY:	" <i>ohlmacheri</i> (<i>ranae</i> n. THÉLOHAN)
	" <i>perlata</i>
LABBÉ:	" <i>polymorpha</i> (<i>elongata</i> n. THÉLOHAN)
AUERBACH:	" <i>informis</i>
	" <i>longipes</i>
	" <i>macrospora</i>
STEMPELL:	" <i>coris</i>
NEMECZEK:	" <i>chagasi</i> .

Die Wirte der verschiedenen Spezies sind folgende:

<i>L. agilis</i> :	<i>Trygon vulgaris</i>
" <i>elongata</i> :	<i>Merluccius merluccius</i>
" <i>polymorpha</i> :	<i>Phycis phycis</i>
" <i>parva</i> :	<i>Scomber scombrus</i>
" <i>renicola</i> :	" "
" <i>ranae</i> :	<i>Rana esculata</i>
" <i>hepseti</i> :	<i>Atherma hepsetus</i>
" <i>ohlmacheri</i> :	<i>Rana esculata</i>
" <i>perlata</i> :	<i>Acerina cernua</i>
" <i>macrospora</i> :	<i>Sebastes viviparus</i>
" <i>longipes</i> :	<i>Brosmius brosme</i>
" <i>informis</i> :	<i>Molva vulgaris</i> oder <i>Gadus merlangus</i>
" <i>coris</i> :	<i>Coris julis</i> , <i>Coris giofredi</i>
" <i>chagasi</i> :	<i>Leptodactylus ocellatus</i> .

Eine einzige *Leptotheca*, die Spezies *L. ohlmacheri*, ist bei Amphibien beschrieben worden. Für diese Betrachtung haben nur Leptothecen, die in der Gallenblase der Fische schmarotzen, Bedeutung.

Die Speziesabgrenzung der Leptothecen ist recht schwierig. Mit absoluter Sicherheit kann eigentlich nur *L. parva* beschrieben werden. Übereinstimmend sagen alle Autoren aus, daß diese Form tief in den Falten der Gallenblase sitzend, selten frei gefunden wird und im Gegensatz zu den anderen Leptothecen, die mit grünlichen Granulationen beladen sind, ein fast homogenes Aussehen hat. Sitzen diese Leptothecen an den Wänden der Gallenblase, so heften sie sich anderen Parasiten dieses Organs an, z. B. ist von THÉLOHAN (1895) *Leptotheca parva* am *Chloromyxum leydigi* beschrieben (Taf. 7 Fig. 2). Auch um die Myxidien ordnen sich diese kleinen Leptothecen kranzförmig an. Die Unterscheidung zwischen *L. agilis* und *L. elongata* ist schwierig. Nach LABBÉ besitzt *L. agilis* ein Cytoplasma mit langen, fadenförmigen Pseudopodien und aktiven Bewegungen, während *L. elongata* ein Cytoplasma mit kurzen, polymorphen Pseudopodien aufweist.

Ebenso sind *L. macrospora* und *L. coris* kaum auseinander zu halten. *L. macrospora* hat rundliche vegetative Formen mit körnigem Entoplasma und homogenem Ectoplasma, das lebhaft amöboide Bewegungen zeigt. *L. coris* zeigt polymorphe vegetative Formen, deren Cytoplasma — wenigstens am fixierten Material — eine schöne Wabenstruktur zeigt und keinen prinzipiellen Unterschied zwischen Ecto- und Entoplasma erkennen läßt. Die Pseudopodien sind sehr lang und unbeweglich. Charakteristisch ist vor allem, daß ca. 45 Proz. von *L. coris* mit *Nosema marionis* THÉL. besetzt sind.

In meinen Präparaten haben wir es höchstwahrscheinlich mit *L. macrospora* AUERB. zu tun, wenn auch nicht ausgeschlossen werden kann, daß die von mir beschriebenen Formen *L. coris* oder *L. elongata* angehören.

Material und Methode¹⁾.

Das Material, welches der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegt, stammt von künstlich infizierten Tieren, und zwar wurden in den Monaten März, April, Mai und Juni 1911 Infektionsversuche in Neapel ausgeführt und im Jahre 1913 im Monat Juli ein fünfter

¹⁾ Es sei auch an dieser Stelle Prof. Dr. RHODA ERDMANN für die gütige Unterstützung und Überlassung des Materials ergebenst gedankt.

Versuch. Die Anregung, Infektionsversuche auszuführen, geht weit zurück. Da aber AUERBACH in seiner großen Monographie (1910) schon die THÉLOHAN'schen Infektionsversuche ausführlich besprochen und gewürdigt hat und seine eigenen beschrieben, so sollen hier nur die vorliegenden von ERDMANN ausgeführten Versuche geschildert werden und mit denen jenes Verfassers verglichen werden.

AUERBACH infizierte (1909) Gadiden in Bergen mit *Myxidium*. Er war sich schon der Schwierigkeit bewußt, daß es fast unmöglich ist, parasitenfreies Material zu erhalten, da die Aufzucht von Fischen auch keine Parasitenfreiheit gewährleistet. Denn das ist doch die erste Bedingung, um einigermaßen sicher den Entwicklungskreis der Myxosporidien zeitlich abzugrenzen. Er ließ die Gadiden 2—3 Wochen in den Aquarien und fing erst nach gründlicher Untersuchung des Bodenschlammes und des Inhalts des Rectums der Fische seine Versuche an. Er fand später, daß junge Tiere sehr häufig ganz parasitenfrei sind, ebenso wie ganz alte und ausgewachsene. Diesen Vorgang deutet er so, daß die Tiere, die in ihrer späten Jugend eine starke Infektion mit Myxosporidien erhalten haben, schließlich zugrunde gehen, so daß eigentlich nur alte Tiere gefunden werden können, die die Infektion entweder überstanden hatten oder überhaupt nicht infiziert worden waren. Daß die jungen Tiere selten infiziert sind, erklärt dieser Autor so, daß sie sehr viel mehr Abwehrmöglichkeiten haben als die älteren. Vielleicht wird aber folgender Umstand zu bedenken sein: Wahrscheinlich leben die jungen Tiere in anderen Höhen des Wassers, welches nicht so stark mit Sporen infiziert werden kann. Wie dem auch sei, jeder spätere Experimentator muß dieselbe Frage für seine Spezies lösen, wie es möglich ist, ein ganz einwandfreies Material zu erhalten, ehe infiziert werden kann. Fische künstlich in Aquarien aufzuziehen, würde dieses Problem auch nicht einwandfrei lösen, da durch die feinen Zulaufsöffnungen der Aquarien, selbst wenn sie mit Gaze verstopft sind, Sporen in das Bassin kommen können. So bleibt nichts übrig, als gefangene Tiere, in diesem Falle *Coris vulgaris* und *Coris giofredi*, längere Zeit einer Hungerkur im Aquarium zu unterwerfen und dann die Tiere auf Parasiten zu kontrollieren.

Alle zu den Infektionsversuchen gebrauchten Tiere, das waren im Jahre 1911 ungefähr 89, wurden 14 Tage lang vorher in dem Versuchsbekken gehalten. Nach dieser Zeit zeigte es sich oft, daß ein Probeexemplar die Gallenblase voller Parasiten hatte, wenn auch das Rectum z. B. sporenfrei war. Wurden dann die Tiere wieder mit sterilen

Fleischstückchen gefüttert, so fand sich sehr oft, daß dann der Rectumsinhalt sporenfrei wurde, während bei manchen Tieren die Gallenblase reichlich vegetative Formen hatte. Da es für die späteren Infektionsversuche nicht von Belang ist, ob neben den jüngsten Entwicklungsstufen wieder Formen sind, die erst kürzlich Sporen gebildet haben, so wurde solches Material benutzt.

Unter den Tieren befanden sich also zur Zeit der Infektion

1. völlig parasitenfreie, wie zahlreiche Proben zeigten und
2. solche mit vegetativen Stadien in der Gallenblase.

Hierauf wurde bei der späteren Deutung der Befunde geachtet.

Gewöhnlich wurden 20 Gallenblasen aus *Coris giofredi* oder *Coris vulgaris* genommen und in das Bassin getan, nachdem die vorbereiteten Versuchstiere in den Behältern vorher gehungert hatten. Dieses frische Fleisch fraßen die Fische, wie oft beobachtet wurde. Daß die Tiere manchmal plötzlich in den ersten Tagen nach der Infektion starben, ist nicht zu verhindern; mit dem Gallenblaseninhalt wurden auch alle anderen Mitbewohner der Gallenblase verfüttert, so daß auch hier Komplikationen leicht auftreten können; wie ja auch schon AUERBACH sagt, daß es nicht leicht ist, reichliches Material vor der Infektion längere Zeit lebend im Bassin zu erhalten.

Der erste Versuch (20 Tiere) vom 31. März lehrte, daß nur 14 Tiere von ihnen eine vierwöchentliche Vorhaft vertragen konnten. Am 8. April lebten alle Tiere, am 11. April wurde ein Tier getötet, das keine Parasiten hatte. Dann wurden nochmals am 12. April 20 Gallenblasen verfüttert. Am 24. April starb ein Tier, am 25. April wurden drei Tiere getötet, am 26. April wieder ein Tier, am 30. April, 2. Mai und 3. Mai starb je ein Tier. Am 22. Mai wurden alle Tiere getötet. Die Tiere aus dem ersten Versuch haben also 52 Tage die erste und 40 Tage die zweite Infektion überlebt. Die Tiere, welche vorher starben, hatten sehr häufig Hefen in allen ihren inneren Organen und auch Microsporidien. Versuche, bei denen Microsporidien gefunden wurden, wurden bei der späteren Durcharbeitung ausgemerzt, damit vollständig einwandfreies Material vorlag.

Der zweite Versuch, der 23 Tiere umfaßte, lief vom 3.—22. Mai 1911. Er zeichnete sich dadurch aus, daß ganz besonders viele Tiere starben. Die erste Infektion fand am 3. Mai, die zweite am 6. Mai statt. Einen Tag nach der ersten Infektion wurde ein Tier getötet, 6 Tage nach der zweiten wurde ein zweites Tier getötet, Am 13. Mai starben 18 Tiere, am 21. Mai wurde ein Tier getötet,

am 22. Mai starben die restlichen zwei Tiere, die zahlreiche Hefen enthielten. Es fragt sich natürlich, ob die Hefen die Tiere schon während des Lebens oder erst nach dem Tode so stark besiedelt haben. Wenn am Abend die Tiere noch lebend waren, fanden sich morgens früh tote Tiere im Bassin. Bei der im Mai herrschenden Wärme ist es nicht ausgeschlossen, daß sogar in dem kühlen Fischbecken der Zoologischen Station von Neapel, das sich im Kellerraum befand, diese Hefen so stark erst nach dem Tode wuchsen; Microsporidien fanden sich bei diesem Versuch nicht.

Der dritte Versuch dauerte vom 11. Mai bis 1. Juni und umfaßte 22 Tiere. Die erste Infektion fand am 11. Mai, die zweite am 18. Mai statt. Am ersten Tage nach der Infektion wurde ein Tier getötet, 7 Tage nach der ersten Infektion und 1 Tag nach der zweiten wurde je ein Tier getötet. Elf Tiere wurden 20 Tage nach der ersten und 13 Tage nach der zweiten Infektion getötet; es blieben 13 Tiere zur Verarbeitung übrig. Dieses Material hatte keine Microsporidien.

Der letzte Versuch aus dem Jahre 1911 erwies sich als am günstigsten. Es wurden wieder 20 Tiere vorbereitet, und damit ganz genau alle Stadien des Entwicklungsganges studiert werden konnten, wurde nur einmal infiziert und zwar am 1. Juni. Diese Tiere waren schon vom 1. Mai bis 1. Juni im Bassin zur Vorbereitung gewesen. Bei diesem vierten und letzten Versuch waren alle früheren Erfahrungen verwandt worden, so daß hier sicher gut vorbereitetes Material genommen wurde.

Die einzige Infektion fand am 1. Juni statt; nach 16 Tagen wurde ein Tier getötet, nach 17 Tagen sieben Tiere, nach 49 Tagen ein Tier, nach 90 Tagen elf Tiere. Die letzten elf Tiere, die also 90 Tage nach der Infektion getötet wurden, wurden durch das Entgegenkommen von Herrn Prof. Dr. GROSS nach Berlin zur Untersuchung geschickt. So stellte also gerade der vierte Versuch ein ziemlich vollständiges Material, und von diesen Tieren wurden der Magen- und Darmkanal und die Gallenblase ganz besonders untersucht; die Abbildungen beziehen sich fast nur auf das Material, das nach diesen strengen Vorsichtsmaßregeln infiziert worden war.

Im Jahre 1913 bei einem späteren Aufenthalt in Neapel wurden noch einmal 20 Tiere infiziert. Diese wurden in den ersten 10 Tagen nach der Infektion getötet und Ausstriche aus den Gallenblasen gemacht, um die an den Schnitten gewonnenen Ergebnisse auch an infizierten Ausstrichen zu prüfen. Auch während der im Jahre 1911 ausgeführten Versuche wurden fortgesetzt frische Ausstriche unter-

sucht. Die frühe Jugendform der Leptothecen in Ausstrichen wieder zu erkennen, ist ungemein schwierig; erst die Kontrolle mit nach verschiedensten Methoden vorbereiteten Schnittpräparaten läßt es zu, solches Material mit in die Deutung hineinzubeziehen.

Fixiert wurde entweder mit Alkohol, um später die einzelnen Gegenfärbungen zu machen, die schon ERDMANN (1916) mit Erfolg für die Bestimmung der Granulationen bei *Chloromyxum leydigi* angewandt hat, oder mit SCHAUDINN'schem Sublimatalkohol, BOUIN'scher CARNOY'scher und FLEMMING'scher Konservierungsflüssigkeit. Um besonders schonend vorzugehen, wurden die Fixierungsflüssigkeiten mit einer feinen Kanüle in die Gallenblase eingespritzt, damit das langsame Eindringen der Konservierungsflüssigkeit in die Gallenblase vermieden wird. Das Aufschneiden der kleinen Corisgallenblasen ist nicht zu empfehlen, weil dadurch die Lageverhältnisse der Tiere verändert werden. Die Galle selbst ist in den Gallenblasen des Coris nicht so dickflüssig und daher bei der Untersuchung nicht so störend.

Mit Absicht wurde *Coris giofredi* für die Infektionsversuche genommen, 1. weil das Tier selbst im Bassin widerstandsfähig ist, wenn man die beste Fütterungsmethode ausprobiert hat, 2. weil seine Gallenblasen klein sind und geeignete Schnitte liefern und 3. weil selten Microsporidien in den Gallenblasen gefunden wurden. Auf Taf. 15 Fig. 9 ist ein infizierter toter *Coris giofredi* dargestellt, an dem die anderen *Coris* schon Teile des Darmkanals also auch die Gallenblase angefressen hatten.

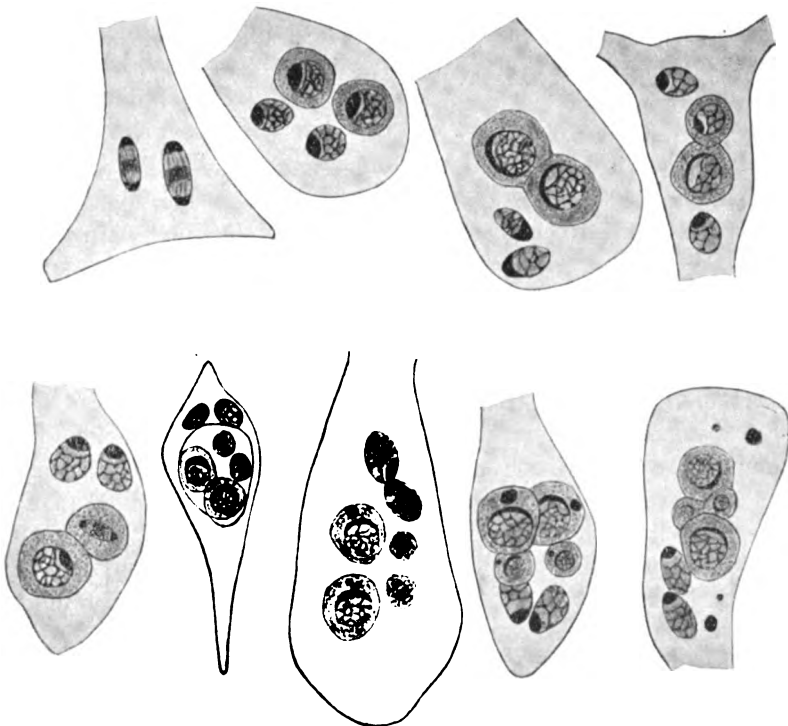
Gefärbt wurden die Schnitte mit GIEMSA'schem Gemisch, mit HEIDENHAIN'- und DELAFIELD'schem Hämatoxylin mit oder ohne Eosinfärbung. Zum Nachweis von Glykogen wurde die BEST'sche Methode angewandt, die sehr gute Resultate lieferte.

Kurzer Überblick der Forschungsergebnisse der Jugendgeschichte der disporeen Myxosporidien.

Besonders die Jugendgeschichte der disporeen Myxosporidien ist von den meisten Forschern sehr kurz behandelt worden, so daß es nicht überflüssig erscheint, ganz kurz in chronologischer Reihenfolge die bisherigen Ergebnisse zusammenzustellen.

AWERINZEW (1909) beginnt den Lebenszyklus bei *Ceratomyxa drepanopsettae* mit dem zweikernigen Amöboid, das „ohne allen Zweifel“ sich aus dem einkernigen durch karyokinetische Teilung des ursprünglichen Kerns bildet (Textfig. 1). Die einkernigen Formen

konnte er trotz eifrigen Nachforschens an zahlreichen Präparaten nicht auffinden; stützt sich aber auf die Tatsache, daß er bei einer disporeen Myxosporidie, die in der Gallenblase als Parasit lebte, mehrere Male Amöboide mit einem Kern gefunden habe (p. 78). Unter gleichzeitiger karyokinetischer Teilung der beiden Amöboidkeimkerne bilden sich zwei somatische und zwei generative Kerne,



Textfig. 1. AWERINZEW, Zweikerniges Amöboid, Bildung der somatischen und generativen Kerne und Gametenkopulation mit Chromatinreduktion, Abb. 4—12, Taf. 7.

die sich voneinander durch Dimensionen, Struktur und die färberischen Eigenschaften ihrer Bestandteile unterscheiden. Die somatischen Kerne liegen frei im Cytoplasma des Amöboids, ohne irgendwelche Vorgänge des sie umgebenden Mediums hervorzurufen mit Ausnahme des nötigen Gleichgewichtes zwischen den Prozessen der Assimilation und des Zerfalls der Stoffe in der Zelle. Um die generativen Kerne beginnt eine allmähliche Konzentration des Protoplasmas, was zur Differenzierung zweier einzelner Zellen führt, aus welchen späterhin durch aufeinanderfolgende Teilungen die Anisogameten werden, die dann paarweise unter nachfolgender Ver-

schmelzung ihrer Kerne miteinander kopulieren. Vor der Teilung der Gameten wird eine Reduktion ihres Chromatins durch Infiltration in das umgebende Protoplasma beobachtet. Es folgt dann die Sporenbildung.

MAVOR (1916) beobachtete bei der disporeen *Ceratomyxa acadensis*, daß das früheste Stadium einen Kern enthält. Durch heteropole Teilung entsteht daraus ein trophischer und ein propagativer Kern, die sich wieder teilen, so daß ein vierkerniges Stadium resultiert. Die Sporoblasten werden durch Aneinanderlegen („coming together“) der ursprünglich getrennt liegenden Zellen gebildet, ähnlich wie es AWERINZEW bei *Ceratomyxa drepanosettae* beschrieb.

DAVIS (1916) beschreibt bei der disporeen Form von *Sphaerospora dimorpha* einen Trophozoiten, der zwei Kerne gleicher Größe besitzt (p. 338). Nach Ansicht des Autors sind beide Kerne durch mitotische Teilung eines früheren einkernigen Stadiums entstanden. Das Schicksal der beiden Kerne ist verschieden; der eine wird der vegetative, während der andere generativ ist und die Sporen später bildet.

GEORGÉVITCH (1917) hat den Entwicklungszyklus der disporeen *Ceratomyxa herouardi* studiert. Unter dem Einfluß des neuen Milieus findet außerhalb der Spore zwischen den beiden Kernen des Amöboidkeims, welche in der Spore zwar nahe aneinander aber doch immer getrennt lagen, eine Copulation statt (Textfig. 2). Die einkernige Zygote, nachdem sie eine gewisse Zeit umhergeirrt ist, heftet sich an die Gallenblasenwand an und teilt sich zweimal. Darauf folgt ein Ruhestadium mit drei Kernen, von denen ein größerer vegetativ ist, während die beiden anderen generativ sind und die Sporen bilden. Das Schicksal des Pansporoblasten ist verschieden; es können die Stadien der Schizogonie folgen, in denen geschlechtliche und ungeschlechtliche Generationen abwechseln, oder unmittelbar der Prozeß der Sporulation.

STEMPELL (1919) fand in der Gallenblase von *Coris julis* und *Coris giofredi* eine disporee Myxosporidie der Gattung *Leptotheca*, deren freier Amöboidkeim zuerst einkernig ist; dieser entsteht aus dem zweikernigen innerhalb der Spore durch Kernverschmelzung, die in der Spore nachweisbar ist. Aus dem einkernigen freien Keim entwickelt sich durch „eine Art primitiver Karyokinese“ ein dreikerniges Tier, von dem die zwei größeren generativen sich zu Sporenanlagen umbilden, während der dritte kleinere als vegetativer Restkern im Protoplasma unverändert liegen bleibt (Textfig. 5).

Zusammenfassend ergeben sich, wenn man von den Untersuchungen AWERINZEW's und MAVOR's absieht, die noch eine große Lücke hinsichtlich der Jugendgeschichte aufweisen, drei Auffassungen: Nach DAVIS erfolgt die Verschmelzung der beiden Gametenkerne während des Ausschlüpfens aus der Spore, so daß das eben befreite Tier einkernig ist; durch mitotische Teilung entsteht ein zweikerniges, dessen einer Kern vegetativ ist, während der andere generativ wird. GEORGÉVITCH beschreibt ein zweikerniges auskriechendes Tier, die Gametenkerne copulieren außerhalb der Spore; die Zygote teilt sich zweimal, und von den drei Kernen ist der größere vegetativ, während die beiden kleineren zu Sporenanlagen werden. Nach STEMPPELL's Auffassung copulieren die Gametenkerne des Keims schon in der Spore, und die einkernige Zygote teilt sich zweimal, so daß zwei größere generative und ein kleinerer vegetativer Kern resultieren.

Das Auskriechen der Jugendform.

Im folgenden ist die Bezeichnung „Amöboidkeim“ für das aus der Spore auskriechende Tier vermieden worden und dafür der allgemeinfassendere und nichts präjudizierende Ausdruck „Jugendform“ gebraucht, da alle nackten Stadien ihre Ortsbewegung durch die amöboide Bewegung bewerkstelligen.

Über das Ausschlüpfen der Jugendform stehen mir leider keine eigenen Beobachtungen zur Verfügung. Die wenigen genaueren Angaben über diesen Prozeß stammen auch nicht von fixiertem Material, sondern aus Lebendbeobachtungen. Der Vorgang selbst scheint bei den verschiedenen Gattungen sowohl bei den di- wie den polysporeen Myxosporidien ähnlich abzulaufen, so daß darauf nur kurz eingegangen werden braucht.

AUERBACH (1909), ERDMANN (1911), GEORGÉVITCH (1914) und DAVIS (1916) gaben Mitteilungen darüber bei den polysporeen Myxosporidien.



Textfig. 2. GEORGÉVITCH (1917), Kopulation der beiden Kerne des Amöboidkernes, Tome 56, Pl. 2 Fig. 16—18.

Bei den disporeen Myxosporidien ist dieser Vorgang nur bei *Ceratomyxa herouardi* von GEORGÉVITCH (1917) studiert worden (Textfig. 2). P. 380 heißt es: „Il est très rare d'observer cette germination, c'est

pourquoi nous l'avons représentée par notre figure 2, trouvée une fois seulement après l'examen de centaines de préparations. La spore de *Ceratomyxa* en germination laisse écarter les deux cones valvaires par leur base c'est-à-dire à la place de leur ancienne suture; c'est par là que le sporoplasme se délivre par un mouvement amiboïde, qui fort probablement contribue à cette sortie, en exerçant sa pression à l'endroit de suture. Le sporoplasme délivré se présente sous une forme amiboïde (fig. 16), émettant un gros pseudopode et en s'accroissant autant par son protoplasme que par ses noyaux."

Während so die anatomischen Tatsachen des Ausschlüpfens festzustehen scheinen, und das Auskriechen in einem **anderen** Wirte physiologisch annehmbar ist, konnte bei verschiedenen Gattungen eine Keimung in demselben Wirte beobachtet werden. So kann bei *Myxobolus pfeifferi* THÉL., *Myxobolus cycloides* THÉLOH., *Myxobolus swellengrebelli* SCH. STEK. und *Henneguya psorospermatice* THÉL. eine Keimung der Sporen in dem ursprünglichen Wirte stattfinden. Es ist denkbar, daß etwas Ähnliches bei *Leptotheca macrospora* vorkommt, da in manchen Präparaten, die reichlich reife Sporen aufwiesen, bisweilen in ihrer Nähe ganz junge ausgekrochene Stadien vorkommen. Da es aber ganz unmöglich ist, parasitenfreies Material zu bekommen, so ist es auch möglich, daß hier neben der künstlichen noch eine natürliche Infektion bestanden hat. Auf diese Verhältnisse ist bereits in dem Kapitel „Material und Methode“ eingegangen worden.

Die Jugendform kurz nach dem Auskriechen aus der Spore.

Genauer beantwortbar aber ist folgende Frage: was geschieht mit der Jugendform, nachdem sie zum Vorschein gekommen ist? Eine Antwort darauf werden die jüngsten Stadien geben.

Die eben ausgeschlüpften Tiere sind ziemlich schwer zu finden und daher auch von vielen Untersuchern übersehen worden. Sie gleichen an Größe denen in der Spore; doch gibt es auch hier Unterschiede, die durch die verschiedenen Lebensbedingungen begründet werden. Taf. 13, Fig. 2 u. 3 zeigen, wie different die Größenunterschiede zweier annähernd gleichaltriger Tiere zu sein vermögen, auch wenn man die verschiedenen Vergrößerungen berücksichtigt. Ihre Form ist nahezu kreisrund, im Zustand der geringsten Oberflächenspannung, während in der Spore die Keime meistens wechselnde Formen zeigen und bei der Aufsicht kreissektorartige Gestalt haben, so daß der von den Polkapseln freigelassene Raum innerhalb der Spore völlig ausgefüllt wird (Taf. 13, Fig. 1).

Das Cytoplasma der befreiten Tiere (Taf. 13, Fig. 1, 2 u. 3) ist charakteristischerweise dichter als innerhalb der Spore, wo die beiden Kerne gleichsam von einem zarten Protoplasmaschleier umgeben werden. Die Deutung dafür ist darin zu suchen, daß das Tier außerhalb der Spore für die Nahrungsaufnahme anders ausgerüstet sein muß, als innerhalb der Spore, in welcher die osmotischen Verhältnisse anders sind und die Stoffwechselforgänge auf ein Minimum herabgesetzt sind. Das Cytoplasma erscheint um die Kerne herum nahezu homogen, während die äußeren Zonen von feinkörnigerer Struktur sind (Taf. 13, Fig. 2 u. 3). Teilweise umschließen feinste Granula das Zentrum mit den Kernen, was besonders bei den Präparaten deutlich zum Ausdruck kommt, die mit SCHAUDINN'schem Sublimataalkohol fixiert und nach HEIDENHAIN gefärbt sind (Taf. 13, Fig. 3).

AUERBACH hat bei älteren vegetativen Formen von *Leptotheca macrospora* ein vom Ectoplasma getrenntes Entoplasma beschrieben. Während das Ectoplasma homogen ist, zeigt das Entoplasma deutliche Körnelung. Bei meinen Untersuchungsobjekten ist dieser Unterschied nur angedeutet, was ja natürlich ist, da die Tiere noch nicht lange außerhalb der Spore leben. Taf. 13, Fig. 3 zeigt am Rande eine schmale homogene Zone von Ectoplasma und zwei kurze, strangförmige Pseudopodien von homogener Struktur. Charakteristisch für diese jungen Formen ist die Armut bzw. das Fehlen von Pseudopodien. Die Kerne gleichen einander gewöhnlich strukturell und sind von der gleichen Größe. Natürlich existieren auch Ausnahmen, und es wurden sowohl in der Spore wie bei den eben ausgeschlüpften Keimen Kerne beobachtet, deren Größe verschieden war.

Die Form der Kerne ist ungefähr rundlich bis oval, daneben kommen auch unregelmäßige Gestaltungen vor: So ist auf Taf. 13, Fig. 3 der linke Kern in einen gedrehten Strang ausgezogen.

Die Struktur der Kerne ist nach Fixierung mit SCHAUDINN'schem Sublimataalkohol bei Färbung mit DELAFIELD'schem Hämatoxylin-Eosin gleichmäßig feinkörnig (Taf. 13, Fig. 2).

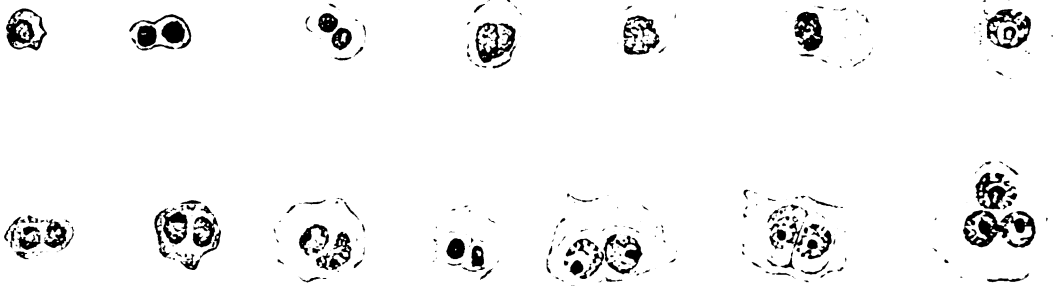
Der Binnenkörper liegt meistens exzentrisch ja sogar beinahe an der Kernmembran. Fast alle neueren Untersucher weisen auf diese Lage bei den verschiedenen Myxosporidiengattungen hin. Bisweilen ist er durch strahlenförmige Fäden mit der Kernmembran verbunden. Taf. 13 Fig. 2 zeigt zwei Kerne eines eben zum Vorschein gekommenen Tieres mit Binnenkörpern. In dem Präparat erscheinen die Binnenkörper um einige Nuancen dunkler und durch eine enge Saftzone gegen den Außenkern abgegrenzt. Im allgemeinen schwankt die Größe des Nucleolus zwischen $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{7}$ des Kerndurchmessers.

In der Literatur finden sich nur wenig Anknüpfungspunkte an diesen Befund. AWERINZEW und MAVOR haben die jüngsten Stadien von *Ceratomyxa* nicht gesehen, was aus ihrer Beschreibung und ihren Abbildungen hervorgeht.

AWERINZEW (1909) bildet auf Abbildung 4 (Textfig. 1) ein zweikerniges Tier ab, das nach seiner Auffassung aus dem hypothetischen einkernigen entstanden ist. Leider fehlen, wenn man von den diagrammatischen Abbildungen 1—3 absieht, reife Sporen zum Vergleich, ob es sich bei dem zweikernigen Tier um ein eben zum Vorschein gekommenes oder schon länger befreites Stadium handelt.

MAVOR (1916) beginnt den Lebenszyklus von *Ceratomyxa acadensis* mit dem einkernigen Tier (Pl. 1, Fig. 1). In der Spore enthält der Keim aber zwei Kerne, die aneinanderliegen und sich berühren (p. 562). Daraus folgt logischerweise, daß das eben zum Vorschein gekommene Tier zweikernig sein muß, und zwischen dem einkernigen freien und dem zweikernigen in der Spore doch ein zweikerniges jüngstes Stadium einzureihen wäre. Dies ist die Lücke in MAVOR's Untersuchungen; denkbar wäre noch, daß der Keim innerhalb der Spore einkernig würde. Doch auch darüber erhält man keine Auskunft.

