



## 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:

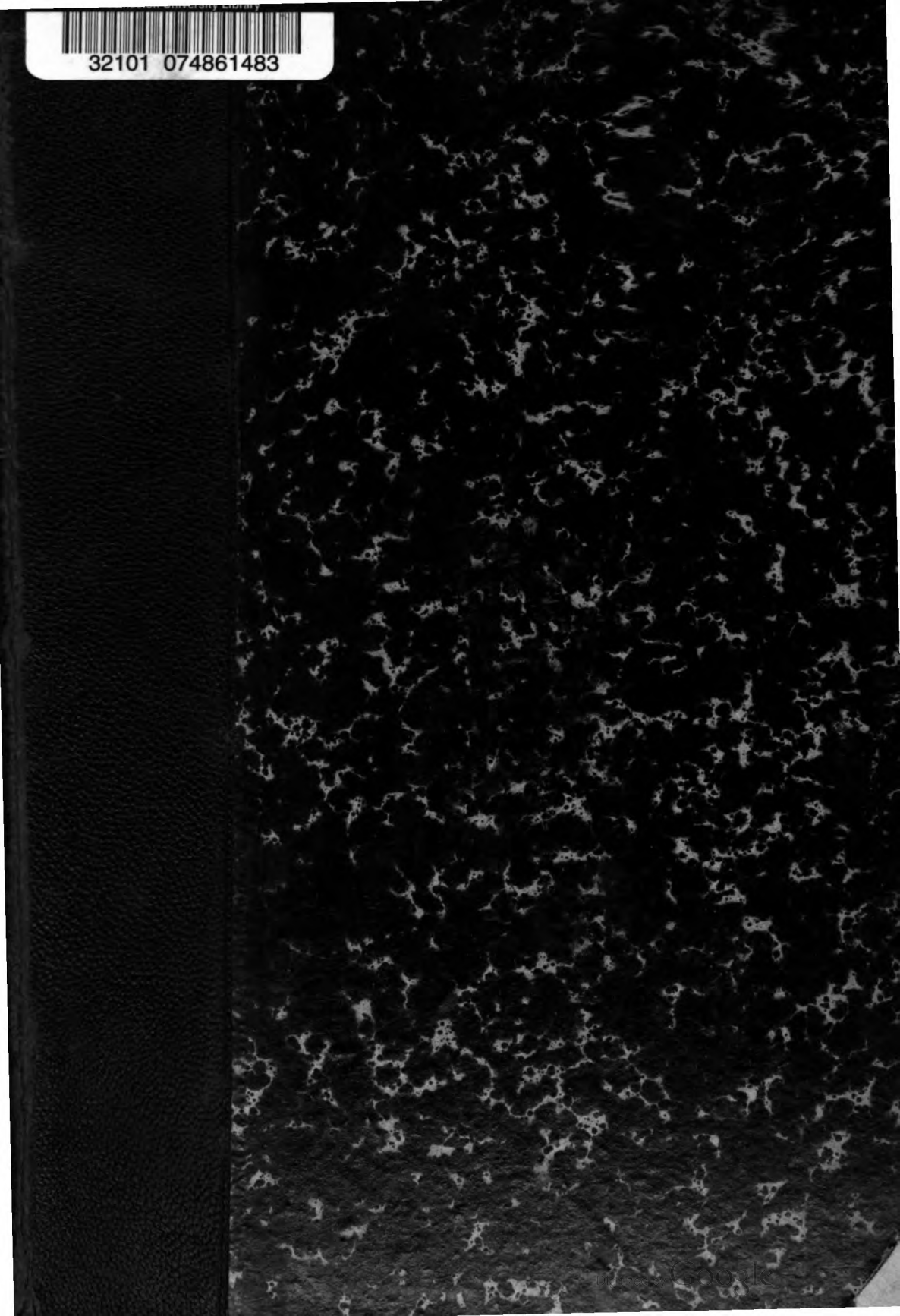
- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an 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.



32101 074861483





Library of



Princeton University.

Presented by  
Charles Milliston M. Alpin,  
Class of '88.

















# Archiv

für

# Protistenkunde

begründet von

**Dr. Fritz Schaudinn**

herausgegeben

von

**Dr. M. Hartmann**

und

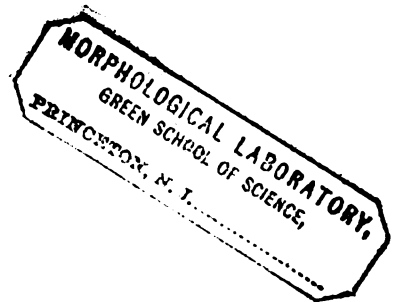
**Dr. S. von Prowazek**

Berlin

Hamburg.

Achtzehnter Band.

Mit 16 Tafeln und 83 Textfiguren.



JENA.

Verlag von Gustav Fischer.

1910.

YPERVIBU  
YHABEL  
L. M. BOTTONA

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

# Inhaltsübersicht.

## Erstes Heft.

	Seite
NEUMANN, R. O.: Über die Blutparasiten von <i>Vesperugo</i> und deren Weiterentwicklung in den Milben der Fledermäuse. (Mit Tafel I) . . .	1
AWERINZEW, S.: Studien über parasitische Protozoen. IV. Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte von Coccidien aus dem Darne von <i>Cerebratulus</i> sp. (Mit 25 Textfiguren) . . .	11
OTTOLENGHI, D.: Studien über die Entwicklung einiger pathogenen Trypanosomen im Säugetierorganismus. (Mit Tafel II—IV und 13 Textfiguren) . . .	48
LÉGER, LOUIS: Les Schizogrégarines des Trachéates. II. Le genre <i>Schizocystis</i> . (Mit Tafel V u. VI und 11 Textfiguren) . . .	83
HARTOG, MARCUS: A propos of Dr. HARTMANN's "Autogamie bei Protozoen". (Mit 1 Textfigur) . . .	111

## Zweites Heft.

BENSEN, W.: Untersuchungen über <i>Trichomonas intestinalis</i> und <i>vaginalis</i> des Menschen. (Mit Tafel VII—IX) . . .	115
AWERINZEW, S.: Über einen Organismus aus der Körperhöhle von <i>Pleuronectes platessa</i> L. (Mit 10 Textfiguren) . . .	128
SCHWEYER, A.: Zur Kenntnis des Tintinnodeenweichkörpers. (Mit Tafel X u. XI und 9 Textfiguren) . . .	134
FLU, P. C.: Über Hämogregarinen im Blute Surinamischer Schlangen. (Mit Tafel XII) . . .	190
HARTMANN, MAX: Untersuchungen über parasitische Amöben. I. <i>Entamoeba histolytica</i> SCHAUDINN. (Mit Tafel XIII) . . .	207

## Drittes Heft.

PROWAZEK, S. v.: Giftwirkung und Protozoenplasma. (Mit 7 Textfiguren) .	221
MRÁZEK, AL.: Sporozoenstudien. Zur Auffassung der <i>Myxocystiden</i> . (Mit Tafel XIV u. XV und 5 Textfiguren) . . .	245
KOIZUMI, M.: On the Development of <i>Haemogregarina</i> sp. (Mit Tafel XVI)	260
GONDER, RICHARD: Ein Parasit von <i>Colpoda cucullus</i> . (Mit 2 Textfiguren) .	275

(RECAP)

Handwritten notes and stamps, including a date stamp: JUN 24 1910



Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Hygienischen Institut der Universität Heidelberg.)

## Über die Blutparasiten von *Vesperugo* und deren Weiterentwicklung in den Milben der Fledermäuse.

Von

Dr. med. et phil. R. O. Neumann,  
a. o. Professor der Hygiene a. d. Universität.

(Hierzu Tafel I.)

Bisher sind drei verschiedene protozoische Blutparasiten bei den Fledermäusen gefunden worden, und zwar: *Achromaticus vesperuginis* DIONISI, Spirochäten und Trypanosomen. Es scheint indes, als ob sie nicht allzu häufig vorkämen, da in der Literatur darüber nur einige wenige Angaben vorliegen. Wenigstens finde ich die Anwesenheit von Spirochäten nur bei GONDER<sup>1)</sup> und bei NICOLLE und COMTE<sup>2) 3)</sup> mitgeteilt. *Achromaticus vesperuginis* oder ganz nahe verwandte Parasiten beobachtete nur DIONISI<sup>4) 5)</sup>,

---

<sup>1)</sup> R. GONDER: Studien über die Spirochäte aus dem Blute von *Vesperugo Kuhlii* (KEYS. u. BLAS. [NATTERER]). Arb. a. d. kais. Gesundheitsamte 1908 Bd. 27 S. 406.

<sup>2)</sup> NICOLLE u. COMTE: Sur une nouvelle spirillose. C. R. soc. Biol. Vol. 59 No. 26 1905.

<sup>3)</sup> NICOLLE u. COMTE: Sur une spirillose d'une Chéiroptère (*Vespertilio Kuhlii*). Ann. de l'Inst. Pasteur 1906 p. 311.

<sup>4)</sup> DIONISI: Ein Parasit der roten Blutkörperchen in einer Fledermausart (MOLESCHOTT's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Tiere Bd. XVI S. 531.

<sup>5)</sup> DIONISI: Die Malaria einiger Fledermausarten. Ebenda Bd. XVII S. 280. Archiv für Protistenkunde. Bd. XVIII.

KISSKALT<sup>1)</sup> und GONDER<sup>2)</sup>, während Trypanosomen wohl etwas häufiger angetroffen wurden. Nach KISSKALT, dem ich die Angaben entnehme,<sup>1)</sup> fand sie DIONISI, TESTI und SAMBON in Italien, DURHAM in Pará, PETRIE in England, DONOVAN in Madras und SERGENT in Nordafrika.

### Die Parasiten in den Fledermäusen.

Meine Befunde im Blute von Fledermäusen erstrecken sich auf *Achromaticus vesperuginis*, oder vielleicht auf ganz nahe Verwandte, deren Formen sich ebenso verhielten, wie sie von DIONISI, GONDER und KISSKALT beschrieben sind. In der Hauptsache waren es allerdings nur ganz kleine, meist ringförmige Parasiten, hier und da auch oval, zuweilen zugespitzt mit einfachem rundlichen oder gestrecktem Chromatinkorn. Vereinzelt schmale dünne, an beiden Seiten zugespitzte stäbchenförmige Parasiten fanden sich ebenfalls, und ausnahmsweise die eine oder andere größere Ringform. Die von GONDER<sup>2)</sup> abgebildeten 11 ersten Figuren in seinen Arbeiten entsprechen etwa meinen Beobachtungen. Nicht unerwähnt möchte ich lassen, daß außerhalb der Blutkörperchen im Serum kleine Parasiten angetroffen wurden, welche die Größe eines halben oder eines Drittel Blutkörperchen hatten und durch einen Hauptkern und einen blepharoplastähnlichen kleinen Kern charakterisiert waren (Taf. I. Fig. 1—3). Einmal zeigte der „Blepharoplast“ Stäbchenform (Fig. 4). Die Gebilde hatten Ähnlichkeit mit Einzelindividuen von der Delhibeule oder dem Kala-Azar. Im hängenden Tropfen habe ich sie nur als molekular sich bewegen sehen, während die kleinen Parasiten in den Blutkörperchen amöboide Bewegung zeigten. DIONISI berichtet von kleinen im Blutserum frei sich aufhaltenden ähnlichen Organismen mit 2 Kernen, die an Piroplasmen erinnerten. Ich glaube, daß trotz des Fehlens der großen von GONDER beschriebenen Formen und trotz der kleinen Abweichungen die von mir gefundenen Parasiten auch zu *Achromaticus vesperuginis* gehören. Zweifellos tritt uns hier eine höchst variable Formenklasse entgegen, deren systematische Stellung aber noch Schwierigkeiten bereitet, da wir Anklänge an Malaria, Piroplasmen, Kala-Azar und auch an Trypanosomen finden.

<sup>1)</sup> KISSKALT: Blutparasiten bei Fledermäusen. Centralbl. f. Bakteriol. 1906 Bd. 40 S. 213.

<sup>2)</sup> R. GONDER: *Achromaticus vesperuginis* (DIONISI). Arb. a. d. kais. Gesundheitsamte 1906 Bd. 24 S. 220.

In letzterer Beziehung ist KISSKALT, welcher bei 40 Fledermäusen (*Vesperugo pipistrellus*) 18mal die Ringform allein, 4mal Trypanosomen allein und einmal die Ringformen und Trypanosomen in einer Fledermaus zusammen vorfand, geneigt, daran zu denken, daß möglicherweise Trypanosomen und Ringformen nur verschiedene Formen des Entwicklungszyclus einer und derselben Art seien. Seine weiteren Untersuchungen in dieser Richtung gaben aber keine Anhaltspunkte dafür, was um so erklärlicher erscheint, als ohne vollständige Aufklärung über den gesamten Entwicklungskreislauf die Deutung der im Blut der Fledermaus vorhandenen Formen Schwierigkeiten bieten muß.

Im Blut meiner Fledermäuse sah ich trotz eifrigen Suchens keine anderen als die oben erwähnten Formen; jedenfalls sind mir nie Trypanosomen entgegengetreten. Was im Blut an sich auffällig erschien, waren die große Masse polychromatophiler Zellen, die übrigens KISSKALT auch beobachtete, und eine große Reihe roter Blutkörperchen mit Kernkugeln.

Die Parasiten im Blut der Fledermäuse waren nur sehr spärlich vertreten, und von den Fledermäusen selbst nur wenige infiziert. Zur Untersuchung standen mir 62 Exemplare von *Vesperugo noctula* zur Verfügung, die auf Kirchtürmen und Kirchenböden in Heidelberg gesammelt waren. Darunter befanden sich einige wenige Tage alte Mäuse und eine größere Anzahl halberwachsener Exemplare. Nur 3 von allen 62 Fledermäusen fand ich infiziert, also etwa nur 5 Proz., während KISSKALT bei ca. 50 Proz. Parasiten konstatierte. GONDER stand nur eine Fledermaus zur Verfügung. Ob die geringe Parasitenzahl mit der Jahreszeit zusammenhängt oder örtlich sehr verschieden ist oder durch zufällige Verhältnisse bei den Parasitenüberträgern bedingt ist, konnte bisher nicht ermittelt werden.

### Die Parasitenvermittler.

Über den Parasitenüberträger wußte man bisher nichts Positives. Diese interessanteste Frage ist wohl ventilirt worden, aber ohne weitere Entwicklungsstadien in einem an den Fledermäusen schmarotzenden Insekt gesehen zu haben, konnte man nur Vermutungen aussprechen.

DIONISI dürfte bei der Parasitenübertragung an *Anopheles claviger* als Wirt gedacht haben. Wenigstens versuchte er die von ihm gefundenen Organismen in dieser Stechmücke zur Entwicklung zu



bringen, wenn auch ohne Erfolg. KISSKALT folgt ihm in dieser Auffassung zunächst, indem er ausspricht, daß „also für die Übertragung dieser Microorganismen wohl Culiciden in Betracht“ kommen. Es gelang ihm aber in einem Sommer gar nicht, in einem anderen Sommer aber nur in der ganzen Umgebung einen Anopheles aufzufinden. Für die Trypanosomen seien „vermutlich“ Läuse die Überträger. Endlich glaubte er auch an die Flöhe als Überträger. Allein er fand nur 2 Exemplare an den Fledermäusen, und diese boten „nichts Verdächtiges“.

Erwägungen, welche GONDER über die Übertragung der Fledermausparasiten anstellte, führten ihn dazu, anzunehmen, daß möglicherweise Milben oder, wie KISSKALT schon vermutet hatte, der Fledermausfloh (*Ceratopsyllus pentachenus*) der Wirt sein müßte. Aber „die in dieser Hinsicht angestellten Untersuchungen fielen (ebenfalls) negativ aus“, so sei es „möglich, daß hier wie bei der menschlichen Malaria Culiciden die Zwischenwirte<sup>1)</sup> sind“.

Ich glaube nun aus meinem Untersuchungsmaterial schließen zu können, daß weder die Culiciden, noch die Flöhe, noch die Läuse, sondern nur die Milben als eigentliche Wirte und Überträger in Betracht kommen können. Zwar scheiterte vorläufig das letzte Experiment, die eigentliche Übertragung der Parasiten auf neue Fledermäuse, an dem Zugrundegehen der Versuchstiere kurz vor dem Versuch, ich konnte aber in den Eingeweiden der Milben so viele charakteristische Entwicklungsstadien nachweisen, die alle von den Fledermausparasiten abstammen mußten, daß die Annahme, die Milben seien die Überträger, kaum noch einem Zweifel unterliegen dürfte. Nichtsdestoweniger sollen aber die Milben zunächst hier nur als Parasitenträger gekennzeichnet sein.

Soweit ich der Literatur entnehmen konnte,<sup>1) 2) 3)</sup> sind die freilebenden Milben bisher weder als Parasitenträger noch als Überträger erkannt worden, und so wäre hiermit zum erstenmal der Beweis erbracht, daß diese Insektengruppe protozoische Parasiten weiter entwickeln kann.

<sup>1)</sup> Wir bezeichnen wohl jetzt allgemein nach dem Vorgang von GRASSI bei Malaria das Wirbeltier, in dem der ungeschlechtliche Entwicklungsgang verläuft, als Zwischenwirt, während der Wirt das Insekt ist, in dem der geschlechtliche Entwicklungsgang vor sich geht.

<sup>2)</sup> OTTO TASCHENBERG: Die giftigen Tiere. Stuttgart (Enke) 1909.

<sup>3)</sup> MAX BRAUN: Die tierischen Parasiten des Menschen. Würzburg (Kabitzsch) 1908.

<sup>4)</sup> PEIPER: Tierische Parasiten. Wien (Alfred Hölder) 1904.

<sup>5)</sup> KOBERT: Lehrbuch der Intoxikationen. Stuttgart (Enke) 1902.

Die eingefangenen Fledermäuse waren bedeckt mit zahlreichen Milben (*Pteroptus vespertilionis*), welche in ihrem Larvenstadium wie auch als ausgewachsene Tiere an allen Teilen des Körpers hafteten. Besonders saßen sie auf der Unter- und Oberseite der Flügel, dort wo die Flughaut in die Körperhaut übergeht. Diesen Platz bevorzugten sie offenbar am meisten während des Ruhezustandes der Fledermäuse, weil sie in den an den Körper eng angelegten Falten der Flügel die notwendige Wärme vorfanden. Breitete man die Flügel aus, so begann ein lebhaftes Hin- und Herlaufen der Milben.

Tagsüber saßen die Fledermäuse in dichten Haufen und Klumpen aneinander, und so konnten die Milben mit Leichtigkeit auf andere Tiere übergehen. Auffallenderweise waren aber die jungen Fledermäuse mit Milben weniger behaftet. — Es ist schwer, die Tiere in der Gefangenschaft längere Zeit zu erhalten. Der größte Teil stirbt nach 5—7 Tagen ab, wohl weil ihnen die natürlichen Bewegungen des Nachts, trotz eines reichlich großen Käfigs, fehlten. Auch die Zuführung der richtigen Nahrung stößt auf Schwierigkeiten. Diejenigen, welche sich über 5—7 Tage hinaus erhielten, lernten das dargebotene Futter: Milch, Fleisch, Käfer, Schmetterlinge, Kakerlaken zu nehmen und ich habe auf diese Weise mehrere bis zu 18 Tagen am Leben erhalten können, aber dann gingen sie doch ein. Es ist dies für Anstellung von Übertragungsversuchen sehr zu bedauern.

Eine noch größere Schwierigkeit besteht darin, daß die Milben selbst nur ein äußerst labiles Leben zeigen und, sobald sie kurze Zeit vom Tier abgenommen sind, eingehen. Trotz vieler Versuche, sie in Temperaturen von 37° und gewöhnlicher Temperatur, bei hoher und geringer Feuchtigkeit zu halten, gingen sie doch im Durchschnitt nach 12—24—48 Stunden zugrunde. Einige wenige ältere Exemplare konnte ich bis zum 4. Tage am Leben erhalten.

Die Larven und auch die ältesten Milben saugen Blut, denn man kann im Mageninhalt derselben Fledermausblutkörperchen wiederfinden. Ob sie aber Blut zu sich nehmen müssen oder auch mit anderen Körpersäften (Lymphe) vorlieb nehmen können, wage ich nicht zu entscheiden. Da ich in mindestens 60 Milben keine Spur von Blutkörperchen fand, trotzdem daß die Tierchen reichlich dick und groß waren, so hatte ich Grund anzunehmen, daß sie nicht obligate Blutsauger zu sein brauchen.

Im ganzen untersuchte ich den Magen- und Darminhalt von 132 Milben, und zwar waren 102 solche, die ich von den 3 infizierten Fledermäusen heruntergelesen hatte. Zehn davon = 10 Proz. enthielten Fledermausblutkörperchen und Parasiten, die nur aus den infizierten Fledermäusen stammen konnten. Der Rest von 30 Milben, die von nicht infizierten Tieren stammten, enthielten zum Teil wohl rote Blutkörperchen, aber keine Parasiten.

### Die Parasiten in den Milben der Fledermäuse.

Eine größere Reihe von Parasitenformen aus dem Magen und Darm der Milben habe ich auf Tafel I nach den Originalpräparaten wiedergegeben, die bei 1000facher Vergrößerung gezeichnet und mit Giemsalösung gefärbt sind. Eins ist von vornherein bei der Beurteilung der Parasiten schwer zu sagen: Gehören all die abgebildeten Formen ein und demselben Entwicklungskreislauf an, z. B. dem von *Achromaticus*, oder können sie auch in den Kreislauf von Trypanosomen gehören, da wir ja sahen, daß *Achromaticus* und Trypanosomen zusammen in dem Fledermausblut vorkommen. Man kann an diese Möglichkeit denken, aber ich vermag mich definitiv für das eine oder andere jetzt noch nicht zu entscheiden. Ich fand zwar bei meinen Fledermäusen keine Trypanosomen, und demnach mußte ich all diese Formen als Abkömmlinge von *Achromaticus* ansehen, doch wird man es bei der Seltenheit von Trypanosomen im Blut der Fledermäuse dahingestellt sein lassen, ob nicht vielleicht ein derartiger Organismus übersehen worden ist. Andererseits spricht aber die große Anzahl der aufgefundenen Formen nicht besonders dafür, daß sie von so außerordentlich spärlichen Trypanosomen ausgegangen sein sollten.