Nach GEORGÉVITCH (1917) ist der ausgekrochene Keim bei *Ceratomyxa herouardi* zweikernig (p. 380). Dieser Autor hat vielleicht wirklich die jüngsten Stadien gesehen, was auch aus seinen Abbildungen hervorgeht (Textfig. 2).



Textfig. 3.

H. S. DAVIS (1916), Ausgekrochene Amöboide und Sporoblastenbildung.
Taf. 1, Fig. 3—16.

DAVIS (1916) gibt an, daß „wahrscheinlich“ während der Keimung die beiden im Sporoplasma getrennt liegenden Kerne verschmelzen (p. 360). Daher ist das zum Vorschein gekommene Tier einkernig (Textfig. 3). Vielleicht kann man seine Abbildungen anders anordnen und dann zu der Deutung kommen, daß der auskriechende Keim

zweikernig ist, da ja der Autor seine Ansicht durch keine Abbildung belegt hat.

Umordnung der Abbildungen von DAVIS.

Pl. 1	Fig. 3	=	Stadium 4
" 1	" 4	=	" 1
" 1	" 5	=	" 2
" 1	" 6	=	" 3
" 1	" 7	=	" 5

STEMPELL (1919) nimmt an, daß das jüngste Stadium von *Leptotheca coris* einkernig ist (Textfig. 5), und die beiden Kerne des Sporoplasmas schon innerhalb der Spore copulieren. Seine Figuren 87 und 88 zeigen die Verschmelzung der beiden Kerne. Nach meiner Ansicht ist die Caryogamie innerhalb der Spore zwar möglich aber doch wenig wahrscheinlich, da die Lebensvorgänge innerhalb der Spore in dem Keim wahrscheinlich auf ein Minimum reduziert sind. Denkbar wäre es allerdings, wenn der von außen kommende Reiz, der die Entkeimung veranlaßt, so stark ist, daß auch die beiden Kerne schon innerhalb der Spore copulieren.

Zusammenfassung und Diskussion.

Es ist also festgestellt, daß die eben zum Vorschein gekommene Jugendform von *Leptotheca macrospora* zweikernig ist.

Jedenfalls bringt keiner der übrigen Forscher, die die Jugendgeschichte einer disporeen Myxosporidie studiert haben, genügend eindeutige Argumente für die Behauptung, daß das jüngste Stadium einkernig ist.

AWERINZEW's und MAVOR's Untersuchungen befriedigen in dieser Hinsicht nicht, da beide Autoren die Jugendstadien überhaupt nicht gesehen haben.

DAVIS gibt für seine Behauptung, daß die Copulation bereits bei der Entkeimung erfolge, keinen Beweis, und STEMPPELL's Annahme, daß die Copulation innerhalb der Spore erfolge, mag aus den oben angeführten Gründen eine Ausnahme sein.

Es ist daher GEORGÉVITCH zuzustimmen, daß der eben befreite Keim zweikernig ist und in diesem Zustand noch eine gewisse Zeit beharrt.

In dieser Richtung liegen auch die neuesten Forschungsergebnisse bei den polysporeen Myxosporidien. ERDMANN (1911) behauptet, daß das eben ausgekrochene Tier zweikernig ist, und spätere Untersuchungen an Schnittpräparaten (1917) haben diese Ansicht bestätigt.

Nach GEORGÉVITCH (1914) ist der Amöboidkeim von *Henneguya gigantea* zweikernig. Bei *Myxidium gadi* hat dieser Forscher (1919) das Los der Amöboidkeime nicht studiert, sondern nur gefunden, daß sie innerhalb der Spore zweikernig sind (p. 263).

SCHUURMANS-STEKHOVEN jr. (1920) bildet in Fig. 33 ein junges, eben ausgekrochenes zweikerniges Stadium ab, dessen Ausdehnungen etwa zweimal so groß sind wie die des in der Spore befindlichen Keimes. Die Kerne ähneln überdies einander auch, so daß man annehmen kann, es in der Tat mit einem eben zum Vorschein gekommenen Tier zu tun zu haben.

In seiner neuesten Arbeit hat DAVIS (1923) bei *Lentospora ovalis* die jüngsten Stadien nicht gesehen, da seine Abbildungen 6a und 6b schon ein dreikerniges Tier zeigen (p. 429); auch ist hier noch keine Differenzierung in vegetative und generative Kerne vorhanden. Erst Fig. 4 stellt diese beiden Typen dar, deren Ursprung der Autor aber nicht verfolgen konnte, sondern „vermutet“, daß sie in Analogie mit *Sphaerospora dimorpha* durch Teilung eines Kernes gebildet werden (p. 432). Also auch hier klafft eine Lücke, die der Autor nicht hat überbrücken können.

Der Sexualprozeß.

1. Die Gametencopulation.

Im Verlauf der weiteren Entwicklung wurde festgestellt, daß sowohl Cytoplasma wie Kernvolumen der Jugendform sich erheblich vermehrt haben und die beiden Kerne aneinanderrücken, so daß sich ihre Kernmembranen berühren. Findet nun eine Caryogamie statt? Bevor dieses Problem erörtert wird, sei erwähnt, daß in der folgenden Darstellung die beiden Kerne der Jugendform, da sie zur Vereinigung in einem Befruchtungsakt bestimmt sind, als Gameten (Kerne) bezeichnet werden. In der neueren und neuesten Myxosporidienliteratur wird die Kernverschmelzung der Gameten teils beobachtet, teils theoretisch gefordert. Doch gibt es noch eine andere Auffassung, deren Vertreter ihr Vorkommen ablehnt. Darauf soll weiter unten noch näher eingegangen werden.

Eigne Beobachtungen zeigen, daß bei den Kernen, die sich aneinander gelegt haben, an der Berührungsstelle die Kernmembranen einreißen. Es ist vielfach der Einwand erhoben worden, daß es sich bei der Verschmelzung der Kerne um passive Quetschungen handelt; im Gegensatz dazu konnte festgestellt werden, wie zunächst die Kernachsen sich an zwei Punkten nähern und sich schließlich be-

rühren; es folgt durch das Loch an der Berührungsstelle die Verschmelzung der beiderseitigen Chromatinmassen. In Taf. 13, Fig. 4 sieht man, wie das Chromatin, das bei den beiden Kernen den ganzen von der Membran umschlossenen Raum ausgefüllt hatte, abströmt und längs der Membran eine deutliche achromatische Zone entsteht. In der nächsten Abbildung (Taf. 13, Fig. 5) hat sich ein Chromatintropfen gebildet; bisweilen lassen sich noch an den entgegengesetzten Polen die beiden einzelnen Kernkörper beobachten.

In dem so gebildeten Syncaryon tritt, wie es auch STEPELL bei *Leptotheca coris* beschrieb, eine starke Vergrößerung der Chromatinbestandteile auf, wobei die Kernkörperchen verschwinden. Taf. 13, Fig. 6 zeigt ein Präparat, das mit SCHAUDINN'schem Sublimatalkohol fixiert und mit BEST'scher Glycogenfärbung behandelt ist. Der große nahezu runde Kern ist von zahlreichen größeren Chromatingranula ausgefüllt.

AWERINZEW (1909) scheint eine zweifache Caryogamie anzunehmen, einmal am Beginn der vegetativen Entwicklung, da er das einkernige Tier als Ausgangspunkt der Entwicklung annimmt und am Ende der vegetativen Entwicklung, wo die Anisogameten copulieren. Den Vorgang selbst beschrieb der Autor nicht.

MAVOR (1909) bildet auch ein einkerniges Stadium am Anfang des Zeugungskreises ab; jedoch berührt er nicht die Frage, wie das einkernige Tier aus dem zweikernigen Sporoplasma entstanden ist.

DAVIS (1916) „vermutet“ eine Caryogamie bei der Keimung (p. 360) und deutet Fig. 7 (Textfig. 3) als das frühe Stadium des definitiven Trophoziten, das durch Verschmelzung zweier Gameten entstanden sein könnte. Demgegenüber bedeuten die Arbeiten von GEORGÉVITCH und STEPELL einen wesentlichen Fortschritt.

GEORGÉVITCH (1917) konnte bei der dispoeren *Ceratomyxa herouardi* den Akt der Caryogamie beobachten (Textfig. 2). Er schreibt p. 380: „Ce n'est qu'un certain temps après, quand le germe amiboïde a amassé quelques réserves, ce qui se traduit par son accroissement et une énergie appréciable, que les deux noyaux (n. gamètes de HARTMANN) vont en ce touchant, se conjuguer en un syncaryon. Après une caryogamie complète, on obtient un zygote uninucléé.“

STEMPELL (1919) hat (p. 133) in einigen wenigen Fällen Bilder gesehen, die eine deutliche Verschmelzung der beiden Kerne innerhalb der Spore dartun. Die Kerne legen sich dicht aneinander, die Membran verschwindet an einer Stelle, und die Kerninhalte mischen sich miteinander unter starker Vergrößerung ihres Gerüstwerkes. Dabei weist dieser Forscher darauf hin, daß die Binnenkörper vor

der Verschmelzung verschwinden (vgl. Fig. 87, 88, 118). Zuweilen findet man im Sporoplasma kleine, stark lichtbrechende Körper, die sich nicht mit Osmiumsäure schwärzen und vielleicht ausgestoßene Binnenkörperreste sind.

Taf. 13, Fig. 7 entstammt demselben Schnittpräparat wie die vorige Abbildung und veranschaulicht ein folgendes Stadium. Es sind deutlich acht grobe Chromatinkörper zu erkennen, von denen der untere rechts etwas größer als die anderen erscheint, während die anderen nahezu das gleiche Volumen haben. Diese Gebilde liegen im Zentrum des Kernes und werden durch eine mehr oder minder breite Saftzone von der Membran getrennt. Ob es sich dabei um echte Chromosomen handelt, von denen je vier jedem Gameten zukommen, wage ich nicht bestimmt zu behaupten. Die folgende Abbildung (Taf. 13, Fig. 8) zeigt auch acht chromatische Gebilde im Kern und stammt von einem anderen Präparat. Die Färbung ist hier Eisenhämatoxylin-HELDENHAIN. Im Gegensatz zum vorigen Präparat liegen die chromatischen Elemente mehr diffus im Kern. Auffällig ist auch hier die Zahl acht.

Zusammenfassung und Diskussion.

Folgendes kann in den Vordergrund gestellt werden:

1. Gegenüber den Beobachtungen STEMPPELL's und in Übereinstimmung mit den Resultaten von GEORGÉVITCH findet bei *Leptotheca macrospora* außerhalb der Spore kurze Zeit nach der Keimung die Copulation der Gametenkerne statt.

2. Die Gametencopulation stellt sich als vollständige Caryogamie dar.

Bedeutungsvoll ist vielleicht, daß bei den polysporeen Myxosporidien ähnliche Vorgänge nach Drucklegung von AUEBBACH's großer Monographie beschrieben sind.

Nach ERDMANN (1911/17) ist es für *Chloromyxum leydigi* eine Tatsache, daß der Keim, wenn er die Spore verlassen hat, zweikernig ist (Teil 2, p. 290), wie es auch Taf. 17, Fig. 5 zeigt. Das Einkernigwerden jedoch scheint der Autor am infizierten Tier nicht beobachtet zu haben, da seine Fig. 6 u. 7 von Myxosporidienformen stammen, die auf Gallenplatten gezogen wurden.

GEORGÉVITCH (1914) sah auch die jungen, eben ausgekrochenen Tiere von *Henneguya gigantea*. Es heißt p. 392: „Très rarement on voit la caryogamie de ces noyaux (fig. 6); la fusion de ces deux caryosomes n'a pu être suivie. Lorsque les deux noyaux de germe

fusionnent en un syncaryon et lorsque le protoplasme s'arrondit, le pansporoblast uninucléé (sphère primitive) prend naissance, point de départ du cycle de la plupart de mes devanciers“. Auch bei *Myxidium gadi* hat dieser Forscher (1919) die Caryogamie selbst nicht beobachtet, aber er stellt die einkernige Zygote als Ausgangspunkt des Entwicklungskreises hin (p. 263).

Dagegen gibt es nach Auffassung von SCHUURMANS-STEKHOVEN jr. (1919/20) keinen sicheren Beweis für das Vorkommen einer Caryogamie in dem eben befreiten jungen „Amöboid“ (Teil I, p. 42). Als Stütze für diese Anschauung gibt er als indirekten Beweis an, daß noch kein Autor die Copulation in allen Einzelheiten hat beobachten können, und jeder Hinweis auf Reduktionsteilung fehlt. Als direktes Argument dient ihm seine eigne Beobachtung mehrkerniger, freier Amöboide (p. 41), deren Auftreten „schon im Voraus“ die geringe Wahrscheinlichkeit einer Kerncopulation unmöglich mache.

Prüft man die Argumente dieses Forschers, so glaube ich, daß seine Behauptung nicht mehr aufrecht zu erhalten ist, nachdem bei di- und polysporeen Myxosporidien sowohl in Lebendbeobachtung wie an Schnittpräparaten von einer Reihe von Forschern der jüngsten Zeit die Kernverschmelzungsvorgänge teils beschrieben, teils abgebildet sind und über diesen Vorgang nahezu Einstimmigkeit erzielt ist. Außerdem ist nicht einzusehen, warum das Vorkommen mehrkerniger Myxosporidien eine Kerncopulation unmöglich mache, abgesehen davon, daß der Autor den Fehler macht, die Verhältnisse bei den Di- und Polysporeen hierin zu verallgemeinern. Bedeutungsvoller ist allerdings das Erfordernis einer Reduktionsteilung; im folgenden soll dieses Problem genauer erörtert werden.

In einer ganz jüngst erschienenen Arbeit läßt DAVIS (1923) bei der polysporeen *Lentospora ovalis* die Möglichkeit einer Gameten-copulation offen (p. 444), aber konnte dieselbe weder innerhalb noch außerhalb der Spore beobachten.

2. Die Chromatinreduktion.

Was geschieht nach der Copulation der Gameten zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts zwischen der Kernsubstanz und dem Protoplasma? ERDMANN (1917) hat zuerst vor und nach der Vereinigung der Gametenkerne in dem eben ausgeschlüpften Myxosporid die theoretisch zu fordernde Reduktionsteilung gesucht. Der Autor hat sie zwar nicht gefunden, aber darauf hingewiesen, daß gerade diese Stelle im Zeugungskreis für das Auftreten der Reduktions-

teilung wahrscheinlicher ist, als ihr Erscheinen am Anfang der Sporenbildung oder in der Sporenanlage selbst (p. 309).

Die zahlreichen anderen Autoren, die sich mit dem Problem beschäftigt haben, konnten eine echte Reduktionsteilung, die eine Zahlreduktion der Chromosomen darstellt, nicht einwandfrei nachweisen.

Die Reduktionsteilung setzt mit dem Vorgang ein, daß der Copulationskern, der nach vollzogener Verschmelzung annähernd rund ist, etwas polygonal wird. Den Beginn dieses Prozesses veranschaulicht Taf. 13, Fig. 9, wo das Präparat nach SCHAUDINN mit Sublimatalkohol fixiert und mit Eisenhämatoxylin HEIDENHAIN gefärbt ist. Am oberen Kernpol sind zwei Reihen chromatischer Granula von ungleichmäßiger Größe durch eine Saftzone von dem größeren Teile des Kerns getrennt. In Taf. 14, Fig. 1 ist die Ablösung eines runden chromatischen Körpers schon erfolgt, der bereits nahe der Peripherie des Tieres liegt. Taf. 14, Fig. 2 zeigt an der Kernseite gegenüber einer Konkavität einen chromatischen Körper, der durch einen gedrehten Strang mit dem Kern verbunden ist; an dem anderen Pol ist ein etwa gleichgroßer Chromatinbestandteil bereits ausgestoßen. Taf. 14, Fig. 3 zeigt drei und Fig. 4 und 7 a zeigen vier Chromatinkörper, die in zwei aufeinander senkrecht stehenden Ebenen liegen. In Taf. 14, Fig. 5 sind die Chromatinkörper in derselben Richtung hintereinander ausgestoßen worden.

AWERINZEW (1909) fand (Textfig. 1) im somatischen Teile der Amöboide von *Ceratomyxa drepanopsettae* während und nach Beendigung der Sporenbildung oder der Reifung der Gameten sehr häufig zwei bis drei, ja selbst vier ziemlich unregelmäßig gestaltete, große Chromatinkörperchen, die sich mit den verschiedenen Kernfärbungen intensiv färben. Schließlich zerfallen diese Körperchen allmählich früher oder später. Nach seiner Ansicht repräsentieren diese eben beschriebenen Körnchen Chromatingebilde, welche aus dem Körper der Gameten vor deren Copulation ausgestoßen werden.

Es taucht die Frage auf, ob es sich hier um echte Chromosomen handelt oder nur um Chromatinkörper, wie sie von mehreren Autoren beschrieben sind. Meiner Ansicht nach kann man dieses Problem nur im Vergleich mit anderen Präparaten lösen, die Gestaltung und Form der bei *Leptotheca macrospora* vorkommenden Chromosomen zeigen. Vergleicht man Fig. 6 und 9 (Taf. 14), von denen Fig. 6 mit BEST'schem Glycogen und Fig. 9 mit DELAFIELD'schem Hämatoxylin-Eosin gefärbt sind, so ist ohne weiteres die Ähnlichkeit der vier Reduktionschromosomen mit denen im sich teilenden Kern befindlichen in Fig. 5, Taf. 15 zu erkennen.

Die Reduktionschromosomen sind kleine elliptische bis längsovale Chromatinkörper, deren Größe ungefähr gleich ist; jedoch läßt sich hierüber natürlich keine Regel aufstellen. Taf. 14, Fig. 8 zeigt drei Reduktionschromosomen in Eisenhämatoxylin, Fig. 5 in derselben Färbung vier. Auffallend ist die Ähnlichkeit mit den acht Chromosomen des Syncaryons auf Fig. 7, Taf. 13. Gewöhnlich sind die Reduktionschromosomen von einem fein gekörneltten Protoplasmahof umgeben, was besonders in HEIDENHAIN-Präparaten zum Ausdruck kommt (Taf. 14, Fig. 1—5, 7 u. 8). Im weiteren Verlaufe kommen sie wahrscheinlich durch protoplasmatische Strömungen mehr nach der Zellgrenze zu liegen (Taf. 14, Fig. 6 u. 8); dort degenerieren sie schnell und sind nach kurzer Zeit nur noch schlecht mit Chromatinfarben sichtbar zu machen, bis sie schließlich gänzlich verschwinden. In dem zweikernigen Tier (Taf. 14, Fig. 6a) liegt am Rande noch ein schwach gefärbter Chromatinrest.

Es ist schon oben betont worden, daß nach Annahme einer Kernkopulation das Vorhandensein oder doch wenigstens die Andeutung einer Reifeteilung theoretisch gefordert werden muß. Demgegenüber erwähnen MAVOR (1916), DAVIS (1916) und GEORGÉVITCH (1917) das Reduktionsproblem entweder gar nicht oder konnten keine Anhaltspunkte für das Vorhandensein einer Reduktionsteilung finden, sondern beschreiben nur Restkerne.

STEMPELL (1919) versucht die Reduktionsfrage durch die Annahme zu lösen, daß der generative Kern, ehe er in die Knospungsvorgänge eintritt, sich einmal teilt, und jeder entstandene Kern einen Schalen- und Polkapselkern abschnürt, um dann wieder mit seinem Schwesterkern zu copulieren. Der Autor macht selbst auf die Sonderbarkeit seiner Hypothese aufmerksam, die darin liegt, daß hier zum erstenmal die Reifeteilungszellen nicht zugrunde gehen, sondern anderweitig verwandt werden. An sich wäre diese Annahme STEMPPELL'S durchaus nichts Außergewöhnliches, da ja bei den Metazoen am Schluß des Reifungsprozesses in der Spermatogenese alle vier von der Spermatogonie abstammenden Einzelzellen zu Samenfäden werden, während bei der Oogenese nur eine Zelle zum reifen Ei wird, und die drei anderen zugrunde gehen. Doch werden bei der Spermatogenese alle vier Zellen für den Sexualprozeß unmittelbar verwandt, während die Hypothese STEMPPELL'S eine vegetative Verwendung der „Reduktionskerne“ annimmt.

Zusammenfassung und Diskussion.

Bei *Leptotheca macrospora* werden nach der Copulation der Gameten von der Zygote vier Chromosomen ausgestoßen und zwar je zwei zu gleicher Zeit und häufig in zwei senkrecht aufeinander stehenden Ebenen. Die Reduktionschromosomen gleichen an Struktur und Form denen des Syncaryons und werden wahrscheinlich durch protoplasmatische Strömungen nach der Peripherie geschafft, wo sie allmählich degenerieren und schließlich verschwinden. Die Arbeiten von MAVOZ (1916), DAVIS (1916) und GEORGÉVITCH (1917), die disporée Myxosporidien untersucht haben, lassen dieses Problem noch völlig ungelöst. Im Sinne STEMPELL'S (1919) kann man diese Frage auch nicht lösen. Die Schwierigkeit für seine Auffassung besteht darin, daß einmal die Reifeteilung in der Regel vor der Trennung der Kerne einsetzt, und ferner die Reifeteilungszellen anderweitig verwandt werden. STEMPELL gibt p. 140 selbst zu, daß hierin etwas Sonderbares liegt.

Bei den polysporeen Myxosporidien will KEYSSELITZ (1908) als erste Reduktionsteilung „eventuell“ die bei der Umwandlung der Propagationszellen in Gametoblasten erfolgende Abschnürung der Hüllzelle ansehen und dieselbe in Parallele mit der Äquationsteilung der Eizelle setzen (Textfig. 4). Die später beim „Zwölfzellenstadium“ auftretenden vier rundlichen Körper hält der Autor für Reduktionskerne, also für die zweite Reduktionsteilung.



Textfig. 4. „Eventuelle Reduktion“ nach KEYSSELITZ (1908). Taf. 13, Fig. 40—44.

ERDMANN (1917) hat den Beweis erbracht, daß die bei der von KEYSSELITZ beobachteten „eventuellen Reduktionsteilung“ auftretende kleine Zelle stets die Zelle oder die Kerne der Hülle der Sporen oder der Sporencysten-hülle liefert und daher nichts mit der Reduktionsteilung zu tun hat.

GEORGÉVITCH (1914) spricht von Reduktion überhaupt nicht, obwohl bei seinem Objekt echte Chromosomen in der großen Zelle der Gametocyte vorhanden sind. Wie seine Abbildungen (T. 54, Fig. 31—38) zeigen, werden die kleinen Zellen zu Hüllzellen verwandt.

DAVIS (1923) beobachtete bei *Lentospora ovalis* keine Anzeichen für das Ausstoßen von Chromatinkörperchen aus Sporoblastenkernen.

Höchstens vereinzelt traf er chromatische Brocken an, deren Sitz und Zahl unbestimmt war (p. 444). Der Autor zweifelt daran, daß es sich um echte Reduktionskerne handelt, da sie auch sonst bei allen Spezies beobachtet werden müßten.

Neuerdings gibt GEORGÉVITCH (1919) an, die Natur des Sexualphänomens und seinen Platz im Entwicklungskreise exakt erkannt zu haben, und als erster eine zahlenmäßige Reduktion des Chromatins, wie sie bei den Metazoen bekannt ist, gefunden zu haben. Am Ende der Sporulation, im Stadium der sechs großen generativen und zwei kleinen vegetativen Kerne, stoßen zwei generative je ein Chromatinkorn von der Größe ihrer Caryosome aus; ferner hat der Autor einigemale Gametenkerne mit zwei Chromosomen gefunden (vgl. Fig. 13, 14), während bei der Kernteilung von *Myxidium gadi* vier Chromosomen gebildet werden.

Vergleicht man kurz die Befunde von GEORGÉVITCH mit meinen eigenen, so ist bei beiden Myxosporidiengattungen eine zahlenmäßige Reduktion des Chromatins gefunden worden; aber es bestehen folgende Unterschiede:

1. Bei *Leptotheca macrospora* tritt die Reduktion nach der Gametencopulation ein, während bei *Myxidium gadi* die Reduktion vor der Gametencopulation nachgewiesen wurde.

2. Die Gameten von *Myxidium gadi* besitzen die einfache generative Komponente, sind haploid, während bei *Leptotheca macrospora* die Geschlechtskerne das generative Chromatin und das „Reduktionschromatin“ besitzen.

Die Vermutung, die ERDMANN (1917) schon aussprach (p. 309), daß das Auftreten der Reduktionsteilung wahrscheinlich vor oder nach der Vereinigung der Gametenkerne stattfindet, dürfte jetzt bestätigt sein; und es wird Aufgabe späterer Untersuchung sein, festzustellen, ob die anderen Myxosporidiengattungen sich nach dem Typus *Leptotheca* oder *Myxidium* verhalten oder beide Typen vermischt bei der gleichen Spezies vorkommen.

3. Die der Reduktionsteilung folgende Mitose.

Schon während der Reduktion sind am Kern der Zygote verschiedene Teilungserscheinungen aufgefallen, die aber der besseren Übersicht halber bisher nicht erörtert wurden. So zeigt Taf. 14 Fig. 6b das Auftreten von vergrößertem Chromatin, und Taf. 14, Fig. 8 verschieden große Chromatinkugeln. Bevor auf die Teilungserscheinungen selbst eingegangen werden soll, sei vorausgeschickt, daß

meine Untersuchungen die Annahme einer echten Mitose bei *Leptotheca macrospora* gerechtfertigt erscheinen lassen.

In sehr häufigen Bildern kann man das frühe Prophasestadium beobachten (Taf. 14, Fig. 6 b u. 8). Als erste deutlich werdende Teilungserscheinung kommt es zur Entmischung und Ausdifferenzierung von Chromatin in kleinen Partikeln im Außenkern; Taf. 15, Fig. 1 zeigt eine gleichmäßige, feinkörnige Ablagerung von Chromatin im Außenkern. Manchmal ist noch die ursprüngliche, radiäre Anordnung vorhanden. Die Chromatinpartikel nehmen an Größe und Färbbarkeit zu; in Taf. 15, Fig. 2 sind die Granula schon ziemlich groß und haben in einer hellen Saftzone drei Fäden im Außenkern gebildet, während der Rand dunkler gefärbt ist. Das Resultat dieses Stadiums ist die Ausbildung kurzverzweigter, geknickter Chromatinfäden, die oft Anastomosen bilden. In Taf. 15, Fig. 3 bilden die Chromosomen eine x-förmige Verästelung, während der Binnenkörper in einem hellen Hof im rechten Kernraum liegt. Die Beobachtung BREMER's (1922), daß die den Kernraum umspannende Membran schwindet und eine allmähliche Mischung zwischen Kernsubstanz und Cytoplasma stattfindet, konnte für *Leptotheca macrospora* nicht bestätigt werden, sondern Taf. 15, Fig. 2—8 zeigen die Kernmembran deutlich in allen Teilungsphasen. Während der Ausdifferenzierung des Chromatins quillt der Binnenkörper auf und scheint sich aufzulockern (Taf. 15, Fig. 2). Ob bei *Leptotheca macrospora* irgendwelche Partikel vom Kernkörperchen abgestoßen werden, die zum Aufbau von Chromatinfäden gebraucht werden, konnte ich nicht definitiv feststellen. In Taf. 15, Fig. 3 ist der Binnenkörper noch nachzuweisen, während er in späteren Stadien nicht mehr beobachtet werden konnte.

Durch Verkürzung und Verdickung der Fäden entstehen die eigentlichen Chromatinfäden, deren Viererzahl deutlich festzustellen ist (Taf. 15, Fig. 4). Die Chromosomen sind von verschiedener Größe; darüber genauere Angaben zu machen, ist schwierig, da die perspektivische Verkürzung einzelner Teile eine Beurteilung der Größe erschwert, und die Chromosomen auch nie in einer Ebene zu sehen sind.

Zentripetale Kräfte vereinigen die Chromosomen im Stadium der Metaphase im Zentrum des Kernes, wo ihre Schleifenmitten einander zugekehrt sind (Taf. 15, Fig. 4).

In der Anaphase beginnt die Spaltung der Chromosomen; ob es sich dabei um eine Längsspaltung handelt, wie SCHUURMANS-STEKHOVEN jr. annimmt, konnte nicht festgestellt werden, da dieses Stadium offenbar sehr schnell abläuft und man meistens verklumpte Tochterplatten zu sehen bekommt (Taf. 15, Fig. 5—7).

Beim Übergang in den Ruhezustand lockern sich die Tochterplatten wahrscheinlich durch Flüssigkeitsaufnahme wieder auf.

Zusammenfassung und Diskussion.

Die Darstellung der Kernteilung von *Leptotheca macrospora* hat gezeigt, daß sie im allgemeinen als echte Mitose aufzufassen ist. Bisher sind bei den disporeen Myxosporidien noch nicht so häufig Kernteilungsbilder gefunden worden.

So hat AWEBINZEW (1909) nur zweimal Amöboide von *Ceratomyxa drepanopsettae* im Stadium der Äquatorialplatte gesehen (p. 78).

MAVOR (1916) konnte bei den vegetativen Formen nicht die exakte Natur der Kernteilung des ersten Stadiums untersuchen (p. 556).

GEORGÉVITCH (1917) äußert sich nur sehr kurz, daß man eine karyokinetische Spindel zwischen den beiden ungleichen Caryosomen der Zygote sieht (p. 384).

DAVIS (1916) „glaubt“, daß der zweikernige Trophozoit aus dem einkernigen durch mitotische Teilung hervorgeht (p. 338); den Teilungsvorgang selbst beschreibt der Autor bei den Propagationskernen.

Auch STEPELL (1919) konnte bei den vegetativen Formen die Kernteilung nicht häufig beobachten (p. 123) und faßt sie als eine Art „primitiver Caryokinese“ auf. Aus der Kombination der Bilder ergibt sich, daß der Kern sich streckt, während die Kernmembran undeutlich wird und sich hantelförmig einschnürt. Über das Verhalten des Binnenkörpers gibt der Forscher keine definitive Auskunft; wahrscheinlich wird seine Substanz während der Prophase aufgelöst.

Während also die Arbeiten über die disporeen Myxosporidien in dieser Hinsicht deutliche Mängel aufweisen, konnten die Untersuchungen der modernen Forscher bei den polysporeen Myxosporidien im allgemeinen die echte Mitose konstatieren. Mit Rücksicht auf die große Arbeit BREMER's (1922) ist es nicht nötig, auf die Ansichten der einzelnen Autoren einzugehen. Jedenfalls haben die Untersuchungen dieses Autors gezeigt, daß die Kernteilung bei *Myxidium heberkühnii* als echte Mitose aufzufassen ist. Es ist BREMER's Postulat nur zuzustimmen, daß die echte Mitose als Kernteilungsprinzip der Myxosporidien überhaupt betrachtet werden muß. Auch meine eigenen Beobachtungen bei *Leptotheca macrospora* scheinen dafür eine Bestätigung zu liefern.

Daraus ergibt sich die Forderung, daß echte Chromosomen d. h. solche mit autonomer Form und konstanter Zahl auftreten. Je mehr Myxosporidien gefunden werden, deren Kernteilung in dieser Richtung

verläuft, in desto stärkerem Grade müssen alle diejenigen Fälle, in denen ein anderes Verhalten des Chromatins bei der Kernteilung gefunden wird, als Ausnahmefälle erscheinen und nachgeprüft werden, ob sie auf mangelhafter Beobachtung oder in besonderen Lebensverhältnissen beruhen. Die Bildung echter Chromosomen wird daher immer mehr als eine allgemeine Lebenserscheinung der Myxosporidien beobachtet. In dieser Richtung liegen bisher folgende Resultate:

<i>Myxobolus pfeifferi</i>	4	(n. KEYSSELITZ, MERCIER 1908).
„ <i>swellengrebelli</i>	4	(n. SCHUURMANS-STEKHOVEN jr. 1919).
„ <i>destruens</i>	4	(n. „ „ 1920).
„ <i>rohita</i>	2	(n. SOUTHWELL u. PRASHAD 1918).
<i>Henneguya gigantea</i>	4	(n. GEORGÉWITCH 1914).
<i>Myxidium gadi</i>	4	(n. „ 1919).
„ <i>lieberkühnii</i>	4	(n. BREMER 1922).
<i>Sphaerospora dimorpha</i>	6	(n. DAVIS 1916).
<i>Leptotheca chagasi</i>	4	(n. NEMECZEK 1926, in den Schalenkernen festgestellt).
„ <i>macrospora</i>	4	(n. eigener Angabe).

Es sei nur das Überwiegen der Zahl vier festgestellt. Ob Größenunterschiede, wie DAVIS (1916) angibt, konstant sind, sei aus den oben erwähnten Gründen dahingestellt. Hinsichtlich der Entstehung des Fadenknäuels wird von BREMER hervorgehoben, daß er „einzig und allein“ bei *Myxidium* aus dem Außenkern hervorgehe. Entgegengesetzte Vermutungen sprechen DAVIS und SCHUURMANS-STEKHOVEN jr. aus. Ob bei *Leptotheca macrospora* die Chromosomen „einzig und allein“ durch Kondensierung des im Kernraum fein verteilten Chromatin hervorgehen und auch unter Beteiligung der im Binnenkörper vorhandenen Chromatinansammlung, konnte ich nicht definitiv entscheiden.

Ebenso konnten die eigenen Untersuchungen keine Klärung bringen, ob Längs- oder Querteilung der Chromosomen stattfindet. Es dürfte ein näher zu untersuchendes Problem sein, ob in dieser Hinsicht sich bei der Myxosporidienkernteilung eine Analogie mit den Metazoen nachweisen ließe.

Morphologie und Cytologie der ein- und zweikernigen Schizonten nach der Reduktion.

Auf die weitere Entwicklung des ein- und zweikernigen Tieres nach der Reduktion soll hier nur kurz eingegangen werden. Aus der Tatsache, daß die Parasiten oft nur an wenigen Stellen der

Gallenblase gedrängt und in großen Mengen versammelt sind, während andere fast frei sind, läßt sich auf eine ausgedehnte vegetative Vermehrung schließen, die im Gegensatz zu der sich an die Befruchtung anschließenden Fortpflanzungsform als Schizogonie bezeichnet wird; und den Tieren, die sich auf diese Weise vermehren, wird der Name Schizonten beigelegt.

Die Schizogonie wird dadurch eingeleitet, daß das Cytoplasma des Muttertieres sich an mehreren Stellen erhebt oder einbuchtet; die Ursache dafür ist vielleicht eine stärkere Nahrungsaufnahme. Schließlich schnüren sich durch Tieferwerden der Einbuchtungen kernhaltige Protoplasmastücke ab. Taf. 15, Fig. 1 zeigt zwei einkernige Tiere, die nahe aneinanderliegen und deren Genese so zu deuten wäre. Derartige Protoplasmaeteilungen sind schon häufiger bei anderen Myxosporidiengattungen beschrieben worden (DOFLEIN 1898, p. 317, ERDMANN 1917, p. 293, GEORGÉVITCH 1917, p. 385 und 1919, p. 264, STEMPELL 1919, p. 125) und daher fast sichergestellt.

1. Lagebeziehungen.

Über die Lagebeziehungen der Schizonten ist nur wenig zu sagen, und es finden sich nur spärliche Angaben in der Literatur. Häufig werden die jungen Tiere der Gallenblasenwand aufsitzend angetroffen; doch das ist durchaus nicht die Regel, in vielen Fällen schwammen die Parasiten frei umher; vielleicht sind die freischwimmenden Stadien jünger als die festsitzenden. AUERBACH, der *Leptotheca macrospora* zuerst beschrieben hat, macht noch keine Angaben über die Lagebeziehungen. STEMPELL (1919) erwähnt p. 119, daß bei *Leptotheca coris* die amöboiden Protoplasmakörper der Gallenblasenwand fest aufsitzen. Niemals hat er in unverletzten Gallenblasen freischwimmende Parasiten jüngerer Stadien angetroffen. Auch die älteren Stadien sitzen nach Ansicht dieses Autors normalerweise dem Epithel auf, und erst die Sporen lösen sich mit den Resten anhaftenden Protoplasmas los. An der Grenze des Epithels konnte er einen eigentlichen Stäbchensaum nicht nachweisen, möglicherweise handelte es sich bei stellenweisen Beobachtungen um Kunstprodukte.

Hinsichtlich der aufgelagerten Formen stimme ich nicht mit STEMPELL überein, und scheint sich *Leptotheca macrospora* anders zu verhalten als *Leptotheca coris*. Die dem Epithel aufsitzenden Tiere waren nicht mit ihrer ganzen Basis an der Gallenblasenwand verankert, sondern ein mehr oder weniger breites Pseudopod hielt das Tier fest. In einem Falle, wo das Tier fast kugelige Gestalt hatte, verbanden es drei strangförmige Pseudopodien mit der Gallenblasenwand.

2. Größenverhältnisse.

Die Größenverhältnisse der jungen Tiere sind ganz verschieden. THÉLOHAN (1895) macht Zahlenangaben über die Größe der vegetativen Formen verschiedener Spezies von *Leptotheca* (p. 332). Nach meiner Ansicht haben diese Zahlen für unsere Untersuchungen wenig vergleichenden Wert, da sie ausnahmslos ältere Schizontenstadien betreffen. Erwähnt sei noch, daß nach AUERBACH die „vegetativen Formen“ von *Leptotheca macrospora* durchschnittlich im Durchmesser 26—30 μ messen, woraus hervorgeht, daß es sich um ältere Stadien handelt. Vergleichenden Wert haben vielleicht eher STEPELL'S Untersuchungen, obwohl sie sich auf *Leptotheca coris* beziehen. Nach seinen Angaben sind die Jugendformen etwa 7—15 μ groß.

Es folgen hier zwei Tabellen über die Ausdehnungen ein- und zweikerniger Leptothecen, wobei gleichzeitig die Kernlänge und -breite angegeben ist.

Tabelle 1.

Die Ausdehnungen der einkernigen Tiere in μ .

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Zelllänge	5,0	7,0	2,0	3,0	12,0	6,0	12,0	15,0
Zellbreite	4,0	4,0	6,0	4,0	6,0	5,0	4,0	4,0
Kernlänge	2,8	3,0	1,5	2,0	2,5	2,8	3,0	2,5
Kernbreite	2,5	2,0	1,5	2,0	2,9	2,8	3,2	2,4

Tabelle 2.

Die Ausdehnungen der zweikernigen Tiere in μ .

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zelllänge	6,0	3,0	7,0	10,0	5,0	5,0	5,0	8,0	7,0	10,0
Zellbreite	3,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	3,0	5,0	5,0	2,0
Kernlänge 1	1,0	1,5	1,0	0,9	1,8	2,0	2,0	2,0	2,5	2,0
Kernbreite 1	1,0	1,3	1,0	0,9	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Kernlänge 2	1,0	1,3	1,0	0,8	1,0	2,0	1,8	1,2	2,0	1,8
Kernbreite 2	1,0	1,4	1,0	0,8	1,0	2,0	1,8	1,4	2,0	1,3

Die Tabellen zeigen, wie schwankend die Größenverhältnisse sind; nach meinen Erfahrungen kann man vielleicht eine mittlere Größe für die einkernigen Leptothecen von $6-8 \times 5-7 \mu$, für die zweikernigen von $6-7 \times 4-4,5 \mu$ annehmen, doch sind auch diese Zahlenangaben natürlich sehr relativ.

3. Die Gestalt.

Die Gestalt der jugendlichen Formen ist sehr verschieden; dies hängt einmal mit den amöboiden Bewegungen zusammen, und ob die Tiere festsitzen oder frei schwimmen. Sehr häufig kommen Kugelformen vor (Taf. 14, Fig. 1, 5 u. 7 a; Taf. 15, Fig. 3 u. 6); daneben kommen ovale, elliptische, sack- und flaschenförmige Übergänge vor (Taf. 15, Fig. 4 u. 8).

4. Pseudopodien und Ectoplasma.

Wie schon oben erwähnt, besitzen die jüngsten Tiere fast gar keine Pseudopodien (Taf. 13, Fig. 2). Bei älteren sind sie lappen- oder strangförmig; manchmal sind sie gezackt und laufen in spitze Fäden aus. Taf. 14, Fig. 2, 3 u. 7 zeigen teils strang-, teils fadenförmige Pseudopodien. THÉLOHAN (1895) beschreibt bei *Leptotheca agilis* fadenförmige, bei *Leptotheca elongata* kurz lappige, bei *Leptotheca parva* lappige, LABBÉ (1899) bei *Leptotheca polymorpha* lappige oder fadenförmige. AUERBACH (1910) bildet in seiner großen Monographie die vegetativen Tiere von *Leptotheca macrospora* mit kurzen, lappigen Pseudopodien ab. STEPELL (1919) erwähnt, daß die Pseudopodien bei den jüngeren Formen von *Leptotheca coris* meist fadenförmig und kurz und nicht sehr zahlreich sind (vgl. Taf. 5, Fig. 2), wogegen sie bei sporulierenden Individuen häufig sehr lang ausgewachsen und verzweigt sind. Bei *L. chagasi* erscheinen die Pseudopodien nach NEMECZEK (1926) hyalin.

Oft verankern kurze Stränge das Tier an der Gallenblasenwand. Ich möchte diese Pseudopodien nach DOFLEIN als Haft- oder Stemmseudopodien bezeichnen, während die an der dem Lumen zugewandten Partie auftretenden sicherlich zur Oberflächenvergrößerung und Nahrungsaufnahme dienen. Taf. 14, Fig. 2 und 7 a zeigen an der Basis die Haftpseudopodien. Die feinere Struktur der Pseudopodien ist meist feinkörniger oder homogener als die des Entoplasmas (Taf. 13, Fig. 5; Taf. 14, Fig. 2 und 3). Färbt man mit BEST'schem Glycogen, so scheinen die Pseudopodien eine feinere und geringere Körnelung zu besitzen; vielleicht ein Zeichen, daß dort die Assimilations- und Stoffwechselforgänge weniger intensiv vor sich gehen (Taf. 13, Fig. 6; Taf. 15, Fig. 7).

Das Ectoplasma nimmt eine schmale Zone ein und ist bei diesen jungen Formen nicht immer deutlich abgesetzt. In Taf. 13, Fig. 5 ist es durch einen wallartigen Kranz von Granula vom Entoplasma getrennt. Seine Struktur ist homogener oder feingekörniger als die des Entoplasmas. Taf. 14, Fig. 3 zeigt an der linken Seite eine breite ectoplasmatische Zone.

Ein deutlich von Entoplasma getrenntes Ectoplasma beschreibt AUERBACH (1909) bei *L. macrospora* (p. 167), STEMPELL (1919) bei *L. coris* ein homogenes Ectoplasma und Pseudopodien (p. 121).

5. Entoplasma.

Bei den jungen Leptothecen läßt das Protoplasma bei starker Vergrößerung eine schöne Wabenstruktur mit relativ großen Waberräumen erkennen (Taf. 14, Fig. 5, 7 u. 8). Es färbt sich mit Eisenhämatoxylin-HEIDENHAIN braun bis gelblich grün, was vielleicht von der Färbung der Galle bei den einzelnen Tieren abhängig ist. Meistens lagern kleine Körnchen in konzentrischer Anordnung um die Kerne (Taf. 14, Fig. 2, 3 u. 4). Bisweilen verlaufen feine granuliert Züge den Zellgrenzen parallel und scheiden das Ecto- und Entoplasma (Taf., 13 Fig. 5). In Taf. 13, Fig. 9 scheint das Cytoplasma aus feinen, dünnen, wellenförmigen Fädchen zu bestehen. Es wäre vielleicht interessant, die Natur dieser Körner oder Fädchen zu studieren, ob und in welchem Maße sie eine Rolle bei der amöboiden Bewegung spielen, oder ob es sich um Stoffwechselprodukte handelt.

Macht man eine Glykogenfärbung, so ist das Cytoplasma von kleineren oder größeren rot tingierten Körnern erfüllt (Taf. 13, Fig. 6; Taf. 14, Fig. 6; Taf. 15, Fig. 1, 6—8). Ein granuläres Cytoplasma wurde von THÉLOHAN (1895) p. 333 bei *Leptotheca parva*, ein mehr homogenes bei *L. elongata*, von LABBÉ (1899) ein granuläres bei *L. polymorpha* und von AUERBACH (1910) p. 167 bei *L. macrospora* beschrieben. STEMPELL (1919) spricht von Körnerplasma bei *L. coris*. Bei *L. chagasi* erscheint das Protoplasma des Trophozoiten nach NEMECZEK (1926) granuliert und von stark lichtbrechenden Körnern durchsetzt. Ekto- und Entoplasma ist nicht genau unterscheidbar.

6. Kernbau.

Hinsichtlich der Nomenklatur möchten wir uns der Ansicht BREMER'S (1922) anschließen und den Begriff „generativer Kern“ in seinem Sinne fassen. Daraus folgt, daß alle bisher beschriebenen Stadien generative Kerne haben, da sie das gesamte Erbgut enthalten und jederzeit für die Fortpflanzung in Betracht kommen, auch wenn sie diese Funktion nicht ausüben. Ausgenommen sind natürlich die Reduktionskerne. Auch vom morphologischen Standpunkt läßt sich diese Bezeichnung aufrechterhalten, da in den bisher beschriebenen Jugendformen keine Strukturunterschiede nachweisbar

waren, die auf ein Vorkommen von somatischen oder Plasmakernen schließen ließen. Wahrscheinlich treten diese erst dann auf, wenn die Umwandlung in Propagationskerne erfolgt.

Der ruhende Kern ist selten zu beobachten und stellt im allgemeinen einen rundlichen Körper dar. Schon seit THÉLOHAN ist es den verschiedenen Forschern aufgefallen, daß die Größe recht wechselnd ist, und SCHROEDER (1907) p. 363 und später BOSANQUET (1910) haben die Kerngröße und Kernstruktur in feste Beziehung gebracht und zwei allgemeingültige Kerntypen aufgestellt: „a large number of nuclei apparently of two varieties some vesiculär, others smaller and solid looking“. Das stimmt nach meinen Beobachtungen für *Leptotheca macrospora* nicht; man trifft im Gegenteil kleine bläschenförmige und große kompakte Kerne an. Vielleicht erklärt man die für prinzipiell wichtig gehaltenen Größenunterschiede durch Wachstumsdifferenzen der den einzelnen Elementen relativ unabhängig voneinander innewohnenden Vitalkräfte. Als anderes Moment kommt vielleicht noch die Verschiedenartigkeit des Entwicklungsstadiums z. B. Quellung zu Beginn der Prophase in Betracht. Im übrigen soll wegen der Maße auf Tabelle 1 u. 2 hingewiesen werden.

Bei günstigen Untersuchungsobjekten findet man im Innern des Kerns einen homogenen, rundlichen Körper, den Binnenkörper, der gewöhnlich stärker lichtbricht und exzentrisch gelagert ist. In Taf. 15, Fig. 1, wo einkernige Schizontenstadien abgebildet sind, bei denen die Reduktion wahrscheinlich schon vor sich gegangen ist, ist der Kern mit Binnenkörpern versehen. Am unteren fällt die polygonale Form des Kernkörperchens auf. Die Größe des Binnenkörpers ist proportional der des Kerns: will man dieses Verhältnis durch eine Zahl ausdrücken, so entspricht der Binnenkörper ungefähr $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$ der Größe des Kerns.

Da wo Strukturen im Außenkern zu sehen sind, handelt es sich um ein Netz- oder Maschenwerk, das aus zahllosen teils dichteren teils weniger dichten Komponenten zusammengesetzt ist. Taf. 14, Fig. 9 zeigt ein nach DELAFIELD gefärbtes Präparat, in dem der Kern länglich oval ist, und das Chromatin in Form von fein gekörnten Granula abgeschieden ist. Der Binnenkörper ist in dieser Abbildung nur angedeutet und liegt exzentrisch.

Die einseitige Orientierung der neueren und neuesten Myxosporidienliteratur nach der entwicklungsgeschichtlichen Seite hin hat gerade die Probleme des Kernbaus der jungen Tiere etwas vernachlässigt; andererseits zeigt die ausgezeichnete Arbeit BREMER'S (1922), der diesen durchaus berechtigten Mangel fühlt, die umgekehrte

Tendenz, indem ein rein cytologisches Problem in den Vordergrund gestellt wird, wodurch die anderen Fragen wieder nicht berücksichtigt werden.

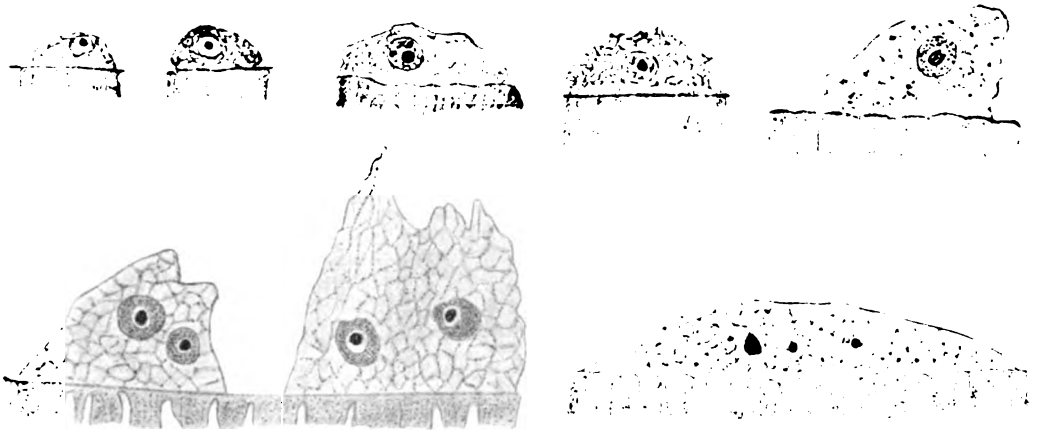
Bei der disporeen *Ceratomyxa drepanopsettae* erinnert nach AWERINZEW (1909) die Struktur der Kerne an die sog. siegelringförmigen Kerne einiger Myxosporidienarten. Der Autor unterscheidet schon früh scharf zwischen den „vegetativen und generativen“ Kernen. Die Gametocyten und Gameten besitzen gleich dem Keim der Spore Kerne von demselben Bau wie die Zygote (p. 86, 87). An einem Kernpole bemerkt man eine ziemlich starke Chromatinanhäufung von halbmondförmiger Gestalt, die mit dem Binnenkörper oder Caryosom verglichen wird. Der übrige Teil des Kerns ist von einem weitmaschigen Netz von achromatischer Substanz, dem Linin, eingenommen, dessen Waben mit Kernsaft und Chromatin ausgefüllt sind. Die „vegetativen“ Kerne, die sich in dem zweikernigen Amöboid gebildet haben, zeigen bei Malloryfärbung deutliche Nuancen der Färbung des Chromatins in den Caryosomen (p. 80). Noch klarer tritt der Unterschied mit Hilfe von Methylalkohol-Eosin-Methylenblaulösung mit nachfolgender Differenzierung durch Aceton hervor. Während das Paar „vegetativer Kerne“ satt rosa gefärbt ist, nimmt das andere Kernpaar diese Färbung nicht an. Die Caryosome werden jedoch in beiden Kernpaaren gleichmäßig intensiv blau gefärbt.

MAVOR (1916) beschreibt die Kernstruktur des jungen Tieres, nachdem in der einkernigen *Ceratomyxa acadensis* durch heteropole Kernteilung zwei Kerne entstanden sind. Seite 556 heißt es: „one of these nuclei, usually the larger, stains faint red, or almost pink with GIEMSA's stain, while the other stains a deep crimson. Both nuclei show an alveolar structure of the achromatin, in the walls of which relatively large chromatin granules are found. When stained with DELAFIELD's Haematoxylin, these nuclei show at one end, under certain conditions a „Binnenkörper“, distinguishable as a granule slightly larger than the others, and surrounded by a clear area (pl. 1 fig. 4); but the intensity with which the two nuclei are stained is usually as in case of GIEMSA's stain markedly different“.

DAVIS (1916) schildert bei dem einkernigen Trophozoiten den gut begrenzten Kern (p. 338). Innerhalb desselben bildet das Chromatin ein deutliches Netzwerk von unregelmäßigen Körnern verschiedener Größe, deren Sitz besonders in der Peripherie ist. Der Nucleolus ist immer vorhanden und zeigt eine stark färbare Außenportion um eine weniger gefärbte Innenportion. Das Kernkörperchen liegt

exzentrisch an der Kernmembran (Textfig. 3). Im nächsten Stadium, dem zweikernigen Trophozoiten, in dem beide aus dem vorherigen einkernigen durch mitotische Teilung entstanden sind, wird der eine Kern zum vegetativen, während der andere zum sporenbildenden wird. Strukturunterschiede fehlen bei beiden Kernen.

STEMPELL (1919) konnte die Kerne der „vegetativen Formen“ wegen ihrer starken Schrumpfung und sehr dichten Lage nicht studieren (p. 122). Nach Fixierung in FLEMMING'scher Flüssigkeit erscheinen sie bei Eisenhämatoxylinfärbungen als 1,3—3,5 μ messende



Textfig. 5. STEMPPELL (1919), einkernige freie Amöboidkeime und Bildung der beiden generativen Kerne und des vegetativen Restkerns, Taf. 5, Fig. 1—4, 10 u. 11.

kuglige Körper mit deutlicher Kernmembran und einem großen exzentrisch gelegenen Binnenkörper (Textfig. 5). Bei GIEMSA-Präparaten ist das den Kernkörper umgebende Gerüst sehr feinwabig und färbt sich deutlich rot.

Zusammenfassung und Diskussion.

Vergleicht man in der Literatur die Darstellungen der verschiedenen Forscher, so zeigt sich überall schon früh der Gegensatz zwischen den vegetativen Plasmakernen (somatischen Restkernen) und den generativen Kernen. Die Mehrzahl der Autoren schildert die Entwicklung in dem Sinne, daß der vegetative Restkern schon bei den jüngsten Stadien durch eine heteropole Teilung entsteht. Die eigenen Untersuchungen konnten sein frühes Auftreten nicht bestätigen; dagegen soll sein Vorkommen an sich nicht in Abrede gestellt werden.

MAVOR (1916), DAVIS (1916) und GEORGÉVITCH (1917) äußern sich sehr bestimmt bei den von ihnen untersuchten Myxosporidienarten, die disporogener Natur waren, dahin, daß aus dem ursprünglich einkernigen Stadium ein solches mit einem generativen und somatischen Kern hervorgehe. *Leptotheca coris* enthält nach STEPELL (1919) vor der Sporenbildung drei Kerne, von denen der kleinere zum Restkern und die beiden größeren zu generativen Kernen werden (p. 125). Ob der Restkern aus dem einkernigen oder zweikernigen Tier entstanden ist, wird nicht genau gesagt.

Nimmt man die eben skizzierten Auffassungen an, so lassen sich meine Angaben leicht mit denen anderer Autoren in Übereinstimmung bringen. Die ein- und zweikernigen Schizontenstadien von *Leptotheca macrospora* zeigen noch keine Trennung in somatisches und sporogenes Chromatin. Wahrscheinlich tritt diese Trennung erst bei der Teilung des zweikernigen Tieres ein, wenn sich die Kerne in Propagationskerne umgewandelt haben. Man kann daher die bisher beschriebenen Kerne als schlechthin „generativ“ bezeichnen.

Die weitere Entwicklung von *Leptotheca macrospora* zeigt kein von den anderen Myxosporidien abweichendes Bild. Die Kerne der Schizonten bilden sich zu Sporenanlagen um, deren Zahl im allgemeinen zwei, ausnahmsweise aber auch ein oder drei beträgt; und aus ihnen entsteht in typischer Weise die Spore.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

Nach experimenteller Infektion von *Coris giofredi* mit *Leptotheca*-sporen kann man in der Gallenblase eben ausgeschlüpfte junge Keime nachweisen. Der Akt des Ausschlüpfens selbst konnte an den Schnittpräparaten nicht beobachtet werden. Die eben zum Vorschein gekommene Jugendform ist gewöhnlich zweikernig.

Im Gegensatz zum Sporoplasma zeigt das eben befreite Tier rundliche bis ovale Form und ein dichteres Cytoplasma; Pseudopodien sind fast noch gar nicht vorhanden, höchstens kurze, strangförmige. Die beiden Kerne erscheinen von nahezu homogener Struktur, und in ihnen läßt sich gewöhnlich ein exzentrisch gelegenes Caryosom nachweisen.

Im weiteren Verlaufe der Entwicklung nähern sich die Kernachsen an zwei Punkten bis zur Berührung; an dieser Stelle reißen die Kernmembranen ein, und das Chromatin vermischt sich zu einem Tropfen. Dabei läßt sich sein Abströmen von der Kernmembran beobachten, und es entsteht längs deren Rande eine achromatische Zone.

Nach vollzogener Verschmelzung der beiden Gametenkerne findet eine Vergrößerung der chromatischen Bestandteile statt, und der bis dahin ungefähr rundliche Kern der Zygote wird mehr polygonal und stößt an einer Ecke zwei Reihen von Chromatinkügelchen aus, die, wenn die Vorgänge in einem späteren Stadium in Erscheinung treten, als zwei kompakte Chromosomen oder als größere Chromatinkugel zu erkennen sind. Der Vergleich mit denen des Syncaryons zeigt, daß es sich um echte Chromosomen handelt. Durch Strömungen im Cytoplasma werden diese beiden Reduktionschromosomen von dem Syncaryon entfernt, so daß sie schließlich bis zur Zellgrenze zu liegen kommen, wo sie degenerieren und schließlich ganz verschwinden.

Kurz darauf werden noch zwei weitere Reduktionschromosomen ausgestoßen; häufig in einer zur ersten senkrechten Ebene. Ihr Schicksal ist das gleiche wie das des ersten Paares.

Schon während der Reduktionsteilung treten am Syncaryon Teilungserscheinungen auf. Als erster Teilungsakt kommt es zu einer Ausdifferenzierung und Entmischung von Chromatin in kleinen Partikeln im Außenkern. Diese nehmen an Größe zu und ordnen sich längs achromatischer Fäden an, während der Binnenkörper sich auflockert. Im weiteren Verlauf entsteht der Fadenknäuel, der aus einer Mehrzahl von Chromatinfäden besteht. Durch zentripetale Kräfte vereinigen sich die Chromosomen — es sind vier an der Zahl — im Zentrum des Kerns, wo ihre Schleifenmitten einander zugekehrt sind. Polar wirkende Kräfte bringen die Chromosomen auf eine senkrecht durch den Kernraum verlaufende Achse. In der Anaphase spalten sich die Chromosomen und kommen an die Pole des Kerns zu liegen, wo sie verschmelzen. Beim Übergehen in den Ruhestand lockern sich die Tochterplatten durch Flüssigkeitsaufnahme wieder auf und werden rundlich.

Es findet nun eine ausgedehnte Schizogonie statt, und die ein- oder zweikernigen Schizonten sitzen bisweilen der Gallenblasenwand auf, teils schwimmen sie frei. Jedoch scheinen sie nicht mit ihrer ganzen Basis am Epithel zu haften, sondern nur mit einem oder mehreren Pseudopodien.

Die Größenverhältnisse der jungen *Leptothecen* sind sehr verschieden und schwanken nach meinen Beobachtungen bei den ein-kernigen von $6-8 \times 5-7 \mu$, bei den zweikernigen von $6-7 \times 4-4,5 \mu$. Doch geben diese Zahlen ein nur sehr relatives Bild.

Die Form der Tiere ist gewöhnlich rundlich und hängt wahrscheinlich von den Lebensbedingungen ab, unter denen sie sich gerade befinden; daher kommen auch eliptische bis ovale Übergänge vor.

Pseudopodien fehlen bei den eben ausgekrochenen Formen fast völlig und treten später bei den festsitzenden Tieren sowohl an der dem Lumen zugekehrten Seite wie an der Basis auf; ebenso sind sie bei den freischwimmenden Tieren an beliebigen Stellen zu finden. Ihre Struktur ist homogener als die des Entoplasmas. Das Ectoplasma nimmt nur eine schmale Zone ein und ist deutlich getrennt und von homogener Struktur.

Das Entoplasma zeigt deutliche Wabenstruktur mit relativ großen Wabenräumen und färbt sich bei Eisenhämatoxylinfärbung gelblich-braun bis gelblichgrün je nach dem Zustand der Galle. Sein Aussehen ist fein- bis grobkörnig, und bisweilen verlaufen an der Grenze von Ecto- und Entoplasma feine Züge von Granula. Bei Glycogenfärbung nach BEST trifft man gröbere und feinere Körnelung an, die das ganze Cytoplasma diffus oder circumscripht erfüllt.

Der ruhende Kern ist im allgemeinen rundlich und enthält einen Binnenkörper, dessen Größe etwa $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$ der Kerngröße ausmacht. Somatisches und generatives Chromatin ist in diesen frühen Stadien noch nicht zu trennen.

Literaturverzeichnis.

- AUERBACH, M. (1909): Bericht über eine Studienreise nach Bergen (Norwegen). Verh. d. Naturw. Vereins zu Karlsruhe Bd. 21 p. 37—79.
- (1909): Bemerkungen über Myxosporidien. Zool. Anz. Bd. 34 p. 65—82.
- (1910): Die Cnidosporidien. Verlag von W. Klinkhart, Leipzig, p. 1—261.
- (1913): Studien über die Myxosporidien der norwegischen Seefische und ihre Verbreitung. Zool. Jahrb., Abt. Syst., Bd. 34 p. 1—50.
- AWERINZEW, S. (1909): Studien über parasitische Protozoen. I. Die Sporenbildung bei *Ceratomyxa drepanopsettae mihi*. Arch. f. Protistenk. Bd. 14 p. 74—112.
- BOSANQUET, C. W. (1910): Brief notes on two Myxosporidian Organisms. Zool. Anz. Bd. 36.
- BREMER, H. (1922): Studien über den Kernbau und die Kernteilung von *Myxidium lieberkühnii* BÜTSCHLI. Zugleich ein Referat über den Stand der Kernprobleme bei den Myxosporidien. Arch. f. Protistenk. Bd. 45 p. 273—343.
- (1922): Bemerkungen zur multiplikativen Vermehrung von *Myxidium lieberkühnii* BÜTSCHLI. Zool. Anz. Bd. 54 S. 268—273.
- DAVIS, H. S. (1916): The structure and development of a Myxosporidian parasite of the Queteague, *Cynoscion Regalis*. Journ. of Morphol. Vol. 27 p. 333—378.
- (1923): Studies on Sporulation and development of cysts in a new species of Myxosporidia *Lentospora ovalis*. Journ. of Morphol. Vol. 37 p. 425—447.
- DOPLEIN, F. (1898): Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. III. Über Myxosporidien. Zool. Jahrb., Abt. Anat. usw., Bd. 11 p. 281—350.
- (1901): Die Protozoen als Parasiten und Krankheitserreger nach biologischen Gesichtspunkten dargestellt. G. Fischer Jena.