Die Reihenfolge der Figuren auf der Tafel ist eine rein willkürliche, da wir zunächst nicht imstande sind zu sagen, ob die schlanken Formen die ersten Entwicklungsformen darstellen und später die runden folgen oder umgekehrt. Die erstere Annahme ist aber jedenfalls die wahrscheinlichere. GONDER glaubt, daß aus seinen kleinen Ringformen im Fledermausblut die großen Ringformen und die amöboiden Formen hervorgehen, und aus diesen wiederum die keulenförmigen pirosoähnlichen Gebilde.

Beim Übergang des Fledermausblutes in den Milbenmagen könnten nun sehr wohl die piroplasmaähnlichen Formen in die „Trypanosomenform“ übergehen und sich daraus die weiteren runden Formen bilden. Ein erster Zusammenhang zwischen den Parasiten

im Fledermausblut und den schmalen Formen im Milbenmagen geht aus den Fig. 1—4 und 5—11 hervor. Besonders sind Fig. 1—4 und 5—6 sehr nahe verwandt. Fig. 1—4 sind Formen, die im Blutserum der Fledermaus gefunden wurden mit großem und kleinem Kern. Bei Fig. 4 ist der „Blepharoblast“ in Stäbchenform aufgetreten, was sich bei den Parasiten im Milbenmagen häufig wiederholt. Dazu passen zunächst Fig. 5 u. 6 sehr gut, welche dasselbe Bild, nur in vergrößertem Umfange, zeigen. In Fig. 7—11 sind die Formen schlanker geworden und ähneln in der Tat Trypanosomen. In der Jugend scheinen die Geißeln noch zu fehlen, so bei Fig. 7—10. Bei Fig. 11 sieht man jedoch den Beginn der Geißel und bei Fig. 12 ist sie vollständig ausgebildet. Bemerkenswert ist das Auftreten von einem oder mehreren kleineren Kernen außer dem „Blepharoblasten“. Ob es Teilungsstadien des „Blepharoblasten“ sind oder nur abgesprengte Teilprodukte des Hauptkernes, vermag ich nicht zu sagen.

Eine weitere Gruppe von Parasiten, die aus den „Trypanosomenformen“ hervorgegangen zu sein scheinen, bilden die Fig. 13—23. Die Objekte sind wiederum größer, dicker als die vorherigen und neigen bereits zu runden Formen. Sehr wahrscheinlich ist, daß sie alle Geißeln tragen, daß jedoch bei den Fig. 13—19 die Geißeln abgerissen waren oder die Färbung nicht gelungen war. Deutlich ist sie bei Fig. 20—23. Bei Fig. 22 sind sogar 2 Geißeln vorhanden, möglicherweise als Ausdruck einer bald vollendeten Teilung des Parasiten. Auffälligerweise entspringt die Geißel bei diesem Parasiten nicht im „Blepharoblasten“. Das kann aber auch nur eine Täuschung gewesen sein, da wir z. B. in Fig. 34, 35, 37, 38, 39 den Beginn der Geißel normalerweise vom Blepharoblasten aus beobachten können.

Auch in diesen Formen treten die versprengten Chromatinkörner häufig auf. In Fig. 19 scheint eine mehrfache Teilung des Hauptkernes vorzuliegen.

In Fig. 24—44 präsentieren sich die ganz oder fast runden Formen, die bis zu erheblicher Größe heranwachsen können (Fig. 44) und die roten Blutkörperchen um das Mehrfache übertreffen. Das ganze Bild wird beherrscht von dem Typus der Zweikernigkeit, dem Hauptkern und dem „Blepharoblast“. Daneben die vielen Chromatinkörnchen, die rundlich wie bei Fig. 28, 34, 41, 44, aber auch stäbchenförmig wie bei Fig. 25, 29, 32, 42, 45 sein können. In manchen Organismen findet man auch runde und stäbchenförmige zusammen, z. B. in Fig. 29, 32, 42, 44, 48.

Teilung des Blepharoblasten scheint vorzuliegen in Fig. 35, 36, 40, 41, 42, wo wir 2 Geißeln entspringen sehen. In anderen Fällen dürfte jeder Parasit eine Geißel tragen, so daß bei den Fig. 24—29 wohl nur zufällig ihre Geißel nicht sichtbar gemacht werden konnte. Sie ist gewöhnlich länger als der Parasit. Im hängenden Tropfen sieht man beim Vermischen des Mageninhaltes mit physiologischer Kochsalzlösung die Geißeln lebhaft um sich schlagen und den Parasiten sich langsam fortbewegen. Schneller bewegen sich, wenn auch nicht so lebhaft wie Trypanosomen, die trypanosomenähnlichen Gebilde, wie sie in Fig. 6—12 abgebildet sind. Pigment konnte in keinem Parasiten nachgewiesen werden, weder in denen im Fledermausblut noch in denen im Milbenmagen.

Bei näherer Betrachtung der kleinen runden Chromatinkörnchen beobachtet man häufig eine regelmäßige Zahl, 2, 4 und 8. Es ist dies scheinbar eine gewisse Gesetzmäßigkeit, die auch gelegentlich bei dem stäbchenförmigen Chromatin auftritt. In Fig. 29, 34, 37, 40, 42 sind deutlich 2 runde Körnchen, in Fig. 13, 16, 17, 28, 48 deutlich 4 runde Körnchen, in Fig. 41 u. 44 deutlich 8 runde Körnchen, in Fig. 12, 25, 42 deutlich 2 mal stäbchenförmiges Chromatin, in Fig. 18, 23, 29, 45 deutlich 4 mal stäbchenförmiges Chromatin.

Eine letzte Serie von Organismen (Fig. 45 u. 48) zeigt uns offenbare Zerfallsformen der Parasiten. Interessant ist Fig. 48, in welcher 4 runde und 4 stäbchenförmige Chromatinkörnchen vorhanden sind und 3 Geißeln hervortreten. Welche Bedeutung den eigentümlichen Chromatinkörnchen beizumessen ist, muß zunächst dahingestellt bleiben.

Ebenso ist eine Erklärung für die Formen der Fig. 49 u. 50 schwer zu geben. Vielleicht sind es ebenfalls nur aufgequollene vacuolisierte Parasiten, die im Zerfall begriffen sind.

Überblicken wir noch einmal all die gefundenen Parasiten, so hat man den Eindruck, daß diese Organismen alle dem Typus der Trypanosomen am nächsten zu stehen scheinen und *Achromaticus vesperuginis* in diesen Entwicklungscyclus gehört, vorausgesetzt, daß im Fledermausblut keine anderen Parasiten außer den von mir gefundenen vorhanden waren.

Eins mag aber noch erwähnt sein: Durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. v. PROWAZEK kamen mir Präparate zu Gesicht, die aus dem Magen von *Conorrhinus*, einer Wanze, welche das Try-

*panosoma Cruzi* in Brasilien überträgt, stammen.<sup>1) 2)</sup> In diesen Präparaten waren Formen enthalten, die fast genau mit solchen, wie sie etwa in Fig. 44, 41, 29 abgebildet sind, übereinstimmen. Diese bilden sich bei *Conorrhinus*, nachdem die Wanzen trypanosomenhaltiges Blut gesogen haben, nach Verlust der undulierenden Membran und Verlust der Geißel. Der Blepharoblast wandert dann in die Nähe des Hauptkernes, worauf die Abrundung und lebhaftige Teilung erfolgt.

Sollten wirklich die äußerlich so ähnlich aussehenden runden Parasiten einen gemeinsamen Ausgangspunkt, nämlich die Trypanosomen haben, so würde dies in unserem Falle ja für den Zusammenhang des *Achromaticus* mit den Trypanosomen sprechen.

Ich will aber auch an dieser Stelle noch der begeißelten runden und ovalen Formen gedenken, die BREINL u. HINDLE<sup>3)</sup> als Entwicklungsstadien von *Piroplasma canis* gefunden und auf Taf. IX (Fig. 61—78) abgebildet haben. Sie enthalten auch zum Teil 2, 4, 8 teils stäbchenförmige oder runde Chromatinkörner und sind den von mir gefundenen Formen ebenfalls sehr ähnlich.

Inwieweit hiernach die Verwandtschaft des *Achromaticus vesperuginis* mit den Piroplasmen heranzuziehen wäre, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

## Tafelerklärung.

### Tafel I.

Giemsafärbung. Vergr. 1000:1.

Fig. 1—4. Parasiten aus dem Blut der Fledermaus (*Vesperugo noctula*). Die Parasiten lagen frei im Blutserum. Deutlicher Haupt- und Nebenkern (Blepharoblast). Bei Fig. 4 ist der Nebenkern stäbchenförmig.

Fig. 5—50. Parasiten aus dem Magen der Milben von *Vesperugo noctula*.

Fig. 5—6. Parasiten fast genau wie bei Fig. 1—3, nur bedeutend größer.

Fig. 7—11. Trypanosomenähnliche Formen mit Hauptkern und ein bis mehrere kleinere Kerne.

Fig. 12. Trypanosomenähnliche Form mit Geißel.

Fig. 13—23. Vorgeschrittenere Formen, größer, dicker, rundlicher, mit Hauptkern und „Blepharoblast“, mit zum Teil mehreren kleinen Chromatinkörnchen.

<sup>1)</sup> CHAGAS: Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. 1909 Heft 4 S. 121.

<sup>2)</sup> CHAGAS: Ebenda 1909 Heft 11 S. 351.

<sup>3)</sup> BREINL u. HINDLE: Contributions to the morphology and life history of *Protosplasma canis*. Annals of tropical med. and parasit. Vol. II No. 3 1908.

Fig. 20—23. Geißelformen, Fig. 22 mit 2 Geißeln, wohl kurz vor vollendeter Teilung.

Fig. 24—44. Ausgebildete runde Formen. Überall Hauptkern und „Blepharoblast“. In vielen Parasiten 2, 4 oder 8 runde Chromatinkörnchen oder stäbchenförmiges Chromatin, so z. B. in Fig. 29, 34, 37, 40, 42 2 Körnchen, in Fig. 13, 16, 17, 18, 28, 48 4 Körnchen, in Fig. 41, 44 8 Körnchen, in Fig. 12, 25, 42 2 Stäbchen, in Fig. 18, 23, 45 4 Stäbchen. Fast alle Formen tragen Geißeln.

Fig. 45—48. Zerfallsformen. Fig. 48 mit 4 runden und 4 stäbchenförmigen Chromatinkörnchen und 3 Geißeln.

Fig. 49—50. Aufgedunsene, vacuolisierte Formen, ebenfalls wahrscheinlich Zerfallsformen.

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Zoologischen Laboratorium der Kaiserl. Akademie der  
Wissenschaften zu St. Petersburg.)

## **Studien über parasitische Protozoen.**

### **IV. Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte von Coccidien aus dem Darne von *Cerebratulus* sp.<sup>1)</sup>**

Von

**S. Awerinzew,**

Privatdozent der Zoologie an der Universität St. Petersburg.

(Hierzu 25 Textfiguren.)

Bei der Durchmusterung von Präparaten, welche ich aus dem Darminhalt einer im Kola-Fjord vorkommenden *Cerebratulus*-Art angefertigt hatte, wurde meine Aufmerksamkeit unter anderem durch gewisse schraubenförmig gewundene Protozoen erregt, die außerordentlich an Gregarinen erinnerten.

Als ich diese Parasiten genauer untersuchte, kam ich zu der Überzeugung, daß wir es hier mit Coccidien zu tun haben. Indem einzelne Erscheinungen in der Entwicklungsgeschichte der erwähnten Formen sich als recht interessant erwiesen und diese Formen gleich-

---

<sup>1)</sup> Dieses Kapitel stellt die Übersetzung eines Teiles meiner Arbeit dar, welche soeben in russischer Sprache in den „Travaux de la Soc. d. Natur. de St. Petersb.“ erschienen ist. Am Schluß dieses Abschnittes sind in Gestalt eines kurzen Konspekts meine Ansichten über die Bedeutung des Kernapparates im Leben der Zelle mitgeteilt, wie ich sie in meiner russischen Arbeit ausführlich dargelegt habe. Gegenwärtig bin ich mit der Abfassung einer umfangreicheren Arbeit beschäftigt, welche den Kern und seine Derivate bei den Protozoen auf Grund aller meiner bisherigen Beobachtungen zum Gegenstand hat.



zeitig ein sehr bequemes Objekt für die Klarlegung meiner Ansichten über den Bau und die Funktionen des Kernapparats abgeben, so entschloß ich mich denn auch zu dem Versuch, deren Fortpflanzung möglichst erschöpfend zu untersuchen, sowie ihren Entwicklungscyclus festzustellen.

Die bei der Untersuchung angewandte Technik ist sehr einfach: indem man den Wurm leicht drückt und dabei mit einem ziemlich steifen Pinsel seinen Körper entlang streicht (und zwar in der Richtung vom vorderen nach dem hinteren Ende zu), kann man sich ein kleines Tröpfchen des Darminhaltes verschaffen; drückt man stärker an, so kann man das Darmepithel teilweise zerstören und in einem solchen Tröpfchen nicht nur Cysten, sondern auch noch andere Stadien aus dem Entwicklungscyclus der Coccidien erhalten.

Ferner kann man auf sehr bequeme Weise Präparate bereiten, indem man den Darm mit einer Schere aufschneidet und seinen Inhalt vermittels eines Pinsels in dünner Schicht auf den Objektträger streicht. Nachdem ein derartiges Präparat fixiert ist, läßt sich dasselbe mit Leichtigkeit in gleicher Weise weiter behandeln, wie dies mit Paraffinschnitten geschieht.

Gleichzeitig wird man aber auch geöffnete sowie einfach in Stücke geschnittene *Cerebratulus* fixieren müssen, um die Parasiten auf Schnitten untersuchen zu können. Gelungene Schnitte kann man auch erhalten, wenn man kleine Klümpchen des Darminhaltes fixiert.

Als fixierende Flüssigkeit habe ich vorzugsweise warme Sublimatlösung verwendet, welche ich zu verschiedenen Teilen mit Alkohol oder mit Essigsäure vermengte.

Die Färbung führte ich meist in der einfachsten Weise aus, und zwar sowohl mit gewöhnlichem, als auch mit leicht angesäuertem DELAFIELD'schen Hämatoxylin, welches ich stark mit destilliertem Wasser verdünnte. Nach einer 12 bis 24 Stunden andauernden Bearbeitung mit einer derartigen Mischung erhält man außerordentlich scharf differenzierte Präparate, welche keiner weiteren Färbung bedürfen. Die erhaltenen Bilder sind in den meisten Fällen so wohl gelungen, daß eine Doppelfärbung überflüssig erscheint.

Zur Feststellung einiger Einzelheiten des Baues verwendete ich jedoch auch Hämatoxylin mit Eisenalaun nach HEIDENHAIN sowie eosinsaures Methylenblau.

Die Infektion ist nur selten eine starke: ich habe nur ein einziges Mal (unter etwa 100 Exemplaren von *Cerebratulus*) ein Exemplar gesehen, bei dem die größte Zahl der Zellen des Darmes Macrogameten, Microgametocyten und Cysten der zu beschreibenden

Coccidie enthielten, welche, wie dies aus dem Baue ihrer Cysten zu ersehen sein wird, zu der Gattung *Barrouxia* zu stellen ist.

Infizierte Wirtstiere sind in allen Jahreszeiten zu bemerken, und zwar kann man auch Fälle gemischter Infektion beobachten, d. h. einer Infektion mit auf verschiedenen Entwicklungsstadien befindlichen Parasiten.

Bevor ich zur Betrachtung der Einzelheiten übergehe, will ich erst den ganzen Entwicklungscyclus von *Barrouxia* kurz darlegen.

Die aus der Cyste befreite Sporozoite kriecht in die Epithelzellen des Darmes hinein, wo sie beträchtlich an Größe zunehmen und sich erst in spiralig gewundene, sodann in runde oder ellipsoide Gebilde, die „Schizonten“, verwandeln, welche daraufhin durch gleichzeitige Teilung in eine Menge von Tochtereinheiten — die sogenannten Merozoite — zerfallen. Aus diesen letzteren können entweder wiederum Schizonte hervorgehen, oder aber sie können sich zu Geschlechtsindividuen — den Macrogametocyten und den Microgametocyten — verwandeln; nach der Bildung und der Copulation der Macro- und Microgameten entstehen die Oocysten, welche sich sodann aus dem Darm von *Cerebratulus* nach außen in das Wasser begeben; hier zerfällt der Inhalt der Oocysten in eine große Anzahl von „Sporocysten“, von welchen eine jede nur je einen Sporozoit enthält. Hiermit endet denn auch der Entwicklungscyclus von *Barrouxia*.

Es ist mir mehrere Male gelungen, die Bewegung der Sporozoite unserer Coccidie nach ihrem Austritt aus der Cyste zu beobachten; dieselbe erinnert durchaus an die von SCHAUDINN (1900) beschriebenen Fälle von Bewegungen der Sporozoite bei *Coccidium schubergi*. Bei den Sporozoiten von *Barrouxia*, wie auch bei den Sporozoiten anderer Coccidien, kann man bei der Vorwärtsbewegung die Bildung eines schleimig-gallertartigen Fadens am Hinterende des Organismus beobachten, welchen SCHAUDINN für die hauptsächlichste Ursache der Vorwärtsbewegung hält, indem er sich der von SCHEWIAKOFF (1894) gegebenen Erklärung anschließt. SCHEWIAKOFF nimmt an, die Gregarinen bewegten sich passiv, durch Verlängerung des Gallertstiels, auf dem sie sitzen; dieser Autor schreibt <sup>1)</sup>: „Was den eigentlichen Bewegungsprozeß betrifft, so können wir uns denselben so vorstellen, daß die Gregarine durchsichtige, gallertige oder schleimige Fäden ausscheidet, welche rasch erstarren; diese Fäden kleben an der Oberfläche an, auf welcher die Gregarine liegt oder sich bewegt.“

---

<sup>1)</sup> Das nachfolgende Citat ist einer in russischer Sprache erschienenen Arbeit des genannten Autors entnommen.

Der auf diese Weise (durch die Gesamtheit der Fäden) gebildete Stiel wird durch die fortgesetzte Ausscheidung der gallertigen Substanz immer länger, und da derselbe an der Fläche befestigt ist, so muß unbedingt eine Vorwärtsbewegung der Gregarine stattfinden. Die Bewegung der Gregarine kann demnach nicht als eine aktive, durch irgendwelche Organe der Fortbewegung hervorgerufene Bewegung angesehen werden, sondern sie ist die unmittelbare Folge der Ausscheidung zahlreicher Gallertfäden, welche in ihrer Gesamtheit eine Art Stiel bilden, an welchem die Gregarine sozusagen gleich einer Pflanze emporwächst.“

Ogleich es mir wegen der kurzen Dauer meiner Beobachtungen nicht gelungen ist, die Details der Bewegungen bei den Sporozoiten von *Barrouzia* festzustellen, so glaube ich doch, auf Grund meiner Beobachtungen über die Fortbewegung der Gregarinen dazu berechtigt zu sein, die Anwendung der von SCHEWIAKOFF gegebenen Erklärungen auf die Bewegung der Coccidien für nicht zulässig zu halten.

An Gregarinen habe ich häufig beobachten können, daß bei der Fortbewegung der an dem Hinterende der Gregarine ausgeschiedene Faden durchaus unbeweglich und an dem Substrat befestigt bleibt; der Faden wird im Gegenteil meist von der Gregarine nachgeschleppt, klebt an, wird dann wieder losgerissen und zieht verschiedene Fremdkörperchen mit sich fort.

In gewissen Fällen (Gregarinen aus dem Darm von *Amphiporus*) kann man beobachten, wie der dünne, häufig abreißende, kurze, an ein Schwänzchen erinnernde schleimige Faden der Gregarine unter der Einwirkung von Strömungen in der umgebenden Flüssigkeit, welche durch die Fortbewegung der Gregarine hervorgerufen werden, gleichsam von einer Seite zur anderen pendelt. Beobachtet man ferner die Vorwärtsbewegung gewundener Formen (Gregarinen aus *Amphiporus*), so kann man sehen, daß dieselben sich in der Richtung der kleineren Krümmung bewegen, d. h. dahin, wohin ihr Vorderende gekrümmt ist, während nach der Erklärung von SCHEWIAKOFF von dem Wachsen des Stengels und der passiven Verschiebung der Gregarine durch denselben, die Gregarinen sich in solchen Fällen in gerader Linie fortbewegen müßten, wovon man sich bequem an leicht zu verfertigen Modellen überzeugen kann. — Aus allem eben Angeführten geht hervor, daß ich die von SCHEWIAKOFF für die fortschreitende Bewegung der Gregarinen gegebene Erklärung nicht für richtig ansehen und gleichzeitig diese Erklärung natürlich auch nicht auf die Bewegung der Sporozoite und Merozoite der Coccidien anwenden kann.

Eine genauere Untersuchung der die Bewegung hervorrufenden Ursache habe ich nicht vorgenommen, doch ist, meiner Ansicht nach, auch die Auffassung von CRAWLEY (1902) nicht ganz richtig. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Schleimabsonderung eine gewisse Rolle bei der Fortbewegung der Gregarinen spielt, aber es ist nicht diejenige Rolle, welche ihr von SCHEWIAKOFF zugeschrieben wird.

Nachdem die Sporozoiten von *Barrouxia* in eine Zelle des Darmes von *Cerebratulus* geraten sind, nehmen sie allmählich an Größe zu und verwandeln sich zu Schizonten.

Anfangs hat der Körper des Schizonts eine längliche Gestalt mit einem abgerundeten und einem mehr zugespitzten Ende. Sein Protoplasma, welches keine Scheidung in Ecto- und Entoplasma aufweist, ist schwach lichtbrechend, besitzt, wie dies zu erwarten war, eine schaumige Struktur (Wabenstruktur) und ist frei von aller Art Einschlüssen, mit Ausnahme der sogenannten Microsome, d. h. von Körnern, welche meist in den Knotenpunkten des protoplasmatischen Schaumes angeordnet liegen.

Bei der Untersuchung von Präparaten im Wachstum begriffener Schizonten kann man deutlich erkennen, daß dieses Wachstum in beträchtlichem Maße durch die auf osmotischem Wege in das Protoplasma eindringenden Flüssigkeiten hervorgerufen wird, indem der Durchmesser der Waben während dieses Prozesses eine bedeutende Zunahme erfährt.