- DOFLEIN, F.** (1916): Lehrbuch der Protozoenkunde. 4. Aufl. G. Fischer, Jena.
- ERDMANN, RH.** (1911): Zur Lebensgeschichte des *Chloromyxum leydigi*, einer myxosporeen Myxosporidie. Teil I. Arch. f. Protistenk. Bd. 24 p. 149—162.
- (1917): *Chloromyxum leydigi* und seine Beziehungen zu anderen Myxosporidien. Arch. f. Protistenk. Bd. 37 p. 276—326.
- (1917): New facts and views concerning the occurrence of a sexual process in the Myxosporidian life cycle. The American Naturalist Vol. 51 p. 719—739.
- GEORGÉVITCH, L.** (1914): Etude du cycle évolutif des Myxosporidies. Arch. de zool. expér. et génér. T. 54 p. 387—409.
- (1917): Recherches sur le développement de *Ceratomyxa herouardi* GEORG. Arch. de zool. expér. et génér. T. 56 p. 375—399.
- (1919): Etudes sur le développement de *Myxidium gadi* GEORG. Arch. de Zool. expér. et génér. T. 58 p. 251—289.
- HARTMANN, M.** (1909): Autogamie bei den Protisten und ihre Bedeutung für das Befruchtungsproblem. Arch. f. Protistenk. Bd. 14 p. 265—334.
- u. **SCHILLING, C.L.** (1917): Die pathogenen Protozoen und die durch sie verursachten Krankheiten; zugleich eine Einführung in die allgemeine Protozoenlehre. Berlin (Springer), 1917.
- KEYSSELTZ, G.** (1908): Die Entwicklung von *Myxobolus pfeifferi*. Teil I u. II. Arch. f. Protistenk. Bd. 11 p. 252—308.
- LABBÉ** (1899): Sporozoa. in: Das Tierreich. Berlin. p. 87—89.
- MAVOR, I. W.** (1916): On the life-history of *Ceratomyxa acadensis*, a new species of Myxosporidia from the eastern coast of Canada. Proc. of Americ. Acad. of Arts and Sciences. Vol. 51 p. 551—576.
- NEMECZEK, A.** (1926): Beiträge zur Kenntnis der Myxosporidienfauna Brasiliens. Arch. f. Protistenk. Bd. 54, S. 137—149.
- SCHRÖDER, O.** (1907): Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Myxosporidien. Arch. f. Protistenk. Bd. 9 p. 359—381.
- SCHUURMANS-STEKHOVEN jr., J. H.** (1919): Die Sexualität der Myxosporidia. Arch. f. Protistenk. Bd. 40 p. 27—75.
- (1920): Myxosporidienstudien: Die multiplikative und propagative Entwicklung der Myxosporidien. Arch. f. Protistenk. Bd. 41 p. 249—307.
- STEMPELL, W.** (1919): Untersuchungen über *Leptotheca coris* n. sp. und das in dieser schmarotzende *Nosema marionis* THÉL. Arch. f. Protistenk. Bd. 40 p. 113—157.
- THÉLOHAN, P.** (1895): Recherches sur les Myxosporidies. Bull. scient. de la France et de la Belgique.
- WEISSENBERG, R.** (1922): Über einen myxosporidienartigen intracellulären Glomerulusparasiten der Hechtniere. Zool. Anz. Bd. 55 S. 66—74.
- ZANDT, F.** (1923): Über ein Myxosporid des Seesaiblings (*Salmo salvelinus* L.). Zool. Anz. Bd. 57 S. 21—24.

Tafelerklärung.

Alle Abbildungen sind mit dem Zeichenapparat in Höhe des Objektische entworfen.

- Abkürzungen: S.A. = Sublimat-Alkohol-Fixierung.
 E.H.H. = Färbung mit Eisenhämatoxylin-HEIDENHAIN.
 D.H.E. = Färbung mit DELAFIELD's Hämatoxylin-Eosin.
 B.G. = Glycogenfärbung nach BEST.

Tafel 13.

Fig. 1. Reife Spore mit Sporoplasma; in der einen Sporenhälfte ist nur eine Polkapsel getroffen, in der anderen sind die Polkapseln nicht gezeichnet, da sie in einer anderen Ebene liegen. Der eine Keim enthält zwei getrennt liegende Kerne, während sie sich in dem anderen teilweise überschneiden. Im Restprotoplasma zwei somatische Kerne und eine nicht entwickelte Sporenanlage. — Präp. 25, S.A., D.H.E., HIMMLER's Comp. Oc. 12, hom. Immers. 1,8 mm.

Fig. 2. Frisch ausgeschlüpfte, frei schwimmende Jugendform mit zwei getrennt liegenden Kernen von annähernd gleicher Größe. Der eine Kern ist gedreht; exzentrisch gelegene Caryosome. — Präp. 25, S.A., D.H.E., HIMMLER's Comp. Oc. 12, hom. Immers. 1,8 mm.

Fig. 3. Frisch ausgeschlüpfte, frei schwimmende Jugendform mit fein granuliertem Cytoplasma; zwei strangförmige Pseudopodien; die beiden Kerne getrennt, der eine gedreht mit Verbindungsstück in einer anderen Ebene, daher heller gezeichnet. — Präp. 25, S.A. E.H.H., ZEISS Comp. Oc. 15, Ölimmers. 2 mm.

Fig. 4. Frei schwimmendes Tier, beginnende Gametenkerncopulation; Abströmen der Chromatinmassen durch ein Loch an der Berührungsfäche der Kernmembranen; loböse Pseudopodien. — Präp. 25, S.A., D.H.E., HIMMLER's Comp. Oc. 12, hom. Immers. 1,8 mm.

Fig. 5. An der Gallenblasenwand festsitzende Zygote; vollendete Kernverschmelzung; Kernstruktur nicht deutlich; kranz- und ringförmige Körnelung des Cytoplasmas; loböse und strangförmige Pseudopodien. Homogenes Ektoplasma. — Präp. 25, S.A., E.H.H., ZEISS Comp. Oc. 15, Ölimmers. 2 mm.

Fig. 6. Frei schwimmende Zygote; Syncaryon mit vergrößertem Gerüstwerk; Cytoplasma mit feinen glycogenhaltigen Granula angefüllt. Großes strangförmiges Pseudopod mit geringerem Glycogengehalt. — Präp. 29, S.A., B.G., ZEISS Comp. Oc. 12, Ölimmers. 2 mm.

Fig. 7. Frei schwimmende Zygote; Syncaryon mit acht Chromatinkörpern. Größere und feinere glycogenhaltige Körner besonders im Ektoplasma. Loböses Pseudopod. — Präp. 29, S.A., B.G., ZEISS Comp. Oc. 12, Ölimmers. 2 mm.

Fig. 8. An der Gallenblasenwand festsitzende Zygote; im Syncaryon acht Chromatinkugeln. Wabenstruktur des Cytoplasmas; loböse Pseudopodien. — Präp. 25, S.A., E.H.H., LEITZ Oc. 4, Ölimmers. 1,8 mm.

Fig. 9. An der Gallenblasenwand festsitzende Zygote. Im Syncaryon zwei Reihen abgetrennter Chromatinkügelchen; Fadenstruktur des Protoplasmas; strangförmige Pseudopodien. — Präp. 25, S.A., E.H.H., ZEISS Comp. Oc. 15, Ölimmers. 2 mm.

Tafel 14.

Fig. 1. Frei schwimmende Zygote, feine Körnelung des Cytoplasmas, keine Pseudopodien; großer längsovaler Kern ohne Struktur, ausgestoßener Reduktionskern. — Präp. 25, S.A., E.H.H., LEITZ Comp. Oc. 15, Ölimmers. 1,8 mm.

Fig. 2. An der Gallenblasenwand festsitzende Zygote. Feine Körnelung des Cytoplasmas, Haftpseudopod an der Basis des Tieres. Kern ohne deutliche Struktur mit runden Reduktionskörpern zu beiden Seiten. Der Reduktionskörper links ist noch durch ein feines Chromatinband mit dem Kern verbunden, der rechte liegt frei im Cytoplasma. Deutliche Aushöhlung des Kerns an der linken Ausstoßungsstelle. — Präp. 25, S.A., E.H.H., LEITZ Comp. Oc. 15, Ölimmers. 1,8 mm.

Fig. 3. Frei schwimmende Zygote; feine Körnelung des Entoplasmas; loböse und strangförmige Pseudopodien von homogener Struktur. Kern mit drei Reduktionskörpern. — Präp. 25, S.A., E.H.H. LEITZ Comp. Oc. 15, Ölimmers. 1,8 mm.

Fig. 4. Große an der Gallenblasenwand festsitzende Zygote; feingekörneltes Cytoplasma; kurze, strangförmige Pseudopodien. Großer Kern ohne deutliche Struktur, vier Reduktionskörper. — Präp. 25, S.A., E.H.H., LEITZ Comp. Oc. 15, Ölimmers. 1,8 mm.

Fig. 5. An der Gallenblasenwand festsitzende Zygote. Großer Kern mit exzentrischem Caryosom und zwei groben Chromatinbrocken; drei Reduktionskörper. — Präp. 25, S.A., E.H.H., Oc. 4, Ölimmers. 1,8 mm.

Fig. 6a. Frei schwimmender Schizont nach der Reduktion; feingranulierte glykogenhaltiges Cytoplasma; zwei Kerne mit exzentrischen Chromatinkugeln. Am Rande links Rest des Reduktionskerns. — Präp. 29, S.A., B.G., ZEISS Comp. Oc. 12, Ölimmers 2 mm.

Fig. 6b. Frei schwimmende Zygote. Feingekörneltes Cytoplasma mit faden- und keilförmigen Pseudopodien. Großer etwas ausgehöhlter, feingranulierter Kern; an der Peripherie des Tieres vier Reduktionschromosomen.

Fig. 7a. An der Gallenblasenwand festsitzende Zygote: deutliches Haftpseudopod an der Basis. Großer Kern ohne Struktur, vier Reduktionschromosomen in zwei senkrecht stehenden Ebenen. — Präp. 25, S.A., E.H.H., LEITZ Oc. 15, Ölimmers. $\frac{1}{2}$ mm.

Fig. 7b. An der Gallenblasenwand festsitzende Zygote; wabiges Cytoplasma, keilförmige Pseudopodien. Großer Kern ohne deutliche Struktur, Reduktionskern mit zwei Reduktionschromosomen.

Fig. 8. An der Gallenblasenwand festsitzende Zygote; wabiges Cytoplasma; keil- und fadenförmige Pseudopodien. Großer Kern mit zahlreichen groben Chromatinkörnern; am Rande drei Reduktionschromosomen. — Präp. 25, S.A., E.H.H., ZEISS Comp. Oc. 15, Ölimmers. 2 mm.

Fig. 9. An der Gallenblasenwand festsitzende Zygote; feinkörniges Cytoplasma, keilförmige Pseudopodien. Großer Ruhekern, links Reduktionskern mit vier aufeinander senkrecht stehenden Chromosomen. — Präp. 29, S.A., D.H.E., HIMMLER's Comp. Oc. 12, hom. Immers. 1,8 mm.

Tafel 15.

Fig. 1a. Einkerniger, frei schwimmender Schizont nach der Reduktion; Cytoplasma teils grob-, teils feinkörnig; strangförmige Pseudopodien. Ruhekern mit exzentrisch gelegenen Caryosom.

Fig. 1b. Einkerniger, frei schwimmender Schizont nach der Reduktion;

Cytoplasma granuliert, Ruhekern mit exzentrisch gelegenen Caryosom. — Präp. 29, S.A., B.G., ZEISS Comp. Oc. 12, Ölimmers. 2 mm.

Fig. 2a. Freischwimmender Schizont nach der Reduktion; wabiges Ectoplasma, vakuolisiertes Entoplasma; strang- und fadenförmige Pseudopodien. Großer Kern; Quellung des Caryosoms, Bildung von drei chromosomenähnlichen Körpern durch Aneinanderlegen von Chromatinkugeln im Außenkern.

Fig. 2b. Kern desselben Tieres noch einmal gezeichnet. — Präp. 29, S.A., D.H.E., LEITZ Comp. Oc. 15, Ölimmers. 1,8 mm.

Fig. 3. Frei schwimmender Schizont nach der Reduktion; wabiges Cytoplasma mit lobösen Pseudopodien. Kern in Teilung, Kernkörperchen rechts in hellerem Hof. Chromatinfäden sich teilweise überschneidend, deutliche Kernmembran. Präp. 29, S.A., D.H.E., HIMMLER'S Comp. Oc. 12, hom. Immers. 1,8 mm.

Fig. 4. An der Gallenblasenwand festsitzender Schizont nach der Reduktion: wabiges Cytoplasma, loböses Pseudopod von homogener Struktur. Im Kern vier Chromosomen aus Chromatinkugeln bestehend. Präp. 25, S.A., E.H.H., ZEISS Comp. Oc. 15, Ölimmers. 2 mm.

Fig. 5. An der Gallenblasenwand festsitzender Schizont nach der Reduktion. Körniges Cytoplasma, breite haft- und fadenförmige Pseudopodien. Kern in Teilung: Auseinanderweichen der Tochterplatten. Präp. 29, S.A., D.H.E., HIMMLER'S Comp. Oc. 12, hom. Immers. 1,8 mm.

Fig. 6. Zweikerniger, frei schwimmender Schizont nach der Reduktion. Feinkörniges, glykogenhaltiges Cytoplasma, zirkumskripte gröbere Körnelung. Kerne in Anaphase. Präp. 29, S.A., B.G., ZEISS Comp. Oc. 12, Ölimmers. 2 mm.

Fig. 7. Zweikerniger, freischwimmender Schizont nach der Reduktion: feingranuliertes, teilweise vakuolisiertes Cytoplasma. Zirkumskripte gröbere Körnelung; strangförmige Pseudopodien. Kerne im Anaphasestadium. Präp. 29, S.A., B.G., ZEISS Comp. Oc. 12, Ölimmers. 2 mm.

Fig. 8. Zweikerniger, frei schwimmender Schizont nach der Reduktion; feinkörniges Cytoplasma, teilweise vakuolisiert. Kerne in Anaphase. Beginnende Plasmotomie. — Präp. 29, S.A., B.G., ZEISS Comp. Oc. 12, Ölimmers. 2 mm.

Fig. 9. Photographie eines nach der Infektion mit *Leptotheca*-Sporen gestorbenen *Coris giofredi*, der schon von den Mitbewohnern des Bassins angefressen wurde. Der Tod erfolgte 3 Tage nach der Infektion.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Beiträge zur Kenntnis der Peridineen.

I. Zur Morphologie und Biologie von *Peridinium Borgei* LEMMERMANN.

Von

Géza Entz,

Zoologisches Laboratorium der Universität in Utrecht.

(Hierzu 33 Textfiguren und Tafel 16.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
Vorbemerkungen	398
A. Formen und deren Bestandteile	400
I. Bepanzerte Form	400
Form und Größe	400
Panzersubstanz	401
Plasma und Wachstum	405
Farbe und Chromatophoren	407
Pusule	408
Roter Fleck	408
Reservestoffe	409
Geißeln	410
Kern, Nucleolen und Kernteilung	411
II. Gymnodinienform	412
III. Glenodinienform	413
IV. Encystierte Form	413
V. Gloeo-Hypnodinienform	414
B. Vorkommen und Fundstätte	416
C. Phänologie	418
D. Biocönose	420
E. Biologischer respektive experimenteller Teil	424
Benehmen im Dunkeln	427
Benehmen im Lichte	429

	Seite
Bahn der Bewegung	432
Vermehrung	436
Panzerabwurf	437
Encystierung	441
Absterben	441
Lebenscyclus	444
Tabellen.	
I. Tabelle der Bestandteile	402
II. Tabelle der Maße	415
III. Tabelle des Vorkommens	420
IV. Tabelle der Peridineen des Horthyteiches	422
V. Tabelle der Populationsglieder des Horthyteiches nach ihrer Zugehörigkeit in verschiedene Gewässerarten	424
VI. A. und B. Protistenpopulation des Horthyteiches	425
VII. Tabelle über das Benehmen und Veränderungen, welche an <i>Peridinium Borgei</i> im Dunkeln sich abspielen	428
VIII. Benehmen <i>P. Borgei</i> gegenüber dem Lichte	430
IX. Depression und Absterben bei verschiedenen äußeren Bedingungen	439
X. Benehmen in verschiedenen konzentrierten NaCl-Lösungen	440
Literaturverzeichnis	445
Tafelerklärung	446

Vorbemerkungen.

Im Jahre 1908 erhielt ich von der ungarischen Akademie der Wissenschaften den Auftrag die Biologie der Peridineen Ungarns zu studieren. Ich begann 1909 meine Untersuchungen und ging auf Exkursionen mit Planktonnetz, Centrifuge, Mikroskop usw. ausgerüstet um an Ort und Stelle Aufzeichnungen machen zu können. Auch setzte ich an mehreren interessanten Gewässern (Balaton [Plattensee], Velence-er-See, Palicser Teich [Natronteich des Alföld] Csorbaer See in der Tátra, Mezözáher See in Siebenbürgen) Planktonnetze aus um die Periodizität durch wöchentliches Sammeln zu verfolgen. Wenn möglich — sah ich monatlich nach. Besonders eingehend verfolgte ich die Periodizität und Populationen der Gewässer der Umgebung von Budapest. Die Untersuchungen erstreckten sich von 1909—1919. Mit meiner Übersiedlung nach Utrecht wurden sie abgebrochen. Aus den Protokollen entstand eine Reihe Aufzeichnungen, welche manch biologisch interessante Tatsachen enthalten. Diese Beobachtungen, ergänzte ich mit Aufzeichnungen vom fixierten — z. T. geschnittenem — Material, wodurch auch morphologische Einzelheiten besser bekanntgemacht werden konnten.

Nachdem ich zur Publikation eines größeren Werkes vielleicht nie Gelegenheit haben werde, will ich die interessanteren Arten und die an ihnen gemachten Beobachtungen einzeln veröffentlichen. Einige aus diesen Untersuchungen entstandenen Mitteilungen sind schon erschienen, so:

1. Über mitotische Teilung von *Ceratium hirundinella*,
2. Over de groei van Peridineen (sehr kurze, vorläufige Mitteilung).
3. Über Cysten und Encystierung der Süßwasserceratiën.
4. On Chain formation in *Ceratium hirundinella*.
5. On the catenation of the *Peridineae*.

so daß diese Publikation über *Peridinium Borgei* eigentlich die sechste aus dieser Reihe ist.

Bevor ich auf die spezielle Besprechung der Morphologie und Biologie von *P. Borgei* eingehe, muß ich bemerken, daß *P. Borgei* — wie die meisten Peridineen — in verschiedenen Formen erscheinen kann. Diese Formen von *P. Borgei* sind:

- A. Freibewegliche Formen, mit Geißeln und zwar:
 1. die bepanzerte Form, also ein typisches *Peridinium*;
 2. die panzerlose Form ohne erkennbare Membran, ein *Gymnodinium*;
 3. panzerlose Form mit dünner, in Panzerplatten nicht deutlich aufgeteilter Membran, ein *Glenodinium*.
- B. Formen ohne Geißeln, diese kann sein:
 - a) Cyste ohne Gallerthülle;
 - b) Cyste mit Gallerthülle, ohne oder mit Fremdkörperchen an der Oberfläche.
- C. mit Hülle versehene, aber langsam am Grunde sich vorschiebende, geißellose Form, ein *Gloeodinium-Hypnodinium* ähnliche Form.

Zu diesen Formen kommen Teilungs- und Wachstumsstadien, welche z. T. an den gepanzerten, z. T. an den panzerlosen, z. T. aber an den Gloeohypnodinien-Formen sich beobachten lassen.

Die morphologischen und biologischen Eigenschaften all dieser Formen will ich z. T. einzeln, z. T. aber gemeinschaftlich besprechen.

A. Formen und deren Bestandteile.

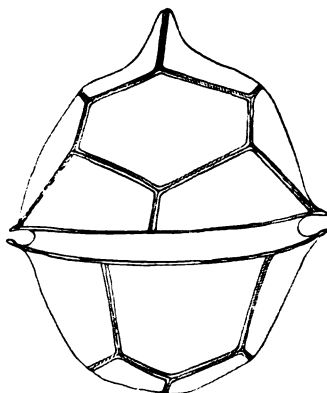
I. Bepanzerte Form.

Form und Größe.

LINDEMANN schreibt (22), daß *P. Borgei* eine kugelige und eine mehr elliptische Form hat. Die Richtigkeit dieser Behauptung beweisen auch die von mir beigelegten Textfig. 1 und 2, sowie die Maße.



Textfig. 1.



Textfig. 2

Textfig. 1. Ein im Dunkeln gehaltenes Exemplar von *P. Borgei* mit großer Pusule (in der Mitte), großen Vakuolen (= Safräume) radiär angeordnet, Chromatophoren (auch radiär), Stärke (wenig) im apikalen und viel im antapikalen Teil, ein Fremdkörper im Apex, Kern (rechts im Antapex). Umrißzeichnung, Plasma angedeutet.

Textfig. 2. Umrisse der Tafelung von *P. Borgei* von der dorsalen Seite, mit eng anschließenden Tafeln.

<i>Peridinium Borgei</i>	Länge μ	Breite μ	Dicke μ
aus Schweden (LINDEMANN)	45	45	—
" "	40	54	—
" Budapest (ENTZ)	36—44	26—40	26
" Mezözáh (ENTZ)	36—60	36—60	—

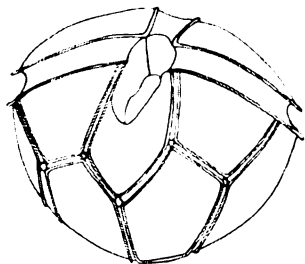
Wie aus dieser kleinen Tabelle ersichtlich ist, variieren die Maße unserer Art nicht beträchtlich.

Die allgemeine Form, sowie Plattenanordnung von *P. Borgei* hatte LEMMERMANN (21) und LINDEMANN (22) so eingehend beschrieben, daß ich nichts beizufügen habe. Bezüglich der Variabilität der Plattenanordnung kann ich auch auf LINDEMANN verweisen.

Der Panzer der typischen Form. Der Apicalteil (Epivalve) wird

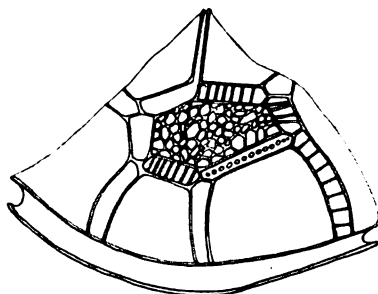
durch 10 Platten gebildet; eine Apicalpore ist vorhanden. Die Platten sind — wie LINDEMANN (22, p. 379) mitteilt — $6\text{ pr} + 1\text{ r} + 2\text{ vap} + \text{dap}$; der antapicale Teil (Hypovalve) besteht aus 7 Platten und zwar $5\text{ pst} + 2\text{ at}$.

An den ganz jungen Formen schließen sich die Platten eng an, es sind keine Intercalarstreifen vorhanden (Textfig. 2), mit zunehmendem Alter erscheinen sie und können zu breiten Intercalarien auswachsen (Textfig. 3), welche an älteren Formen eine aus Querbalken bestehende Struktur haben können (Textfig. 4). An den Tafeln läßt sich eine Areolierung zumeist nur mit Immersion konstatieren; an älteren erscheinen diese etwas deutlicher (Textfig. 4). An Schnitten denke ich



Textfig. 3.

Textfig. 3. Umriss von *P. Borgei* schief von der Antapikalseite mit etwas voneinander gewichenen Platten.



Textfig. 4.

Textfig. 4. Abgesprengter Apikalteil des Panzers, mit deutlicher Struktur, allein in der Dorsalplatte und Intercalarstreifen gezeichnet.

wahrgenommen zu haben, daß der Panzer aus zwei Lamellen besteht, zwischen welchen vertikale Bälkchen stehen, am distalen Ende in einem Knöpfchen endigend. Diese Knöpfchen sind miteinander an jungen Panzern mit feinen Fäden verbunden, wodurch die von der Oberfläche beobachtbare Areolierung entsteht. An „alten“ Individuen werden aus diesen feinen Fäden dicke Leisten, wodurch die grobe Panzerstruktur entsteht. Die Intercalarien können eine nur in der horizontalen Ebene liegende, aus Stäbchen bestehende Verdickung haben, welche an den Tafelspitzen zu je drei zusammenkommen und ein Dreieck bilden (Textfig. 4). An Längs- und Spiralfurchenplatten hatte ich keine Areolierung beobachtet.

Panzersubstanz.

Die Reaktionen (s. Tab. I) mit Chlorzinkjod (Violettfärbung) und Jod und Schwefelsäure (auch violett) sowie Doppelbrechung könnten

**I. Tabellarische Übersicht des Verhaltens der einzelnen
Lichte, behandelt mit Farbstoffen**

	Panzer	Halbmonde	Kern	Chromatophoren	Reserve- stoffe
Polarisiertes Licht	leuchtet auf				leuchtet auf
Destilliertes Wasser (kalt)					
Donau-Wasser		quillt auf		die Farbe bleibt	
Salzwasser		quillt auf		Farbe wird grün	
Reines \pm 80° C Wasser		erscheinen		Farbe wird grün	
1 proz. Methylenblaulösung in Wasser	färbt sich blau	färbt sich blau			
Wässeriges Hämatoxylin DELAFIELD	färbt sich		wird gefärbt	tief blau gefärbt	
Biondi-Ehrlich-Triacid			färbt sich grün		
Eisenhämatoxylin HEIDENHAIN	blauschwarz		tief blauschwarz	schwarz	
Alkohol 96 proz.				die Farbe wird ausgezogen	
Dämpfe von 1 proz. Osmiumsäure	bleibt farblos	bleiben farblos			schwarz
15 proz. Kalilauge	löst den Panzer	löst die Halbmonde auf			
Eau de Javel	löst den Panzer auf	löst die Halbmonde auf			
Essigsäure + konzentrierte Schwefelsäure	löst den Panzer nicht				
Chlorzinkjod	violett	farblos			blauschwarz
Jod + Schwefelsäure	violett (Tastbaumwolle blau)	?			

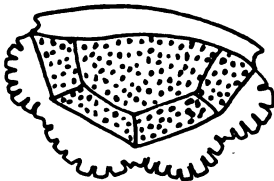
darauf hinweisen, daß im Panzer Cellulose vorhanden sein konnte; der Panzer wird aber auch von einer 1 proz., wäßrigen Methylenblaulösung, sowie von DELAFIELD's Hämatoxylin gefärbt. Der Panzer zerfällt mit Eau de Javelle behandelt in einzelne Tafeln und wird davon auch aufgelöst, wird von Essigsäure mit beigegebener kon-

Bestandteile der Zelle von *P. Borgei* in polarisiertem und einigen Reagenzien.

Plasma	Geißel	Pusule	Roter Fleck	Cystenmembran	Hypnodinium	Cysteninhalte
		•	leuchtet auf	leuchtet auf	die äußerste Schicht leuchtet auf	
tritt an der Längsfurche aus	wird abgeworfen					
quillt u. tritt an der Längsfurche aus	wird abgeworfen, quillt auf. Später bildet sie sich neu					
quillt ?	wird abgeworfen					
schrumpft nicht	wird abgeworfen					
färbt sich blau	färbt sich blau			färbt sich blau		färbt sich blau
wird gefärbt	?					
schwarzblau	?				dunkelblau	
schrumpft	wird abgeworfen		verschwindet			
grau	bleibt manchmal erhalten	farblos	grau	farblos		
wird gelöst	wird aufgelöst					
löst das Plasma auf	löst sich auf					
wird dunkelgrün						
gelbbraun	gelbbraun					
gelbbraun	gelbbraun					

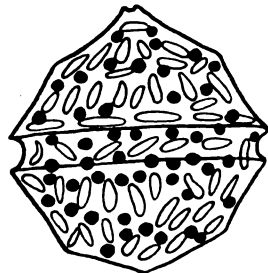
zentrierter Schwefelsäure nicht aufgelöst. Diese Reaktionen resp. Verhalten weisen darauf hin, daß neben (oder statt?) der Cellulose Schleim im Panzer vorhanden ist und da von den Schleimen Pektinschleime sich mit Chlorzinkjod auch violett färben (STRASSBURGER 31 p. 626), wahrscheinlich ein Pektinschleim. Am Panzer erscheinen

beim Absterben, bei Behandlung mit verdünnter Kalilauge, bei Übertragen in heißes (60—80°) Wasser eigentümliche „Halbmonde“ (Textfig. 5), welche sich mit 1 proz. wäßriger Methylenblaulösung färben. Von einer 15—30 proz. KalilaugeLösung werden sie aufgelöst. Im Wasser quillen sie zu hohen Kappen auf. Ihre Oberfläche ist klebrig: es bleiben daran Fremdkörper heften. All dies weist darauf hin, daß diese Gebilde aus Schleim bestehen. An Längs- und Queransichten läßt es sich erkennen, daß dieser Schleim zwar an der ganzen Oberfläche der Platten erscheint, aber auch, daß über eine jede Platte eine separate Schleimkappe gebildet wird, welche aufquillend miteinander verfließen. Im Beginn sind sie — wie auch LINDEMANN (22 p. 338) hervorhebt — vertikal gestreift; sie erscheinen so, wie wenn eine jede Panzerplatte an ihrer Oberfläche zu Schleim wurde. Diese Schleimhüllenbildung vom Panzer von *P. Borgei* ist auch LEMMERMANN (21) bekannt gewesen, auch LINDEMANN hebt ihre große Dicke hervor. Oft werden auch die Ruhecysten von so einer Schleimhülle umgeben (Textfig. 22).



Textfig. 5.

Textfig. 5. Abgesprengte dorsale Hypovalve mit Schleim„halbmonden“. Panzerstruktur angedeutet.



Textfig. 6.

Textfig. 6. Umrisse mit Chromatophoren und Fett (schwarz).

Wie bekannt, basierte SCHÜTT (28, 29) eine Theorie über extrakapsulares Plasma an mit Methylenblau sich färbende extramembranöse Gebilde gewisser Peridinen. In unserem Falle ist diese extramembranöse Substanz Schleim. Eine Schleimproduktion ist von verschiedenen Peridineen bekannt. SCHÜTT berichtet über ähnliches „extramembranöses Plasma“ von einer marinen Art (*Protoceratium reticulatum*), aber auch von *Gonyaulax*-Arten der See ist es längst bekannt, daß sie gelegentlich sozusagen in Schleim sich encystieren, wodurch die s. n. Malattia die Mare oder Mare sporco der italienischen Fischer und Aka shiwo der Japaner entsteht (KOFÖID 18).

KRAUSE berichtet über einen Fall von Schleimfädenbildung an *Ceratium hirundinella* (19). Aber nicht nur die Schleimproduktion, auch daß die Membran mancher Peridineen aus Schleim besteht ist bekannt so: Cystenmembran von *Gymnodinium fuscum* und *G. aeruginosum* (KLEBS 17 p. 391). An *Dinamoeba* lagert sich zwischen Cystenmembran und Cytoplasma Schleim (PASCHER 24, p. 120), bei *Peridinium aciculiferum* ebenfalls (LEMMERMANN 21, p. 225); auch an *Ceratium hirundinella* und *C. h. forma forcoides* scheint zwischen Periplast und Cystenmembran eine schleimartige Substanz vorhanden zu sein (ENTZ 12, p. 155).

Wo und wie dieser Schleim entsteht kann ich nicht sicher angeben. Er kann von dem Plasma direkt gebildet werden, oder durch Verschleimung des Panzers entstehen. Ich denke, daß an *P. Borgei* der Schleim in der Membran vorhanden ist. Nach meiner Auffassung ist der Panzer von *P. Borgei* aus zwei Substanzen und zwar so aufgebaut, daß die eine — der Schleim — von der anderen Substanz von der Cellulose wie von Waben eingeschlossen wird. So einen „wabigen Bau“ der Membran denke ich nicht nur an *P. Borgei*, sondern einmal auch an *Ceratium hirundinella* forma *reticulatum* — an Schnitten — konstatiert zu haben.

Daß aber die Schleimproduktion vom Plasma ausgeht, darauf weisen weiter die unten besprechenden s. u. Gloeo-Hypnodinien-Formen, welche an ihrer ganzen Oberfläche Schleim produzieren und zwar — ähnlich wie an *Dinamoeba* (PASCHER 24) — zwischen dem Periplast und Protoplast.

In größerer Menge wird der Schleim in der Nähe des Kernes produziert; es scheint wie wenn der Kern auf die Schleimausscheidung einen Einfluß hätte.

Aus den bisherigen Untersuchungen scheint es wahrscheinlich zu sein, daß der Panzer von *P. Borgei* entweder aus Schleim (Pektinschleim) und Cellulose oder aber allein aus Schleim (dem widerspricht die Doppellichtbrechung) besteht und daß dieser Schleim auf gewisse Einwirkungen heraustreten kann. Auch sind einige Erscheinungen, welche darauf hinweisen, daß schleimartige Körper auch im Kern und Plasma vorhanden sind (diesbezüglich siehe noch weiter unten).

Plasma und Wachstum.

Am lebenden Organismus sind Kern, Pusule, Fremdkörper und Chromatophoren in das hyaline Plasma eingebettet, welches Granula von einem Bruchteil eines μ , bis 3–5 μ Größe enthält. Im

Absterben begriffene Exemplare haben oft ein rötliches Plasma; diese Farbe stammt wahrscheinlich aus der im Wasser sich lösenden Komponente des Chromatophorenfarbstoffes her. Unterhalb des Panzers ist eine feine, dünne Periplastschicht, dann folgt das in allgemeinem netzförmig angeordnete Plasma mit 3—5 μ großen Kügelchen (Textfig. 1), respektive — an Schnittpräparaten — Räumen ausgelöster Bestandteile. Im Plasma scheint Schleim vorhanden zu sein, wenn man dies aus gewissen Färbungen und Reaktionen (Tab. I) schließen darf. Mit DELAFIELD'S Hämatoxylin wird das Plasma stark gefärbt, mit BIONDI-EHRLICH Triacid Gemisch nimmt es eine grünblaue Farbe an; von einer 1 proz. wäßrigen Methylenblaulösung wird es dunkelblau; mit dem im Wasser löslichen Teil des Chromatophorenfarbstoffes wird es rötlich gefärbt; mit Eisessig und konzentrierter Schwefelsäure nimmt das Plasma eine grüne Farbe an; von einer 13—30 proz. Kalilauge wird es nicht aufgelöst, wohl mit stark verdünntem Eau de Javelle. Daß diese Färbungen und Reaktionen z. T. auf Vorhandensein von Schleim zurückzuführen sind, darauf weist nicht nur die Schleimproduktion beim Absterben (S. 441), sondern auch die Quellung der abgeworfenen und absterbenden Geißel, sowie auch die Quellung des ganzen Protoplasten beim Absterben vieler Peridineen. An *Ceratium hirundinella* wird das Plasma mit Methylenblau auch tief blau gefärbt sowohl in der beweglichen als der encystierten Form (ENTZ 12, p. 155), beim Absterben kann von der Längsfurche ein Plasmaschlauch heraustreten, welcher eine abgerundete Form annimmt und anwachsend endlich platzt (ENTZ 12 a, Taf. I Fig. 4); über einen Fall, bei dem *Ceratium hirundinella* mit Schleimfäden im Plankton verfilzt gewesen ist, hatte ich schon berichtet (KRAUSE 19). Von *Peridinium aciculiferum* hatte ich auch konstatiert, daß es beim Absterben sozusagen zu einer großen Schleimkugel aufschwillt (siehe auch LEMMERMANN).

Beim Eintrocknen schwillt *Gymnodinium Zachariasii* (10) zu einem viel größerem Körper an, als es ursprünglich gewesen ist und zwar dadurch, daß im Plasma eine sehr deutliche Wabenstruktur entsteht, und nicht nur das Plasma, aber auch die Chromatophoren und Chromosomen des Kernes vergrößern sich auf diese Art (ENTZ 10, p. 402).

Wachstum. Aus den angeführten Tatsachen erscheint es mir als sehr wahrscheinlich, daß schleimartige Substanzen im Plasma sehr verbreitet sind, welche vielleicht bei der Vergrößerung, im Streckungsstadium des Wachstums der Peridineen (und vielleicht

auch bei anderen Organismen) eine Rolle spielen. Ich will darauf hinweisen, daß eine Ähnlichkeit bei der Entstehung der *Tintinniden*-Gehäuse Struktur von *Cyttarocylis* (*Favella*) *Ehrenbergii* und dem Auswachsen der Hörner von *Ceratium hirundinella* besteht. An *Cyttarocylis* erscheinen in der ursprünglich hyalinen, homogenen Gehäusesubstanz kleine Kügelchen, welche sich dann vergrößern und dem Gehäuse den wabigen Bau verliehen (ENTZ 8). In der Hornanlage von *Ceratium hirundinella* erscheinen im hyalinen, homogenen Plasma auch kleine Kügelchen, welche sich vergrößernd einen wabigen, dann aber grobvakuoligem, safräumigem Bau dem Horn verliehen und durch die Vergrößerung dieser Safräume wächst die Hornanlage zum Horn aus. Bei der Encystierung ist gerade der entgegengesetzte Prozeß — nämlich Flüssigkeitsabgabe — vorhanden (ENTZ 11, 12, p. 158—161).

Diese schleimartigen Substanzen reagieren auf Veränderungen (Reize?) durch Flüssigkeitsaufnahmen, wodurch sie als Faktoren bei dem Mechanismus der Vergrößerung, also im Streckungsstadium des Zellwachstums, eine Rolle spielen. Wie sehr durch Flüssigkeitsentziehung — und entsprechend durch Aufnahme — der Protoplast von *P. Borgei* sich verändert, beweist die Tabelle der Masse der bepanzerten, panzerlosen Form, Gymno- und Hypnodinien sowie Cysten (Tab. II).

Farbe und Chromatophoren.

P. Borgei ist im Frühling und Sommer dunkler, bräunlichgelb, im Herbst heller und mit einem grünen Stich. Die Farbe kommt von den 3—3 μ langen, 0,5—1 μ breiten Chromatophoren her (Textfig. 1 u. 5). Ihre Zahl denke ich auf 50—100 annehmen zu dürfen, basiert auf den Vergleich der Größe und des Farbtones von *P. Borgei* mit jenen von *Gymnodinium Zachariasii*. Die Farbe der Chromatophoren schlägt beim Absterben ins grüne um, wobei ein rötlicher Farbstoff austritt und das Plasma hellrötlich färbt. Durch Alkohol, Jodalkohol werden die Bestandteile des Chromatophorenfarbstoffes ausgezogen und es sammeln sich in letztem Falle im Plasma grüne Kügelchen an.

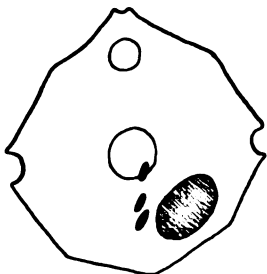
Die Chromatophoren lagern sich, wie dies an Schnitten ersichtlich ist, zumeist dicht unter dem Periplast, aber sie können ihre Anordnung und Lage in der Zelle verändern. Im Lichte sind sie dicht unter dem Periplast (in der Spiralfurche mit der Längsachse die Spiralfurche folgend (Textfig. 5)); im Dunkeln ziehen sie sich in tiefere Plasmaschichten zurück und ordnen sich in den radiären

Plasmasträngen auch radiär an (Textfig. 1). Ähnliche Anordnung der Chromatophoren fand ich in den Cysten von *Ceratium hirundinella* (12, p. 146), KLEBS berichtet, das auch die Chromatophoren von *Hypnodinium* radiär um den Kern angeordnet sind.

GEITLER hatte (13, p. 343—346) Pyrenoide von einigen Süßwasserperidineen beschrieben. Seine mitgeteilten Abbildungen erinnern stark an die Nacht- und Cystenstellung der Chromatophoren meiner Peridineen, doch hatte ich Pyrenoide nicht gefunden.

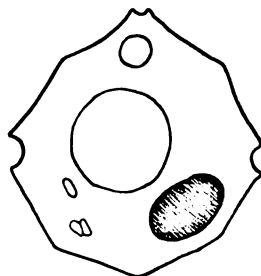
Pusule.

Die Pusule ist ungefähr in der Mitte des Organismus. Sie ist kugelförmig, im Lichte $13\ \mu$ (Textfig. 7) im Durchmesser, nach 12—24 stündlicher Haltung in der Dunkelheit vergrößerte sie sich bis auf $30\text{—}32\ \mu$ (Textfig. 1, 7, 8). Mit 1 proz. Osmiumsäure konnte ich



Textfig. 7.

Textfig. 7. Umrisse mit Andeutung von Kern (schraffiert), Pusule (klein in der Mitte), roter Fleck (schwarz) und Fremdkörper (oben, *Chrysococcus*). Exemplar aus dem Lichte.



Textfig. 8.

Textfig. 8. Umrisse mit Kern (schraffiert), rote Flecke (Umrisse), Pusule (groß in der Mitte), Fremdkörper (oben). Exemplar aus der Dunkelkultur.

mich von einer eventuellen Anwesenheit einer exkretorischen Plasmaschicht nicht überzeugen.

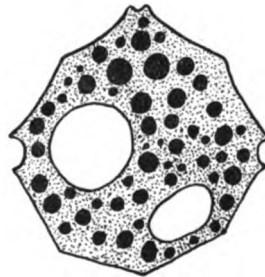
Roter Fleck.

Im Plasma von *P. Borgei* kann man gewöhnlich mehr minder rot- oder orangefarbige Flecke beobachten. Diese sind nach meinen Untersuchungen von verschiedener Herkunft. Ein roter Fleck kommt gewöhnlich im apikalen Teil vor. Er ist abgerundet, $3\text{—}4\ \mu$ im Durchmesser und stellt sich bei näherer Untersuchung als ein Fremdkörper und zwar als eine *Chrysomonadine* dar, mit Kern, Chromatophoren usw. Gewöhnlich ist es ein *Chrysococcus* (Textfig. 8). Außer diesem kommen im Plasma und zwar an sehr verschiedenen Plätzen

orangefarbige, oder rote Flecke vor, welche in verschiedener (1—5) Zahl vorhanden sein können. Ihre Größe variiert bei einer Länge von 3—6,5 μ , mit einer Breite von 1—2 μ . Sie können rund, elliptisch sein, auch können sie gebogene Lamellen darstellen. Gewöhnlich liegen sie im antapikalem Teil, oft an der Stelle wo die Geißel entspringt. Sie lassen sich auch in den Cysten (Textfig. 9), sowie Gymno- und Gloeohymodiniiform auffinden. In der Dunkelheit verschwanden sie auch nach 72 Stunden nicht. Mit 1 proz. Osmiumsäure konnte ich an ihnen



Textfig. 9.



Textfig. 10.

Textfig. 9. Umrisse der Cyste innerhalb des Panzers. In der Cyste Kern (schraffiert), rote Flecke (schwarz).

Textfig. 10. Umrisse eines mit Osmiumdämpfen behandelten Exemplares aus der Dunkelkultur. Plasma grau, mit viel Fett (schwarz), Kern und große Pusule.

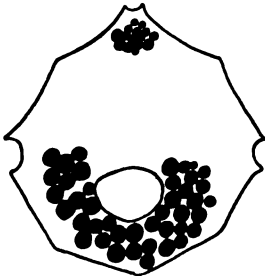
keine Schwärzung konstatieren. Mit Jodalkohol behandelt verschwanden sie. Ähnliche rote Gebilde, Flecke oder rote Tropfen kenne ich auch von *Ceratium hirundinella*, an welcher Art sie mit 96 proz. Alkohol behandelt, in einer halben Stunde verschwinden. Im polarisiertem Lichte leuchten sie bei *C. hirundinella* auf. Vielleicht ist der Farbstoff von vielen dieser Gebilde identisch mit den von mehreren Peridineen bekannten Farbstoff: Hämatochrom (vgl. SUCHLANDT 32, p. 245 und ENTZ 12, p. 147). Für Stigmata halte ich sie keinesfalls.

Reservestoffe.

Als Reservestoffe lassen sich im Plasma fette Öle (Textfig. 10), Stärkekörner, vielleicht auch Glycogen und Schleim konstatieren. Fett kommt im peripherischem Plasma in 0,5—2 μ großen Kügelchen vor, welche sich durch starke Lichtbrechung und Schwärzung mit 1 proz. Osmiumsäure unterscheiden lassen. Im Dunkeln gehalten verschwindet das Fett aus dem Plasma nach 72 Stunden. Amylum kommt in Form von 1—2 μ langen und 0,5—1 μ breiten Körnchen

vor. Es ist durch die doppelte Lichtbrechung sowie Jodreaktion gekennzeichnet.

Ihre Zahl ist groß; sie kommt nicht in Chromatophoren, sondern frei im Plasma vor (Pyrenoide habe ich nicht konstatiert). Stärke



Textfig. 11. Umriss eines mit Jod behandelten Exemplars. Um den Kern viele große Stärkekörner (schwarz) im Apex kleine.

ist zumeist in der Hypovalve vorhanden, umgibt den Kern hier in Form einer (mit Jod blauen) Schale; in der Epivalve sind nur wenige Stärkekörner nachzuweisen (Textfig. 11). Nachdem mit Jodalkohol die ganze Umgebung des Kernes eine rotbraune Farbe annahm (das Plasma bleibt mit dem Kern gelbbraun) denke ich, daß in der Umgebung des Kernes Glycogen vorhanden ist. Außer der starken Färbung des Plasmas und Kernes mit einer 1 proz. wäßrigen Methylenblaulösung denke ich — sowie

aus weiter unten mitzuteilenden Gründen — auf Vorhandensein von Schleim im Plasma und Kern schließen zu können.

Geißeln.

Die Geißeln sind rund im Querschnitt, lassen sich im Leben gut beobachten, sind aber schwer zu fixieren (am besten noch mit Osmium- und Formoldämpfen). Die abgeworfenen Geißeln lassen sich mit verdünnter Methylenblaulösung färben. Wenn sie abgeworfen wurden, bewegten sie sich noch zuckend kurze Zeit lang, dann erschienen an ihnen Varikositäten, welche — eines nach dem anderen — aufplatzten. Die Färbbarkeit mit Methylenblau, das Entstehen der Varikositäten sowie ihr Aufplatzen deutet darauf hin, daß in der „Substanz“ der Geißeln schleimartige Stoffe vorhanden sein müssen. Die Geißeln sind ungemein empfindlich, sie werden bei minimalsten Veränderungen der Zusammensetzung sowie Konzentration und Temperatur des Mediums abgeworfen, sie können geradezu als diesbezügliche Sinnesorgane aufgefaßt werden (vgl. OLT-MANN'S 23, ENTZ 9; ZIMMERMANN vermutet, daß die Geißel als eine Art Sinnesorgan funktioniert: HEIDENHAIN: Plasma und Zelle 1907, p. 275).

Den Zusammenhang von Geißeln, Basalkörperchen und Kern ähnlich der Cinetiden CHATTON'S (2, p. 577—580) hatte ich nicht konstatiert, sowie auch kein „Motorium“ wie es HALL (14) von *Ceratium hirundinelle* berichtet, trotzdem, daß ich einen Basalkorn

von *Gonyaulax* (9, p. 258, Taf. IX Fig. 5, 6) und das Motorium von *C. hirundinella*, sowie *Diplopsalis acuta* aus eigenem Befunde kenne (unpubliziert). Die Länge der Längsgeißel kann ungefähr 80μ an einem 50μ langen, 42μ breiten und 38μ dicken Exemplar sein. Die Länge der Spiralgeißel muß aber bedeutend größer sein, da diese in einer Cycloidalspirale vom Ursprungspunkt bis zu diesem zurück sich um die ganze Peripherie in der Spiralfurche zu verfolgen ist, in Windungen, die ziemlich eng aufeinanderfolgen.¹⁾

Kern, Nucleolen und Kernteilung.

Der Kern der gepanzerten Form ist $16,9 \mu$ lang, 13μ breit. Er liegt in der Hypovalve von der Ventralseite (Textfig. 8, 11) betrachtet in der Mitte oder in der linken Hälfte. Er ist verschieden von Form: zumeist abgerundet, kann aber auch 4–5-eckig, ja sogar in Fortsätze ausgezogen sein — wie das an Schnitten zu sehen ist. Oft liegt neben dem Kern ein Fremdkörper, welcher in die „Ausbuchtung“ gelagert zu sein scheint. Ein Parasit? — Mit Jodalkohol wird der Kern gelbbraun gefärbt, läßt sich mit Kernfarbstoffen leicht färben: DELAFIELD'S Hämatoxylin, Eisenhämatoxylin mit Giemsa; mit EHRlich-BICONDI'S Triacid nimmt er eine grüne Farbe an, mit 1 proz. wäßrigen Methylenblaulösung wird es stark blau gefärbt, welche Angaben vielleicht darauf deuten, daß im Kern Schleim vorhanden ist.

Nucleoli lassen sich mit DELAFIELD'S Hämatoxylin leicht nachweisen. Ich fand

in 9 Fällen	1 Nucleolus
in 6 „	2 „
in 1 Falle	3 „

Die feinere Struktur des Kernes läßt sich auch im Leben mit Immersion leicht ermitteln. Ich hatte Kerne mit Wabenstruktur, mit hohlen Kügelchen (an Schnitten, gewiß Durchschnitte der Kernstäbenchromosomen), dann Teilspiremen mit Nucleolen, sowie auch in Querteilung befindliche lange Chromosomen und auch Chromo-

¹⁾ Wenn die Geißel die Spiralfurche ungewunden, also nicht spiral aufgerollt umgeben sollte, müßte sie 144μ lang sein, in enge Spirale gewunden aber vielmehr, gegen 750μ ; doch kann es sein, daß die Spiraldrehung nicht an der ganzen Geißel zur selben Zeit vorhanden ist, nur ein Teil immer gedreht ist, welcher dann in Form einer Welle durch die Geißel geht. Ist dies der Fall, dann mag die Länge zwischen 144 – 750μ etwa in der Mitte stehen. Jedenfalls ist aus diesen Überlegungen zu ersehen, daß die Länge der zwei Geißeln stark voneinander abweichen muß: die Spiralgeißel muß viel länger sein als die Längsgeißel es ist.

somendurchschnürungsstadien gefunden. Längsspaltung der Chromosomen fand ich nicht.

In der *Gloeodinium*-Hypnodinien-Form fand ich auch Kernteilungsstadien, welche identisch mit den Teilungsstadien der gepanzerten Form zu sein scheinen, nur erscheinen ihre Kerne kleiner. Die Kernteilung erscheint mir mit der Kernteilung der von CHATTON mitgeteilten Abbildungen von *Blastodinium crassum* (1. Fig. 121 Taf. X) am meisten ähnlich zu sein.

Der Kern der Ruhecysten ist kleiner im Durchmesser $10,8 \mu$ als der Kern der beweglichen Form $17 \times 13 \mu$, er ist stärker färbbar. Ich hatte in den Cystenkerne an Totopräparaten Kügelchenstruktur aufgefunden (vgl. 14 HALL).

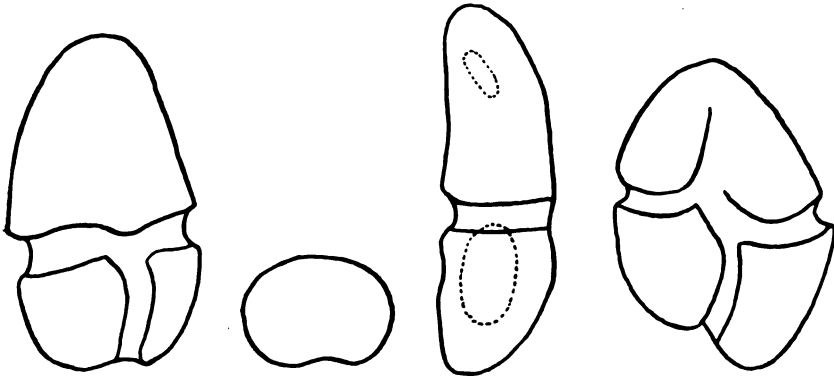
Ich muß ferner noch bemerken, daß in den *Gleo*-Hypnodinien der Kern in der Richtung der Bewegung in einen Zipfel ausgezogen war und auch die Chromosomen hatten sich mit dieser Längsrichtung parallel gestellt (Taf. 16 Fig. 3—5).

	Länge μ	Breite μ	Dicke μ
<i>Gymnodinium Zachariasi</i>	40—48	30—32	15—16
„ <i>palustre</i>	45	38	—
„ von <i>P. Borgei</i>	34	12	12

II. *Gymnodinium*-Form (Textfig. 12—15).

Wie aus den Maßen zu ersehen ist, ist die *Gymnodinium*-Form länglich, erinnert in ihren Umrissen und Verhältnissen an *Gymnodinium palustre* SCHILLING und *Gymnodinium Zachariasi*, doch ist sie bedeutend kleiner (vgl. obige Tabelle), als letztere, nur in Form und Farbe übereinstimmend. Die Spiralfurche läuft fast horizontal ungefähr in der Mitte oder etwas darunter; sie ist beiläufig so breit wie die Längsfurche: $2-3 \mu$. Der Apicalteil ist abgerundet, sowie auch der Antapicale; bei der Längsfurche ist die antapicale Hälfte etwas eingekerbt. Der Querschnitt ist bohnenförmig (Textfig. 13), kann aber fast kreisrund sein. Geißeln wie an der bepanzerten Form. Im Plasma kann man die braunen Chromatophoren, gewöhnlich einen rötlichen Fremdkörper (im Apex), rote Flecke, den elliptischen Kern (im Antapex) sehen; Amylum und Fett wie in der bepanzerten Form, aber eine Pusule konnte ich nicht unterscheiden. Nachdem *P. Borgei* sich in *Gymnodinium*-Form teilt, kann man oft bizarre Teilungsformen mit einer Einkerbung und zwei Längsgeißeln beobachten

(Textfig. 15 u. 16). Die Längsfurche ist in diesem Falle schief auseinandergezogen, oder in zwei geteilt. Die Umhüllung ist eine äußerst dünne Kruste des Periplastes.



Textfig. 12.

Textfig. 13.

Textfig. 14.

Textfig. 15.

Textfig. 12—14. Umriss der *Gymnodinium*-Form.

Textfig. 12 von der Ventralseite,

Textfig. 13 vom Apex, Textfig. 14 von der linken Seite (Kern, Fremdkörper angedeutet).

Textfig. 15. *Gymnodinium*-Form in Teilung.

III. *Glenodinium*-Form.

Die *Glenodinium*-Form steht nach ihrer Entwicklung zwischen dem *Gymnodinium* und der bepanzerten Form. Sie entsteht aus der *Gymnodinium*-Form durch Neuentstehung (?) oder Verdickung (?) ihres (?) des (?) Periplastes. Ihre Membran ist infolgedessen bald mehr mit dem einer *Gymnodinium*-, bald aber der bepanzerten *Peridinium*-Form übereinstimmend. Zellbestandteile sind mit denen der *Gymnodinium*-Form identisch, sowohl in ihrer Zahl, wie auch Form und Größe (siehe Tabelle II).

IV. Encystierte Form (Fig. 9 u. Taf. 16, Fig. 7).

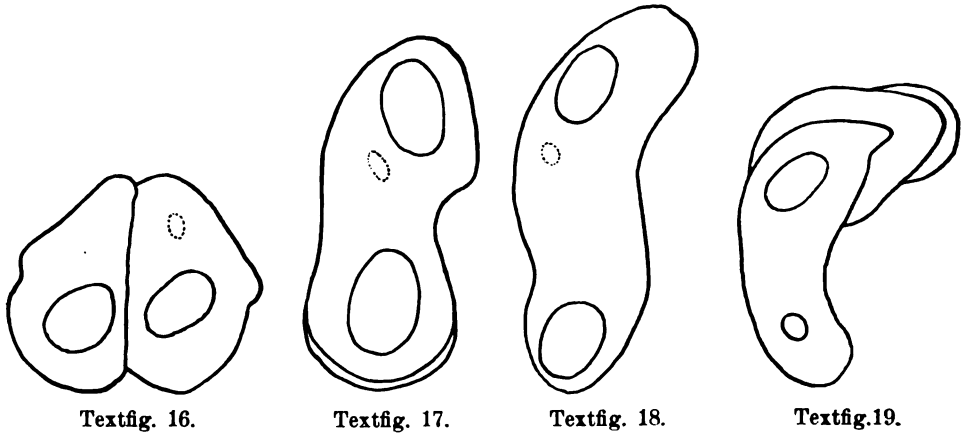
Die Cyste bildet sich innerhalb der Panzermembran, sie ist kugelförmig von 18—48 μ (siehe Tabelle II) Durchmesser, mit einer 0,5 μ dicken Cellulosemembran. Diese Cellulosecyste kann noch durch eine Schleimhülle (Textfig. 22) umschlossen werden, in welcher sich Fremdkörperchen anhaften können. Die Dicke der Schleimhülle kann die Hälfte des Durchmessers der Cellulosecyste (10—13 μ) erreichen. Kerndurchmesser 7,2 \times 4,8 μ .

Das Plasma der Cyste ist strahlig angeordnet, etwa so, wie an der Cyste von *Ceratium hirundinella* (ENTZ 12). Chromatophoren

wie an der beweglichen Form, aber ebenfalls strahlig angeordnet. In der Cyste lassen sich Stärkekörner mit $1,2-2\ \mu$ Durchmesser in großer Zahl konstatieren, ferner „rote Flecke“. Vom Vorhandensein des Fettes hatte ich mich nicht überzeugt, keine Reaktionen diesbezüglich gemacht. Geißeln und Pusulen fehlen.

V. *Gloeo-Hypnodinien*-Formen.

Die *Gloeo Hypnodinien*-Formen (Textfig. 17—21, Taf. 16 Fig. 1—5) sind längliche, bald gerade, bald aber etwas gebogen, bohnenförmig, oder schwach sigmoidal. Ihre Maße sind in der Tabelle zusammen-



Textfig. 16. *Gymnodinium*-Form in Teilung mit angedeuteten Kernen.

Textfig. 17—21. *Gloeo-Hypnodinium*-Stadien.

Fig. 17 mit zwei Kernen und einer Membran, Fig. 18 sigmoidal gekrümmte Form mit 2 Kernen, Fig. 19 Form mit einem Kern, Fremdkörper (vorn), 2 Membranen, Fig. 20 mit einem Kern, Fremdkörper (vorn) und 7—8 Membranen. Fig. 21 mit einem Kern, Fremdkörper (vorn) und 5—6 Membranen und aufgesprengtem und verlassenem Panzer.

Tabelle II.
Maße von *P. Borgei* in den verschiedenen Lebensformen.

	Länge					Breite					Dicke					Multiple von Länge, Breite, Dicke		Maxima + Minima Multiple dividiert mit 2 =				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	Max.	Min.	Durchschnitt				
Bepanzerte Form	56	36	44			42	26	44			38	26				85	376	24	336	54	856	56 : 23 = 2.3
Cyste		48	32	34	26	43	48	32	34	18	43	48	32	34	18	99	766	8	424	66	267	66 : 23 = 2.8
<i>Gymnodinium</i>	57	34				27	12				27	12				41	553	4	896	23	224	
<i>Gloeo-Hypnodinium</i>	60	60	60	50	55	30	30	30	26	20	30	20				27	000	20	000	23	500	

gestellt. Aus ungeteilten Entstandene sind kurz und kaum gebogen, aus sich teilenden Entstandene länger und stärker gebogen. Die Kernzahl 1—2, hängt auch mit ihrer Entstehung resp. der Teilung zusammen. Roter Fleck (Textfig. 17—21) (Fremdkörper) ist oft vorhanden. Geißeln und Pusulen fehlen, Chromatophoren und andere Einschlüsse wie an Gymnodinien. Der Körper ist von dünnem Periplast umschlossen; öfters ist am ursprünglichen Antapicalteil eine Periplastwiederholung, hierüber weiter unten.

Maße von *Gloeo-Hypnodinien*.

	Länge		Breite		Dicke	
Ungeteilte Form mit einem Kern	30	33	9.8	15.6	9.8	15.6
Geteilte Form mit zwei Kernen	36		9.8		9.8	

Wenn wir die Maße der verschiedenen Lebensformen von *P. Borgei* — wie in der beigelegten Tabelle II angegeben wird — miteinander in Verhältnis stellen, können wir konstatieren, daß die bepanzerte Form groß ist, mit welcher verglichen die Cysten, Gymno- und Hypnodinien klein sind. Dies ist besonders an den aus dem Durchschnitt der maximalen und minimalen Maßmultipla deutlich abzulesen. Die Ursache dieser Erscheinung — in der Volumdifferenz der bepanzerten Form einerseits, Cyste, Gymnodinien und *Gloeo-Hypnodinien* andererseits — ist gewiß in der Flüssigkeitsabgabe zu suchen. Durch diese wird der Plasmaleib kleiner, die bis dahin gelösten Reservestoffe aber werden in geformte Stärke überführt, was durch die starke Doppelbrechung und Bläuung mit Jod verraten wird. Interessant sind in dieser

Hinsicht die *Gloeo-Hypnodinien*-Formen. Täglich wird an ihnen eine gewisse Menge von Flüssigkeit abgegeben so daß *Gloeo-Hypnodinium* täglich um ein gewisses Volum kleiner wird. Die Menge der auf diese Weise abgegebenen Flüssigkeiten läßt sich aus den nacheinander abgeschiedenen Hüllen beiläufig auch ablesen und kann, nachdem das *Gloeo-Hypnodinium* in 8 Tagen so eine Strecke hinter sich legt, wie die Körperlänge, auf ein Achtel geschätzt werden (Textfig. 17—21). Soviel Flüssigkeit abgegeben wurde, ebensoviel muß wieder aufgenommen werden, da das Volum der *Gloeo-Hypnodinien* ungefähr dasselbe bleibt. Unsere Formen schieben sich um soviel weiter, wieviel Flüssigkeit (Schleim) sie täglich abgeben.

B. Vorkommen und Fundstätte.

Peridinium Borgei kommt bei Budapest an der rechten Seite der Donau, in dem an der Horthy-Miklósstraße und zugleich am Fuße des Blocksberges (Gellérthegy) gelegenen kleinen Teiche vor. Diesen Teich will ich kurzweg als Horthyteich bezeichnen.

Der Teich ist vor mehr als 50 Jahren aus der Wasseransammlung in einer verlassenen Ziegeleitongrube entstanden. Seine Form ist ein langes Viereck von etwa 250 m Länge und 50 m Breite; seine durchschnittliche Tiefe ist 2—3 m, jedoch an einigen Stellen bis 10 m tief. Die Ufer sind größtenteils mit Schilf (*Phragmites communis*) bewachsen. Gespeist wird der Teich vom zufließenden Wasser der benachbarten tongrundigen Parzellen. Der Wasserspiegel des Teiches ist ziemlich beständig, so daß er auch im sehr trockenen Jahre 1908 — als die meisten Wasseransammlungen der Umgebung austrockneten, keinen merkbaren Niveauunterschied aufwies — Sommer- und Winter-Niveauunterschied hatte ich leider nicht verfolgt —, welche Erscheinung auf die Konzentrationsänderung und dadurch auf seine Biocönose einen Einfluß haben muß.

Der Teich ist in den bläulichen Kisczeller Tegel eingesenkt, dessen Schlamm sich aus dem ehemaligen unteroligocänen See abgelagert hatte. In diesem Tegel ist außer feinverteiltem Pyrit (Schwefelkies) ziemlich viel Detritus vom obertriatischen Dolomit enthalten, der vom Blocksberg und den benachbarten Bergen herührte. Die Bestandteile des Dolomits als Calcium- und Magnesiumkarbonat kommen mit den im blauen Tegel vorhandenem Pyrit in Kontakt. Durch chemische Wechselwirkung entsteht hierdurch Gips

und Bittersalz. Ersteres verbleibt in Form von Kristallen im Tegel während das leichtlösliche Bittersalz durch die Niederschläge dem Wasser des Teiches zugeführt wird. Auf diese Weise entstand selbst ein stark diluiertes Bitterwasser, was auch am Geschmack zu bemerken ist, trotzdem dasselbe bei 26° (9. Mai 1910) bloß 1,0006 spezifisches Gewicht aufwies. Zum Vergleich sei erwähnt, daß das spezifische Gewicht des Balaton-(Plattensee-)Wassers nach LOSVAY (Chemische Eigenschaften des Wassers des Balatonsees, Result. wiss. Erforschung d. Balatonsees, Bd. I, Teil IV) 1,000522—1,000531 beträgt, dasjenige eines Tümpels aber in der Nähe der Eisenbahnbrücke unweit von unserem Teiche bei 26° C ebenfalls 1,0007 gewesen ist.¹⁾

In 100000 Teilen Teichwasser befinden sich 245,25 g feste Bestandteile in Lösung. In 1 l Wasser ist am 25. Juli 1909 7,84 ccm Oxygen absorbiert gewesen und selbst nach 12 Stunden sank dieses Quantum bloß auf 6,75 ccm herab. Am 3. August ist 5,33 ccm Oxygen verschluckt gewesen, das sich nach 6 Stunden auf 5,01 und nach weiteren 6 Stunden auf 4,83 ccm verminderte. Eine chemische Analyse des Teichwassers ist mir nicht bekannt.