Der Kern des in eine Epithelzelle des Darmes des Nemertins eingedrungenen Sporozoits besitzt anfangs gar kein ausgesprochenes Karyosom und erst allmählich, mit zunehmendem Wachstum des Schizonts, tritt im Kern ein kompaktes Körperchen auf, welches von Kernfarben intensiv gefärbt wird.

Von Interesse ist unter anderem auch der Umstand, daß das Chromatin im Kern des Sporozoits anfangs in der Richtung der achromatischen Fäden angeordnet ist, welche vom Zentrum des Kernes nach dessen Peripherie verlaufen (Fig. 1).



Fig. 1. Sporozoit von *Barrouxia spiralis*.  
ZEISS, Obj. 2 mm, Comp. Oc. 12.

Das Wachstum des Caryosoms erfolgt, soweit ich dies beobachten konnte, durch Anhäufung einzelner Chromatintröpfchen um den Mittelpunkt des Kernes, welchem dabei eine anziehende kinetische Rolle zufällt; alle Umstände zwingen mich zu der Annahme, daß sich an der Stelle, wo die achromatischen Kernfäden zusammentreten,

ein Gebilde befindet, welches gewöhnlich als Nucleolo-Centrosom bezeichnet wird, und welches demnach späterhin innerhalb des Caryosoms zu liegen kommt.

Mit dem fortschreitenden Wachstum des Caryosoms büßt der außerhalb des Caryosoms befindliche Teil des Kernes einen gewissen Teil seines Chromatins ein, wobei er gleichzeitig eine Vergrößerung seines Durchmessers erfährt.

Das Caryosom besteht, wie dies auch durch Färbungen bewiesen wird, aus zweierlei Arten von Chromatin, und zwar aus dem sogenannten Basichromatin, dem Nuclein oder eigentlichen Chromatin und aus dem Oxychromatin oder Plastin. Diesem letzteren Teil des Chromatins kommt nun die organisierende, formative Rolle zu.

Nach und nach, unter gleichzeitigem Wachstum des Kernes, treten in dem sich vergrößernden Caryosom einige Vacuolen auf, worauf dann erst dessen weitere Differenzierung in mehrere einzelne Schichten oder Zonen erfolgt.

Selbst die allgeringsten Beobachtungen geben keinerlei Hinweise auf das Vorhandensein einer Hülle, weder bei der Coccidie selbst, noch auch an deren Kern im Stadium des Schizonts. Wir haben es demnach hier mit der gleichen Erscheinung zu tun, wie wir sie bei einigen anderen Protozoen kennen (so z. B. bei den Myxosporidien), bei denen die Kernhülle ebenfalls keinen obligatorischen Bestandteil des Kernes ausmacht: in Anbetracht der Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung wie der physikalischen Eigenschaften sind der Kern und das Protoplasma auch ohne eine besondere Hülle wohl voneinander abgegrenzt, wenigstens während einiger Perioden im Leben der Zelle.

Was nun die von dem Parasiten eingenommene Zelle des Wirtstieres betrifft, so beginnt dieselbe, wie dies unter derartigen Bedingungen meistens der Fall ist, stark anzuwachsen und hypertrophiert, ihr Protoplasma unterliegt einer allmählichen Degeneration und es bleibt von der Epithelzelle, nachdem der Parasit eine beträchtliche Größe erreicht hat, nur noch ein kleiner, den Kern enthaltender Bezirk, sowie eine dünne, die Coccidie umgehende Membran zurück.

Während das Protoplasma der Zelle des Wirtes fast vollständig verschwindet, bewahrt deren Kern durchaus seine Struktur sowie seine übrigen Eigenschaften, indem er nur ein wenig an Größe zunimmt; dieses Verhalten berechtigt mich zu der Annahme, daß der Kern viel beständiger ist als das Protoplasma, und daß derselbe den durch die Anwesenheit des Parasiten hervorgerufenen zerstörenden

Prozessen länger Widerstand leisten kann. Diese Beobachtungen bestätigen, wie ich wohl annehmen kann, zum Teil auch die von mir verfochtene und entwickelte Theorie von der vorwaltenden und dominierenden Bedeutung des Kernes im Leben der Zelle.

Indem der Schizont heranwächst, beginnt er sich spiralförmig zu krümmen und nimmt ein äußerst eigenartiges Aussehen an.

Eine solche Verdrehung des Parasiten wird durch uns unbekannte Ursachen hervorgerufen, doch vermute ich, daß wir es in diesem Falle mit einer durch verstärktes Wachstum in einer der Körperachsen bedingten Krümmung zu tun haben dürften. Einen außerordentlich langen Körper besitzen unter anderem auch die Macrogameten von *Orcheobius herpobdellae* (KUNZE 1907), welche ebenfalls meist leicht gekrümmt sind, wenn auch nicht gerade spiralförmig.

Soweit ich betrachten konnte, verändern die Windungen der Spirale bei dem Schizont von *Barrouxia* niemals ihre gegenseitige Lage, so daß ihre Gestalt bis zum Beginn der Teilung der Schizontenkerne beständig dieselbe bleibt.

Der zentrale Teil der Spirale wird von dem zu dieser Epoche stark angewachsenen Kern eingenommen, der wie bisher keine Hülle besitzt und nur ein wohl entwickeltes Caryosom sowie eine verhältnismäßig chromatinarme umfangreiche außerhalb des Caryosoms befindliche Zone aufweist. In dieser letzteren liegt das Chromatin stets in den Knotenpunkten des Kernschaumes angeordnet und zwar in Gestalt unregelmäßiger abgerundeter Teilchen, welche ich für Tröpfchen halte, nicht aber für Körner, wie dies meist angenommen wird, indem das Chromatin, meiner Ansicht nach, eine zähflüssige, niemals aber eine feste Konsistenz besitzt.

Das Caryosom zeichnet sich durch einen so eigenartigen Bau aus, daß dessen Beschreibung wohl ausführlicher gestaltet zu werden verdient. Bei erwachsenen Schizonten besteht das Caryosom gleichsam aus mehreren Schichten, und zwar einer äußeren, schwach färbaren, sodann einer mittleren, stärker färbaren, endlich aus einer zentralen Schicht, welche sich am intensivsten färbt und am meisten Chromatin (Nuclein) enthält. In der mittleren Zone befindet sich eine Reihe von Vacuolen, so daß das Chromatin eigentlich nur in den Wandungen dieser letzteren zu liegen kommt; eine oder mehrere Vacuolen befinden sich auch im Zentrum des Kernes selbst (Fig. 3).

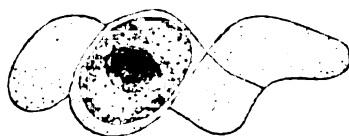


Fig. 2.

Schizont von *Barrouxia spiralis*.

ZEISS Obj. 4, Comp. Oc. 4.

Wie aus seinem Verhalten den Färbemitteln gegenüber hervorgeht, folgt das Caryosom in den Schizonten von *Barrouxia* sozusagen der allgemein gültigen Regel, indem es aus Plastin mit einer verschiedenen Anzahl darin zerstreuter Basichromatintröpfchen besteht, welche letztere in den verschiedenen Zonen in verschiedenem Verhältnis vertreten sind. An einigen Stellen scheinen die Zonen des Caryosoms gleichsam zu verschwinden; diese Erscheinung gelangt meistens da zur Beobachtung, wo das Chromatin des Karyosoms in das Innere der extra-caryosomalen Zone übertreten kann, sowie auch noch weiter, in das Protoplasma.

Wenn der Schizont seine definitiven Dimensionen erreicht hat, so verschmelzen die Windungen der Spirale, aus der sein Körper besteht, miteinander und es entsteht eine gemeinsame Masse von ellipsoidaler, oder viel seltener, von runder Gestalt mit einem zentralen Kern.

Die Struktur des Schizonts von *Barrouxia*, wie auch verschiedener Coccidien überhaupt (vgl. z. B. den Bau des Schizonts von *Caryotropha mesnli* SIEDLECKI 1907 u. a. m.), ist eine großwabige. Ich hebe diesen Umstand hervor, da meine an den allerverschiedenartigsten Zellen angestellten Untersuchungen mich unbedingt zu der Schlußfolgerung veranlassen, daß das Protoplasma eine Emulsion darstellt, und demnach die Auffassung von BÜTSCHLI und seiner Schüler für die Erkenntnis des Zellebens grundlegend sind (Fig. 4).

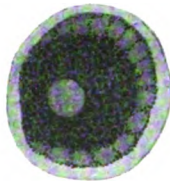


Fig. 3.

Fig. 3. Kerncaryosom aus einem Schizont von *Barrouxia spiralis*.  
ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 18.

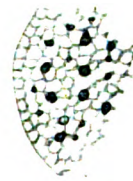


Fig. 4.

Fig. 4. Struktur des Protoplasmas spiralig gewundener Schizonten von *Barrouxia spiralis*. ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 18.

Unter anderen verdient die Erscheinung besonders hervorgehoben zu werden, daß das Chromatin des Caryosoms und das Chromatin der extra-caryosomalen Zone, soweit man auf Grund ihres Verhaltens den Farbstoffen gegenüber urteilen kann, in ihren Eigenschaften einigermaßen voneinander verschieden sind. Sehr deutlich zeigt sich dieser Unterschied bei der Anwendung von nicht angesäuertem

DELAFIELD'schen Hämatoxylin: das Chromatin des Caryosoms nimmt dabei einen rötlichen Ton an, während die Chromatinkörperchen der extra-caryosomalen Zone sich bläulich färben. Diese Erscheinung, welche ich auch schon bei anderen Protozoen vermerkt habe, bestätigt wiederum die Richtigkeit einer Annahme zweier Abarten des Chromatins (Nucleins).

Während des Wachstums des Schizonts wird ein Teil des Chromatins in Gestalt kleinster Tröpfchen aus dem Kern in das Protoplasma verlagert; zu dem Zeitpunkt, wo der Kern verhältnismäßig riesige Dimensionen annimmt, wobei er fast die gesamte mittlere Windung der Spirale einnimmt, finden wir überall in den Knotenpunkten des protoplasmatischen Schaumes unregelmäßig runde Anhäufungen (Tropfen) von Chromatin, welche eine besondere Art von (trophischen) Chromidien bilden, die uns an die Chromidien von *Caryotropha mesnili* (nach SIEDLECKI 1907) und *Ophryocystis* (nach LÉGER 1907) erinnern (Fig. 4).

Diese Chromatineinschlüsse werden von DELAFIELD'schem Hämatoxylin rötlich gefärbt, wodurch sie an das Chromatin des Caryosoms erinnern; soweit man nach Präparaten urteilen kann, ist das Chromatin in diesen Einschlüssen vorzugsweise an der Oberfläche angeordnet, während dieselben in ihrem Innern von einer Substanz anderer Natur angefüllt sind, in welcher ich eine der Abarten des Plastins vermuten möchte. Die hier beschriebenen Tropfen erinnern sehr an die sogenannten hämatoxylinophilen Granula von SCHAUDINN (1900) und stellen natürlich nichts Anderes dar, als die von MEYER (1904) und nach ihm von verschiedenen anderen Autoren bei verschiedenen Protozoen beschriebenen „Volutinkugeln“.

Wie aus meinen noch nicht veröffentlichten Beobachtungen über die Volutingebilde bei verschiedenen freilebenden Protozoen hervorgeht, stellen dieselben eine (saure) Verbindung von Nucleinsäuren mit Eiweißbasis dar, d. h. Nucleine oder selbst Nucleoproteide. Ich bin demnach in diesem Fall anderer Meinung als MEYER, nach welchem die Volutine saure oder gesättigte Nucleinsäuren mit irgend welcher organischen Basis darstellen, die indessen keine Nucleoproteide sind. Eine Bestätigung meiner Beobachtungen erblicke ich auch in den Versuchen von SCHBUTZ (1905), welche dieser Autor an ähnlichen Körperchen bei den Amöben dargestellt hat, und wobei dieselben unter gewissen Bedingungen mit dem MILLON'schen Reagens die bekannte Eiweißreaktion ergaben.

Die erwähnten vegetativen Chromidien spielen eine gewisse Rolle bei der Ernährung des Schizonts während dessen verstärkten Wach-



tums, indem auf Grund meiner Anschauungen über den Kern (vgl. AWERINZEW, Kap. IV, 1908), dieser letztere alle, für das Protoplasma bei dessen Wachstum notwendigen Substanzen hervorbringt und demselben liefert.

Zu der Zeit, wo bei *Barrouzia* die multiplikative ungeschlechtliche Fortpflanzung einsetzt, verschwindet ein großer Teil der Chromidialeinschlüsse im Protoplasma dieser Parasiten; im Wachstum dieser letzteren sowie in der Verwandlung der in ihnen enthaltenen Substanz tritt ein Stillstand und ihr Kern beginnt ein besonderes Stadium der Fortpflanzung.

Vor dem Beginn dieses Prozesses trennt sich ein großer Teil des trophischen vegetativen Chromatins von dem Caryosom ab und tritt durch die extracaryosomale Zone in das Protoplasma über, wo derselbe dann verschwindet. Man wird demnach annehmen müssen, daß in dem Protoplasma hauptsächlich Chromatin des Caryosoms enthalten ist, doch bedarf es noch zahlreicher Beobachtungen an verschiedenen Protozoa, bevor wir die Frage in befriedigender Weise beantworten können, ob und in welchem Maße in das Protoplasma auch noch Chromatin aus der extracaryosomalen äußeren Kernzone übertritt. Meine Beobachtungen an *Barrouzia* widersprechen zum Teil den Erscheinungen, welche ich bei anderen Protozoen angestellt habe, indem meiner Ansicht nach bei der genannten Coccidie ausschließlich Chromatin des Caryosoms in das Protoplasma übertritt.

Außer den Chromidialeinschlüssen findet man in dem Protoplasma der Schizonten von *Barrouzia* bisweilen stark lichtbrechende, äußerst kleine Körperchen, in welchen ich nichts anderes als das Produkt einer Entartung des extranucleären Chromatins erblicken kann. Diese Körperchen erinnern an die von SCHAUDINN in den männlichen Merozoiten und in den Microgametocyten von *Cyclospora caryolytica* (1902) beschriebenen Körnchen; diesen Körnchen fehlt, gleich den erwähnten Körnchen, die Fähigkeit der doppelten Strahlenbrechung und sie erinnern außerordentlich an gewisse Pigmentbildungen.

Ich erblicke in diesen Körperchen das Ergebnis einer Veränderung des Chromatins, welches eine für die Ernährung der Zelle bestimmte Substanz darstellt.

Indem von SCHAUDINN in dem Protoplasma von *Cyclospora* eine Zunahme der Befähigung, sich mit Kernfarben zu färben, konstatiert wurde, welche parallel mit dem Verschwinden der hier beschriebenen glänzenden Körnchen verläuft, so muß meiner Ansicht nach dem Chromatin eine sozusagen cyclische Eigenschaft einwohnen: nach

dem dasselbe den Kern verläßt, erleidet es eine Reihe von Veränderungen und geht allmählich in die glänzenden Körner der Reservestanz über, welche ihrerseits wieder in irgendeine Abart des Chromatins übergehen können. Da ich in diesen Körnern eine Ähnlichkeit mit einigen Arten von Pigmenten erblicke, so bin ich geneigt, auch für letztere eine Entstehung aus dem Chromatin, wie auch ein cyclisches Verhalten anzunehmen, d. h. die Fähigkeit, sich gelegentlich in Chromidialsubstanz zu verwandeln, sowie für die Ernährung der Zelle Verwendung zu finden.

Nachdem der Kern des Schizonts von *Barrouxia* eine beträchtliche Menge von Chromatin eingebüßt hat und von dem Caryosom nur noch der Teil übrig geblieben ist, welcher dem intranucleären Centrosom (Nucleolo-Centrosom) (Centriol) gleichgestellt werden muß, beginnt die durch die kinetische Wirkung des soeben erwähnten Gebildes (des Nucleo-Centrosoms) bedingte Teilung des Kerns.

Dabei muß notwendigerweise bemerkt werden, daß die erste Teilung des Kerns im Schizont bisweilen in etwas anderer Weise vor sich geht: das Caryosom hat gewissermaßen nicht die Zeit, das gesamte trophische Chromatin auszuschleiden und in solchen Fällen wird nur ein gewisser Teil desselben ausgestoßen, welcher dann die Rolle des kinetischen Zentrums übernimmt, während das ganze übrige Chromatin (zusammen mit einem Teil des Plastins) auf einmal in das Protoplasma ausgestoßen wird, in welchem seine Überreste dann recht lange noch zu sehen sind.

Ob dieser Unterschied in den Teilungsprozessen durch irgend welche Verschiedenheiten im Typus der späteren Teilungsprodukte der Schizonten bedingt wird (mit anderen Worten, ob hier nicht ein Hinweis auf die Verschiedenheit in der Bildung der ♂ und ♀ Mirozoite vorliegt), oder aber, ob wir es hier mit einer nur zufälligen Erscheinung zu tun haben, läßt sich einstweilen nur schwer entscheiden, da beide Annahmen eine gewisse Berechtigung besitzen. Einerseits wissen wir, daß bei den Protozoen außerordentlich verschiedene Varianten im Verlauf beliebiger Prozesse zur Beobachtung gelangen und dies sogar im Bereich ein und derselben Art, Varianten, welche natürlich durch den Einfluß des äusseren Medium hervorgerufen werden; andererseits erscheint es dagegen äußerst wahrscheinlich, daß die ♂ und ♀ Individuen auch bei *Barrouxia* auf die gleiche Weise entstehen können, wie ich dies für die Bildung der Macro- und Microamöben *Arcella* (1906) beschrieben habe.

Gleichzeitig mit der Teilung des Nucleolo-Centrosoms teilt sich auch der ganze Kern, und zwar durch einfaches Auseinandertreten

der sich in der Längsrichtung ausstreckenden Waben des Kerngerüsts, samt den in ihren Knotenpunkten lagernden Chromatinelementen.

Die Tochterkerne beginnen sich infolge der Teilung der Nucleolo-Centrosome aufs neue zu teilen und dieser Vorgang dauert so lange an, bis die Zahl der Kerne 80—100 beträgt, in einigen Fällen aber noch bedeutend höher anwächst.

Alle Tochterkerne lagern sich an der Oberfläche des Schizonts. In den sich teilenden Kernen kann man für gewöhnlich sowohl ein Nucleolo-Centrosom, als auch ein besonderes Körperchen bemerken, welches die Rolle eines sogenannten „Zwischenkörpers“ ausübt, wie es in dem in Teilung begriffenen Kerne von *Adelea*, *Coccidium*, *Cyclospora* (VON SIEDLECKI, SCHAUDINN, MOROFF) beschrieben worden ist. Bei *Barrouxia* kann man, wie auch bei einigen anderen Coccidien (vgl. *Adelea zonula* MOROFF 1906), sehr häufig bemerken, daß sich die Chromatin-Plastinfäden der sich teilenden Kerne radiär um die durch einen oder mehrere Fäden untereinander verbundenen Nucleolo-Centrosome anordnen, in deren Mittelpunkt sich der Zwischenkörper befindet. Irgendwelche Hülle um den Kern ist in solchen Fällen nie zu bemerken; die Kernsubstanz ist in keiner Weise von dem



Fig. 5.

Verschiedene Fälle von Kernteilungen bei *Barrouxia spiralis* während der Schizogonie Zeiss Obj. 2 mm, Comp. Oc. 12.

Protoplasma abgegrenzt, so daß wir schon hier gleichsam einen Übergang von den typischen Kernen der Protozoa zu Gebilden vor Augen haben, welche an Chromidien erinnern.

Es erweist sich demnach, daß alle Theorien, welche auf der Verschiedenheit in der Form der Teilung des (bei der Caryokinese von dem Protoplasma abgesonderten) Kerns die Protozoa einerseits und des Kerns der Metozoa andererseits beruhen, unrichtig und unannehmbar sind. Die Teilung der Kerne bei den Schizonten von *Barrouxia* erinnert an die Schizogonie bei *Adelea zonula* (MOROFF 1906) und zum Teil auch an die Teilung bei *Caryotropha mesnili* (SIEDLECKI 1907) und *Adelea mesnili* (PÉREZ 1903).

In anderen Fällen, wie z. B. bei *Coccidium (Eimeria) schubergi* (SCHAUDINN 1900), *Cyclospora caryolytica* (SCHAUDINN 1902), *Orcheobius* (KUNZE 1907), bewahren die Kerne bei der vegetativen Teilung ihre Abgesondertheit bei und erinnern in keiner Weise an Chromidialgebilde.

Je weiter die Teilung der Kerne des Schizonts von *Barrouxia* fortschreitet, um so weniger bemerkbar wird das Nucleolo-Centrosom; letzteres wird gleichsam immer kleiner und gleichzeitig damit hört auch das Chromatin auf, sich in Radien um dasselbe anzuordnen, so daß die Bezirke von Kernsubstanz zu dieser Zeit noch mehr als dies vorher der Fall war, an Bezirke des Chromidialnetzes erinnern. Diese Bezirke liegen mit ihrer Längsachse senkrecht zur Oberfläche des Schizonts angeordnet und besitzen, wie dies aus einer Vergleichung eines optischen (sowohl in der Längsrichtung als auch senkrecht zur Längsachse durch sie geführten) Schnittes hervorgeht, eine etwa zylinderförmige Gestalt (Fig. 8 u. 9). Die Teilung solcher Bezirke kann noch länger andauern, wobei diese letzteren gleichsam in 2, 3 bisweilen selbst in 4 Teile zerrissen werden (Fig. 6 u. 7).



Fig. 6.



Fig. 7.

Fig. 6 u. 7. Teilung der Kernbezirke bei der Schizogonie von *Barrouxia spiralis*. ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 8.

Derartige Bezirke von Kern-, ich möchte sogar sagen Chromidial-Substanz, bestehen aus einer Menge von Waben, deren Wandungen, soweit man nach ihrer Färbung urteilen kann, aus Oxychromatin oder einer ihm sehr nahestehenden Substanz bestehen. In den



Fig. 8.

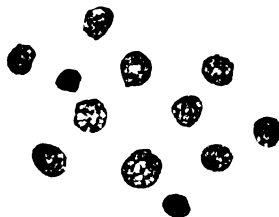


Fig. 9.