Die Seehöhe des Teiches mag sich beiläufig auf 104 m belaufen.

Die Temperatur des Wassers kann im Hochsommer (Juni—August) schon morgens 7 Uhr auf +22° C steigen, erreicht im April ±10° C, und sinkt Ende Oktober wieder unter 10° C. Im Winter ist der Teich oft zugefroren.

Es mag noch hervorgehoben werden, daß sich im Teiche mitunter (4.—18. Juli 1907) auch eine starke Schwefelbakterienflora von *Beggiatoa* und anderen Schwefelbakterien entwickelt hatte, welche Erscheinung auf zeitweilige Verwesung organischer Körper — wodurch das Wasser stark verunreinigt sein kann — zurückzuführen ist.

Die zweite Wasseransammlung, in welcher *P. Borgei* in der Umgebung von Budapest vorkommt, ist eine vom Wasser okkupierte, verlassene Schottergrube beim Eisenbahndamm unweit der Eisenbahnverbindungsbrücke und etwa 1000 m vom Horthyteich entfernt. Das Wasser dieser Grube ist dicht von Schilf (*Phragmites communis*) bewachsen, so daß dazwischen nur kleine freie Stellen vorhanden sind. Seine Tiefe erreicht kaum 1 m, und ist voll mit *Utricularia* und anderen submersen Pflanzen. Tritone (*Molge cristata* und *taeniata*, oft neotenisch) sowie Frösche, Wasserinsekten usw. halten sich

¹⁾ Vorstehende Angaben sind nach der Bestimmung von weil. Dr. P. SCHEITZ, Adjunkt am Chemischen Institut des Polytechnikums zu Budapest angegeben und ihm verdanke ich auch noch die weiteren Angaben.

darin regelmäßig auf. Das spezifische Gewicht dieses Wassers beträgt bei 26° C 1,0007 (bestimmt vom weil. Dr. P. SCHEITZ). Das Wasser dieser Grube wird durch Regengüsse und auch zusickerndes Grundwasser gespeist; im Winter friert es zu.

P. Borgei kommt zur Sommerszeit in diesem Teiche vereinzelt vor, sowie auch *Ceratium hirundinella* f. *typica*.

Ferner fand ich einigemal 1–2 Exemplare von *P. Borgei* auch im s. u. Lágymányosteich, ein durch einen Damm abgesperrte Ausbuchtung der Donau in der Stadt Budapest, sowie auch im Teiche des Stadtwaldchens (Városliget).

Ein regelmäßiger Fundort in Ungarn ist der langgestreckte Mezözáher See, der wahrscheinlich in prähistorischer Zeit von Menschenhand durch einen Querdamm zu einem Mühlteich gestaut wurde (s. COLOMAN ERÖDI: Über den Ursprung der Mezöséger Seen, Földtani Közlöny XL, 1910, p. 416). Seine Umgebung ist die sog. Mezöség, eine baumarme Hügellandschaft in Siebenbürgens neogenem Becken. Der See, von Schilf umgrenzt, ist auch sonst durch seine üppige Wasserpflanzenvegetation und seinen Wasservogelreichtum bekannt. *P. Borgei* kommt darin mit *Ceratium hirundinella* f. *furcoides* gemeinschaftlich und zwar im Sommer in wahrer Unmenge vor; — *Ceratium* jedoch bloß in wenigen aber langen Exemplaren. Die ersten Proben aus diesem See stammen vom weil. Prof. DADAY (3) aus dem Jahre 1891 und weisen dieselbe Planktonbiocönose auf, die auch ich in den Jahren 1909–1910 konstatieren konnte.

Ferner sammelte ich *P. Borgei* noch im Lago di Averno, wo ich ihm 17. April 1904 in Gemeinschaft mit *Palaemonetes varians* in riesiger Menge antraf.

In Schweden soll es nach LEMMERMANN (21) in schwach brackem Wasser leben.

Über das Wasser, worin *P. Borgei* in Mongolien gesammelt wurde, fehlt mir jegliche nähere Angabe. Ich kenne es aus dem mir vorgelegten Präparate von weil. Prof. DADAY.

C. Phänologie.

P. Borgei erscheint — wie schon vermeldet — Ende März oder Beginn April. Am frühesten hatte ich es am 29. März 1910 konstatiert, dann am 3. April 1911 an zwei Fundplätzen bei Buda-

pest (s. Tabelle III). Es kann Mitte Mai schon in großer Zahl vorhanden sein (Horthyteich 17. Mai 1907), aber in kollossaler Menge konnte ich es im Horthyteich regelmäßig von Ende Juni bis Beginn September auffinden. In dieser Zeit sind so viele Individuen im Plankton, daß in einer aus dem Teiche gewonnener Probe, dessen Wasser gut durchgerührt wurde, ein Tropfen (± 25 mg) etwa 50 Individuen enthielt, also 1 l Wasser etwa 2 Millionen (27. Juli 1916); im September desselben Jahres konstatierte ich in einem Tropfen Wasser 1, 3, 5, 25, also im Durchschnitte etwa 8 Individuen.

Am 17. September 1909 traf ich *P. Borgei* im Mezözáher See in so kolossaler Menge an, daß das herausgeschöpfte Teichwasser eine geblichbraune Farbe hatte. Aus den Angaben aus dem Horthyteiche ist es ersichtlich (Tabelle III), daß *P. Borgei* in großer Individuenzahl und ungefähr seit 17 Jahren immer wiederkehrend lebt. Dieser Teich hat einen ziemlich beständigen Wasserstand, das Wasser erwärmt sich im Sommer morgens 7 Uhr hoch über 22° C, hat eine kaum höhere Salzkonzentration als Wasseransammlungen der Umgebung, hat aber einen bitteren Geschmack. *P. Borgei* ist auch seit 1892, also seit mehr als 30 Jahren, eine beständige Form des Mezözáher Sees. Das Wasser dieses Sees ist aber trinkbar, gar nicht bitter. In den verschiedenen Wasseransammlungen der Umgebung von Budapest kann *P. Borgei* als seltene Form dann und wann aufgefunden werden (z. B. im Teich vom Stadtwaldchen, Városliget), doch verschwindet sie bald, und vermehrt sich nie zu einer dominierenden Form.

Im Horthyteich lebt *P. Borgei* von Ende März (29. März 1910) bis Ende Oktober, wie aus der beigelegten Tabelle III zu ersehen ist. Im Frühling ist es sporadisch vorhanden, es vermehrt sich langsam, ist aber dann in der warmen Jahreszeit in so großer Zahl vorhanden, daß es als eine dominierende Charakterart des Sommers angesehen werden kann. Daß es eine Warmwassersommerart ist, beweisen auch die Angaben der anderen Fundstätten: im Lago di Averno ist es schon im April in dominierender Zahl vorhanden, in Budapest von Ende Mai bis Mitte Oktober, aber nur vom Beginn Juni bis Mitte September dominierend. Daß *P. Borgei* aus Schweden beschrieben wurde, beweist, daß auch in dieser Breite im Sommer gewisse Seen eine ziemlich hohe Temperatur, vielleicht über mehr oder weniger 15° C erreichen können.

Tabelle III des Vorkommens von

Wo nur Datum steht, da wurde *P. Borgei* im Plankton eben konstatiert, Datum mit Kursiv-NB. Im Jahre 1907 und 1910, so wie gelegentlich auch in anderen Jahren nahm ich wöchentlich Peridiniën-Arten, nicht aber *P. Borgei* als Zeichen dessen, daß *P. Borgei*

Horthyteich	Januar	Februar	März	April	Mai
1906					
1907				17., 26.	3., 10., 17., 23., 29., 30.
1908					
1909					
1910			29.	5., 18.	2., 9., 17., 23., 30.
1911				3., 10., 18., 24.	1., 8., 15., 23., 29.
1916					
Lago di Averno 1904				17.	
Merözäh					
1909					
1910				6., 13., 19., 25.	6., 12., 16., 18., 24., 29.
Eine „Grube“ bei Budapest 1910					
1911				3.	23., 29.

D. Biocönose.

Diese Protistenpopulation (siehe Tabelle IV, V, VI), welche im Horthyteiche sowie im Teiche von Mezözäh lebt, ist — was ihre Protisten betrifft — eine Biocönose, welche für Süßwasser charakteristisch ist, wenn auch darin einzelne Arten vorkommen, welche auch im Brackwasser eventuell vorhanden sein können. Als Salzwasserbiocönose kann es keinesfalls angesehen werden.

Die beigefügten Tabellen IV, V, VI geben über die verschiedenen Biocönosen und ihren Komponenten eine Übersicht.

Charakteristisch ist für die Biocönose des Horthyteiches, daß daraus Chrysomonadinen, ausgenommen *Chrysococcus rufescens*, ganz fehlen, ferner die Armut an Flagellaten sowie Sarcodinen und der verhältnismäßiger Reichtum an Ciliaten und Peridineenarten.

Im ganzen sind mir aus dem Horthyteiche 64 Protisten aus eigener Beobachtung bekannt. Diese sind in der Arbeit KREPUSKAS' (20) (exkl. Peridineen) aufgezählt. Unsere Protisten verteilen sich wie folgt auf die verschiedenen Gruppen:

Peridinium Borgei.

ziffern viel, mit halbfetten Ziffern sehr viel, mit halbfetten Kursivziffern in kolossaler Menge. das ganze Jahr hindurch regelmäßig Wasserproben vom Teiche, das Wasser enthielt zwar in der Umgebung von Budapest tatsächlich eine Sommerart ist.

Juni	Juli	August	September	Oktober	No- vember	De- zember
28., 30.	12., 20., 21.		4., 10., 11., 12., 21.		11., 21.	
7., 14., 21., 24., 28.	4., 18., 17., 24., 21.	9., 17., 22., 29. 2., 7., 14., 22., 29.	11., 28.	16., 23., 30. 22.	7., 13., 27.	
6., 13., 20., 27. 7., 12., 19.	4., 10., 22., 25. 27.	1., 8., 15., 22., 29.	5., 12., 19., 26. 4.	3., 10., 17., 24., 31.	7 Cysten	
6., 18., 24., 29. 13. 7., 12., 19.			17.			

Mastigophora 37 (*Flagellata* 12 + *Peridinea* 25)
Sarcodina 6
Ciliophora 21

Im ganzen 64.

Ein Teil dieser Arten kommt aber in den Wintermonaten vor, so daß *P. Borgei* mit 43 Protisten im Sommer in einer Biocönose lebt.

Von den 64 aus dem Horthyteiche mir bekannte Protisten sind 30 saprobiont. Und zwar von diesen 15 mesosaprobiont, 2 polysaprobiont, 13 olygosaprobiont.

Diese Angaben beweisen, daß im Wasser viele organische Teile in Verwesung sind. Dieser Prozeß scheint die Entwicklung von *P. Borgei* nicht zu stören, da sie auch zurzeit und zusammen mit der starken Entwicklung von der polysaprobionten *Beggiatra alba* in geradezu kolossaler Menge in unserem Teiche vorhanden gewesen ist (4.—18. Juni 1907).

Weiterhin charakteristisch ist es für die Protisten-Biocönose des Horthyteiches, daß unter diesen typische Sommer- und Winter-

IV. Tabellarische Zusammenstellung

In den vertikalen Reihen stehen die Monate respektive Wochen, in welchen die funden worden. Von diesen sind 4 perennierend,

Arten	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
<i>Amphidinium hyalinum</i> ENTZ <i>Glenodinium berolinense</i> (LEMM.) LIND. <i>Glenodinium pulviculus</i> ? EHRBG. <i>Peridinium bipes</i> STEIN.	•	•••	••	••••	•••••	•••••
<i>Gymnodinium hyalinum</i> ENTZ <i>Peridinium aciculiferum</i> LEMM. <i>Peridinium lubienense</i> WOLOS. <i>Peridinium palatinum</i> LAUTERBORN <i>Peridinium palatinum f. laeve</i> HUITF. KAAS. <i>Peridinium tatricum</i> WOLOS.	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	••
<i>Gymnodinium mirabile v. rufescens</i> PENARD <i>Glenodinium cinctum</i> EHRBG.? <i>Glenodinium gymnodinium</i> PENARD <i>Glenodinium neglectum</i> SCHILLING <i>Glenodinium oculatum</i> STEIN <i>Glenodinium Penardi</i> (LEMM.) LIND. <i>Gonyaulax apiculata</i> (PENARD) ENTZ <i>Peridinium africanum</i> LEMM. <i>Peridinium Borgei</i> (LEMM.) LIND. <i>Peridinium Volzi</i> LEMM. <i>Peridinium Elpatiewsky</i> (OSTENF.) LIND. <i>Peridinium tabulatum</i> (EHRBG.) CLAP.- LACHM. <i>Peridinium minusculum</i> LIND. <i>Peridinium pusillum</i> LEMM. <i>Diplopsalis acuta</i> ENTZ.					•••••	•••••
Im ganzen:	5	5	7	3	19	15

formen sind (Tabelle IV). Für den Sommer ist die sehr große Menge der Individuen von *P. Borgei* typisch, für den Winter *P. palatinum* und *P. aciculiferum*. Außer diesen Arten und zu diesen Arten können sich dann sowohl im Winter wie im Sommer andere noch anschließen, welche aber in der Individuenzahl gegenüber den typischen Arten zurückbleiben. Einige von diesen können das ganze Jahr hindurch vorkommen, sind also stenotherme Arten, wie *Glenodinium berolinense*. Typische Sommerform ist *Gonyaulax apiculata* und *Diplopsalis acuta* sowie die Ceratien, von welchen aber nur *Gonyaulax apiculata* und *Diplopsalis acuta* ganz vereinzelt auftreten kann, Ceratien aber fehlen vollkommen. Zu diesen Peridineen

Tabelle V.

Die Peridiniën des Horthyteiches nach ihrem Vorkommen
in anderen Gewässern gruppiert betreffs ihrer
Zugehörigkeit nach LINDEMANN.

	Seeformen	Teichformen	Sumpfformen	Moorformen	Saprobionten
<i>Glenodinium gymnodinium</i> PENARD	+				
<i>Gonyaulax apiculata</i> (PENARD) ENTZ	+				
<i>Peridinium tatricum</i> WOLOS.	+				
" <i>Borgei</i> LEMM.	+				
" <i>Elpatiewsky</i> (OSTENF.) LINDEMANN	+				
<i>Gymnodinium mirabile</i> v. <i>rufescens</i> PENARD	+	+			
<i>Peridinium palatinum</i> LAUTERBORN	+	+			
" v. <i>laeve</i> HUITF. KAAS	+	+			
" <i>lubinieuse</i> WOLOS.	+	+			
" <i>bipes</i> STEIN	+	+			
" <i>tabulatum</i> EHRRG.	+	+			
<i>Diplopsalis acuta</i> (APSTEIN) ENTZ	+	+			
<i>Glenodinium cinctum</i> EHRRG.	+	+	+		
<i>Peridinium aciculiferum</i> LEMM.	+	+	+		
" <i>minusculum</i> LIND.	+		+		
" <i>africanum</i> LEMM.	+		+		
" <i>pusillum</i> LEMM.	+	+	+	+	
<i>Amphidinium hyalinum minimum</i> ENTZ	+	+	+	+	+
<i>Glenodinium berlinense</i> (LEMM.) LIND.	+	+	+	+	+
<i>Peridinium Volzi</i> LEMM.	+	+	+	+	+
<i>Glenodinium oculatum</i> STEIN		+	+		+
" <i>Penardi</i> (LEMM.) LIND.		+			
" <i>neglectum</i> SCHILL.				+	
Zusammen	20	15	9	5	4

hang zu bringen, daß das Wasser des Horthyteiches etwas Bittersalz enthält. Von *Ceratium hirundinella* ist es bekannt, daß es in einem Wasser, welches 0,1 Proz. NaCl enthält, nicht leben kann.

E. Biologischer und experimenteller Teil.

Am 4. September 1916 nachmittags 4 Uhr nahm ich aus dem frisch geholten Wasser des Horthyteiches mit einer Porzellanschale eine kleine Menge heraus und ließ sie einige Stunden lang ruhig stehen. Unsere Peridiniën bewegten sich anfangs rasch, nach einigen Stunden setzten sie sich aber nieder und zwar häuften sie sich in der am meist belichteten Stelle etwa in Zonen an, wie aus der Skizze (Textfig. 23, 24) ersichtlich ist. Die beigegebenen Zahlen geben an, wieviel

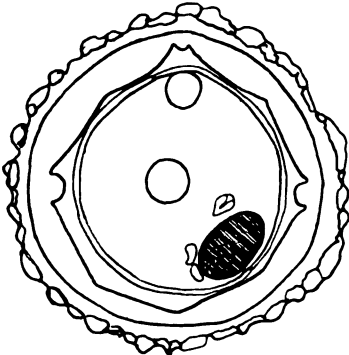
Tabelle VI.
Protistenpopulation des Horthyteiches exklusive der
Peridineen in den Monaten des Jahres.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
<i>Codonodesmus phalanx</i> STEIN		•	•									
<i>Euglena acus</i> EHRLG.	•	•	•	•	•	•					•	
" <i>deses</i> EHRLG.	•	•	•	•	•	•					•	
" <i>viridis</i> EHRLG.		•	•	•	•	•						
<i>Phacus pleuronectes</i> (O. F. M.) DUJ.	•	•	•	•	•	•					•	
" <i>pyrum</i> (EHRLG.) STEIN	•	•	•	•	•	•						
<i>Trachelomonas volvocina</i> EHRLG.				•	•	•						•
<i>Chrysococcus rufescens</i> KLEBS			•									
<i>Chilomonas paramaecium</i> EHRLG.	•					•				•		
<i>Cryptomonas erosa</i> EHRLG.		•	•	•								•
<i>Chlamydomonas pulvisculus</i> EHRLG.	•	•	•									•
<i>Pandorina morum</i> EHRLG.		•	•									
<i>Diffugia pyriformis</i> PERTY					•							
<i>Pseudochlamys patella</i> CLAP. et LACHM.												
<i>Actinophrys sol</i> EHRLG.					•							
<i>Acanthocystis aculeata</i> CL. et LACHM.												
<i>Actinomonas mirabilis</i> S. KENT			•	•								
<i>Nuclearia delicatula</i> CIENK.		•	•									
<i>Coleps hirtus</i> O. FR. MÜLLER												
<i>Didinium nasutum</i> STEIN		•	•								•	
<i>Mesodinium acarus</i> STEIN		•	•									
<i>Actinobolus radians</i> STEIN					•							
<i>Chilodon cucullus</i> EHRLG.				•								
<i>Frontonia leucas</i> CL. et LACHM.				•								
<i>Colpoda cucullus</i> EHRLG.					•	•						
<i>Paramaecium aurelia</i> O. FR. MÜLLER			•									
<i>Paramaecium putrinum</i> CL. et LACHM.					•							
<i>Spirostomum ambiguum</i> EHRLG.			•									
<i>Bursaria truncatella</i> O. FR. MÜLLER	•	•	•	•	•	•						
<i>Stentor polymorphus</i> EHRLG.				•	•	•						
<i>Halteria grandinella</i> O. FR. MÜLLER	•	•	•	•	•	•						
<i>Tintinnidium fluviatile</i> STEIN				•	•	•						
" <i>pusillum</i> ENTZ jun.				•	•	•						
<i>Tintinnopsis cylindrica</i> DADEY		•		•	•	•				•		•
<i>Codonella lacustris</i> ENTZ				•	•	•						
<i>Stylonychia mytilus</i> EHRLG.		•		•	•	•						
<i>Euplotes Charon</i> EHRLG.		•	•									
<i>Vorticella monilata</i> TATEM	•											
<i>Cothurnia crystallina</i> EHRLG.												
<i>Vaginicola decumbens</i> EHRLG.												
<i>Coenomorpha medusula</i> PERTY			•									

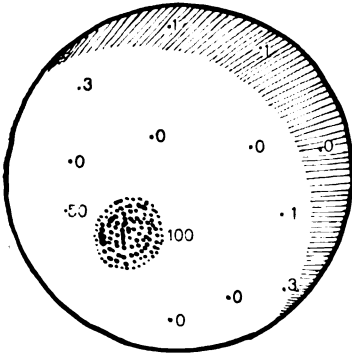
Sozusagen keine Aufzeichnungen
 Sozusagen keine Aufzeichnungen
 Sozusagen keine Aufzeichnungen

Individuen von *P. Borgei* in einem Tropfen Wasser sich befanden. Wie aus der Textfig. 23, 24 ersichtlich ist, sanken die *P. Borgei* alle auf den Grund an der am meist belichteten Stelle des Gefäßes nieder. Stelle ich auf einen Objektträger, ohne mit einem Deck-

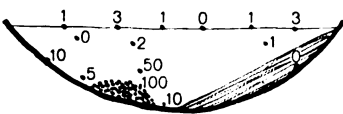
gläschen zuzudecken, einen Tropfen viele *P. Borgei* enthaltendes Wasser, dann sammelten sie sich alle so an, wie es die Fig. 25 darstellt. Unter einem Deckgläschen benahmen sie sich anders: sie sammelten sich alle nicht am Lichtrande, aber in der Ecke, welche nach Norden blickte (Textfig. 26).



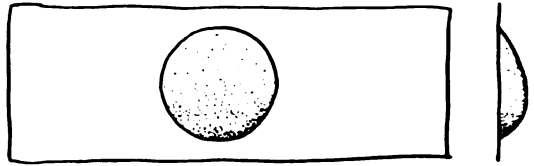
Textfig. 22.



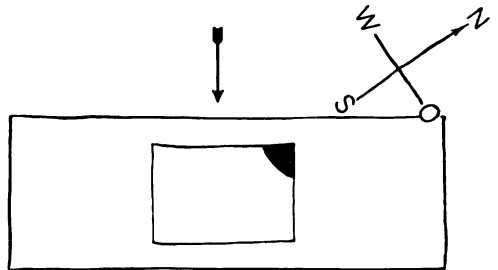
Textfig. 23.



Textfig. 24.



Textfig. 25.



Textfig. 26.

Textfig. 22. Cyste innerhalb des Panzers, der Panzer mit Schleimhülle und dargeklebten „Fremdkörperchen“. Textfig. 23 u. 24. Verteilung im Lichte von *P. Borgei* in einer Porzellanschale. Die Zahlen geben die Individuenzahl in einem Tropfen Wasser an.

Textfig. 23 von oben, Textfig. 24 von der Seite.

Textfig. 25. Verteilung von *P. Borgei* im Lichte in einem unbedeckten Tropfen am Objektträger von oben und von der Seite betrachtet.

Textfig. 26. Verteilung von *P. Borgei* in diffusem Lichte am Objektträger mit Deckgläschen bedeckt. Pfeil Lichtrichtung (Fenster).

In einer großen Porzellanschale ordneten sich unsere *P. Borgei* auch nach Norden sich orientierend in einer Figur an, wie dies die Skizze (Textfig. 28) zeigt: also eine Anhäufung im Norden.

Nachdem ich an *P. Borgei* unter abweichenden Bedingungen ein so verschiedenes Benehmen konstatiert hatte, wollte ich mich

darüber unterrichten, welche Umstände diese Verschiedenheiten verursachen. Daß das Licht dabei eine wichtige Rolle spielt, scheint von Anfang an sehr wahrscheinlich zu sein, aber außer dem Lichte scheint auch der Druck des Deckgläschens, sowie wahrscheinlich auch die Verteilung und Menge der im Wasser gelöster Gase (O , CO_2), gewiß noch viele andere Faktoren (p_H Konzentration usw.) eine Rolle zu spielen. Um den Einfluß des Lichtes studieren zu können habe ich *P. Borgei* vom Lichte abgeschlossen, sowie auch mit verschiedenen farbigen (gelb, rot, blau) Glasdosen überdeckt studiert.

Benehmen im Dunkeln.

Am 4. September 1916 schloß ich ein Gefäß mit *P. Borgei* in einem hölzernen, also dunklen Schrank ab. Sie blieben da bis zum 12. September, im ganzen 8 Tage (192 Stunden) lang. Ich nahm von diesem Gefäße Proben und untersuchte sie. Die Ergebnisse sind in der Tabelle VII zusammengestellt. Aus dieser lassen sich folgende Resultate ablesen. Die erste auffallende Erscheinung ist, daß unsere mit Photosynthese assimilierenden Peridinen vom Lichte abgeschlossen, 8 Tage lang leben konnten. Diese Erscheinung ist mir nicht neu gewesen, da ich auch andere Peridinen tagelang vom Lichte abgeschlossen am Leben erhalten konnte: *Ceratium hirundinella* z. B. 4–5 Tage lang. Zweitens ist es auffallend, daß unsere Peridinen vom Lichte abgeschlossen sich ununterbrochen bewegten. Sie schwärmten im Gefäß überall ungefähr gleichmäßig verteilt. Es entstanden nirgends Ansammlungen, wie solche im Lichte z. B. am Rande des Gefäßes zu entstehen pflegen (Randringbildung). Drittens läßt sich auch in der Struktur unserer Peridineen Abweichungen gegenüber den im Lichte gehaltenen konstatieren. Im Gegensatz zu den im Lichte gehaltenen ist die Struktur des Kernes äußerst deutlich zu sehen; der Kern erscheint auch größer als an Exemplaren, welche im Lichte gehalten wurden. Das Plasma verhielt sich bis zum 6. Tage anscheinend normal, vom 6. Tage an aber wurde es an vielen Exemplaren etwas rötlich gefärbt, welche Färbung wahrscheinlich von den absterbenden Chromatophoren herrührt, deren wasserlösliche, rote Komponente aus den Chromatophoren heraus diffundierend das Plasma tingieren kann. Die Chromatophoren nehmen eine andere Lagerung an als im Lichte, sie stellen sich in den radiär angeordneten (vom 4. Tage an aufgezeichnet) Plasmasträngen auch radiär ein (Textfig. 1).

Sehr auffallend ist das Benehmen der Pusule (Textfig. 1, 7 u. 8). Der Durchmesser ist am Lichte 5–6 μ , in Dunkelheit gehalten er-

November 1916	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Stunden									

Bestandteile	Zustand									
Kern	Normal									
Plasma	Normal									
Chromatophoren	Normal									
Pusule	Normal									
Roter Fleck	Normal									
Amylum	Normal									
Vakuolen	Normal									
Teilung	normal									
Panzer	normal									
Gymnodinien	normal									
Gelbeln	normal									
Randring	Kein Randring vorhanden									
Plasmolyse	Normal									
Absterben	Normal									
Cysten werden gebildet	Normal									

Groß mit deutlicher Struktur

Rötlich

in einigen

In einigen

sterben ab

Radial

angeordnet

Durchm. 20-24 μ

Durchm. 5-6 μ

Durchm. 20-24 μ

Durchm. 5-6 μ

Durchm. 20-24 μ

Durchm. 5-6 μ

Durchm. 20-24 μ

Durchm. 5-6 μ

Durchm. 20-24 μ

Durchm. 5-6 μ

Durchm. 20-24 μ

Durchm. 5-6 μ

Durchm. 20-24 μ

Durchm. 5-6 μ

Durchm. 20-24 μ

Durchm. 5-6 μ

Durchm. 20-24 μ

Durchm. 5-6 μ

Durchm. 20-24 μ

Durchm. 5-6 μ

Durchm. 20-24 μ

Durchm. 5-6 μ

Durchm. 20-24 μ

Durchm. 5-6 μ

Absterben

weitert sie sich in 24 Stunden auf 20—24 μ . Es scheint, daß sich die Pusule in der Dunkelheit ausdehnt, aber sich dann nach 24 Stunden wieder langsam kontrahiert. Wenn meine Angaben nicht durch Zufall hervorgebracht sind, ist da ein Rhythmus in 48 Stunden gegeben: 24 Stunden dauert eine Art Diastole, 24 Stunden Systole. Daß die Pusulen der Peridineen sich sehr langsam kontrahieren, wird von SCHÜTT angegeben und wird auch allgemein angenommen (vgl. DÖRFLIN 4, p. 71).

Von den Assimilaten hatte ich an Amylum in diesen Versuchen keine Veränderung konstatieren können. Ebenso blieb der „rote Fleck“ unter den Beobachtungen unverändert. Die „Vakuolen“, welche im „Lichte“ Fett enthielten, dehnten sich von 3—5 μ Durchmesser (am 4. Tage aufgezeichnet) auf 10—12 μ aus, wodurch das Plasma wie durch große Safräume verdrängt in radiären Streifen verteilt wurde (Textfig. 1).

Die Teilung scheint im Dunkeln auszubleiben; doch muß ich bemerken, daß Teilung schon durch einfaches Aufbewahren im Laboratorium — auch im Lichte — unterbleibt. Diese Erscheinung ist an *Ceratium hirundinella* besonders auffallend, da sie infolge ihrer charakteristischen Form den Stillstand der Teilung sehr deutlich ersehen läßt.

Viele *P. Borgei* hatten im Dunkeln nach 24 Stunden ihren Panzer abgeworfen und bewegten sich, „schwärmten“ als Gymnodinien. Am 3. Tage hatten viele ihre Geißeln verloren, weshalb sie an den Boden des Gefäßes sanken. Cysten wurden während der ganzen Zeit, wie unter normalen Bedingungen, gebildet.

Nachdem *P. Borgei* im Dunkeln beständig sich bewegt, schwärmt, kann sich kein Randring bilden; nach 8 Tagen hatte sich aber doch ein Ring gebildet von den Individuen, welche sich am Rande des Wassers niedergelassen und encystiert hatten.

Plasmolyse und Absterben begann am 8. Tage, nach dem 13. Tage sind alle im Dunkeln gehaltene *P. Borgei* abgestorben gewesen.

Benehmen im Lichte und Einfluß des Lichtes (Tabelle VIII).

P. Borgei reagiert stark auf Licht. Wenn man sie im Freien beobachtet, wo sie in großer Menge vorkommen (wie am 17. September 1909 im Mezözáher See), so kann man ihre durch das Licht verursachte orientierte Bewegung schon mit bloßem Auge verfolgen: ihre Massen sind als gelbbraune Streifen zu beobachten,

Tabelle VIII.

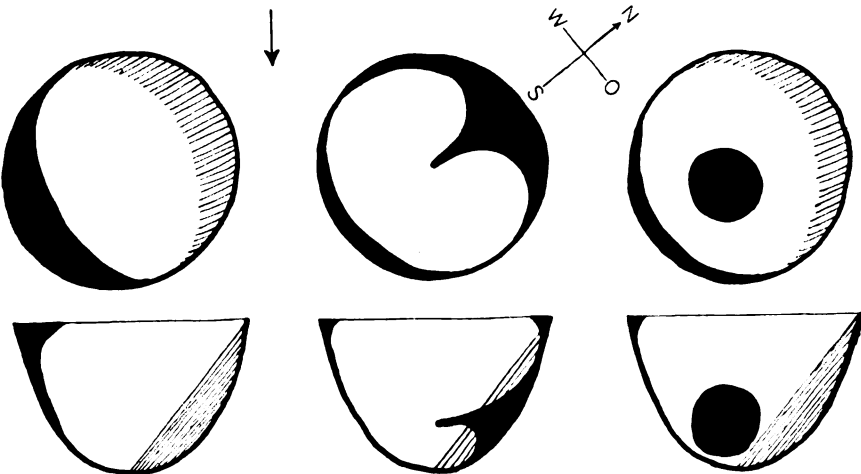
Benahmen von *P. Borgei* gegenüber dem Lichte im Freien (Teiche) sowie im Laboratorium.