Fig. 8. Kernbezirke eines Schizonts von *Barrouxia spiralis* im optischen Längsschnitt. ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 8.

Fig. 9. Kernbezirke eines Schizonts von *Barrouxia spiralis* von der Oberfläche des Schizonts betrachtet. ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 8.

Knotenpunkten der Waben sowie überall in den Wandungen dieser letzteren finden sich Basichromatinpartikelchen eingesprengt. Eine ähnliche Erscheinung, vielleicht sogar noch deutlicher ausgesprochen,

kann man auch an noch jüngeren Stadien in der Teilung des Kerns des Schizonts beobachten.

Nachdem die Teilung der Bezirke von Kernsubstanz ihr Ende erreicht hat, beginnt die Teilung des Protoplasmas des Schizonts, d. h. die Bildung der Merozoite. Das Protoplasma wird zu diesem Zeitpunkt beträchtlich dichter und büßt einen großen Teil der in ihm enthaltenen Flüssigkeit ein, wobei der Durchmesser seiner Waben an Größe abnimmt. In der Umgebung eines jeden Bezirks der Kernsubstanz sondert sich ein Protoplasmaabzirk ab; diese Absonderung beginnt an der Oberfläche und geht allmählich in die Tiefe des Schizonts hinab. Ein Restkörper gelangt nicht zur Bildung.

Die entstehenden Merozoite bleiben einige Zeit hindurch mit ihren nicht geteilten Enden im Zentrum mit einander verbunden, wobei sie entweder um ein oder um zwei Centren angeordnet liegen, wobei die Centren in letzterem Falle gleichsam durch eine kurze Achse mit einander verbunden sind; mit anderen Worten ausgedrückt, die Merozoite sind entweder um einen Punkt oder um eine Achse herum radiär angeordnet.

Schließlich reißen sich die Merozoite voneinander los und können sodann, gleich den Sporozoiten, in die Zellen des Darmes desselben *Cerebratulus*-Individuums hineinkriechen und auf diese Weise die Infektion verstärken.

Einen Unterschied zwischen den männlichen und weiblichen Merozoiten habe ich nicht feststellen können, weshalb ich vermute, daß bei der betreffenden *Barrouxia*-Art während der vegetativen Periode ein Sexualdimorphismus nicht auftritt, im Gegensatz zu dem, was wir von den ♂ und ♀ Merozoiten von *Adelea* (MOROFF 1906; LÉGER et DUBOSQ 1903), *Cyclospora* (SCHAUDINN 1902) u. a. m. kennen.

In einigen Fällen wachsen die Merozoite bis zu der Größe eines Schizonts heran und erfahren eine neuerliche Teilung, gleich diesem letzteren auf vegetativem Wege, oder aber, was noch häufiger der Fall ist, sie verwandeln sich zu Micro- und Macrogametocyten.

Anfänglich besitzt der losgelöste Microgametocyt weder ein Caryosom noch einen abgesonderten runden Kern; allein nach und nach nehmen die Waben der Kernsubstanz an Größe ab, der Bezirk dieser letzteren nimmt die Gestalt des gewöhnlichen Kerns von *Barrouxia* an und innerhalb dieses letzteren tritt das Caryosom in Gestalt eines stark färbbaren zentralen Körperchens auf.

Die Merozoite von *Barrouxia* unterscheiden sich gerade dadurch am meisten von den Merozoiten von *Coccidium* und *Cyclospora* (vgl. SCHAUDINN 1900), daß in denselben, ebenso wie in den Sporozoiten.

anfänglich kein Caryosom enthalten ist, gleich den Merozoiten von *Adelea* (MOROFF 1906) und *Caryotropha* (SIEDLECKI 1907 [*Orcheobius?* KUNZE 1907]).

Ich vermute indessen, daß das Caryosom, oder vielmehr dessen hauptsächlichster Bestandteil, das Nucleolo-Centrosom in den Merozoiten von *Barrouxia* nicht verschwindet sondern ununterbrochen bestehen bleibt, wobei es nur bisweilen gleichsam unsichtbar wird, und zwar infolge Kleinerwerdens bei verstärkter Teilung des Kerns.

Es sind dabei aber auch andere Fälle möglich, wo das Nucleolo-Centrosom nicht im Kerne verbleibt, sondern zeitweilig aus demselben heraustritt; allein solche Fälle finden keine Anwendung für die Erklärung der Kernstruktur bei *Barrouxia*.

Um die Nucleolo-Centrosome der vegetativen und geschlechtlichen Merozoite herum treten allmählich an Größe zunehmende Anhäufungen von Chromatin auf, d. h. es entsteht ein sich allmählich differenzierendes Centrosom.

Die Merozoite besitzen einen in die Länge gestreckten Körper, dessen eines Ende abgerundet, das andere zugespitzt ist, mit einem ovalen Kern, welcher in dem mittleren Abschnitt der Merozoite liegt.



Fig. 10.

Ein Merozoit von *Barrouxia spiralis* nach erfolgter Bildung des Caryosoms. ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 12.

Bei der Entstehung der Gametocyten von *Barrouxia* ist der Verlauf dieses Prozesses der folgende. Indem ein Merozoit in eine Zelle des Darmes von *Cerebratulus* gerät, beginnt derselbe in verstärktem Maße zu wachsen, wobei ein Wachstum aber niemals mehr in der Richtung von einer der Achsen des Körpers vor sich geht, wie wir dies bei den Sporozoiten sehen, sondern die Vergrößerung seines Umfanges erfolgt im Gegenteil gleichmäßig nach allen Seiten, wobei der Merozoit eine runde, fast kugelförmige Gestalt annimmt. Haben wir es dabei mit einem männlichen Individuum zu tun, so nimmt bei dem Wachstum des Kerns namentlich das Caryosom an Größe zu; die extracaryosomale Zone büßt ihr Chromatin allmählich ein, wobei dieses letztere in das Protoplasma des Microgametocyt übergeht. Dieser Vorgang führt schließlich dazu, daß die Grenze zwischen Kern und Protoplasma, infolge der Veränderung von deren physikalischen Struktur und der verstärkten osmotischen Prozesse, vollständig verschwindet, sodaß ihre Substanzen sich miteinander vermengen; nur das Caryosom allein bewahrt hierbei seine Selbständigkeit und beginnt, mit dem fortschreitenden Verlust an Selbständigkeit seitens

der extra-carysomalen Zone, gewisse Veränderungen zu erleiden: das Chromatin des Caryosoms erfährt eine verstärkte Neubildung, wobei es das Plastin vollständig verdrängt. In solchen Microgametocyten nimmt das Caryosom mit Kernfarben eine ungewöhnlich intensive satte Färbung an, wodurch das Sichtbarwerden irgendwelcher Strukturverhältnisse verhindert wird. Sowohl der Charakter der Färbung als auch das Aussehen selbst der Kernsubstanz sprechen dafür, daß die physikalische Natur des Caryosoms während dieser Periode beträchtliche Veränderungen erlitten hat. Indem das Caryosom sich strukturell verändert, beginnt es nach allen Seiten hin auszuwachsen, wobei es unregelmäßig verästelte Fortsätze der verschiedensten Gestalt entstehen läßt. Im Innern der Substanz des Caryosoms treten zu dieser Zeit Vacuolen auf, deren Zahl jedoch fast gar nicht zunimmt (Fig. 11).

Der ganze Verlauf des soeben beschriebenen Prozesses erinnert in vieler Hinsicht an die von mir beschriebene Wucherung des Chromatins bei *Lymphocystis* (1908). Augenscheinlich bilden derartige außerordentlich merkwürdige Vorgänge der Verästelung der Kern-

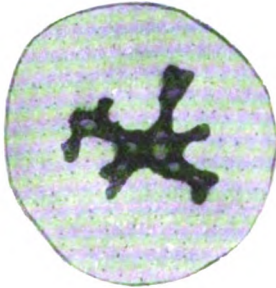


Fig. 11.

Fig. 11. Schnitt durch einen Microgametocyt von *Barrouxia spiralis*. Beginn der Wucherung des Caryosoms. ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 8.

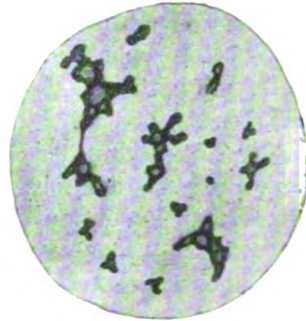


Fig. 12.

Fig. 12. Schnitt durch einen Microgametocyt von *Barrouxia spiralis*. Beginn des Zerfalls des wuchernden Caryosoms. ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 8.

substanz keine Ausnahme, und man wird annehmen können, daß solche Prozesse früher oder später auch noch bei irgendwelchen anderen Protozoen zur Beobachtung gelangen werden.

Wie dies auch bei *Lymphocystis* der Fall ist, führt die Wucherung der Kernsubstanz bei *Barrouxia* dazu, daß deren vom Zentrum nach der Peripherie gerichteten Verästelungen allmählich in einzelne unregelmäßig gestaltete und verschieden große vacuolisierte Bezirke

zerrissen, welche nach der Oberfläche des Microgametocyts vorrücken (Fig. 12).

Der Unterschied zwischen der auf diesem Stadium befindlichen *Barrouxia* und ähnlichen Bildern bei *Lymphocytis* besteht in dem Fehlen abgesonderter Plastinbezirke, wie sie in dem Protoplasma dieser letzteren stets vorhanden sind (1909, Fig. 9).

Indem die extracaryosomale Zone des Kerns zu dieser Zeit schon gänzlich zerstört ist, so begegnen wir in dem wabigen Protoplasma des Microgametocyts außer den beschriebenen Chromidialmassen auch noch einer mehr oder weniger beträchtlichen Anzahl mit Kernfarben färbbarer kleinster Körperchen, aus welchen zu der Zeit, wo die Microgameten entstehen, stark lichtbrechende Körner hervorgehen.

Bisweilen kann man im Zentrum des Microgametocyts längere Zeit hindurch einen körnigen Protoplasmabezirk mit verschwommenen Umrissen bemerken, der sich ziemlich intensiv färbt, was natürlich durch die große Menge von Chromatin aus der extra-caryosomalen Zone bedingt wird, welche die Stelle des früheren Kerns einnimmt.

Außer dem Chromatin der erwähnten Zone wird auch eine gewisse Menge von Chromatinpartikeln aus den Bezirken des wuchernden Caryosoms an das Protoplasma des Microgametocyts abgegeben.

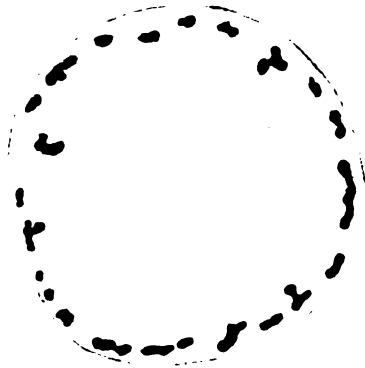


Fig. 13.

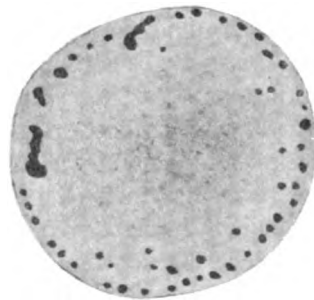


Fig. 14.

Fig. 13 u. 14. Schnitte durch Microgametocyt von *Barrouxia spiralis*  
ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 8.

Gleichzeitig mit der fortschreitenden Spaltung der einzelnen Bezirke der Chromidialmasse caryosomalen Ursprunges erfolgt auch eine allmähliche Verlagerung derselben nach der Oberfläche der Gametocyte von *Barrouxia* (Fig. 13 u. 14).

In seinen Endergebnissen erinnert der soeben geschilderte Prozeß, wenn auch nicht seiner Gestalt nach, so doch wenigstens



in dem Wesen seiner Erscheinungen an die von SCHAUDINN bei der Bildung der Microgameten von *Coccidium schubergi* (1900) beobachteten Vorgänge. Bei *C. schubergi* geht das Chromatin des Caryosoms in Gestalt kleinster Teilchen in das Protoplasma des Microgametocyts über und bildet dort eigenartige körnige Chromidien; hierauf konzentrieren sich die Chromatinkörper um einzelne Punkte an der Oberfläche der ♂ Individuen und es entstehen aus ihnen Kernbildungen, aus denen sich die Microgameten entwickeln. Dabei gibt der Kern, genau wie dies auch bei *Barrouxia* der Fall ist, seinen zum Protoplasma abgesonderten Charakter auf und sendet in das Innere dieses letzteren mehrere feine Fortsätze aus, welche SCHAUDINN als Bahnen für die Fortbewegung der Chromatinteilchen aus dem Kern in das Protoplasma bezeichnet.

In jenen Fällen, wo aus den Microgametocyten nur wenige (4) Microgameten entstehen, wie dies z. B. bei *Adelea zonula* (MOROFF, 1906), *Adelea mesnili* (PÉREZ, 1903) und *Orcheobius* (KUNZE, 1907) der Fall ist, werden deren Kerne durch einfache Teilung, ohne vorhergehendes Auftreten von Chromidien, gebildet. Das gleiche Verhalten wurde unter anderen auch bei *Caryotropha mesnili* (SIEDLECKI, 1907) beobachtet, allein diese Form bildet in mancher Hinsicht eine Abweichung vom allgemeinen Typus in der Entwicklung der Coccidien, weshalb sie naturgemäß nicht als ein Objekt für Vergleichen und Analogien bilden kann. Was dagegen die Entstehung der Microgameten ohne vorhergehende Bildung von Chromidien bei *Adelea* und *Orcheobius* betrifft, so findet dieselbe dadurch ihre genügende Erklärung, daß hier eine Notwendigkeit zur Beschleunigung des Prozesses nicht vorliegt. Allein die Beobachtungen von DOBELL an *Adelea ovata* (1907) weisen im Gegensatz zu SIEDLECKI darauf hin, daß bisweilen auch bei Formen mit 4 Microgameten bei der Entstehung dieser letzteren zuvor Chromidien auftreten, und der Kern als solcher verschwindet.

Für das Verständnis aller dieser Erscheinungen ist der von SCHAUDINN beschriebene Fall der Bildung von Microgameten bei *Cyclospora caryolytica* von großem Interesse; hier zerfällt das Caryosom des Microgametocyts noch im Kerne in einzelne Tochtercaryosome, welche sodann den sich neubildenden Kernen als Attraktionssphären dienen.

Der weitere Entstehungsprozeß der Microgameten von *Barrouxia* bleibt in seinen Einzelheiten recht dunkel, indem er sehr rasch verläuft und sein gesamtes Bild sich nur schwer rekonstruieren läßt.

Vor allem beginnen die kompakten, stark färbbaren, an der

Peripherie der Microgametocyten angeordneten Bezirke von Chromatin nach und nach ihre Bestandteile in das Protoplasma auszuschleiden: während man in den genannten Bezirken früher keinerlei Differenzierung erkennen konnte, kann man in denselben nunmehr schon einen zentralen Teil, aus Substanzen der Oxychromatingruppe bestehend, sowie einen peripheren Teil erkennen, welcher bisweilen körnig erscheint und vorzugsweise mit Basichromatin angefüllt ist (Fig. 15).

Bisweilen habe ich Stadien angetroffen, auf denen die hier beschriebenen Kerne ihr Chromatin in beträchtlichem Maße eingebüßt hatten und gleichsam nur noch ein Caryosom besitzen, welches nach der Peripherie verlagert ist, sowie einige Chromatin-„Körner“ in der extracaryosomalen Zone (Fig. 16).

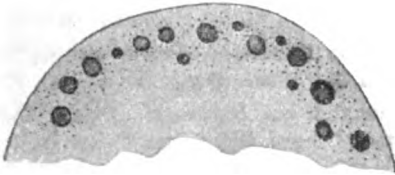


Fig. 15.

Fig. 15. Bezirke der Kernsubstanz an der Oberfläche eines Microgametocyts von *Barrouxia spiralis*. ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 8.



Fig. 16.

Fig. 16. Kerne eines Microgametocyts von *Barrouxia spiralis* (Teil eines Schnittes) ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 8.

Ob dieses Stadium bei der Bildung der Microgameten stets anzutreffen ist, läßt sich einstweilen sehr schwer feststellen und es ist wohl möglich, daß die soeben beschriebenen ähnlichen Fälle nur Abweichungen von dem normalen Verlauf der Entwicklung darstellen.

Späterhin nehmen die Kerne, aus denen die Microgameten hervorgehen, eine eigenartige fingerringförmige Gestalt an, indem ihr gesamtes Basichromatin sich schließlich in Gestalt eines von den Seiten nach der Mitte zu gleichmäßig an Dicke zunehmenden Halbrings an einer Seite der Platinkugel ansammelt (Fig. 17).

Hierauf beginnt die Absonderung des Chromatinbezirks von dem Platin und das allmähliche Hervorwachsen des ersteren aus der Mutterzelle behufs Bildung des Microgamets (Fig. 18 u. 19).

Die Microgameten von *Barrouxia* haben das Aussehen langer, stark färbbarer, an den Enden verdünnter Fäden, welche einigermaßen an die gleichen Elemente bei *Benedenia* (= *Aggregata*) SIEDLECKI, 1898) erinnern und, soviel ich bemerken konnte, jeder Geißel entbehren.

Die Rolle des Caryosoms bei der Bildung der Microgameten ist bei den Coccidien bekanntlich eine verschiedene. Bei *Coccidium schubergi* (SCHAUDINN, 1900) wird zwar nicht das ganze Caryosom, aber doch hauptsächlich dessen vacuolisierter, aus Plastin bestehender Teil zerstört und nimmt an der Bildung der Microgameten keinen Anteil. Das gleiche Verhalten, jedoch in einem anderen Moment im Leben des Microgametocyts, gelangt auch bei *Barrouxia* zur



Fig. 17.



Fig. 18.



Fig. 19.

Fig. 17. Kerne der Microgametocyten von *Barrouxia spiralis* vor der Bildung der Microgameten. Zeiss Obj. 2 mm, Comp. Oc. 8.

Fig. 18 u. 19. Bildung der Microgametocyten von *Barrouxia spiralis*. Teil eines Schnittes durch den Microgametocyt. Zeiss Obj. 2 mm, Comp. Oc. 8.

Beobachtung: hier geht das Plastin des Caryosoms mit dem Chromatin an die Peripherie über und wird erst dann zerstört, ohne in den Bestand des Körpers der entstehenden Microgameten überzugehen. Diese beiden, nach Gestaltung und Zeit verschiedenen Prozesse (bei *Coccidium* und *Barrouxia*) enden beide mit ein und derselben Hervorbringung der Microgameten aus dem Chromatin und mit dem Untergang des in dem Caryosom enthaltenen Plastins.

Eine Vergleichung dieser Erscheinungen mit dem, was wir über die Bildung der Microgameten bei den übrigen Coccidien wissen, ist einstweilen fast unmöglich, da es sehr schwer ist, auf Grund der von den Autoren gegebenen Beschreibungen zu entscheiden, ob wir es in jedem betreffenden Falle mit Chromatin allein oder auch mit Plastin zu tun haben.

Die Zahl der sich aus einem jeden Microgametocyt von *Barrouxia* entwickelnden Microgameten ist sehr beträchtlich und entspricht gewissermaßen der großen Anzahl ihrer aus dem Schizont hervorgehenden Merozoite.

LÉGER (1898) beschrieb u. a. Microgameten von *Barrouxia caudata*, bei welchen er am Vorderende zwei von einem kleinen Vorsprung, den er als Rostrum bezeichnet, ausgehende Geißeln beobachtete. Allein es ist schon von LABBÉ (1899) darauf hingewiesen worden, daß *Barrouxia caudata* eine ganz besondere Form darstellt,

welche dieser Autor *Minchinia caudata* genannt hat; wir kennen demnach bis jetzt keine Microgameten anderer Arten der Gattung *Barrouxia* und verfügen daher über kein Material zur Vergleichung.

Nach der Absonderung der Microgameten bleibt in deren Mutterzelle eine beträchtliche Menge von Protoplasma zurück, welches namentlich im Zentrum stark vacuolisiert ist und eine Menge degenerierender Chromotinkörnelungen sowie glänzender, stark lichtbrechender Körner enthält. Dieser ganze Restkörper stirbt schließlich ab und unterliegt einer allmählichen Zerstörung.

Was die Bildung der Macrogametocyte und deren Verwandlung in die Macrogamete betrifft, so verläuft dieser Prozeß bei *Barrouxia* in der für Coccidien üblichen Weise.

Das Merozoit nimmt, indem es beträchtlich heranwächst, eine kugelförmige Gestalt an und verwandelt sich allmählich in den Macrogametocyt, welcher infolge einiger Umwandlungen des Kernapparats in den Macrogamet übergeht. Dabei beginnen in dem Macrogametocyt die besonderen, an Größe zunehmenden, runden Gebilde aufzutreten, welche für gewöhnlich als „plastische Granulae“ bezeichnet werden, neben denen in dem Protoplasma Chromatineinschlüsse zu bemerken sind, die ein Zerstörungsprodukt des Caryosoms darstellen.

Im Gegensatz zu den Erscheinungen, welche wir bei der Bildung der Microgameten beobachtet haben, verschwindet hier das Caryosom, dessen Chromatin, indem es allmählich in das Protoplasma des entstehenden Macrogameten durchsickert, daselbst in die Substanz der plastischen Granulae übergeht.

Die Struktur des Protoplasmas der Macrogameten von *Barrouxia* besteht aus großen, leicht erkennbaren Maschen, die jedoch infolge der Anwesenheit einer großen Menge von Reservennährstoffen stellenweise gleichsam verdunkelt werden.

Allmählich wird das gesamte Caryosom des Macrogametocytlen zerstört und ein Teil desselben geht in das Protoplasma über (Fig. 20); auf diese Weise besteht der Macrogametenkern nur aus der extracaryosomalen Schicht.

Ein im wesentlichen übereinstimmender Bildungsprozeß der

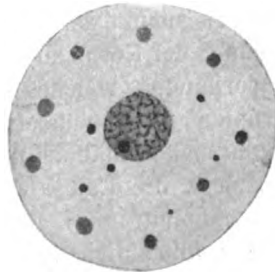


Fig. 20.

Macrogametocyt von *Barrouxia spiralis*  
während des Zerfalles eines Caryosoms.

ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 8.

Macrometen ist auch von SCHAUDINN bei *Coccidium schubergi* (1900), von MOROFF bei *Adelea zonula* (1906) und von LÉGER und DUBOSQ bei *Adelea dimidiata coccidioides* (1903) beobachtet worden.

Die plastischen Granulae werden von Kernfarben nicht gefärbt, bräunen sich dagegen nach Jod und werden von  $H_2SO_4$  (nach vorhergehender Behandlung mit Jod) sehr dunkel; ich glaube in demselben nichts anderes erblicken zu können, als die sogenannten Paraglykogenkörper von BÜTSCHLI (1885); allein dieselben stehen ihrer Zusammensetzung nach offenbar der Stärke näher, als dem Glykogen, was in der letzten Zeit übrigens auch von BÜTSCHLI (1903) selbst zugegeben worden ist.

Gleichzeitig mit der Verringerung der Menge von Chromatinteilchen treten in dem Protoplasma des Macrogameten von *Barrouzia* außer plastischer Granula, d. h. tierischer Stärke (Zoamylum) auch noch besondere, kleine, gleichsam kristallinische Körner auf,<sup>1)</sup> in denen ich ebenfalls eine der Abänderungen der Reservenährstoffe erblicke, welche sich auf Kosten der Chromidialbildungen im Protoplasma anhäufen und bei der Bildung der Cystenhülle und der in der Cyste enthaltenen Sporen aufgebraucht werden. In dem Protoplasma des Macrogameten sind demnach schon vor der Befruchtung alle diejenigen Substanzen in fast fertiger Gestalt vorhanden, welche für die ferneren vegetativen Prozesse notwendig sind; in seinem Kerne dagegen bleibt nur dasjenige Chromatin zurück, welches an dem reproduktiven geschlechtlichen Prozeß teilnimmt, und zwar nur das Chromatin mit spezifisch weiblichen Eigenschaften.

Zum Zeitpunkt der Verschmelzung des Micro- und Macrogameten ist demnach im Kerne dieses letzteren verhältnismäßig wenig Chromatin vorhanden, welches in den Knotenpunkten der früheren extracarysomalen Zone angeordnet ist. Der Kern des Macrogameten verschiebt sich allmählich nach dessen Oberfläche und beginnt gleichzeitig sich in die Länge zu strecken, wobei er eine keulenförmige Gestalt annimmt.

Unter allmählichem Wachstum erreicht der Kern endlich die Oberfläche des Macrogameten und dringt sodann der Microgamet an dieser Stelle in das Macrogamet ein.

Nach der Befruchtung beginnt sich an der Oberfläche der Oocyste allmählich eine Substanz auszuschcheiden, welche eine langsam erstarrende Hülle bildet.

<sup>1)</sup> Vielleicht sind diese Körner jenen Körnern von unbekannter chemischer Zusammensetzung gewissermaßen homolog, welche MOROFF (1906) in den Macrogameten von *Adelea zonula* beschrieben hat.

Nachdem der Microgamet in das Innere des Macrogameten gelangt ist, rundet er sich ab und nimmt allmählich das Aussehen eines vacuolisierten Chromatinkügelchens an, welches im Innern des stark in die Länge gestreckten, spindelförmigen Macrogametenkernes liegt (Fig. 21).

Wenn man um diese Zeit die Struktur des Kernes genauer untersucht, so kann man erkennen, daß derselbe aus regelmäßigen Reihen einzelner Waben besteht, deren in einer Richtung verlaufende Wendungen diesem Kern das Aussehen eines parallel ihrer Längsachse gestrichelten Spindel verleiht. Das Chromatin ist in den Knotenpunkten der Kernspindelwaben angeordnet und hebt den Eindruck einer Strichelung noch mehr hervor (Fig. 22).

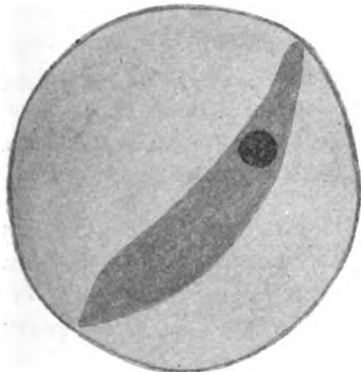


Fig. 21.

Fig. 21. Macrogamet von *Barrouxia spiralis* nach seiner Verschmelzung mit einem Microgamet. ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 8.

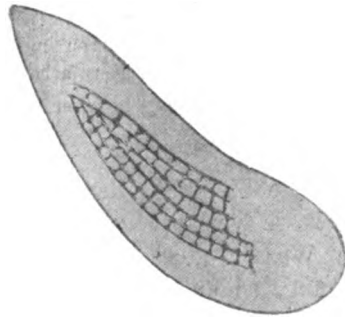


Fig. 22.

Fig. 22. Kernspindel von *Barrouxia spiralis* nach der Verschmelzung des Macro- und Microgameten. ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 18.

Ob sich der Microgamet von *Barrouxia* direkt in das Caryosom verwandelt, oder ob ein Chromatin sich zuvor an den einzelnen Knotenpunkten des Wabennetzes ansammelt und sich erst dann von neuem zu einem kugelförmigen Gebilde vereinigt, ist mir nicht ganz klar geworden; doch vermute ich, auf Grund eines Vergleiches mit anderen Coccidien, daß dieser Prozeß nach dem zweiten der beiden möglichen Schemata verläuft, d. h. in der gleichen Weise, wie die Befruchtung bei *Orcheobius* und *Adelea* vor sich geht.

In dieser Zeit beginnen die plastischen Granulae und die kristallinen Körnelungen im Protoplasma der Oocyste allmählich zu verschwinden, die Struktur des Protoplasmas ist meist schlecht zu erkennen und nur an wenigen Stellen kann man unregelmäßige

Wabenanhäufungen mit stark färbbaren Wandungen und Chromatinkörnern in den Knotenpunkten des Schaumes erkennen (Fig. 23).

Die Befruchtungsspindel beginnt sich langsam zu verkürzen, so daß der Kern von *Barrouxia* nach und nach sein gewöhnliches Aussehen einer kugeligen Bildung annimmt, welche aus dem Caryosom und der extra-caryosomalen Zone besteht.



Fig. 23.



Fig. 24.

Fig. 23. Wabenanhäufungen im Protoplasma einer Oocyste von *Barrouxia spiralis*, welche sich mit Kernfarben färben. ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 18.

Fig. 24. Kernteilung in einer Oocyste von *Barrouxia spiralis*. ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 8.

Die Mehrzahl der später in der Oocyste vor sich gehenden Prozesse verläuft schon außerhalb des Darmkanals der Nemertine, im Wasser. Ich hatte nur wenig solcher Cysten zu meiner Verfügung, so daß ich die Kernteilung in diesem Falle nicht genau untersuchen konnte.

Erst zu der Zeit, wo in der Cyste schon viele Kerne enthalten sind, konnte ich Stadien beobachten, aus welchen zu schließen war, daß die Kerne sich auf amitotischem Wege teilen, wobei sie einigermaßen an die Vorgänge der Sporogonie bei *Orcheobius* erinnern (KUNZE, 1907, Fig. 51) (Fig. 24).

Hierdurch wird natürlich die Möglichkeit der ersten Teilungen im Anfangsstadium der Sporogonie von *Barrouxia* auf mitotischem Wege nicht ausgeschlossen; ja, es scheint mir sogar, auf Grund der mir zur Verfügung stehenden Oocyste mit zwei nicht von dem Protoplasma abgegrenzten Kernen schwach strahliger Struktur, eher wahrscheinlich, daß die Kernteilung in den Cysten zuerst auf einem der Caryokinese nahe stehenden Wege vor sich geht und erst später eine amitotische Form annimmt.

Schließlich entsteht eine beträchtliche Anzahl von Kernen (über 40) und um einen jeden derselben sondert sich ein länglicher Protoplasma bezirk ab, der sich mit einer Hülle umgibt. Eine weitere Teilung des Kernes innerhalb der auf diese Weise entstehenden

Sporen erfolgt nun nicht mehr und der Entwicklungsprozeß von *Barrouxia* nimmt sein Ende. Außer den Sporen (Fig. 25) bleibt innerhalb der Cysten noch eine gewisse Menge Protoplasma zurück, welches sozusagen keine Verwendung gefunden hat.

Innerhalb der Sporen sind jetzt Sporozoite enthalten, welche den ganzen soeben beschriebenen Prozeß nochmals wiederholen können.

Was die Stellung der oben beschriebenen Coccidie im System betrifft, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß wir dieselbe in Betracht der Bildung zahlreicher monozoischer unisporozoiter Sporen von ellipsoidaler und schwach gekrümmter Gestalt ohne irgendwelche Fortsätze auf die von AIMÉ SCHNEIDER (1885) aufgestellte Gattung *Barrouxia* beziehen müssen.



Fig. 25.

Sporen von *Barrouxia spiralis*. ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 8.

In gegenwärtiger Zeit<sup>1)</sup> muß der Grundsatz als sicher festgestellte Tatsache betrachtet werden, wonach das Chromatin bei den meisten, wenn nicht bei allen Protozoen, außer dem Kerne auch noch beständig, oder auch nur zeitweilig, in dem Protoplasma enthalten ist, und zwar bald in Gestalt einzelner unregelmäßig gestalteter Bezirke, bald in Gestalt eines ganzen Netzwerkes von Waben, deren Wandungen gleichsam von Substanzen durchtränkt sind, welche von Kernfarben gefärbt werden (d. h. mit Chromatin).

Die Aufstellung dieses Grundsatzes hatte eine recht wichtige prinzipielle Bedeutung, indem wir auf diese Weise vor allem gezwungen waren, uns von dem Gedanken loszusagen, daß Kern und Protoplasma voneinander ganz abgesonderte Gebilde sind. Allein trotz eines solchen immerhin recht beträchtlichen Verdienstes würde dieser Grundsatz doch keine so große Beachtung gefunden haben, wie dies gegenwärtig der Fall ist, wenn seine Anerkennung nicht auch die Anerkennung einiger anderer Sätze zur Folge haben würde, durch welche uns die Natur der Zelle und die Bedeutung der einzelnen

<sup>1)</sup> In diesem Abschnitt beabsichtige ich einige meiner Ansichten über den Kernapparat der Protozoa in Gestalt eines Konспекtes darzulegen, wobei ich Hinweise auf die Literatur nach Möglichkeit vermeiden werde, indem alle solche Hinweise in einer im Erscheinen begriffenen Arbeit enthalten sein werden.



Bestandteile dieses letzteren in bedeutendem Maße klarer gemacht wird.

Meine Ansichten über die Bedeutung und die Funktionen der Chromidialsubstanz im Leben der Zelle, wie sie sich unter dem Einfluß von Studien über die Süßwasserrhizopoden herausbildeten, haben beträchtliche Abänderungen erfahren, nachdem ich mit der Entwicklungsgeschichte verschiedener parasitisch lebender *Protozoa* näher bekannt geworden bin.

Auf diesem Wege bin ich vor Allem zu der Überzeugung gelangt, daß das extra-nucleäre Chromatin (d. h. die Chromidien), — in der einen oder der anderen Form, auf einem oder dem anderen Stadium im Leben der Zelle — stets bei allen Protozoen ohne Ausnahme zur Ausbildung gelangt; ferner veranlassen mich gewisse von mir an Metazoen angestellte Beobachtungen, sowie das Studium der umfangreichen einschlägigen Literatur dazu, dieser Auffassung auch in bezug auf allerhand Zellen mehrzelliger Organismen als unbedingt richtig anzuerkennen.

In jenen Fällen, wo es mir gelungen war, eine große Anzahl von Stadien aus der Entwicklungsgeschichte irgendeiner Form zu finden, konnte ich mit absoluter Klarheit den Weg feststellen, auf dem die extra-nucleären Chromatingebilde für gewöhnlich gebildet werden; und zwar entstehen die ersten, die Grundlage bildenden Teilchen der Chromidien aus dem Kern, wobei das Chromatin entweder in das Protoplasma hindurchsickert oder in dasselbe ausgestoßen wird, oder aber sie entstehen einfach durch allseitige Wucherung von Teilen des Kernes. Die fernere Vergrößerung der Chromidien erfolgt auf zweierlei Weisen, — und zwar sowohl durch eigene Wucherung, als auch infolge neuer Zufuhr aus dem Kern in das Protoplasma. Obgleich die Chromidien verschiedener Protozoen in ihren morphologischen Eigenschaften eine gewisse Übereinstimmung zeigen, können sie in ihrer funktionellen und physiologischen Rolle doch bedeutend voneinander verschieden sein.

Was nun die Bedeutung der Ausscheidung geschlechtlichen Chromatins in das Protoplasma betrifft, so vermute ich, daß dieselbe bei der gleichzeitigen Entstehung einer großen Anzahl von Gameten eine Rolle spielt, wodurch der Verlauf der morphologischen, das Auftreten einer großen Menge von Kernen begünstigenden Prozesse naturgemäß ganz beträchtlich vereinfacht wird. Diese Erklärung scheint mir mit ganz besonderer Schärfe und Bestimmtheit aus jenen Fällen hervorzugehen, welche ich bei *Barrouxia* beobachtet habe.

Die Beschleunigung der Teilungsprozesse, die Erhöhung der

Zahl gleichzeitig entstehender Gameten, alles dieses führt zur Entstehung der Chromidialmasse (durch Ausscheidung aus dem Kern), welche im Bezirke zerfällt, aus denen erst später wiederum neue „secundäre“ Kerne rekonstruiert werden, ähnlich wie aus der Mutterlösung die Kristalle entstehen.

In denjenigen Fällen hingegen, wo eine beschleunigte Fortpflanzung ihre Bedeutung eingebüßt hat und wo es überhaupt nicht zur Bildung von Gameten kommt, sehen wir, wie die Chromidialgebilde wiederum das Aussehen wahrer Kerne annehmen; ich meine für die geschlechtlichen Kerne der Infusorien, den Micronucleus. Für mich scheint diejenige Voraussetzung am meisten Wahrscheinlichkeit zu besitzen, wonach die rezenten ciliaten Infusorien aus Formen entstanden sind, welche ursprünglich eine gametoide, geschlechtliche Nachkommenschaft besaßen, die sie jedoch nach und nach eingebüßt haben; von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet werden die Prozeße der Konjugation und des vorhergehenden Zerfalles der Micronucleusse in eine verschiedene Anzahl einzelner Teile durchaus begreiflich.

Außer den indifferenten Chromidien, wenn der Kern bei der Beschleunigung der vegetativen Teilung oder bei der Degeneration seine Absonderung und seine gewohnte Struktur vollständig einbüßt, kennen wir noch geschlechtliche Chromidien, vegetative Chromidien und endlich somatogenerative Chromidien, aus welchen die Kerne der Agamonten bei Vorhandensein eines somatischen, vegetativen Kernes hervorgehen. Die Bildung der Chromidien dieser letzteren Ordnung konnte ich bei den Gregarinen aus dem Darne von *Amphiporus* (1908c) beobachten, wo die Kerne der neuen, auf ungeschlechtlichem Wege entstehenden Einheiten aus besonderen Chromatinkörnern hervorgehen, welche ihrerseits ihren Ursprung in dem Kern des mütterlichen Organismus haben.

Berücksichtigt man die weitgehende, ich möchte fast sagen vielseitige Verbreitung der Chromidialsubstanz, so muß man sich unwillkürlich die Frage vorlegen, ob diese Form des Vorhandenseins von Chromatin in der Zelle nicht die phylogenetisch älteste darstellt, ob nicht die morphologische Absonderung des Kernes erst in einer späteren Periode im Leben der Zellen eingetreten ist?

Denkt man sich in den Prozeß hinein, wie wir ihn für gewöhnlich bei der Entstehung der lebenden, evolutionierenden Zelle als bestehend annehmen, so wird man, wenigstens auf den ersten Blick, am naturgemähesten annehmen müssen, daß in den in früheren Zeiten lebenden primären Zellen Protoplasma sowie eine mit diesem vermischte, noch nicht als Kern abgesonderte Chromatin-(Chromidial-)

Substanz enthalten war; allein mir erscheint gerade das Gegenteil hiervon mehr natürlich und eher verständlich: meiner Ansicht nach konnten die einzelnen Zellen aus einer gemeinsamen, organisierten Masse nur in dem Falle entstehen, wenn in dieser letzteren einzelne, abgesonderte Kerne aufgetreten waren. Die vegetativen Chromidien waren natürlich in irgendwelcher Gestalt schon immer in der Zelle enthalten, da stets ein Austausch zwischen dem Kern und dem Protoplasma bestanden hatte; die geschlechtlichen, die generativen und die somato-generativen Chromidien dagegen, d. h. die Chromidien der Fortpflanzung, traten (phylogenetisch) erst viel später in den Zellen auf, und zwar als das Ergebnis einer Anpassung an die Beschleunigung der Prozesse, und in diesen Chromidien erblicke ich eine Neuerwerbung, welche nicht bei allen Protozoen anzutreffen ist.

Unter den chromidialen Bildungen müssen daher vom funktionellen Standpunkte aus zwei Gruppen streng und scharf unterschieden werden: die vegetativen Chromidien und die der Fortpflanzung dienenden Chromidien.

Es werden natürlich Fälle vorkommen können, wo die Substanzen beider Gruppen gleichsam vermischt sind, nebeneinander vorkommen,

Hieraus ergibt sich der direkte und unmittelbare Übergang zu der Lehre von der Doppelnatur der Kernsubstanz, von der Doppelnatur des Chromatins.

Indem die Substanzen, aus denen die Chromidien hervorgehen, wie schon weiter oben dargelegt wurde, in letzter Linie aus dem Kerne entstehen, so müssen wir folglich in dem Kerne auch gewissermaßen eine Mischung zweier verschiedener Abarten des Chromatins erblicken.

Daß solche Abarten in der Tat existieren müssen, wird sowohl durch die Beobachtungen über die Rolle und die Bedeutung der Chromidien, so u. a. auch dadurch bestätigt, daß in gewissen Fällen Zellen mit funktionell verschiedenen Kernen beobachtet werden.

Beispiele hierfür finde ich u. a. in meinen eigenen Beobachtungen über die Myxosporidien. Bei *Ceratomyxa* sind uns Momente bekannt, wo in dem Protoplasma der Myxosporidie zwei Arten von Kernen enthalten sind: die einen Kerne dienen zur Unterhaltung des vegetativen Lebens und gehen mit der Mutterzelle zugrunde, die anderen dagegen spielen eine ausschließlich reproduktive Rolle (geschlechtliche Kerne) (1908 d). Den einen Kernen kommen die Ernährung der Zelle und alle damit zusammenhängenden Prozesse zu, den anderen dagegen die Hervorbringung neuer Kerne und damit auch neuer Zellen, neuer Einheiten, durch Vermittlung des geschlechtlichen Prozesses.

In den soeben erwähnten Fällen ist der Unterschied zwischen den Kernsubstanzen nicht nur ein funktioneller; ungeachtet der außerordentlichen Unvollkommenheit unserer gebräuchlichen mikroskopischen Methoden, gelingt es uns dennoch auch jetzt schon, wie ich dies bei *Ceratomyxa* festgestellt habe, einen Unterschied in der Färbung der Kerne beider Typen wahrzunehmen.

Die inneren Ursachen dieser Erscheinung bleiben natürlich einstweilen gänzlich unaufgeklärt und wir können nicht sagen wie weitgehend der erwähnte Unterschied ist und worin das Rätsel eigentlich besteht, ob in den strukturellen und quantitativen, oder aber in den qualitativen, chemischen Verschiedenheiten.

Wir wollen nunmehr versuchen der Frage näherzutreten, welche Bedeutung dem Kerne im Leben der Zelle zukommt, und jene Rolle näher festzustellen, welche einer jeden der soeben erwähnten Abarten des Chromatins zufällt.

Wie ich dies schon früher, bei der Darlegung der Entwicklungsgeschichte von *Lymphocystis*, formuliert habe (1909), erblicke ich in dem Kern das hauptsächlichste, grundlegende, tätige Element der Zelle, welches den Prozessen des „vegetativen“ und des „animalen“ Lebens vorsteht. Das Chromatin wird aus dem Kern in das Protoplasma des Gameten, in die geschlechtliche Zelle ausgeschieden, welche einer bedeutenden Menge Materials für ihr ferneres Wachstum und ihre Entwicklung bedarf; dies sehen wir nicht nur bei *Ceratomyxa* (1908 d), sondern auch in allen jenen Fällen überhaupt, wo wir es mit potential sehr tätigen Zellen zu tun haben.

Hierauf wird das Chromatin, wie dies schon weiter oben nachgewiesen wurde, aus dem Kern ausgeschieden und findet Verwendung bei der Bildung der Hüllen der Sporen und Polkapseln (Myxosporidien), der Cystenhüllen (Coccidien) u. a. m. Ebenso wird Chromatin aus dem Kern auch bei den rasch wachsenden Zellen von *Barrouxia* und *Bütschliella* (1908 b) ausgeschieden.

Die Bildung von Glykogen bei verschiedenen Rhizopoden (ZUELZER 1904, AWERINZEW 1906) und von Paramylum bei *Stylorhynchus* (LÉGER et DUBOSCQ 1904) steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Tätigkeit des Kernes und befindet sich in Abhängigkeit von den Chromidialgebilden.

Einen ähnlichen Prozeß einer Umbildung des aus dem Kern ausgeschiedenen Chromatins in Dottergebilde habe ich in den Eizellen verschiedener Schollen beobachtet.

Die Microgameten der Coccidien (so z. B. von *Barrouxia*), welche die Rolle von Eizellen spielen, nehmen bei ihrer Entwicklung eine

bedeutende Menge aus dem Kern ausgestoßenen Chromatins auf; aus diesem Chromatin gehen zum Teil die Substanzen der Hülle hervor, zum Teil verwandelt es sich in Reservenährstoffe. Der Reduktionsprozeß wird sich demnach, wenigstens in denjenigen Fällen, wo keine Caryokinese vorliegt, wo keine regelmäßige Ausscheidung gewisser Teile des Kernes vor dessen Befruchtung stattfindet, auf zweierlei Weise erklären können: einerseits überhaupt im Sinne einer Verringerung der Chromatinmenge im Kern, andererseits dagegen im Sinne einer verstärkten, in zeitlicher Hinsicht konzentrierter Ernährung der Zelle mit Produkten, welche im Kern hervorgebracht worden sind. Es scheinen mir diese Prozesse im gegebenen Falle gewissermaßen zusammenzutreffen, parallel nebeneinander zu verlaufen, ohne einander im geringsten gegenseitig auszuschließen.