— Ziehen in Streifen, Zügen, —> Richtung des Zuges, + Versammlung, ø keine Versammlung.

	Im Teiche		Im Laboratorium					
	Direktes Sonnenlicht	Direktes Sonnenlicht	Diffuses Licht	Dunkelheit	Rotes Licht	Gelbes Licht	Blaues Licht	
Zerstreut			+	+	+	+	+	
Im Licht			+	+	+	+	+	
Im Schatten			+	ø	ø	ø	ø	
Oben			ø	ø	ø	ø	ø	
In der Tiefe			ø	ø	ø	ø	ø	
Osten			ø	ø	ø	ø	ø	
Westen			ø	ø	ø	ø	ø	
Norden			ø	ø	ø	ø	ø	
Süden			ø	ø	ø	ø	ø	
Randring			ø	ø	ø	ø	ø	

welche in der Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen, in miteinander parallelen Linien sich anordnen.

Die Stärke des Lichtes hat großen Einfluß; zu starkes Licht stimmt um, es wird geflohen. Dies kann am besten in einer Porzellanschale kontrahiert werden, welche im Laboratorium vor ein Fenster, welches nach Norden sieht, gestellt wird (Textfig. 27—29). Ihr Benehmen kann von den beigelegten Skizzen abgelesen werden, welche an einem und demselben Tage aufgenommen wurde (4. September 1916, Budapest). Die Skizzen sind von oben betrachtet und auch von der Seite dargestellt. In der Nacht im Dunkeln ist *P. Borgei* gleichmäßig im Gefäße verteilt. Ist das Licht schwach — also in den Morgenstunden — versammeln sie sich in den oberflächlichen



Textfig. 27.

Textfig. 28.

Textfig. 29.

Textfig. 27—29. Verteilung von *P. Borgei* in einer Porzellanschale im Arbeitsraum von oben und von der Seite gezeichnet. Pfeil Lichtrichtung (Fenster).

Textfig. 27 morgens 10 Uhr, Fig. 28 mittags 12—1 Uhr,

Textfig. 29 nachmittags 4 Uhr.

Schichten an der am meist beleuchteten Stelle (Textfig. 27). Nachdem das Gefäß einen kreisförmigen Querschnitt hat, bilden sie einen konkaven Ring, mit der konkaven Seite nach Norden blickend. Gegen Mittag (12 Uhr 45 Min.) wanderten sie aus dem zu stark gewordenem Lichte an die Schattenseite über im ganzen in einer Form, so wie die Ziffer 3 ist (Textfig. 28) angeordnet. Ein Teil bildete einen Randring in den obersten Wasserschichten, ein Teil aber — und dies ist der größere Teil — sank in die tieferen Schichten an der

Schattenseite in der Mittellinie in einem Streifen nordsüdlich ziehend. Als das Licht schwächer wurde — nachmittags 4 Uhr — sammelte sich ein Teil wieder oben in einem schwachen Randring, der größte Teil sank in die Tiefe und versammelte sich an der am meisten belichteten Stelle in einer mehr oder minder kugelförmigen Anhäufung (Textfig. 29).

Diese typische Verteilung im Lichte scheint außer dem Lichte auch noch durch die Schwerkraft beeinflusst zu sein. Nachdem ein Teil der sich bewegenden Peridinen immer am Boden des Gefäßes sich versammelt, denke ich, daß bei der Hervorbringung dieser Erscheinung die bei der Assimilation gebildete Stärkeanhäufung im Plasma eine Rolle spielt. Diese Annahme ist aber rein hypothetisch, deren Richtigkeit untersucht werden mußte. In einem hohen Glascylinder senken sie sich in nicht zu starkem Lichte an dessen Grund und versammeln sich hier in einer C-Form mit konkaver Seite gegen die Lichtseite blickend. Auch ein Randring ist oben vorhanden (Textfig. 30). In einem nicht bedeckten Tropfen am Objektträger sammeln sie sich auch in einer C-Form an, mit konkaver Seite gegen das Licht blickend (Textfig. 25).

Wird der Tropfen am Objektträger mit einem Deckgläschen zugedeckt (Fig. 26), so versammelten sich die *P. Borgei* möglichst außerhalb des Deckgläschens und unter den Bedingungen meines Arbeitsraumes in der Nordecke. Die Ursachen dieser eigentümlichen Erscheinung ist mir unklar. Daß es aber ein Resultat von verschiedenen Reizwirkungen sein kann (Lichtreiz + Getropismus + Druck des Deckgläschens + Mangel an O) erscheint mir sehr wahrscheinlich.

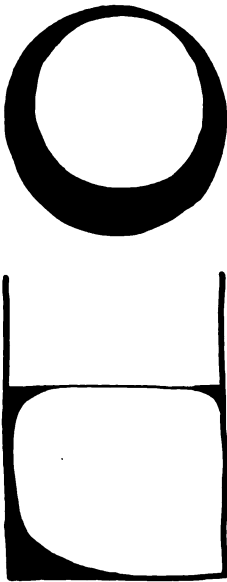
Dunkelrotes Glas wirkt wie Dunkelheit: die *P. Borgei* zerstreuen sich. Blaues und gelbes Glas bringt ungefähr dasselbe Resultat hervor als diffuses Tageslicht: eine ziemlich regelmäßige Verteilung im Wasser, doch mit Ansammlungen an der meist belichteten Stelle.

Die Bahn der Bewegung.

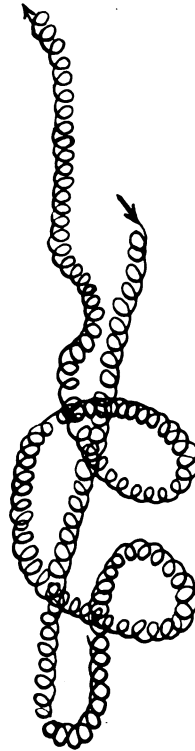
P. Borgei bewegt sich in großen Massen im Teiche in parallelen Streifen in der Richtung der einfallenden Lichtstrahlen. Die Bewegung der einzelnen Individuen läßt sich mit kleiner Vergrößerung in einem größeren Gefäß konstatieren, nicht aber am Objektträger. Hier scheint die Bahn ihrer Bewegung — wie beigelegte Skizze beweist — unregelmäßig zu sein (Textfig. 31). Diese Unregelmäßigkeit ist ein Resultat, welches durch viele Faktoren bedingt zu sein scheint. Als solche denke ich annehmen zu können: Einfluß

des Lichtes, ungleiche Verteilung gemischter Gase und Salze, p_H -Konzentration, Reibung resp. Stoß an die Glasflächen. Kann sich *P. Borgei* im Verhältnis zu seiner Größe im unbegrenzten Raume bewegen, dann kann man sich von der Bahn seiner Bewegung ein Bild machen.

Wir können in diesem Falle konstatieren, daß *P. Borgei* bei ihrer Bewegung eine bestimmte Lage einnimmt: der Apex blickt



Textfig. 30.



Textfig. 31.

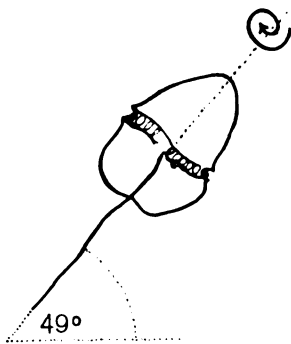
Textfig. 30. Anordnung von *P. Borgei* in einem Cylinderglas von oben und von der Seite. Oben Randring, von der Seite Randring und Bodensatz. Licht kommt von oben und rechts.

Textfig. 31. Bahn einer *P. Borgei* in einem größeren Gefäß von der Seite betrachtet.

nach oben und vorn, der Antapex nach unten und hinten und der Organismus dreht sich um diese Achse in der Richtung des Uhrzeigers (Textfig. 32). Im ganzen beschreibt ihre Bewegung eine cycloidale Bahn. Stellen wir ein in Bewegung sich befindliches *P. Borgei* in ein Koordinatensystem ein, so können wir konstatieren, daß der

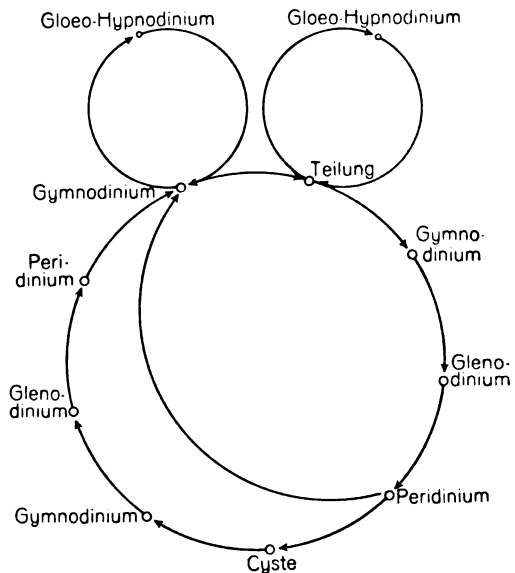
Körper bei der Bewegung mit Apex nach vorn und oben, mit Antapex nach hinten und unten und um diese zwei Punkte, Pole, gelegte Achse sich drehend, in einer Cycloide sich bewegt so, daß die Achse mit der horizontalen einen Winkel bildet, der in Budapest ungefähr $49-50^\circ$ ist. Die Bewegung ist eine gradlinige, welche im diffusen Lichte meines Arbeitsraumes direkt nach Norden gerichtet war. (Das Fenster ist nach NW gerichtet gewesen.) Die Bahn der Bewegung resultiert aus verschiedenen Teilfaktoren. Solche sind:

1. Der polare Bau des *Peridiniums* mit bei der Bewegung nach vorn gerichtetem Apex und einer gegebenen Achse zwischen Apex und Antapex.



Textfig. 32.

Textfig. 32. Stellung von *P. Borgei* bei der Bewegung in vielem Wasser.



Textfig. 33.

Textfig. 33. Lebenszyklus von *P. Borgei*.

2. Durch die bestimmt gerichtete Bewegung der Geißeln, wodurch beständig eine Drehung — mit der Uhrzeigerbewegung übereinstimmend — resultiert.

3. Durch die Wirkung äußerer Faktoren, wie Licht, Schwerkraft, chemische, mechanische und thermiale Einflüsse und Reize. Von diesen Faktoren ist der Mechanismus der Bewegung und der polare Bau unserer Protisten gegeben und hängt nicht mit äußeren Faktoren zusammen, sondern ist, wie SCHAEFFER (26) sagt, von der stereochemischen Struktur des Plasmas abhängig. Daß aber gewisse

mechanische Faktoren auch bei der polaren Bewegung eine Rolle spielen können, erscheint mir wahrscheinlich: im Plasma von *P. Borgei* können wir immer im antapikalen Teil die schwereren Teile: Kern und viel Stärke konstatieren, hingegen Stoffe, die ein kleineres spezifisches Gewicht haben, wie Öltröpfchen treffen wir im Apex sowie auch wenig Stärke (Textfig. 1).

Daß am Zustandekommen der Bahn der Bewegung der Peridineen die mechanische Belastung des Körpers mit Stärke eine Rolle spielen kann, darauf weist diese Tatsache hin, daß chromatophorenlose Peridinen, in welchen ich keine Stärke konstatieren konnte, in ihrer Bewegung unsicher sind, sie taumeln hin und her wie z. B. *Glenodinium berolinense*, ja sie schlagen bei ihren Bewegungen direkt Purzelbäume (wie statolithlose Metazoen): so die chromatophorlose und deshalb auch Stärke vermissende Art *Diplopsalis acuta* (APSTEIN) ENTZ. Bekanntlich schreibt HABERLANDT den Stärkekörnern in den Wurzelspitzenzellen der Pflanzen eine Statolithfunktion zu (STRASBURGER, Botanisches Praktikum, p. 251 u. 372), vielleicht wäre in diesen Fällen auch etwas Ähnliches experimentell nachzuweisen.

Wenn wir die Tatsachen bezüglich des Zusammenhanges zwischen Mechanismus des Organismus, Reizwirkungen und Bahn der Bewegung unserer Protisten zusammenfassen, kommen wir zu folgendem Resultat. Wird von den Reizen der am meisten wirkende Reiz, das Licht, ausgeschlossen — also im Dunkeln — und kann sich der Organismus in viel Wasser bewegen, dann wird die Bahn der Bewegung in erster Linie von dem Mechanismus der Bewegungsorganellen bestimmt: sie ist eine Cycloidbahn, deren Richtung außer dem polaren Pol des Körpers und dem Mechanismus der Bewegungsorganellen von verschiedenen äußeren Faktoren (Reizen?) abhängt, wodurch die Richtung der Bewegungsbahn fortwährend geändert wird und zu einer ganz ungeordneten Bewegung, ähnlich der BROWNSCHEN Bewegung, wird. Ist aber das Licht als stark wirksames Agens vorhanden, so wird durch es die Bewegung bestimmt und orientiert: unsere Peridineen bewegen sich durch die Stärke und Richtung des Lichtes bestimmt dem Lichte zu oder davon ab. Außer dem Lichte scheinen chemische Reize — in erster Linie vielleicht O-Reichtum die Bewegungen beeinflussen: optimale O Konzentration wird aufgesucht (Randringbildung). Umstimmung scheint Photophobie und Sinken in tiefere Schichten — vielleicht mit Geotaxis verbunden — zu erklären. Bewegung des Wassers ist natürlich von größtem Einfluß: in die Tiefe gesunkene Individuen können auch durch Wasserbewegung in einen Haufen gestrudelt werden.

Vermehrung.

Die Vermehrung, schiefe Längsteilung des Protoplasten, scheint immer in der Gymnodinienform sich abzuspielen. Der Panzer muß demzufolge bei oder vor der Plasmateilung abgeworfen werden (Textfig. 15, 16). In Teilung traf ich *P. Borgei* von früh $\frac{1}{2}$ 10 (11. Juli 1907) bis nachmittags 1—3 $\frac{1}{2}$ Uhr an (28. Juni 1906). Die Kernteilung scheint sich wie bei anderen Peridiniën in der Nacht abzuspielen: in der Früh $\frac{1}{2}$ 10 Uhr fand ich sie schon in Plasmateilung. Im ganzen zeichnete ich Teilungen am 28. Juni, 2., 11. und 20. Juli auf.

Die Teilung kann durch gewisse äußere Einflüsse suspendiert werden. Ich hatte beobachtet, daß, wenn in Teilung befindliche Individuen (Gymnodinien) aus dem Grubenwasser, worin sie lebten, in ein anderes Wasser (in meinem Falle Leitungswasser = natürlich filtriertes Donauwasser) versetzt werden, werden sie in ihrer Teilung gehemmt: tagelang bleiben sie in demselben Stadium verharrend (Taf. 16 Fig. 2, 3, 6). Von *Ceratium hirundinella* ist es mir bekannt, daß, wenn ich sie einsammelte und das Plankton aufbewahrte, ihre Teilung nicht ablief, sondern in demselben Stadium auch einen halben Tag lang verblieb, in welchem sie gesammelt wurden, trotzdem daß im Freien die ganze Teilung in einigen Stunden abläuft. Die Ursache davon, daß die Teilung suspendiert wird, denke ich an *Ceratium hirundinella* im O-Mangel des im Sammelgefäß stehenden Wassers zuzuschreiben. STOLTE (30) hatte von Stentoren experimentell sozusagen erwiesen, daß bei viel Sauerstoff im Medium eine lebhafte Teilung vorhanden ist, bei wenig aber die Teilung stark gehemmt wird. Daß beim Stehen aus dem Grubenwasser viel absorbiertes O abgeht, beweist die Feststellung, daß in 1 l Grubenwasser bei 760 mm Barometerdruck und 0° C am 25. Juli 1909 7.84 cm³ O vorhanden gewesen ist, nach 12 Stunden 6.57 cm³. Am 30. Juli unter denselben Bedingungen 5.33 cm³, nach 6 Stunden 5.01 cm³ und nach abermals 6 Stunden nur 4.83 cm³ O. Bei *P. Borgei* scheint — wenn sie vom Grubenwasser in Leitungswasser übergetragen wird, vielleicht nicht allein der O Mangel die Ursache der Teilungshemmung zu sein, sondern auch die Konzentrationsdifferenz und speziell vielleicht Mangel an gewissen Salzen; diese Vermutungen sind aber nur als Vermutungen ausgesprochen, ohne genügende Beobachtungsbasis.

Panzerabwurf.

P. Borgei wirft den Panzer leicht ab. Dieser Prozeß ist unter dem Deckglas zu verfolgen, da nach kürzerem Stehen der Inhalt sich vom Panzer zurückzieht, sich etwas in die Länge streckt und meist am Apex nach außen tritt. In dieser nackten *Gymnodinium*-Form entsteht also bald in Form einer feinen Umhüllung die Anlage des neuen Panzers.

Die Ursache des Panzerabwurfes, also einer Art Häutung, scheint in der Änderung der Zusammensetzung von Salzen des Mediums zu suchen zu sein, wie aus den folgenden Mitteilungen zu ersehen ist. Wenn das Wasser vom Rande des mit Deckgläschen zugedeckten Tropfens verdunstet und die Konzentration des Mediums größer wird, werfen viele Peridineen zuerst ihre Geißeln und dann auch ihren Panzer ab. Leicht kann man *P. Borgei* zu so einer Häutung, zum Ausschlüpfen aus der Membran zwingen, wenn man zum Wasser, worin sie leben, Leitungswasser oder Wasser einer anderen Grube schüttet. Dies Experiment mit Leitungswasser hatte ich immer mit demselben Resultat wiederholt. Wenn ich Leitungswasser zugeb, konnte ich an *P. Borgei* eine eigentümliche Veränderung konstatieren: sie begannen sich um ihre Achse (an einem Platze verweilend) zu drehen, dann sanken sie nach einigen Minuten an den Grund des Gefäßes. Nach einigen Stunden, d. h. vom Beginn des Experimentes (2. Juli 1906, ungefähr 11 Uhr früh bis nachmittags 3 $\frac{1}{2}$ Uhr), hatten viele von ihnen ihren Panzer abgeworfen und schwärmten im Wasser in *Gymnodinien*form. Um 5 Uhr 45 Minuten sanken sie auf den Boden nieder und rundeten sich ab.

Daß *P. Borgei* an den Grund des Behälters sank, ist dem Verlust der Geißeln zuzuschreiben. Was den Panzerabwurf betrifft, so scheint dieser durch die zwischen Panzer und Periplast entstandene Plasmolyse bewirkt zu sein. Die Plasmolyse beweist erstens, daß *P. Borgei* eine Konzentrationsdifferenz zwischen den zwei Wasserarten konstatiert hat und zweitens darauf mit Plasmolyse und Geißelabwurf energisch reagierte. Diese Konzentrationsdifferenz kann aber minimal sein, da das spezifische Gewicht vom Horthy-teich bei 26° C (9. Mai 1910) 1,0006, dagegen Wasser aus einer anderen Grube (s. n. Gödör) 1,0007 gewesen ist.

Man könnte an eine lähmende Giftwirkung denken, da *P. Borgei* noch nach 8 Tagen in gehemmter Lebenstätigkeit sich befand. Daß sie lebten, beweisen die Bakterien, welche sie ihrer Chromatophoren

zuliebe umschwärmten, sowie ihr eigentümliches Benehmen, eine Art Fortbewegung. In den niedergesunkenen Peridiniën entstand zwischen Panzer und Periplast ein plasmolytischer Raum. Ihr Protoplast streckte sich etwas in die Länge und bekam eine längliche, schmale Form, wodurch er den Panzer am Apex sprengte (Textfig. 21, Taf. 16 Fig. 4). Nun schien sich dieser plasmolytische Prozeß an den Niedergesunkenen periodisch zu wiederholen, und zwar, nachdem sie nach 1 Tag 1, nach 2 Tagen 2, nach 3 Tagen 3, nach 8 Tagen 8 usw. abgeworfene Umhüllungen aufwiesen, muß dieser Prozeß sich täglich wiederholen haben. Durch die eigentümliche Art einer Ausscheidung bewegten sich unsere Peridineen ähnlich fort (Textfig. 20 u. 21), wie dies bei der sekretorischen Bewegung von Gregarinen bekannt ist.

Ähnliche Ortsveränderung scheint auch bei *Gloeodinium montanum* vorhanden zu sein, bei welcher Gymnodinie (*Phytodinidae*) KILLIAN (16) als unvollständige Häutung (16, Taf. 4, Fig. 2 u. 3) ähnliche Abbildungen publiziert, so daß man auch an ihnen auf eine Ortsveränderung schließen möchte.

Die Substanz, welche an *P. Borgei* abgeschieden wird, färbt sich mit Eisenhämatoxylin tief schwarz; nachdem die Membran von *P. Borgei* sich mit Eisenhämatoxylin ähnlich färbt und aus einer schleimartigen Substanz besteht, schließe ich daraus, daß die Substanz dieser Membran auch aus so einem Schleim besteht. Aus der Betrachtung dieser Hülle kann man schließen, daß diese Umhüllung periodisch abwechselnd abgeschieden wird; es wechselt die Produktion einer mehr dickeren und einer dünneren (flüssigeren) Substanz miteinander ab, wodurch die deutliche, wahrscheinlich der täglich abgeschiedenen entsprechende, Schichtung der Umhüllung zu erklären ist. Da die Ausbildung der festen *Peridinium*-Panzersubstanz an *Ceratium hirundinella* am Tage geschieht, denke ich, daß die mehr flüssige Substanz an *P. Borgei* in der Nacht, die membranöse aber am Tage produziert wird.

Aus Schichten aufgebaute, also periodisch abgeschiedene Membran sind von Peridiniën schon bekannt. So beschreibt KILLIAN (16) die Membran von *Gloeodinium montanum*, welche Art meist in encystierter Form — also als eine Art „*Palmella*“ lebt und nur selten in einer *Hemidinium*-Form schwärmt, während unsere Art (*P. Borgei*) gewöhnlich in der beweglichen Form anzutreffen ist, also in dieser Form, welche CHATTON (1) als *Dinospore* bezeichnet hatte. *P. Borgei* kann aber durch äußere Umweltsveränderungen, ich möchte sagen, passiv zur halbbeweglichen *Hymmodinium*-ähnlichen Form gezwungen werden.

Tabelle IX. Depression und Absterben von *P. Borgei* bei verschiedenen äußeren Bedingungen.

	Plasma tritt an der Längsfurche aus	Geißel wird abgeworfen	Halbmonde erscheinen	Sedimentierung	Plasmolyse	Häutung = Panzerabwurf	Bewegung	Farbenänderung der Chromatophoren	Farbenänderung des Plasmas	Pusule vergrößert sich	Hypnodinien-Membranabscheidung	Cysten-Membranabscheidung	Absterben	Leben fort
Heißes Horthyeteichwasser			+	+	keine		grün Absterben						+	∅
+ 36° C Horthyeteichwasser. Ausgang-Temperatur ± 20° C				+	Größtenteils Absterben								+	einige
Horthyeteichwasser + 20° C + Horthyeteichwasser + 15.5° C				+			Leichte Depression						∅	Leben weiter
Horthyeteichwasser + Aqu. dest.	+	+	+	+			Absterben						+	∅
Horthyeteichwasser + Orzcykerteichwasser							Leben nach 24 Stunden weiter, keine Veränderung						∅	+
Horthyeteichwasser + Grubenwasser							Leben nach 24 Stunden weiter						∅	+
Horthyeteichwasser + Donauwasser	∅	+	+	+	Depression 4. + keine einige Teil auf	4. + Hört zum Teil auf	∅	∅	∅	nicht zu sehen	+	wiederholt +	∅	+
Horthyeteichwasser 8 Tage lang in Dunkelheit gehalten	∅	nicht	nicht	keine	keine	keine	dauert fort	keine	keine	vergrößert sich	keine	keine	Sterben nach dem 8. Tag ab	∅
Horthyeteichwasser im Lichte Absterben	∅	+	+	+	+	∅	∅	+	+	+	∅	+	+	∅

Tabelle X.
Benehmen von *P. Borgei* in verschiedenen konzentrierten NaCl-Lösungen. 1916.

<i>P. Borgei</i> in verschiedenen konz. NaCl-Lösungen		Bewegungen	Geißelabwurf	Sedimentie- rung	Halbmonde	Plasmolyse	Panzer- abwurf	Farben- änderung	Absterben
NaCl 1 %	Minuten Stunden Tage	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1	ø	1	1
0·5 %	Minuten Stunden Tage	1		0·5	1	Plasmo- lyse			1
0·25 %	Minuten Stunden Tage	1		1—2	1	20	20		1
0·125 %	Minuten Stunden Tage	1		1—2	10	15	15		1
0·0625 %	Minuten Stunden Tage	4	6—7	3	6—7	ø	24		4

Je konzentrierter die Lösung ist, desto schneller erscheinen die Halbmonde und stirbt der Organismus ab. Bei 1proz. NaCl-Lösung kommt es sozusagen sofort zur Plasmolyse, der Zelle wird soviel Wasser entzogen, daß sie bald abstirbt. Ist die Plasmolyse nicht so stark, dann wird der Panzer abgeworfen und *P. Borgei* schwärmt in *Gymnodinium*-Form weg. Jedenfalls hatte sich nur die Konzentration resp. NaCl-Percentage geändert und es entstanden keine Hypnodinien.

Als Ursache des Panzerabwerfens — also einer Art Häutung — könnte Konzentrationsänderung dienen. Daß die Annahme richtig sein kann, beweisen die Experimente, welche O. SEBERTYÉN im Jahre 1917 mit verschiedenen konzentrierten NaCl-Lösungen unternahm.

Wurde eine 1proz. NaCl-Lösung mit dem Wasser des Teiches bis auf $\frac{1}{16}$ verdünnt, stellte man also eine 0,0062proz. NaCl-Lösung dar, so reagierten die in dieser Lösung sich nun befindlichen *P. Borgei* schon nach 3 Minuten indem sie sich an dem Boden der Porzellanschale niedersetzten. Um und am Panzer erschienen die Schleimhalbmonde. Viele warfen ihren Panzer ganz ab, es trat also Plasmolyse ein; aber — dies muß betont werden — nicht alle warfen ihren Panzer ab, viele bewegten sich, wie unter normalen Umständen, starben erst nach 8 Tagen ab und zwar erst dann, als

das Wasser des Gefäßes sozusagen ganz verdampft gewesen ist und sie an dessen Rand eintrockneten.

Cysten und Encystierung.

Die Cyste bildet sich innerhalb der Panzermembran, an welcher bei der Cystenbildung Schleimhalbmonde erscheinen können. Diese Schleimhalbmonde können die Cyste in Form von einem Hof umgeben, welcher Hof (Textfig. 22) nach dem Grad der Quellung eine engere oder weitere Umhüllung um die Cyste bilden kann.

Nachdem die Schleimhülle klebrig ist, können sich an ihrer Oberfläche Fremdkörperchen anheften. Die Cyste von *P. Borgei* kann deshalb von verschiedenen Hüllen umgeben sein, und zwar: 1. nur durch die Cystenmembran (Taf. 16 Fig. 7), 2. Cystenmembran und Panzer (Textfig. 9), 3. Cystenmembran, Panzer und Schleimhülle mit oder ohne Fremdkörperchen.

Als Auslöser der Encystierung können Saisonursachen, Umwelteinflüsse wie Temperatur, Konzentrationsdifferenz, Dunkelheit wirken. Cysten beobachtete ich am frühesten in der Saison am 3. Mai 1907, am spätesten am 23. Oktober 1907. In größerer Menge nur im Herbst.

Absterben.

Hielt ich *P. Borgei* einige Tage lang in demselben Wasser, worin sie auch im Teiche lebten, gingen sie doch zugrunde. Dabei erschien die Pusule im Vergleich zur normalen Größe ungefähr auf das Doppelte vergrößert.

Am Panzer erschienen die Schleimhalbmonde, welche sich langsam vergrößernd einen Schleimhof um den Organismus bildeten; der Protoplast löste sich plasmolytisch ab. Später verschwand die Pusule, der plasmolytische Raum zwischen Panzer und Protoplast bekam eine rosarötliche Farbe, welcher Farbstoff gewiß aus den Chromatophoren als dessen wasserlöslicher Farbstoff heraustrat.

* * *

Wie wir sahen, kann *P. Borgei* in sehr verschiedenen Formen erscheinen. So:

1. In der gewöhnlichen Form von einem bepanzerten *Peridinium*. Diese Form kann eine fast unsichtbar feine Täfelung und Reticulierung haben oder eine mehr oder minder deutlich ausgesprochene bis grobe, welche Abweichungen sich als Altersunterschiede ermitteln lassen. Auch diese Erscheinung scheint mit dem individuellen Alter zusammenzuhängen, daß die Panzerplatten dicht aneinander sich an-

schließen oder aber voneinander durch Interkalarstreifen getrennt sind (Textfig. 2—4).

2. Ohne Panzer also in der Form eines *Gymnodinium* (Textfig. 12 bis 15). Diese entsteht infolge gewisser Lebensbedingungen und kann sowohl durch Entschlüpfen aus der Cyste, Abwerfen des Panzers oder Ausschlüpfen aus einer *Gloeo-Hypnodinium*-Form entstehen. Dies ist die Form, in welchem sich *P. Borgei* teilt und die Jugendform von *P. Borgei* überhaupt.

3. In Form einer Cyste (Taf. 16 Fig. 7 u. 11). Die Cyste kann sein a) gewöhnliche Ruhecyste mit einfacher, glatter Membran, welche sich innerhalb des Panzers bildet, b) von einer Gallerthülle umgebene Cyste, in welcher sich Fremdkörperchen einlagern können und innerhalb welcher Hülle eine Cyste sein kann, mit Panzerplatten umgeben (Textfig. 22).

4. Gloeo-Hypnodiniencystenform, welche sich mit einigen aus Cellulose und? oder? Schleimhülle umgeben sind und in welcher *P. Borgei* längere Zeit verweilen kann. Dies kann eine Woche lang dauern, kann aber dann ausschwärmen und — wenn sich die Umstände günstig zeigen, durch die Gymnodinienform zur typischen *Peridinium*-Form sich entwickeln, oder aber — in ungünstigem Falle — wieder in Gloeo-Hypnodinienform übergehen (Textfig. 17—21).

P. Borgei ist also eine stark modifizierbare, plastisch-vielförmige, man kann wohl sagen plastisch-polymorphe Art. Ein ähnlicher Polymorphismus ist bei den Peridineen weit verbreitet und bekannt, der Polymorphismus unseres *P. Borgei* erhält aber dadurch ein Interesse, daß von diesen verschiedenen Formen wenigstens einige zum Teil schon heute experimentell erzeugbar sind und als Reaktionen auf bestimmte Umwelteinflüsse sich ermitteln lassen. Für den Organismus ist so ein plastischer Polymorphismus, große Reaktionsfähigkeit auf Umweltveränderungen von größtem biologischem Wert: der Organismus kann sich infolge seiner großen Anpassungsfähigkeit unter sehr verschiedenen Bedingungen am Leben erhalten. Für einen Wasserorganismus ist das Vorhandensein der im Wasser gelösten Stoffe wie auch die Konzentrationsänderung des Wassers von größter Bedeutung. Von dem chemisch-physischen Zustand seines Mediums überzeugt sich *P. Borgei* mit Hilfe seiner Geißeln. Je nach dem Zustande des Mediums reagiert *P. Borgei* mit Ausscheidung einer schützenden Gallerthülle, Encystierung oder Gloeo-Hypnodiniencystenbildung. Gloeo-Hypnodinienzustand ist eine Art latenter Lebenszustand, in welchem *P. Borgei*

einige Zeit verharren kann, um bei geeigneten Verhältnissen dies wieder zu verlassen und in ein tätiges Leben überzugehen. Das Experiment zeigt, daß raschen Konzentrationsänderungen, verursacht etwa durch einen Regenguß, eine Überschwemmung, durch zeitliche Hüllbildung entgegengewirkt werden kann, wodurch der Organismus sich retten und so die Erhaltung der Art sichern kann.