Ich habe unter anderem (1908 a) schon früher darauf hingewiesen, daß aus dem Kern der Protozoen die Myoneme hervorgehen können. Dieser Hinweis findet seine volle Bestätigung in den Beobachtungen von MOROFF und STIASNY (1909) über die Bildung der Myophrisken der Acanthometriden aus dem Kernchromatin.

Ferner berichtigen uns meine noch nicht zu Ende geführten Untersuchungen über die Verdauung bei einigen freilebenden Infusorien zu der Annahme, daß der Kern in Fällen verstärkter Verdauung eine gewisse Menge Chromatin in das Protoplasma ausscheidet; diese Erscheinung bringe ich in direkten Zusammenhang mit der Umwandlung des Kernchromatins in die Profermente. In gewissen Fällen scheint auch ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Trichocysten und dem Vorhandensein von extra-nucleärem Chromatin zu bestehen.

Wir sehen überhaupt, daß der Kern den Lieferanten des Chromatins darstellt, welches in den verschiedenartigsten morphologischen wie physiologischen Prozessen eine bedeutsame Rolle spielt.

Wenden wir uns der Betrachtung der Bedeutung des Kernes in den Zellen der Metazoa zu, so veranlassen auch hier die von verschiedenen Autoren beschriebenen Bilder, wie auch einige meiner eigenen Beobachtungen zu der Annahme, daß wir bei den Metazoa im allgemeinen die gleichen Erscheinungen sehen, wie sie uns aus dem Leben der Protozoen bekannt sind.

Die Prozesse der Bewegung, der Assimilation und der Desassimilation, formative und fermentative Prozesse, alle diese Erscheinungen sind bei den *Protozoa*, wie auch bei den *Metazoa* das

direkte, unmittelbare Ergebnis der Tätigkeit des Kernes; letzterer leitet nicht nur die Prozesse, er liefert auch das notwendige Material für alle möglichen Lebensprozesse der Zelle. Da nun der Kern irgendwelche Substanzen nicht ohne Materialaufnahme von außen hervorbringen und zustellen kann, so läßt sich die Tätigkeit des Kernes auf dreierlei Arten von Tätigkeit zurückführen: 1. die Aufnahme, 2. die Bearbeitung und 3. die Ausscheidung verschiedener Produkte. Alle diese Prozesse verlaufen in verschiedenen Phasen der Zelle natürlich mit einem verschiedenen Grade von Intensität, wodurch sich denn auch die Veränderungen der Kernstruktur wie auch andere, kompliziertere und tiefer eingreifende Veränderungen im Leben der Zelle erklären lassen.

Wird aber schon die Mehrzahl der Erscheinungen im Bau und im Leben der Zellen durch die Ausscheidungen der Kernsubstanzen (d. h. verschiedener Abarten des Chromatins) erklärt, so wird die Rolle des vegetativen Chromatins hierdurch völlig verständlich; sie ist durchaus nicht unbedeutender als die Rolle des geschlechtlichen, generativen Chromatins, welches der Fortpflanzungstätigkeit vorsteht und die vererblichen Eigenschaften überträgt.

Erkennt man diese Grundsätze an, so wird nicht nur das Auftreten des vegetativen wie des geschlechtlichen extra-nucleären Chromatins (der Chromidien) völlig verständlich, sondern man fühlt auch ganz deutlich die Unvermeidlichkeit dieses Prozesses im normalen Verlauf des Zellenlebens.

Alle Umstände sprechen demnach dafür, daß eben der Kern jenes Laboratorium darstellt, welches der Lebenstätigkeit der Zelle vorsteht; hier werden die Profermente produziert, hier geht auch die Vorbereitung der formbildenden Materialien vor sich, der Pigmente, der Hüllen, der Grundelemente der Bewegungsorganoide, und gleichzeitig sind hier auch die Substanzen enthalten, durch welche die Neubildung von Zellen bestimmt wird.

Da der innere Zusammenhang beider Arten von Kernelementen — des formativen (vegetativen) und des reproduktiven (geschlechtlichen) — für uns keinem Zweifel unterliegen kann, so werden wir auch die erbliche Übertragung der Gestalt und aller anderen Eigenschaften seitens der Zellen wenigstens äußerlich, sozusagen im Prinzip, verstehen können.

In seinem im Jahre 1905 auf der Versammlung der deutschen Zoologen in Breslau gehaltenen Vortrag entwickelte SCHAUDINN (1905), auf Grund seiner Beobachtungen und Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Trypanosomen (*Haemoproteus noctuae*), welche

zwei Kerne — einen Hauptkern und einen generativen Kern — besitzen, seine Ansichten über den Dimorphismus der Kerne in den Zellen der Protozoen. Zu dem gleichen Schlusse von dem Dimorphismus des Kernes gelangten später auch GOLDSCHMIDT<sup>1)</sup> und POPOFF (1907), wobei diese Autoren indessen der Ansicht waren, daß der eine der in der Zelle vorhandenen Kerne aus vegetativem, der andere aus generativem Chromatin besteht. PROWAZEK und HARTMANN haben den Gedanken von SCHAUDINN noch weiter entwickelt und ihre Ausführungen, nebst einer Kritik der Ansichten von GOLDSCHMIDT und POPOFF, in ihrer Arbeit „Blepharoplast, Caryosom und Centrosom“ (1907) in sehr deutlicher Form niedergelegt.

Auf Grund meiner Beobachtungen über den Bau und das Leben der Zellen verschiedener Protozoen teile ich für meine Person in dieser Hinsicht durchaus die Auffassung von SCHAUDINN und seiner Schüler.

Was die Struktur und die chemische Beschaffenheit des Kernes betrifft, so gelange ich, auf Grund meiner eigenen Beobachtungen, zu folgenden Schlüssen.

Der Kern der Protozoen besteht für gewöhnlich aus einer schaumigen Lininmasse und ist sehr häufig durch keinerlei Hülle von dem Protoplasma abgegrenzt, wie wir dies unter anderem bei den Kernen der Myxosporidien (*Ceratomyxa*, *Myxidium*, *Lymphocystis*) und der Coccidien sehen; in denjenigen Fällen hingegen, wo eine solche Hülle vorhanden ist, bildet dieselbe durchaus nicht einen Grundbestandteil des Kernes, sondern sie stellt uns eine besondere, verdichtete Schicht des Protoplasmas dar (vgl. AWERINZEW, Kap. V, 1908, ebenso AWERINZEW, 1906). In der schaumigen Lininmasse ist meist noch ein anderer Kern, oder das Caryosom, enthalten, in dessen Innern man in seltenen Fällen noch ein besonderes zentrales Körnchen finden kann, welches bei der Kernteilung gleichsam eine kinetische Rolle spielt (Centriol).

In der Richtigkeit meiner Auffassung über diesen Centrialkörper bestärken mich einige Fälle der Kernteilung bei *Myxidium* (sowie bei der normalen Sporogonie bei *Ceratomyxa*), wo aus dem Caryosom nur ein kleines Körperchen ausgeschieden wird, welches die Rolle eines Centrosoms übernimmt. Das Caryosom besteht hauptsächlich aus Plastin, welcher Substanz überhaupt die kinetische oder tätige Rolle im Leben des Kernes und der Zelle zukommt.

---

<sup>1)</sup> Zuerst hatte sich schon GOLDSCHMIDT allein (1904) für die Duplizität des Kernes in den Zellen der Protozoen ausgesprochen.

Ferner ist in dem Caryosom, wie auch außerhalb desselben, im „äußeren“ Kern eine in verschiedenen Momenten im Leben der Zelle verschieden große Menge von Chromatin (Nuclein) enthalten.

Dabei muß notwendigerweise bemerkt werden, daß das Chromatin sowohl im Caryosom, wie auch außerhalb desselben, stets mit dem Plastin verbunden ist, welches seine Grundlage bildet. In denjenigen Fällen, wo die Caryosome gleichsam als aus Chromatin (Nuclein) allein bestehend erscheinen, erweist es sich, daß dieselben in Wirklichkeit aus feinsten Nucleinteilchen zusammengesetzt sind, welche in der Grundsubstanz aus Plastin (Pyrenin) eingesprengt liegen.

Meine Beobachtungen an *Lymphocystis* zeigen indessen ganz deutlich, daß das sowohl Plastin wie auch das Chromatin nichts anderes wie Abarten ein und derselben Substanz darstellen, wodurch denn auch der innige Zusammenhang derselben sowohl im Kern, als auch außerhalb desselben, in den Chromidien, seine Erklärung findet.

Außer dem Chromatin und dem Plastin sind in dem Kern noch zwei Abarten des Chromatins enthalten, wie dies bereits weiter oben angegeben wurde; allein natürlich konzentriert sich weder das vegetative, noch das geschlechtliche, reproduktive Chromatin in irgendwelchen bestimmten Teilen, sondern sie sind beide zusammen sowohl im Caryosom, wie auch in der extra-caryosomalen Zone des Kernes enthalten.

Zu dieser meiner Auffassung über die Verteilung des Chromatins bin ich auch auf Grund meiner Beobachtungen an Myxosporidien und Coccidien gekommen. In den Amöboiden von *Ceratomyxa* kennen wir vegetative und geschlechtliche Kerne und nichtsdestoweniger enthalten diese wie jene sowohl Caryosome als auch extracaryosomale Zonen. Ferner entwickeln sich die Microgameten bei *Barrouxia* aus dem im „inneren“ Kern (im Caryosom) enthaltenen Teil des Chromatins, während bei der Entwicklung der Macrogameten ausschließlich Chromatin des äußeren Kernes übrig bleibt, und das Caryosom gänzlich in das Protoplasma ausgestoßen wird.

Indem SCHAUDINN zwei Abarten des Chromatins unterschied, ein vegetatives und ein geschlechtliches Chromatin, sprach er gleichzeitig die Vermutung aus, daß sich vielleicht der Dualismus der Zelle auch im Kern noch tiefer abspiegelt, d. h. daß in der Zelle zwei ihr Leben bestimmenden Prinzipien vorhanden sind, ein männliches und ein weibliches.

Auch ich vermute, daß wir im Kerne gleichsam zwei ineinander geschachtelte Kerne besitzen, welche die Träger durchaus verschiedener Prinzipie sind. Einerseits haben wir die extra-caryosomale Zone, den



ersten, äußeren Kern, welchem eine bedeutende Rolle bei der Bildung der Zellorganoide zukommt, und welcher den secretorischen und assimilierenden Prozessen vorsteht; andererseits haben wir den inneren, caryosomalen Teil, den zweiten Kern, welcher das Leben der äußeren Zone reguliert und den kinetischen Prozessen vorsteht.

In der äußeren Zone ist zu gleicher Zeit das Chromatin erhalten, welches das weibliche, vegetative Prinzip des Kernes darstellt, während das Chromatin der inneren Zone, welches eine große Menge von Pyreninverbindungen enthält und nicht nur im Leben des Kernes, sondern auch in dem der ganzen Zelle eine kinetische Rolle spielt, das männliche, aktive, animale Prinzip repräsentiert.

Mein Hinweis darauf, daß der Kernsubstanz bei *Ceratomyxa drepanopsettae* (1908, Kap. I, p. 15) ein Dualismus von zweierlei Art innewohnt, weist demnach gerade darauf hin, daß wir in den Kernen des Macro- und des Microgameten außer dem kinetischen und dem assimilierenden Zentrum auch noch das Vorhandensein von männlichen und weiblichen Abarten des Chromatins annehmen können, was unter anderem auch schon durch die Ungleichheit der Beziehungen zwischen dem Umfang der Caryosome und der Kerne bei den Gameten der erwähnten Myxosporidie bestätigt wird.

Indem ich diese meine Auffassung weiter entwickle, gehe ich von dem Satze aus, daß, wenn ein männliches und ein weibliches, ein „vegetatives“ und ein „animales“ Chromatin vorhanden ist, eine jede Zelle ihrem Wesen nach gleichsam hermaphroditisch sein muß; und in der Tat kann die Form des geschlechtlichen Prozesses bei den Myxosporidien, Actinomyxida, Bacterien, *Haemoproteus* und *Plasmodiophora* (AWERINZEW, 1908; KEYSSELITZ, 1908; CAULLERY et MESNIL, 1905; SCHAUDINN, 1902 b; PROWAZEK, 1905) von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet am einfachsten erklärt werden.

In allen diesen Fällen haben wir es mit einer sogenannten Autogamie, gleichsam mit einem Prozeß der Selbstbefruchtung zu tun, d. h. mit einer Verschmelzung der Teile des männlichen und des weiblichen Chromatins.

Trotz Anerkennung des Vorhandenseins männlicher und weiblicher Formen, glaube ich dabei dennoch nicht, daß in den weiblichen Kernen keine Kernsubstanz mit männlichen Eigenschaften enthalten sei und umgekehrt; im Gegenteil, der Kern ist gewöhnlich hermaphroditisch und nur in einem Falle befinden sich in demselben in zunehmendem, und quantitativ reduciertem Zustande ausschließlich die einen Abarten, im anderen Zustande die anderen Abarten.

Das geschlechtliche Prinzip ist eine elementare Eigenschaft des Organismus; es ist in dem beständigen Antagonismus zwischen den männlichen und weiblichen Eigenschaften ausgedrückt, welche im Kern durch zwei Abarten des Chromatins dargestellt sind.

Überhaupt haben wir es in der Zelle gleichsam mit Antagonisten — Substanzen zu tun: somatischem und reproduktivem Chromatin, männlichem und weiblichem Chromatin, zwei ihren Funktionen nach entgegengesetzten Kernen, Kern und Protoplasma, welche einander gegenseitig verschiedene Bestandteile entlehnen. Alles dieses bietet uns ein gewissermaßen nicht stabiles System sich gegenseitig im Gleichgewicht haltender Faktoren.

Hieraus wiederum wird der Befruchtungsprozeß (prinzipiell) verständlich. Die Zelle kann ohne inneres Gleichgewicht nicht leben, nicht wachsen und sich nicht fortpflanzen. Ist nun das Gleichgewicht kein stabiles, so können immer Momente eintreten, wo das eine oder das andere Prinzip die Oberhand erhalten wird; alles in der Zelle, ihre Ernährung und Bewegung, Gestalt und Osmose, die Struktur des Protoplasmas und dessen Einschlüsse, alles hängt von der Tätigkeit des einen oder des anderen Kernes ab; dies ist die Ursache, warum durch die Störung des Gleichgewichts im Kern auch in diese Prozesse eine Desorganisation hineingetragen wird.

Nur durch Befruchtung von außen her, oder durch Selbstbefruchtung, durch Erwachen des in herabgesetztem Zustande befindlichen Kernes zur Tätigkeit, kann das Leben und die Tätigkeit der Zelle erneut werden. Verliert das System seine Stabilität, so wird die Wagschale sich sehr leicht bald nach der einen, bald nach der anderen Seite senken können und eben aus diesem Grunde scheint mir unter anderem den äußeren Bedingungen ein so großer Einfluß auf das Vorwiegen eines der Prinzipien in den geschlechtlichen Zellen zukommen zu müssen.

Das Platin und das Chromatin, das vegetative und das reproduktive Chromatin, die Veränderungen in den Eigenschaften des Protoplasmas in Abhängigkeit von eines der Kernkomponenten u. a. m., das sind jene realen Faktoren, mit welchen wir es zu tun haben werden; auf diese Weise wird die Aufgabe vereinfacht, es fällt leichter eine Frage zu beantworten, wenn die Faktoren bekannt sind und es uns noch erübrigt, die zwischen ihnen bestehende Abhängigkeit festzustellen.

### Literaturverzeichnis.

- AWERINZEW, S. (1906): Rhizopoda des Süßwassers. in: Trav. Soc. Natur. St. Pétersbourg V. 36 (russisch).
- (1908): Studien über parasitische Protozoen. I—VII. Ibid. V. 38 (russisch).
- (1908 a): Sur les Coccidies de l'intestin de Cerebratulus sp. Ibid. V. 39 (russisch).
- (1908 b): Über ein parasitisches Infusor aus dem Darne von Ophelia limacina. in: Zeitschr. wiss. Zool. V. 90.
- (1908 d): Studien über parasitische Protozoen. I. in: Arch. Protistenk. V. 14.
- (1909): Studien über parasitische Protozoen. II. in: Arch. Protistenk. V. 14.
- (1908 c): Studien über parasitische Protozoen. III. in: Arch. Protistenk. V. 16.
- (1909 a): Studien über parasitische Protozoen. VIII—XI. in: Trav. Soc. Natur. St. Pétersbourg V. 40 (russisch).
- BÜTSCHLI, O. (1885): Bemerkungen über einen dem Glycogen verwandten Körper in den Gregarinen. in: Zeitschr. Biol. (1885).
- (1903): Untersuchungen über Amylose und amyloseartige Körper. in: Verh. naturh.-med. Ver. Heidelberg N. F. V. 7.
- CAULLERY, M. et MESNIL, F. (1905): Recherches sur les Actinomyxidies. in: Arch. Protistenk. V. 6.
- CRAWLEY, H. (1902): Progressive movement of Gregarines. in: Proc. Ac. Philadelphia V. 54.
- DOBELL, C. C. (1907): Observations on the life-history of Adelea ovata etc. in: Proc. R. Soc. (London) B. 1907.
- GOLDSCHMIDT, R. (1904): Die Chromidien der Protozoen. in: Arch. Protistenk. V. 5.
- GOLDSCHMIDT, R. und POPOFF, M. (1907): Die Karyokinese der Protozoen und der Chromidialapparat der Protozoen- und Metazoenzelle. in: Arch. Protistenkunde V. 8.
- HARTMANN, M. und PROWAZEK, S. (1907): Blepharoplast, Caryosom und Centrosom. Ibid. V. 10.
- KEYSSELITZ, G. (1908): Die Entwicklung von Myxobolus pfeifferi. Ibid. V. 11.
- KUNZE, W. (1907): Über Orcheobius herpobdellae SCHUB. u. KUNZE. Ibid. V. 9.
- LABBÉ, A. (1899): Sporozoa. in: Tierreich Lief. 5.
- LÉGER, L. (1898): Sur les microgamètes des Coccidies. in: C. R. Soc. Biol. Paris V. 5 (10).
- (1907): Les Schizogregarines des Trachéates. I. in: Arch. Protistenk. V. 8.
- LÉGER, L. et DUBOSQ, O. (1903): Recherches sur les Myriapodes de Corse et leurs parasites etc. in: Arch. Zool. expér. (4) V. 1.
- — (1994): Nouvelles recherches sur les Grégarines et l'épithélium intestinal des Trachéates. in: Arch. Protistenk. V. 4.
- MEYER, A. (1904): Orientierende Untersuchungen über Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins. in: Bot. Ztg. (1904).
- MOROFF, T. (1906): Untersuchungen über Coccidien. I. in: Arch. Protistenk. V. 8.
- MOROFF, T. und STIASNY, G. (1909): Über den Bau und die Fortpflanzung von Acanthometra. in: Centralbl. Physiol. V. 22.
- PÉREZ, CH. (1903): Le cycle évolutif de l'Adelea mesnili, Coccidie coelomique parasite d'un Lepidoptère. in: Arch. Protistenk. V. 2.

- PROWAZEK, S. (1905): Über den Erreger der Kohlhernie Plasmodiophora brassicae. Arb. kais. Gesundheitsamt V. 22.
- SCHAUDINN, F. (1895): Untersuchungen an Foraminifera. I. in: Zeitschr. wiss. Zool., V. 59.
- (1900): Untersuchungen über den Generationswechsel bei Coccidien. in: Zool. Jahrb. Abt. Anat. V. 13.
- (1902): Studien über krankheitserregende Protozoen. I. in: Arb. kais. Gesundheitsamt V. 18.
- (1902b): Beiträge zur Kenntnis der Bakterien und verwandter Organismen. I. Arch. Protistenk. V. 1.
- (1905): Die Befruchtung der Protozoen. in: Verh. deutsch. zool. Ges. 1905.
- SCHEWIAKOFF, W. (1894): Zur Biologie der Protozoen. Bull. Acad. Sc. St. Pétersbourg V. 75 Suppl. No. 1 (russisch).
- SCHUBOTZ, H. (1905): Beiträge zur Kenntnis der Amoeba blattae (BÜTSCHLI) und Amoeba proteus (POLL.). in: Arch. Protistenk. V. 6.
- SIEDLECKI, M. (1898): Etude cytologique et cycle évolutif de la Coccidie de la Seiche. in: Ann. Inst. Pasteur V. 12.
- (1899): Etude cytologique et cycle évolutif de Adelea ovata SCHNEIDER. Ibid. V. 13.
- (1907): Über die Struktur und die Lebensgeschichte von Caryotropha mesnili. in: Bull. Acad. Sc. Cracovie Cl. Sc. math. nat. 1907.
- ZUELZER, M. (1904): Beiträge zur Kenntnis von Difflugia urecolata Carter. in: Arch. Protistenk. V. 4.

Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Hygienischen Institut der Kgl. Universität Siena.  
Direktor: Prof. A. Sclavo.)

## Studien über die Entwicklung einiger pathogener Trypanosomen im Säugetierorganismus.

Von

Dr. D. Ottolenghi, Assistent und Privatdozent.

(Ins Deutsche übertragen von Prof. Olivier von Negri aus Bologna.)

(Hierzu Tafel II—IV und 13 Textfiguren.)

(Eingegangen 8. September 1909.)

---

### Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung . . . . .	49
Technik . . . . .	49
Entwicklung der Trypanosomen bei den Säugetieren . . . . .	51
I. Teil.	
1. Entwicklung des <i>Trypanosoma Brucei</i> . . . . .	51
2. Entwicklung des <i>Trypanosoma equinum</i> . . . . .	60
3. Entwicklung des <i>Trypanosoma gambiense</i> . . . . .	62
4. Entwicklung des <i>Trypanosoma equiperdum</i> . . . . .	64
II. Teil.	
Rückblick und Diskussion der Resultate . . . . .	64
Schluß . . . . .	77
Anhang . . . . .	78
Tafelerklärung . . . . .	81

---

### Einleitung.

Die Forschungen, welche den Gegenstand dieser Mitteilung bilden, betreffen gewisse besondere Bilder, die einige für die Säugetiere pathogene Trypanosomen während ihrer Entwicklung in diesen Tieren darbieten und für das Studium des Lebenscyclus solcher Parasiten von bedeutendem Interesse zu sein scheinen.

Auf diese Forschungen, und zwar besonders auf diejenigen, welche das *Trypanosoma Brucei* und das *Trypanosoma equinum* betreffen, hatte ich schon in einer Reihe kurzer Veröffentlichungen, die in einer im vorigen Jahre im Centralbl. f. Bakteriol. erschienenen Mitteilung <sup>1)</sup> kurz abgefaßt wurden, Gelegenheit hinzuweisen. Jetzt, nachdem ich neue Beobachtungen gesammelt und sie auch auf *Trypanosoma gambiense* und auf *Trypanosoma equiperdum* erstreckt habe, kann ich aus dem Vergleiche des Betragens dieser vier Trypanosomen eine vollständige Reihe wichtiger Tatsachen entnehmen, welche mir für die Besprechung und Auslegung der gemachten Beobachtungen genügend genau und vollständig erscheinen. Da meine Beobachtungen, wie wir später sehen werden, mit den Arbeiten derer, die im Studium der Morphologie und Biologie dieser Trypanosomen mir vorausgegangen sind, keine wirkliche Ähnlichkeit und Beziehung haben, so halte ich es für überflüssig, meiner Abhandlung eine Übersicht und eine Besprechung aller dieser Schriften vorangehen zu lassen und werde mich nur, wenn es nötig sein wird, beschränken, jene Arbeiten zu erwähnen, welche mit meinem Gegenstande eine direkte Beziehung haben.

---

### Technik.

Um die Entwicklung der Trypanosomen in den Säugetieren zu studieren, wandte ich verschiedene Methoden an, aber diejenigen, welche mir die besten Ergebnisse boten, waren folgende: Die Untersuchung des Peritonealexsudates, nachdem die Versuchstiere in die Bauchhöhle infiziert worden waren; die Untersuchung des Peritonealexsudates, welches sich manchmal spontan während des Verlaufes der Infektion bildet — und dies betrifft ausschließlich die Dourine;

---

<sup>1)</sup> 1908 Bd. 47 p. 473.

endlich die Untersuchung des Blutes von der Placenta der Tiere, welche während der Schwangerschaft subkutan infiziert wurden.

Es wurde auch das in dem Fötus kreisende Blut und der aus der Leber ausgepreßte Saft des Fötus studiert, aber ohne irgend ein bemerkenswertes Ergebnis; nur in einem einzigen der vielen Fälle hatte ich eine Ausnahme, d. h. im Fötalblute fand ich spärliche Trypanosomen vor. Es handelte sich um Fötus von Meerschweinchen, bei welchen, nachdem die Nabelschnur abgebunden, die Haut reichlich gewaschen und jede andere Vorsicht angewendet worden war, um auch die mindeste Verunreinigung mit mütterlichem Blute, welches an Trypanosomen (*Trypanosoma Brucei*) ungemein reich war, zu verhindern, die Brusthöhle geöffnet und eine Probe Herzblut entnommen wurde.

Wenn man der Art und Weise der Untersuchung Rechnung trägt, so muß man ausschließen, daß die in dem Fötus vorgefundenen Trypanosomen aus Zufall dorthin gelangt seien; aber andererseits beweist uns die außergewöhnliche Seltenheit eines solchen Ergebnisses, daß, obwohl der Übergang von Trypanosomen von der Mutter zum Fötus durch die Placenta wohl möglich sei, dennoch, wenigstens beim Meerschweinchen und im Falle des *Tryp. Brucei*, als eine Ausnahme betrachtet werden muß.

Meine Versuchstiere waren demnach die Meerschweinchen und die weißen Ratten; im Falle der Dourine die Kaninchen und die weißen Ratten.

Im allgemeinen wurde die Infektion in die Bauchhöhle der Versuchstiere mit ziemlich starken Mengen (bei Meerschweinchen 0,5—1 cm<sup>3</sup>, bei Ratten 0,25—0,5 cm<sup>3</sup>, bei Kaninchen 1 cm<sup>3</sup> oder mehr) Blutes vorgenommen, welches im Augenblicke des Gebrauches aus dem Herzen eines anderen Tieres derselben Art entnommen und mit einem ungefähr gleichen Quantum einer 85proz. NaCl-Lösung mit 1 Proz. Natriumcitrat verdünnt worden war.

Die besten Resultate für das Studium der Formen, welche ich beschreiben werde, erhielt man bei Verwendung von Blut angesteckter Tiere, die sich schon im agonischen Stadium oder in den letzten Tagen ihres Lebens befanden.

Das Exsudat des Peritoneums wurde auf die gewöhnliche Weise mit Haarröhrchen aus Glas entnommen und sowohl im frischen Zustande studiert, als nach Färbung mit der Methode ROMANOWSKY-GIEMSA. Die Entnahme des Exsudates erfolgte eine oder mehrere Stunden nach der Infektion und wurde zu verschiedenen Zeiten fortgesetzt, wobei einige Tage hindurch auch bei Nacht Unter-

suchungen vorgenommen wurden, und dies solange, bis die Parasiten fast vollständig ausgingen, was sich gewöhnlich am 4.—5. Tage zutrug.

Nicht selten wurde in einem bestimmten Moment der Infektion das Tier geopfert und — unter Beachtung der notwendigen Asepsismaßnahmen — die Bauchhöhle geöffnet und mit der noch vorhandenen Flüssigkeit Präparate zubereitet; durch eine leichte Abschabung des parietalen Blattes des Peritoneum, des großen Netzes, verschiedener Stellen der Oberfläche der Leber und anderer Organe wurde ebenfalls Material zu Präparaten gewonnen. Auch mit Stücken vom Mesenterium *in toto* stellte ich Versuche an; ich muß aber sogleich bemerken, daß die Ergebnisse dieser letzten Versuche nicht im mindesten die Resultate derjenigen Versuche beeinträchtigen, die man durch das einfache Studium des durch Glashaarröhrchen entnommenen Peritonealexsudates erhielt. Letztgenannte Versuche wurden also, wie das Studium des zirkulierenden Blutes, vor allem unternommen, damit sie den anderen als Kontrolle und Ergänzung dienen sollten, und deswegen werde ich mich hier nicht weiter damit beschäftigen.

---

### Entwicklung der Trypanosomen bei den Säugetieren.

Die Entwicklung der Trypanosomen bei den Säugetieren ist, was ihre ungeschlechtliche Vermehrung betrifft, schon zu bekannt, als daß es notwendig sei, sich hier aufzuhalten, um deren Einzelheiten zu wiederholen. Ich werde hingegen jene Tatsachen behandeln, welche noch nicht hervorgehoben worden sind, und werde meine Abhandlung in zwei Teile einteilen, von denen der erste hauptsächlich beschreibend sein und sich auf Ergebnisse beziehen wird, die mit der Untersuchung des Peritonealexsudates von Tieren, welche in die Bauchhöhle oder, wie im Falle der Dourine, unter die Haut infiziert wurden, der zweite Teil hingegen die Diskussion und Auslegung der beschriebenen Phänomene umfassen wird.

---

#### I. Teil.

##### Entwicklung des *Trypanosoma Brucei*.

Die Untersuchung des frischen Bauchfellexsudates der mit diesem *Trypanosoma* infizierten Tiere beweist in einer großen Anzahl von



Fällen nur die gewöhnlichen Vermehrungsformen, und zwar meistens die doppelten. Bei anderen Fällen findet man aber auch größere Formen, welche, mit langsameren Bewegungen begabt, entweder mit zwei breiten symmetrischen Membranen oder mit mehreren Membranen und mehreren Geißeln versehen sind. In diesen nämlichen Fällen beobachtet man auch Bilder, die aus einem Elemente bestehen, welches beiläufig doppelt so groß wie die gemeinen Trypanosomen und mit seinem hinteren Ende mit einem den gewöhnlichen Trypanosomen ganz ähnlichen Elemente verbunden ist. Beide Elemente bewegen sich gleichzeitig, obwohl verhältnismäßig langsam, im Felde des Mikroskopes; die Richtung der Bewegung wird vom größeren Individuum gegeben, welches mit zwei undulierenden Membranen, die entweder in einer einzigen Geißel oder in zwei Geißelenden, und oft mit einer sehr dünnen, beweglichen und fast vollständig freien Geißel, welche sich in der Nähe des Vereinigungspunktes der zwei Elemente ansetzt, ausgestattet ist. Wenn man die Untersuchung dieser Formen in frischem Zustande viele Stunden hindurch fortsetzt, gelingt es einem nicht, irgendeine Veränderung wahrzunehmen, und wenn zuletzt diese Formen unbeweglich verbleiben und absterben, erkennt man sehr leicht, daß in der Nähe des Vereinigungspunktes das größere Individuum eine Art Ringelchen aufweist, welches refrangenter ist und dem Aussehen nach an ein Kernchen in Caryolyse erinnern kann.

Aber das Studium der an solchen Formen reichen Exsudate gestattet, dank den gefärbten Präparaten, eine größere Zahl interessanter Tatsachen zu sammeln. Man kann nämlich das Vorhandensein einer reichlichen Serie von Formen erkennen, die ich nach ihren morphologischen Eigenschaften in folgende Gruppen einteilen werde:

1. Gruppe. Elemente, welche etwas größer als die gewöhnlichen Teilungsformen und mit zwei undulierenden Membranen versehen sind, welche in einer einzigen Geißel oder in zwei Geißelenden (Taf. II Fig. 1). Sie enthalten ungefähr im Mittelpunkte des Körpers einen, zwei oder drei Kerne und einen anderen exzentrischen Kern am Hinterende; die ersteren haben eine unregelmäßige Form und stellen sich gewöhnlich gruppenweise dar, der letztere ist rundlich oder länglichrund, stark gefärbt, mit ziemlich dickem Chromatinnetz, so daß er von den centralen Kernen leicht unterscheidbar ist. Es gibt auch diesen ähnliche Formen, bei welchen dieser Kern vom Zentrum nicht weit entfernt ist, andere, bei denen er sich vor den Blepharoplasten, und endlich wieder andere, bei welchen er sich

hinter ihnen befindet, woraus der Eindruck entstehen kann, daß er, der ursprünglich central ist, in einem gewissen Momente der Entwicklung solcher Elemente sich allmählich an die Peripherie versetze.

Zu dieser nämlichen Gruppe gehören andere Elemente, welche sich von den soeben beschriebenen dadurch unterscheiden, daß sie neben einem großen Kern mit sehr regelmäßiger Struktur, welcher sich am Hinterende befindet, noch einen oder zwei andere kleinere aufweisen, die bald von unregelmäßiger Form und ein klein wenig runzelig, bald, und das ist wohl der häufigste Fall, rund sind, aber mit den Merkmalen einer mehr oder minder vorgeschrittenen Caryolyse behaftet sind. Bei Fig. 2 (Taf. II), welche eine dieser Formen darstellt, sieht man eben zwei dieser kleineren Kerne, wovon der eine in Caryolyse erscheint; unter ihnen scheint ein großer ovaler, bläschenartiger Kern durch, der in der Fig. 3 (Taf. II) auf den anderen Kernen aufliegt.

Diese nämlichen Elemente sind, wenigstens in vielen Fällen, mit einer imparen und fast gänzlich freien Geißel versehen, deren Blepharoplast sich bald am Vorderende (Taf. II Fig. 2) und bald mehr nach hinten zu, gegen den Mittelpunkt des Elementes, oder auch etwas hinter den Centrkernen befindet (Taf. II Fig. 3). Aus der Untersuchung dieser Figuren kann man, nicht ohne gute Gründe, schließen, daß dieser Blepharoplast im Innern des Trypanosoma wandert, und daß diese Wanderung mit derjenigen schon erwähnten des centralen Kernes zusammenhängt, welche in derselben Richtung stattfindet. Das Ziel der Wanderung würde, nach dem was sich aus anderen Bildern ergibt, welche wir bald studieren werden, am Hinterende des Trypanosoma und hinter dem exzentrischen Kerne sein.

2. Gruppe. Diese Gruppe begreift Bilder, welche aus der Vereinigung von Elementen, die denen der 1. Gruppe vollkommen ähnlich sind, mit einem Trypanosoma desjenigen Typus, der sich gewöhnlich im zirkulierenden Blute vorfindet, hervorgehen. Diese Vereinigung erfolgt immer durch die Hinterenden beider Parasiten, und zwar vermittelt eines breiten Protoplasmasteges oder eines dünnen und kurzen Fadens.

Mich auf die Beobachtungen gründend, die ich habe sammeln können, kann ich bei dieser Art folgende Hauptarten unterscheiden:

Bei einer ersten Abart bietet manchmal das Paar keinen anderen strukturellen Charakter, außer den schon erwähnten, so daß, wenn nicht der exzentrische Kern des größeren Elementes in der Nähe des Vereinigungspunktes beider Elemente wäre, man diese Figuren mit jenem Elemente verwechseln könnte, welches eben im Begriffe sei,

sich in mehrere Tochterzellen zu teilen, von denen die eine schon fast vollständig abgetrennt sei. Diese Abart ist aber oft auch dadurch charakterisiert, daß bei mehreren Fällen im kleineren Individuum der Kern nicht einzig, sondern in drei Massen geteilt ist (Taf. II Fig. 4, 5<sup>1)</sup>, 6 und Taf. IV Fig. 6a). Gegen das Vorderende zu befindet sich ein rundliches Körperchen, welches (Taf. IV Fig. 6a,  $m_2$ ) sehr einem der kleinen Kerne ähnelt, die wir am Hinterende der großen Elemente der 1. Gruppe beobachtet haben (Taf. I Fig. 2 u. 3), und wie jene erscheint auch dieses sich in Caryolyse zu befinden; sodann (Taf. IV Fig. 6a,  $m_1$ ) kann man eine Masse von nicht gut bestimmter Form mit einem chromatischen, nicht sehr deutlichen Netze wahrnehmen; endlich befindet sich hinter dieser Masse ein anderes Körperchen (Taf. IV Fig. 6a,  $k$ ), ein kleiner rundlicher Kern mit gut gefärbten Chromatinkörnchen.

Die zweite Varietät besteht aus Paarungen, in welchen das kleinere Individuum dem des eben beschriebenen Falles ganz ähnlich ist (Taf. II Fig. 7, Taf. IV Fig. 7a), nur daß auf der gegen das größere Element gekehrten Seite anstatt eines kleinen runden Kernes sich ein Körperchen befindet (Taf. IV Fig. 7a,  $k$ ), welches aus vier Chromatinblöckchen besteht, die in Tetraden gruppiert und in eine rundliche Scholle einer rötlich gefärbten Substanz eingeschlossen sind.

Bei der 3. Varietät stellt sich die Vereinigung des Paares als durch einen breiten und sehr kurzen Protoplasmasteg gebildet dar (Taf. II Fig. 8 und Taf. IV Fig. 8a); in der Mitte dieses Steges ist eine aus einer rötlich gefärbten Substanz bestehende Scholle sichtbar (Taf. IV Fig. 8a,  $k$ ), welche zwei ziemlich dicke und intensiv rot gefärbte Körnchen enthält, die ihrerseits durch einen kurzen geradlinigen Streifen verbunden sind, so daß aus dem Ganzen ein hantelähnliches Körperchen entsteht. Bei den Paarungen dieser Varietät weist das kleinere Individuum gegen das Zentrum seines Körpers kleine rot gefärbte Fragmente verschiedener Form auf (Taf. IV Fig. 8a,  $m$ ), welche augenscheinlich aus einer Modifikation des Kernes entstehen und mit jenem hantelähnlichen Körperchen durch einen leicht varikösen ebenfalls rot gefärbten Faden (Taf. IV Fig. 8a,  $f$ ) verbunden sind, welcher den Körper des

---

<sup>1)</sup> In dieser Fig. 5 ist die Vereinigung der beiden Elemente, welche aus einer kurzen und sehr dünnen Faser besteht, nicht so deutlich sichtbar wie im Präparate; dies kommt daher, daß bei der photographischen Aufnahme vor allem die Kerne eingestellt wurden.

Elementes an der entgegengesetzten Seite durchläuft, auf welcher sich die undulierende Membran befindet.

Es ist jetzt interessant zu studieren, welche Stellungen jenes hantelähnliche Körperchen in einer 4. Varietät dieser Paarungen einnimmt. Bei einigen von ihnen befindet es sich im Innern des größeren Individuums, aber kaum über den Vereinigungspunkt mit dem kleineren Individuum hinaus (Taf. II Fig. 9 und Taf. IV Fig. 9a, *k*); bei anderen hingegen sehen wir, daß es sich an den exzentrischen Kern des größeren Individuums anlehnt (Taf. II Fig. 10 u. 11) und nur durch einen sehr engen Zwischenraum davon getrennt ist, in welchem oft eine rötliche Färbung erscheint. Ich habe auch Formen gesehen, bei welchen das Körperchen fast aufgebläht erscheint und eine gewisse unbestimmte Struktur durchsehen läßt, und dabei in eine Art Nische eingeschlossen ist, welche vom exzentrischen Kerne des größeren Individuums der Paarung gebildet wird (Taf. II Fig. 12).

In den Bildern, bei welchen das erwähnte Körperchen sich im größeren Individuum befindet, kann man fast immer die Beobachtung machen, daß bei diesem letzteren die Centralkerne sehr klein und runzelig sind und daß im kleineren Individuum der Blepharoplast und die undulierenden Membrane gut unterscheidbar sind, aber keine Spur von Kern vorhanden ist. Wenn sich diese Bilder in den Präparaten unter Verhältnissen darstellen, welche für die Beobachtung geeignet sind, kann man auch wahrnehmen, daß der Blepharoplast der unpaaren Geißel des größeren Individuums sich hinter dem peripherischen Kerne und sehr nahe bei dem Blepharoplasten des kleineren Individuums (Taf. II Fig. 9 und Taf. IV Fig. 9a, *B* u. *b*) befindet. Wenn aber das von diesem ausgehende Körperchen sich an den peripherischen Kern des anderen Elementes anlehnt, so sind jene zwei Blepharoplasten wiederum voneinander entfernt, d. h. von der ganzen Länge des Protoplasmasteges, der die zwei Individuen vereinigt, getrennt (Taf. II Fig. 10, 11, 12 und Taf. IV Fig. 10a, *B* u. *b*).

In betreff jenes Chromatinkörperchens, das wir bald im kleineren und bald im größeren Individuum der Paarung haben erscheinen sehen, muß ich hier bemerken, daß die Formverschiedenheit, die es darbietet, wodurch es in einigen Figuren sich wie eine Tetrade, in anderen wie eine Art Hantel darstellt, vielleicht nur eine anscheinende Änderung ist. Die äußerste Kleinheit einer solchen Bildung und die daraus folgenden Schwierigkeiten für eine genaue mikroskopische Untersuchung erklären ganz gut, wie ein endgültiges Urteil darüber nicht möglich sei. Die Tatsache aber, daß ich

manchmal im Hinterende des größeren Individuums ein Körperchen vorgefunden habe, welches eigentlich aus vier aneinander gedrängten Blöckchen zu bestehen schien, läßt mich denken, das vom kleineren Individuum herrührende Körperchen bestehe immer aus einer Tetrade von Körnchen, und daß die Hantelform, welche es in einigen Fällen annimmt, nur davon abhängt, daß es sich manchmal anstatt als Vorderansicht, als Profil darbiere.

3. Gruppe. Dieser Gruppe gehören Bilder an, welche (Taf. II Fig. 14) sich von denen der vorangehenden Gruppe vor allem durch folgende Merkmale unterscheiden:

a) Es fehlt ihnen jenes Körperchen, welches als Tetrade oder als Hantel vom kleineren Individuum ausgeht. Wie man aus meinen Beobachtungen ersieht, kommt dieses Körperchen in den Paarungen entweder nur im kleineren oder nur im größeren Individuum vor, und zwar in diesem letzteren befindet es sich entweder in jenem Teile vom Protoplasma, welcher hinter dem exzentrischen Kerne liegt, oder es lehnt sich dicht an diesen nämlichen Kern an.

b) Der exzentrische Kern ist, wenn man sich auf einige von mir ausgeführte Messungen gründet, etwas voluminöser als in den Elementen der 1. und 2. Gruppe. Auch jetzt unterscheidet er sich gut von den centralen Kernen des größeren Individuums und im allgemeinen von den Kernen der gewöhnlichen Formen des *Trypanosoma Brucei*, sowohl durch die stärkere Färbung als durch die Deutlichkeit und Regelmäßigkeit der Struktur, wobei letztere noch augenscheinlicher ist, wenn, wie es oft vorkommt, dieser Kern auch bläschenartig und nicht runzelig wie die Centralkerne ist.

In vielen Fällen, anstatt eines einzigen exzentrischen Kernes, sind deren zwei, vollkommen gleiche, vorhanden, die zweifellos aus der Teilung jenes herrühren (Taf. II Fig. 13). Wie diese Teilung vor sich geht, d. h. ob sie direkte oder indirekte ist, konnte ich nicht genau angeben; ich kann aber nachstehende Bemerkungen vorbringen. Man findet nämlich Elemente, die dem größeren Individuum der Paarungen, womit ich mich eben beschäftige, ganz ähnlich, aber nicht mehr mit dem kleineren Individuum verbunden sind, und die genauere Untersuchung solcher Elemente läßt dahin schließen, daß es sich eben um die nämlichen großen Individuen handle, welche wegen der Ab- oder Auflösung des kleineren Individuums frei geblieben sind (Vergleich z. B. Fig. 15 u. 16 mit Fig. 11 u. 14 Taf. II). In diesen nämlichen Elementen kann man bald einen und bald zwei exzentrische Kerne finden; in diesem letzten Falle erscheinen die zwei Kerne aus Anhäufungen von bald dicken, bald sehr dünnen,

gut unterschiedenen Körnchen zusammengesetzt, die manchmal so regelmäßig und auf so ähnliche Weise in den zwei Kernen angeordnet sind (Taf. II Fig. 15 u. 16), daß ihnen ein ganz besonderes Aussehen verliehen wird, welches mehr auf Mitosebilder, als auf Bilder direkter Teilung schließen läßt. Ich habe aber keine Phase wirklicher Mitose beobachten können, deswegen werde ich auf diese, wenn noch so interessante Einzelheit nicht weiter eingehen.

c) Die centralen Kerne des größeren Individuums der Paarung sind fast immer runzelig, oft homogen gefärbt (Taf. II Fig. 14), mit den Merkmalen einer mehr oder minder vorgeschrittenen Degeneration behaftet.

d) Im kleineren Individuum der Paarung fehlt der kernige Teil vollständig (Taf. II Fig. 14), oder er ist auf irgendwelche Chromatinbrocken beschränkt (Fig. A), oder endlich besteht er nur aus zwei kleinen Massen (Taf. II Fig. 13), bei denen noch manche Spur der Kernstruktur sichtbar ist. Wie ich schon erwähnt habe, fehlt manchmal das kleinere Individuum, und so bleibt vom Paare nur das größere Individuum übrig. Es gibt aber auch abgestufte Übergangsformen, in denen das kleinere Individuum zu einem dünnen und langen Körperchen geworden ist, in welchem der Blepharoplast, der freie Saum der undulierenden Membran und die Geißel noch zur Genüge erkennbar sind.