Als äußere Einwirkungen, worauf *P. Borgei* mit Schleimausscheidung reagiert, hatte ich ermittelt:

1. Heißes Wasser — vielleicht Erwärmung allein auch (Temperaturhöhe nicht bestimmt).

2. Änderung der Konzentration des Mediums (Beimischung von Leitungswasser, auch bei identischer Temperatur; Versetzen in $\frac{1}{16}$ —1 proz. wäßrige NaCl-Lösung).

3. Absterben im Lichte (vielleicht auch durch Konzentrationsänderung und Temperaturerhöhung verursacht).

Hingegen erscheint kein Schleim 1. bei Einsetzen in destilliertes Wasser; 2. in Alkohol; 3. Formol; 4. Sublimat (konz. Waren); 5. Formol- und Osmiumdämpfen.

Es erscheint, wie wenn die Schleimausscheidung durch gewisse Bedingungen ausgelöst wurde, durch rasch tödende Eingriffe aber, ähnlich anderen Lebenserscheinungen, vernichtet oder aufgehoben werden könnte.

P. Borgei kommt vor in:

A. Beweglich.

1. Gewöhnliche, gepanzerte Form:

a) jung,

b) alt.

2. Panzerlose Gymnodinienform.

3. Membranös umhüllte *Glenodinium*-Form.

B. Unbewegliche Cystenform.

4. Gewöhnliche Cyste.

5. Cyste mit Gallerthülle.

6. „ „ „ und Fremdkörperchen.

C. Teilungsform.

7. *Gymnodinium*-Form in Teilung.

D. Gloeo-Hypnodinien-Stadium.

8. *Hypnodinium*-Form ungeteilt.

9. „ „ in Teilung.

Lebenscyclus.

All diese Stadien lassen sich mit Hilfe von Umweltveränderungen auslösen und können sich in der Natur zu verschiedenen Cyclen vereinigen.

Der Lebenscyclus von *P. Borgei* kann in verschiedenen Möglichkeiten sich abspielen, wie aus der Tabelle (S. 434) abzulesen ist.

Aus der Cyste (Textfig. 33) kriecht im Frühjahr ein *Gymnodinium* aus; dies bekommt eine Membran, wird also zur *Glenodinium* und erhält Täfelung, also wird zur typischen *P. Borgei*-Form. Diese kann nun verschieden variieren. Nun beginnt die Teilung, bei welcher der Panzer abgeworfen wird, also es entsteht wieder ein *Gymnodinium*, welches durch *Glenodinium* zu *Peridinium* wird. Dieser Vorgang der Vermehrung kann sich wiederholen, führt aber am Ende der Saison zur Encystierung. Damit ist der gewöhnliche Lebenscyclus abgeschlossen.

Dieser Cyclus kann durch Einschaltung der Gloeo-Hypnodinienstadien modifiziert werden; diese Modifikation kann in ungeteiltem Stadium sowie auch in der Teilung eintreten, wodurch die zwei Nebencyclen entstehen, welche dann, bei Eintritt der normalen Umweltbedingungen wieder in den normalen Lebenscyclus überführen.

Von diesem Lebenscyclus wird das abgelaufen, was die äußeren Bedingungen möglich machen resp. erzwingen. In welcher Form wir also *P. Borgei* auffinden, hängt in sehr großem Maße von dem Zwange der äußeren Bedingungen, von den Umweltbedingungen ab.

Theoretisch ist es gar nicht unmöglich, daß so eine plastische Art wie *P. Borgei* ihren Lebenscyclus unter anderen Bedingungen anders abläuft; z. B. könnte man sich denken, daß das *Peridinium*-Stadium überhaupt nicht erreicht wird, und daß in diesem Falle aus unserem *Peridinium* Generationen von Gleno- oder Gymnodinien entstehen, welche sich eventuell auch encystieren könnten. Durch planmäßiges Experimentieren halte ich es nicht für unmöglich, ähnliche Lebenscyclen erhalten zu können.

Helder (Holland) 27. Juni 1926.

Literaturverzeichnis.

- 1) CHATTON, E. (1920): Les Peridiniens parasites morphologie, reproduction, ethologie. Arch. de Zool. expér. et gén. T. 59 p. 1—475, pl. I—VIII, Textfig. 160.
- 2) — (1924): Sur les connexions flagellaires des éléments flagellés. Centrosoms et mastigosoms. La cinetide, unité cinetoflagellaire. Cinetides simples et cinetides composées. C. R. hebd. Soc. Biol. T. 91 p. 577—580.
- 3) DADAY, J. (1892): Die mikroskopische Tierwelt der Mezöséger Teiche. Természetráji füzetek. Vol. 14 p. 1.
- 4) DOFLER, F. (1916): Lehrbuch der Protozoenkunde. 4. Aufl. Jena (Fischer) 1916.
- 5) ENTZ, G. jun. (1903): Beiträge zur Kenntnis der Peridineen. Math.-naturw. Ber. aus Ungarn Bd. 20.
- 6) — (1904): Beiträge zur Kenntnis des Planktons des Balatonsees. Resultate d. wiss. Erforsch. des Balatonsees, Bd. 2 I. Teil. Anhang. Budapest.
- 7) — (1908): Die biologischen Resultate der Balatonforschung. Internat. Revue der gesamten Hydrobiol. u. Hydrogr. Bd. 1.
- 8) — (1909): Studien über Organisation und Biologie der Tintinniden. Arch. f. Protistenk. Bd. 15.
- 9) — (1909): Über die Organisationsverhältnisse einiger Peridineen. Math.-naturw. Ber. aus Ungarn Bd. 25.
- 10) — (1913): Über ein Süßwasser-Gymnodinium. Arch. f. Protistenk. Bd. 29.
- 11) — (1921): Over de groei der Peridineen. Handelingen v. h. XVIII e Neederlandsche Natuur en Geneeskundige. Congress. Utrecht.
- 12) — (1925): Über die Encystierung der Süßwassergeracien. Arch. f. Protistenk. Bd. 51.
- 12a) — On Chain Formation in Ceratium hirundinella. Biologia Hungarica Vol. I 1926.
- 13) GEITLER, L. (1926): Über Chromatophoren und Pyrenoide bei Peridineen. Arch. f. Protistenk. Bd. 53 p. 343—346.
- 14) HALL, R. P. (1925): Mitosis in Ceratium hirundinella O. F. M., with notes on nuclear phenomena in encysted forms and the question of sexual reproduction. Univers. of California Public. in Zoology Vol. 20 No. 3 p. 29—64, pl. 5—9, 5 Fig. in text.
- 15) HEIDENHAIN, M. (1907): Plasma und Zelle. I. p. 275.
- 16) KILIAN, CH. (1925): Le cycle évolutif du Gloeodinium montanum (KLEBS). Arch. f. Protistenk. Bd. 50 p. 50—66, Taf. 4—5, 2 Textfig.
- 17) KLEBS, G. (1912): Über Flagellaten und algenähnliche Peridineen. Verb. d. Nat. Med. Ver. Heidelberg N. T. Bd. 11 p. 369.
- 18) KOPOID, CH. A. (1911): Dinoflagellata of the San Diego Region. IV. The Genus Gonyaulax etc. Univ. of Californ. Public. in Zoology Vol. 8 p. 242—245.
- 19) KRAUSE, F. (1910): Über das Auftreten von extramembranosem Plasma und Gallerthülle bei Ceratium hirundinella. Intern. Revue f. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. Bd. 2.
- 20) KREPUSKA, Gy. (1917): Budapest Végvényei. Állattani Közlemények Bd. 16 p. 160.
- 21) LEMMERMANN, E. (1904): Das Plankton schwedischer Gewässer. Arch. f. Botanik Bd. 2 p. 1—209.
- 22) LINDEMANN, E. (1923): Die Entwicklungshemmung von Peridinium Borgei und ihre Folgen. Arch. f. Protistenk. Bd. 46 p. 378—382.

- 23) OLTMANN, F. (1905): Morphologie und Biologie der Algen Bd. 2 p. 62.
- 24) PASCHER, A. (1915): Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten. II. Über eine neue Amöbe — *Dinamoeba varians* — mit dinoflagellaten-artigen Schwärmern. Arch. f. Protistenk. Bd. 36.
- 25) ROMEIS, B. (1922): Taschenbuch der mikroskopischen Technik. 9.—10. Aufl. R. Oldenburg (München-Berlin).
- 26) SCHAEFFER, A. A. (1926): Recent discoveries in the biology of Amoeba. Zool. laborat. univ. Kansas Lawrence. Quart. review of biol. Vol. 1 No. 1 p. 95—118.
- 27) SCHÜTT, F. (1895): Die Peridineen der Planktonexpedition. I. Teil. Ergebnisse der Planktonexpedition. Kiel u. Leipzig.
- 28) SCHÜTT, F. (1898): Zentrifugales Dickenwachstum der Membran und extramembranöses Plasma. Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. 33.
- 29) — (1900): Die Erklärung des zentrifugalen Dickenwachstums der Membran. Bot. Ztg. 58. Jahrg. II. Abt. Nr. 16—17, mit Entgegnung von G. KARSTEN.
- 30) STOLTE, H. A. (1922): Einfluß der Umwelt auf Macronucleus und Plasma von *Stentor coeruleus* EHRBG. Ein experimenteller Beitrag zur Frage der Kernplasmabeziehungen. Arch. f. Protistenk. Bd. 45 p. 377.
- 31) STRASBURGER-KOERNICKE (1913): Das Botanische Praktikum. 5. Aufl.
- 32) SUCHLAND, O. (1916): Dinoflagellaten als Erreger von rotem Schnee. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 34 p. 242—249.

Tafelerklärung.

Alle Figuren sind mit ZEISS hom. Imm. n. N. 1·3 Comp. Oc. 6 mit Hilfe des Zeichenapparates nach ABBE in der Tischhöhe gezeichnet. Fixiert mit warmem konz. Sublimat, gefärbt mit HEIDENHAIN's Eisenhämatoxylin.

Fig. 1. *Gloeo-Hypnodinium*-Bildung innerhalb einer *Glenodinium*-Hülle. ⁴Ungeteilter Kern, eine Hülle. Horthyteich- + Donauwasser.

Fig. 2. *Gloeo-Hypnodinium* innerhalb einer *Glenodinium*-Hülle. Geteilte Form. Mit 2 Kernen und 2 Umhüllungen. Horthyteich- + Donauwasser.

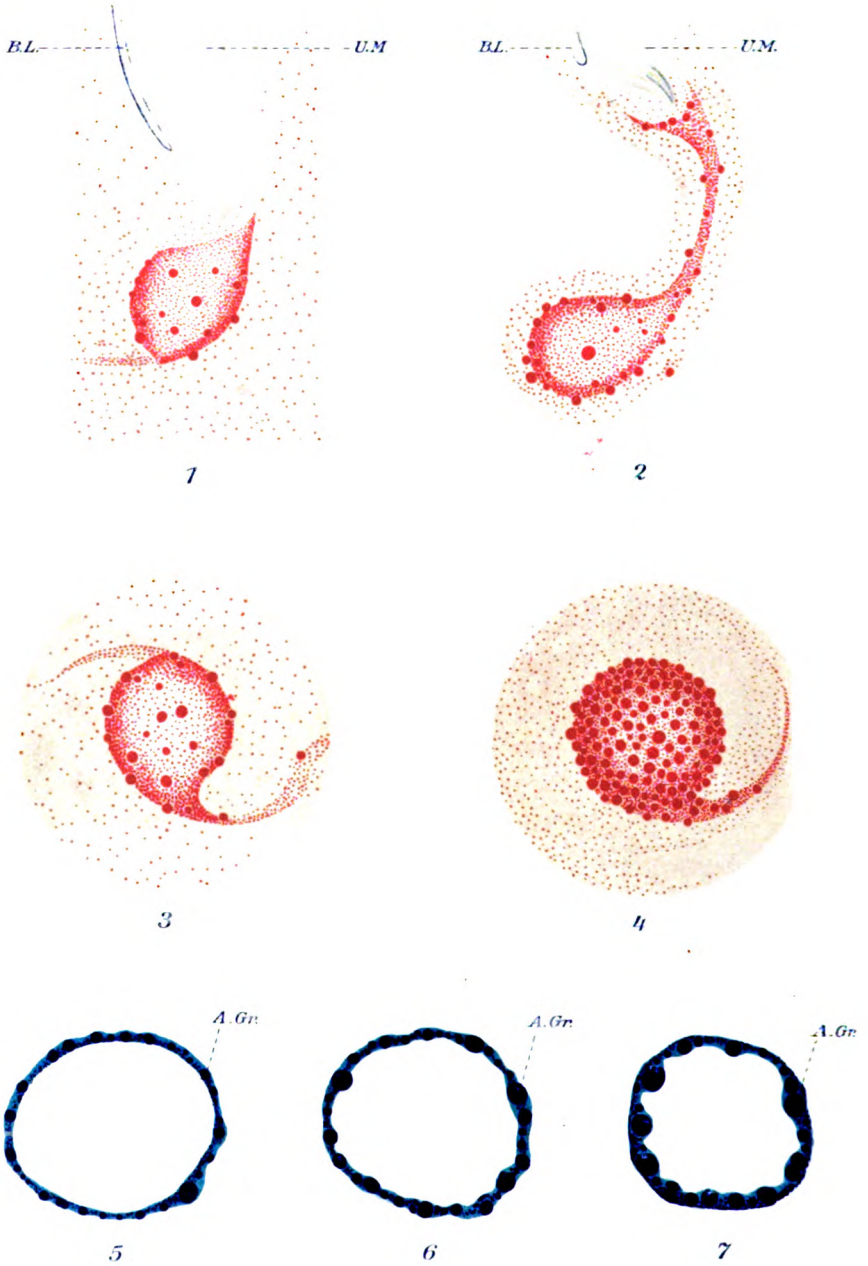
Fig. 3. *Gloeo-Hypnodinium*-Form. Geteilt, mit 2 Kernen, mit 7 Hüllenresten an einer Seite. Horthyteich- + Donauwasser.

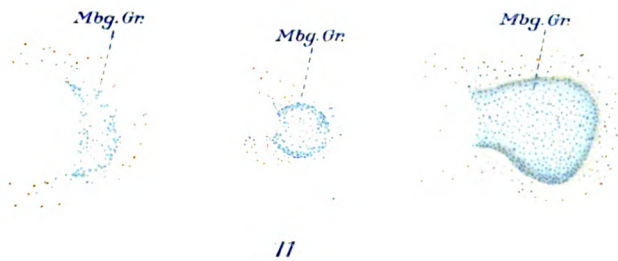
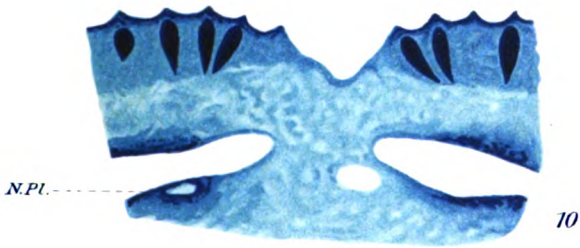
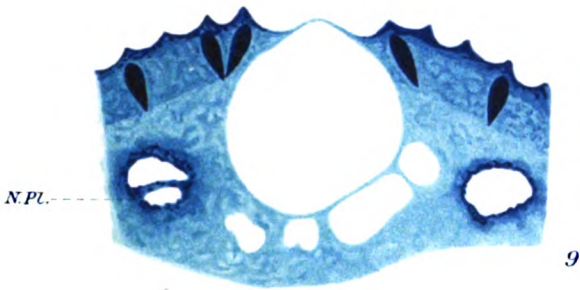
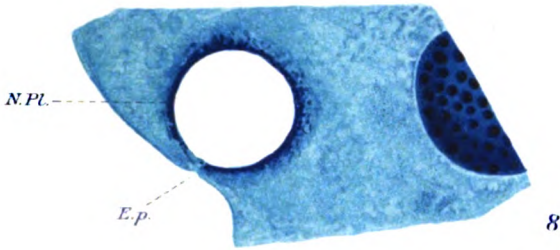
Fig. 4. *Gloeo-Hypnodinium*-Form mit 1 Kern, aus dem zersprengten Panzer eben austretend, mit 2 Umhüllungen an einem Ende. Horthyteich- + Donauwasser.

Fig. 5. *Gloeo-Hypnodinium*-Form mit 1 Kern (Struktur sichtbar!), mit 3 Umhüllungen. Kern an das eine Ende genähert. Horthyteich- + Donauwasser.

Fig. 6. Eben gebildete *Gloeo Hypnodinium*-Form mit 2 Kernen. Innerhalb einer *Glenodinium*-Umhüllung mit sichtbarer Spiralfurche. Horthyteich- + Donauwasser. Kernstruktur sichtbar.

Fig. 7. Ruhecyste, etwas deformiert, mit dicker Membran, plasmolytischem Raum; Kern und Reservestoffe sichtbar.





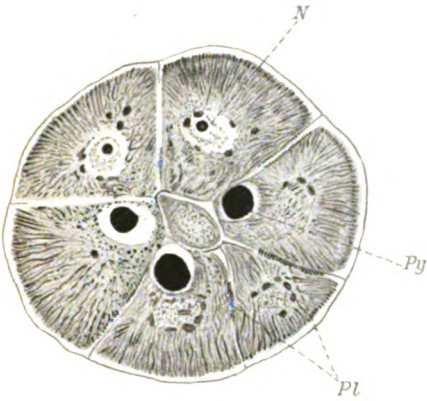


Fig. 4.

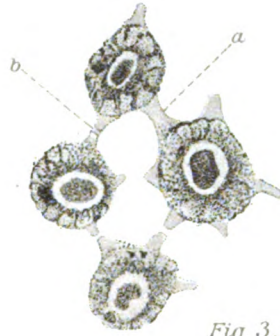


Fig. 3.

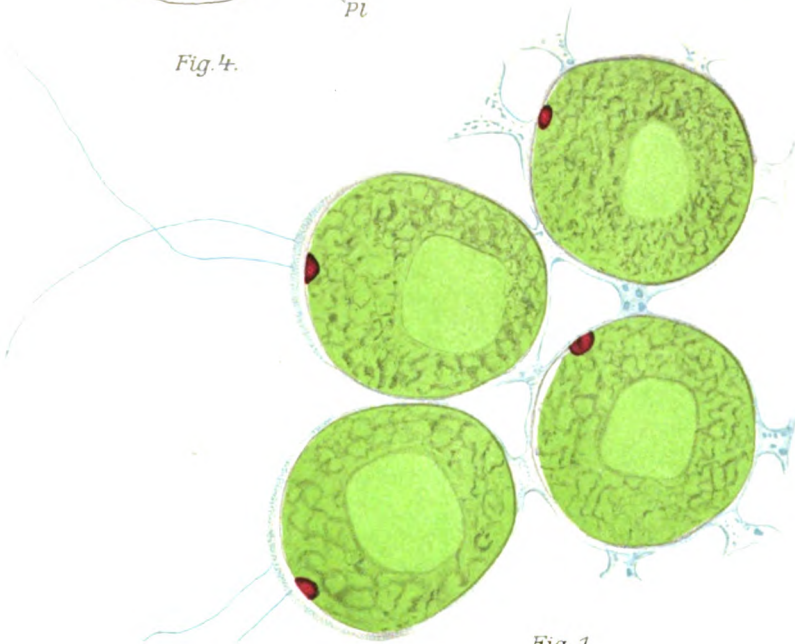
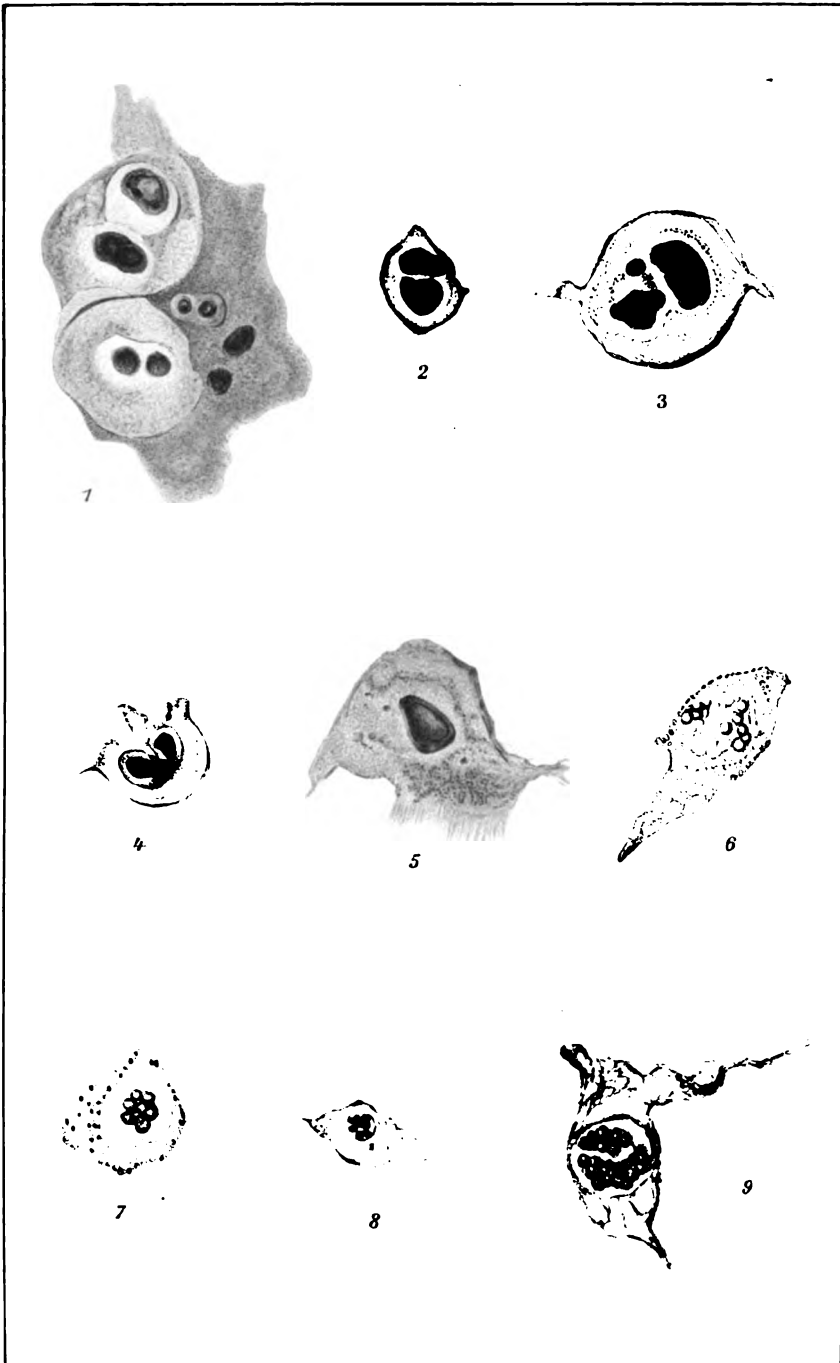
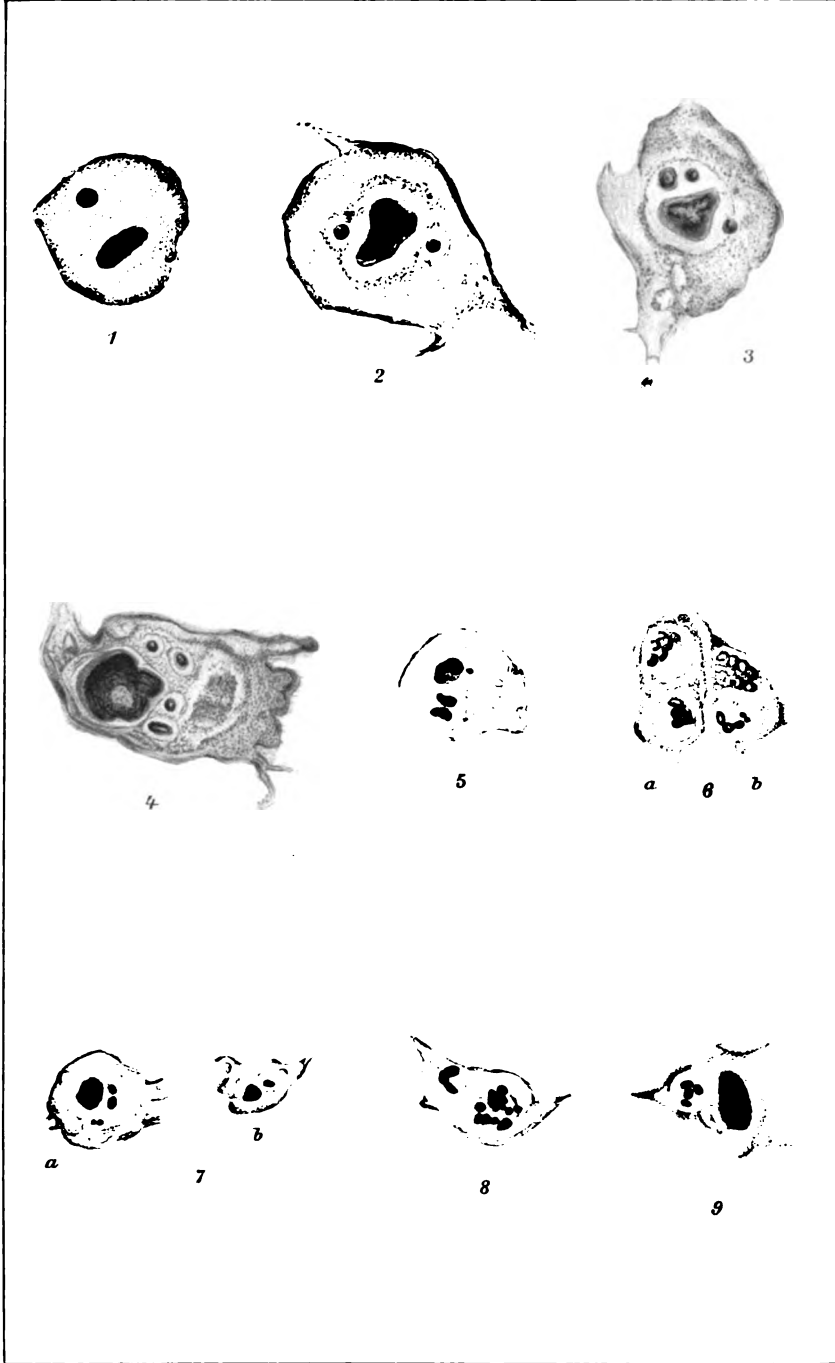


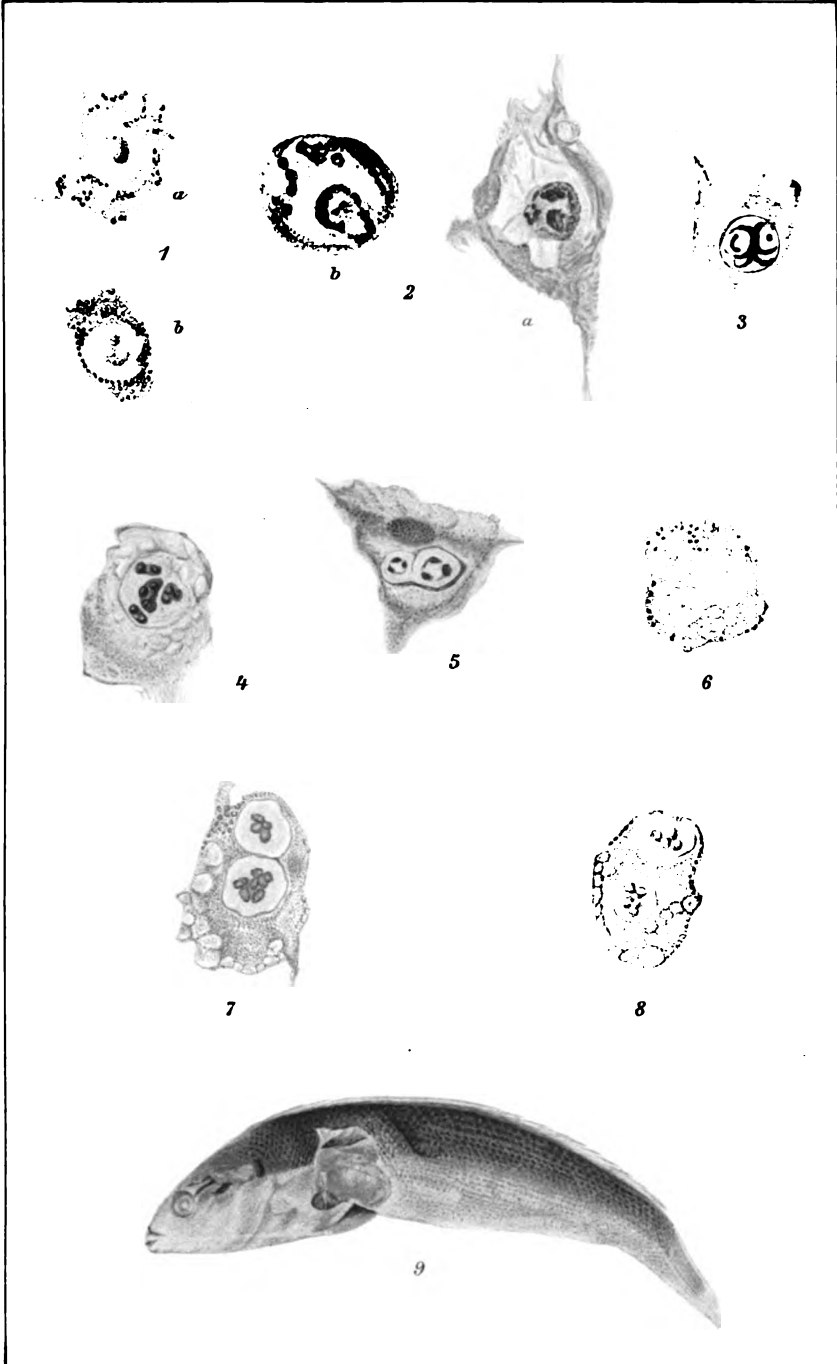
Fig. 1.



Fig. 2.







Kalenscher

Verlag von Gustav Fischer Jena

222 1/2 Mark Anzeigenpreis



Entz.

Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

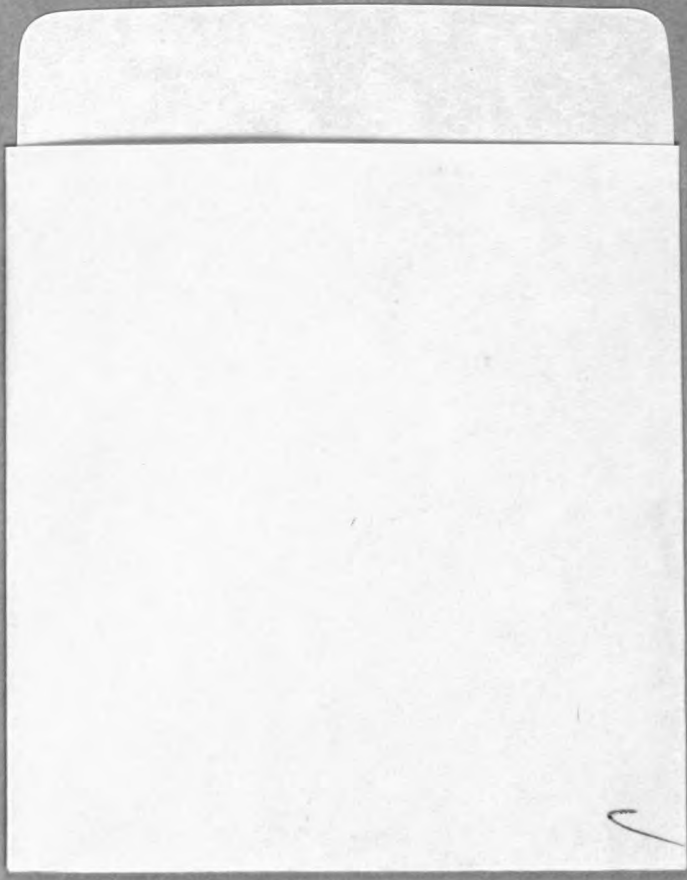
QL 366

1. RG

v. 56



Y LIBRARY



ALF Collections Vault



3 0000 096 826 171