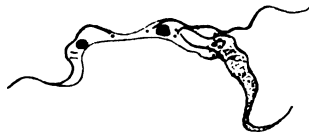


Fig. A. *Tryp. Brucei*.  
Meerschweinchen, Peritoneal-  
exsudat, 48 Stunden nach der  
Infektion. Vergr. ca. 1000 D.

Zum Schlusse muß ich dieser Beschreibung noch hinzufügen, daß im größeren Individuum der Kern oder die exzentrischen Kerne sich nicht immer gerade am Hinterende des Parasiten befinden, sondern oft ziemlich davon entfernt sind und manchmal sehr nahe am Zentrum lagern, gerade als ob sie sich nach und nach von der Peripherie dem Zentrum des Elementes näherten.

4. Gruppe. Diese 4. Abteilung umfaßt eine zahlreiche Serie von abgestuften Formen, welche von denen dem größeren Individuum der Paarungen der 3. Gruppe ganz ähnlichen (Taf. II Fig. 17) zu anderen viel voluminöseren, mit mehreren Centalkernen und Blepharoplasten, mehreren undulierenden Membranen und mehreren Geißeln übergehen (Taf. II Fig. 18, 19, 20, 21, 22). In vielen Fällen ist es, sowohl wegen der Dicke jener Elemente, als wegen der intensiv rötlichen und homogenen Färbung, die das Protoplasma

annimmt, nicht einmal möglich, die Zahl aller obgenannten Teile zu bestimmen.

Ich bin der Meinung, daß diese mehrkernigen Elemente die nämlichen seien, von denen RABINOWITSCH und KEMPNER<sup>1)</sup> nicht nur bei Besprechung der Nagana, sondern auch in betreff des Mal de Caderas und der Dourine Erwähnung tun; da jedoch den Werken obgenannter Autoren keine auf diese Einzelheit beziehende Figuren beigegeben sind, kann ich die Identität nicht behaupten.

5. Gruppe. Umfaßt Formen, die ich sehr selten beobachtet habe und aus vielen (12—16), nur durch eine kurze Strecke des Hinterendes untereinander verbundenen Trypanosomen bestehen (Taf. III Fig. 43). Haben wir es hier mit multiplen Teilungen oder mit Agglomerationsphänomenen zu tun? Um sie mit Sicherheit als multiple Teilungen bezeichnen zu können, müßte man auch andere beobachtet haben, in welchen die Teilung des Protoplasmas weniger vorgeschritten wäre. Ich habe keine Gelegenheit gehabt dieses nachzuweisen, aber ich erachte es für angemessen zu bemerken, daß bei diesen Bildern die Hinterenden der Trypanosomen, welche sie bilden, wirklich miteinander verschmolzen erscheinen (was bei den Agglomeraten nicht der Fall ist), und daß überdem die Blepharoplasten einen regelmäßigen, manchmal doppelten Kranz um diesen Verschmelzungspunkt bilden, was ebenfalls bei den Agglomeraten nicht vorkommt. Dazu gesellt sich noch die Tatsache, daß diese Strukturen in Präparaten beobachtet werden, die wie diejenigen, denen diese Bilder angehören, Ausstrichpräparate waren; während einer solchen Herstellungsweise der Präparate dürften nur intime Verbindungen und nicht eine einfache Verklebung die vollständige Erhaltung der Verhältnisse zwischen den Trypanosomelementen ergeben, wie man aus diesen Bildern ersieht.

Man muß noch hinzufügen, daß auch RABINOWITSCH und KEMPNER<sup>2)</sup> sowohl in der Nagana als in der Dourine rosettenartige Formen, wie die soeben beschriebenen, beobachtet haben wollen, welche nach diesen Autoren, von mehrkernigen Elementen herrühren sollen.

Um diese beschreibenden Anmerkungen über die interessantesten Formentypen, welche in Peritonealexsudaten erscheinen, zu ergänzen, wird es besser sein, daß ich sogleich sage, daß man, besonders bei einigen gut demonstrativen Fällen, zwischen jenen Typen in bezug

<sup>1)</sup> Centralbl. f. Bakter. 1903 Bd. 34 p. 804.

<sup>2)</sup> Ebenda.

auf den Moment, in welchem ein jeder von ihnen erscheint, ein gewisses Verhältnis beobachtet.

Die von mir beschriebenen Elemente sind schon um die 12.—14. Stunde nach der Infektion in genügender Anzahl vorhanden, um ohne große Schwierigkeiten nachgewiesen zu werden. Während dieses Zeitraumes finden sich Elemente der 1. und der 2. Gruppe, besonders der 2., ausnahmsweise der 3. Gruppe, vor. In den nachfolgenden 2—3 Stunden sind die Elemente der 2. Gruppe noch immer zahlreich. Um die 20.—24. Stunde nach der Infektion finden sich gewöhnlich nur Figuren der 3. und 4. Gruppe, besonders vorwiegend dieser letzten Gruppe vor. Schon um die 30.—36. Stunde bietet das Bauchfellexsudat, außer irgendwelchem mehrkernigen Elemente, nichts besonderes dar: d. h. es enthält nur die gemeinen wohlbekannten Formen, und zweiteilige, ausnahmsweise vierteilige Vermehrungsformen.

Das ist also das typische, und, wie man sogleich einsieht, das lehrreichste Bild, um jene besonderen Formen, mit denen wir uns beschäftigen, zu studieren. Dieses Bild ist aber etwas schwer zu erhalten und gelingt nur sehr selten vollständig, und auf diese Schwierigkeit will ich eben die Aufmerksamkeit derjenigen Forscher lenken, welche etwa meine Arbeit zu kontrollieren wünschen. Als praktische Anweisung werde ich, in Hinsicht auf meine vielfachen mit *Trypanosoma Brucei* vorgenommenen Versuche, noch hinzufügen, daß gewöhnlich die besten Resultate dadurch erlangt werden, daß man für die Infektion in die Bauchhöhle Blut verwendet, welches soeben aus einem Tiere von eben derselben Art wie das zu inokulierende entnommen worden ist, und zwar, wenn sich das Tier in den letzten Tagen seines Lebens, und am besten im präagonischen Stadium befindet. Es scheint also, daß in diesem Stadium die besonderen Formen, welche uns interessieren oder jene, welche bestimmt sind, uns solche Formen zu liefern, ihre gewöhnlichen Sitzgegenden, oder die Gegenden wo sie gewöhnlich angehäuft sind (innere Organe?) verlassen, um sich auch im zirkulierenden Blute zu verbreiten. Man könnte aber auch diese Tatsache dahin erklären, daß während der Krankheit diese Formen im Blute nicht immer in derselben Anzahl vorhanden, sondern in gewissen Stadien viel zahlreicher als in anderen seien, und daß eines dieser Stadien eben in die letzten Tage der Krankheit falle. Sei es nun wie es wolle: ich wiederhole mit Bestimmtheit, daß die sichersten, wenn nicht absolut konstanten Resultate sich in dem von mir bestimmten Stadium ergeben. Ich habe auch beobachtet, daß wenn man eine Reihe von Tieren präpariert,



von denen ein jedes mit dem Blute der letzten Krankheitstage des vorangehenden inokuliert worden ist, so finden wir z. B., daß im Peritonealexsudate des 1. und auch des 2. und 3. Subjektes nur sehr wenige oder gar keine jener Formen vorhanden sind, welche wir eben studieren; im Exsudate des 4. Tieres aber, finden wir sie zahlreich; beim 5. und 6. Tiere gar keine oder sehr wenige, während beim 7. oder 8. sie wieder ziemlich zahlreich erscheinen, usw.

Für alle diese Besonderheiten haben wir noch keine genaue Erklärung, aber, in jedem Falle, beweisen auch sie, daß die von mir beschriebenen Formen, in der Entwicklung des *Trypanosoma Brucei*, etwas ganz besonderes darstellen, was, so weit ich habe wahrnehmen können, weder im Verlaufe der Krankheit noch im Versuchstiere seinen Grund hat.

### Entwicklung des *Trypanosoma equinum*.

Die Beschreibung der Resultate, die man bei den mit diesem *Trypanosoma* inokulierten Tieren erhält, kann nach dem, was über *Tryp. Brucei* gesagt worden ist, kurz abgefaßt werden. Indem ich die Ergebnisse der Beobachtungen in frischem Zustande beiseite lassen werde, die denjenigen, welche man mit dem *Tryp. Brucei* erhält, vollkommen entsprechen, um nur von den genaueren Beobachtungen zu sprechen, welche an gefärbten Präparaten vorgenommen wurden, werde ich bemerken, daß die Ähnlichkeit in der Entwicklung der zwei Parasiten, wie aus den Fig. 26, 27, 32, 33, 34, 35 (Taf. III) sichtbar ist, vor allem in betreff der Formen der 1., der 3. und der 4. Gruppe augenscheinlich ist. In betreff der Formen der 2. Gruppe werde ich hinsichtlich des *Tryp. equinum* vor allem bemerken, daß in den Paarungen (Taf. III Fig. 28, 29) sich auch hier ein Körperchen chromatischer Natur vorfindet, welches sich bald an den Kern des kleineren Individuums<sup>1)</sup> anlehnt, bald im Innern des größeren befindet; aber dieses Körperchen hat weder die Form einer Tetrade, noch einer Hantel, wohl aber die eines elliptischen Elementes (Taf. IV Fig. 28 a, 29 a, k). Formen, in denen das Körperchen sich an die Kerne des größeren Individuums anlehnen, habe ich nicht vorgefunden; ich habe hingegen Formen gefunden

<sup>1)</sup> Auch beim *Tryp. equinum* kann man in diesem Falle das Phänomen der Teilung des Kernes des kleineren Individuums in drei Massen beobachten (Taf. IV Fig. 28 a), wie wir bei *Tryp. Brucei* (S. 54) gesehen haben. Wenn man von vorne anfängt, findet man zuerst einen kleinen rundlichen Kern ( $m_2$ ), welcher sich anscheinend in Caryolyse befindet, sodann eine Masse von nicht genau bestimmbarer Form ( $m_1$ ), und endlich ein intensiv rot gefärbtes rundliches Körperchen (k).

(Fig. B), in welchen zwischen einem exzentrischen Kerne des größeren Individuums — der eine von denen der Centralkerne ganz verschiedene Struktur aufwies <sup>1)</sup> — und einem Körperchen, welches mit jenem in anderen Fällen im kleineren Individuum beobachteten, aber hier im Protoplasma des ersten sich befindenden, identisch erschien, man eine Art geradlinigen Fadens bemerken konnte, welche homogen rot gefärbt war.

Außer diesen Formen werde ich noch andere erwähnen, die wegen Mangels des vom kleineren Individuum ausgehenden Körperchens und wegen der tiefgehenden Veränderung des kernigen Teiles dieses letzteren, der 3. Gruppe des *Tryp. Brucei* entsprechen, aber eine bemerkenswerte Einzelheit aufweisen. Die Fig. 30, 31 (Taf. III) stellen zwei dieser Typen dar. Beim ersten sieht man, daß das hintere Körperende des größeren Individuums der Paarung vier sich kreuzende Linien aufweist, die im Präparate rot gefärbt sind und der auf einer gewissen Strecke stattgefundenen teilweisen Zweispaltung des freien Saumes der undulierenden Membranen entsprechen müssen. Unmittelbar hinter diesen Linien geht ein ziemlich dicker, gewundener Faden aus, welcher sich eine gewisse Strecke in den Körper des kleineren Individuums hinein verlängert, der an Stelle des Kernes nur einige Chromatinkörnchen besitzt. Im anderen Typus hingegen sind die zwei Elemente, welche die Paarung bilden, nur durch einen sehr dünnen Protoplasmafaden verbunden, und jener obenwähnte Faden ist sehr kurz und nicht mehr mit dem größeren Individuum in Verbindung.

Ich werde endlich nur bemerken, daß beim *Tryp. equinum* alle diese Formen sowohl wegen der Seltenheit der zu solchen Beobachtungen geeigneten Fälle, als wegen der Spärlichkeit der Formen selbst, schwerer zu untersuchen sind als beim *Tryp. Brucei*. In den typischen Fällen erfolgt die Erscheinung der Figuren der verschiedenen Gruppen ungefähr in derselben Ordnung wie beim *Tryp. Brucei*, mit dem Unterschiede, daß der Anfang ihres Erscheinens gewöhnlich am 2.—3. Tage nach der Infektion eintritt.



Fig. B. *Tryp. equinum*.  
Meerschweinchen,  
Peritonealexsudat, 3 Tage  
nach der Infektion.  
Vergr. ca. 1800 D.

<sup>1)</sup> Unter den Merkmalen dieses Kernes muß, außer der Wanderung gegen die Peripherie hin und der von den Centralkernen augenscheinlich verschiedenen Struktur, noch besonders die Tatsache erwähnt werden, daß manchmal neben erwähntem Kerne eine oder zwei (s. Fig. B) kleinere Kerne erscheinen.

### Entwicklung des *Trypanosoma gambiense*.

Auch im Bauchfellexsudate von Meerschweinchen und Ratten, die mit diesem *Trypanosoma* injiziert wurden, kann man Formen erkennen, welche den verschiedenen von mir für *Tryp. Brucei* vorgeschlagenen Gruppen zugeteilt werden können. Diese Formen sind aber nicht nur selten, sondern auch in den günstigen Fällen sehr spärlich, so daß ihr Studium besonders schwierig wird.

Von den verschiedenen, denen des *Tryp. Brucei* analogen Formen sind die vielkernigen und diejenigen, welche aus den Paarungen zweier ungleich großer Elemente entstehen, die häufigsten. Da die ersten kein besonderes Merkmal dieses Parasiten darbieten, wird nur für die anderen Formen eine kurze Beschreibung notwendig sein. In einer ersten Abart dieser Formen, wie übrigens nicht selten auch im *Tryp. equinum*, bietet gewöhnlich das größere Individuum am Hinterende keinen Kern mit besonderen morphologischen Merkmalen. Die Kerne sind fast immer am Zentrum angesammelt

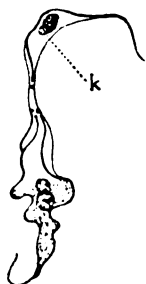


Fig. C. *Tryp. gambiense*.  
Weiße Ratte. Peritoneal-  
exsudat, 24 Stunden nach  
der Infektion.  
Vergr. ca. 1000 D.

und auch wegen der tiefen und homogenen Färbung, welche die Parasiten an dieser Stelle und am Vorderende annehmen, ist es nicht möglich festzustellen, ob unter ihnen sich irgendwelches befindet, das von den anderen morphologisch verschieden sei. Das kleinere Individuum enthält zwei Kerne (Taf. III Fig. 40 und Fig. C): einen von nicht sehr klarer Struktur und mehr homogener Färbung, und einen anderen, welcher sich an den ersten lehnt, aber kleiner und rundlich ist, und an der Peripherie mit einigen stark gefärbten Chromatinbröckchen versehen ist.<sup>1)</sup> (Fig. C, k).

In einer anderen Varietät von Figuren (Taf. III Fig. 37 und Taf. IV Fig. 37a) dieser Gruppe enthält das größere Individuum zwei oder drei centrale Kerne mit homogener Färbung, dem An-

<sup>1)</sup> In den Bildern, welche diese Einzelheiten betreffen und von mir beobachtet wurden, ist, wie ich gesagt habe, der Kern in zwei und nicht in drei Massen geteilt, wie beim *Tryp. Brucei* und *Tryp. equinum*; es würde also die vordere, einem kleinen rundlichen, sich in Caryolyse befindenden Kerne ähnliche Masse fehlen. Es könnte aber auch im *Tryp. gambiense* diese dritte Masse vorhanden sein, aber in den Bildern, die ich studiert habe, wird sie vielleicht von den anderen zwei verdeckt.

scheine nach in Auflösung. Unmittelbar vor den Blepharoplasten des größeren Individuum befindet sich ein ovaler, stark gefärbter Kern (Taf. IV Fig. 37 a, *K*<sup>1)</sup>), und hinter diesen Blepharoplasten befindet sich ein ebenfalls stark getärbtes Körperchen (Fig. 37 a, *k*), in welchem aber eine wirkliche Kernstruktur nicht erkennbar ist. Dieses Körperchen verlängert sich mit einem dicken gewundenen Faden nach hinten, welcher eine gute Strecke weit in das kleinere Individuum eindringt, und nachdem er sich hier keulenartig angeschwellt, geht er eine intime Verbindung, vielleicht nur eine Kontiguität mit einem anderen gewundenen Faden, welcher bis zur gewöhnlich vom Kern eingenommenen Gegend reicht. Wer sich der Figuren erinnert, die einer Arbeit von PROWAZEK über *Tryp. Lewisi*<sup>2)</sup> beigegeben waren, kann nicht umhin, die bedeutenden Ähnlichkeiten zu erkennen, welche diese Einzelheiten mit denen haben, die von diesem Autor bei einigen im *Haematopinus spinulosus* vorgefundenen und von ihm als reife Microgameten des *Tryp. Lewisi* erklärten Elementen beschrieben wurden.

Bei einer anderen Formvarietät dieser Gruppe (Taf. III Fig. 38 und Fig. D) bietet das kleinere Individuum entweder keine Spur von einer chromatischen Substanz, oder nur einige Brocken dar, und im größeren Individuum befindet sich sogleich hinter dem Blepharoplasten entweder ein rundlicher Kern, welcher größer ist als derjenige der soeben beschriebenen Formen und stark gefärbt ist, und etwas deutlichere Anzeichen einer Kernstruktur aufweist, oder endlich zwei kleine, einander sehr nahe Kerne, gerade als ob sie von einer soeben geschehenen Teilung herrührten.



Fig. D. *Tryp. gambiense*. Weiße Ratte. Peritonealexsudat, 24 Stunden nach der Infektion. Vergr. ca. 1000 D.

Was die Zeit des Auftretens aller dieser Formen im Peritoneumexsudate betrifft, so kann ich nur aussagen, daß es bald nach wenigen Stunden und bald nach 1—2 Tagen anfängt, denn die Seltenheit der Trypanosomen gestattet mir nicht genauere Angaben zu sammeln.

<sup>1)</sup> In dieser Figur bedeuten die Buchstaben *B* und *b* die Blepharoplasten des größeren resp. des kleineren Individuum.

<sup>2)</sup> Arbeiten a. d. Ges.-Amte, 1905, pag. 351.

### Entwicklung der *Trypanosoma equiperdum*.

Meine Beobachtungen über dieses Trypanosom, welche hier erwähnt zu werden verdienen, betreffen vor allem einen jener ziemlich seltenen Fälle, bei denen während des Verlaufes der Krankheit sich spontan die Bildung eines hämorrhagischen Exsudates in der Bauchhöhle der Kaninchen einstellt. Das Kaninchen, von dem hier die Rede ist, war subkutan infiziert worden und wurde nach 32 Tagen mit Chloroform getötet, als es sich schon in sehr schwerem Zustande befand. Die mikroskopische Untersuchung des Bauchfellexsudates wies das Vorhandensein vieler Teilungsformen nach — mit denen ich mich später beschäftigen werde — und auch von Formen, welche denjenigen der zweiten Gruppe des *Tryp. Brucei* entsprechen. Einige dieser Formen, vielleicht die typischsten, stellten sich wie gewöhnlich aus der intimen Verbindung zweier Elemente verschiedener Größe zusammengesetzt dar (Taf. III Fig. 39 und Taf. IV Fig. 39 a). Im größeren Individuum, beiläufig im Zentrum des Körpers, kann man zwei Kerne wahrnehmen, von welcher der eine sich durch größere Deutlichkeit in Struktur und Farbe unterscheidet; am hinteren Ende befindet sich (Fig. 39 a, k) eine Anhäufung von einigen (fast gewiß vier) tiefrot gefärbten Körnchen, die in eine rötlich gefärbte Substanz getaucht sind, welche sich ihrerseits wie ein Kometenschweif nach hinten verlängert und eine Art dicken Faden bildet, der in das Innere des kleineren Individuums eindringt, wo er nach und nach dünner wird und sich fast auflöst. Dieses kleinere Individuum weist zwei Kerne auf, oder wenigstens zwei Massen, welche wie unregelmäßige und veränderte Kerne aussehen; es besitzt auch einen gut evidenten Blepharoplasten<sup>1)</sup> in der Nähe seines Vereinigungspunktes mit dem größeren Individuum.

---

## II. Teil.

### Rückblick und Diskussion der Resultate.

Die Beschreibung der wichtigsten Besonderheiten, die ich während meiner Forschungen aufgefunden habe, wäre somit erledigt und ich werde nun auf Bedeutung und Auslegung derselben übergehen.

---

<sup>1)</sup> Dieser Blepharoplast ist in der Figur nicht sichtbar.

In einer früher erschienenen Abhandlung<sup>1)</sup>, welche einige das *Trypanosoma Brucei* und *Trypanosoma equinum* betreffende Tatsachen vorbrachte, die hier ausführlicher und vollständiger behandelt worden sind, habe ich schon meine Idee ausgedrückt, daß nämlich diese besonderen Formen, welche die Trypanosomen während ihrer Entwicklung in den Säugetieren annehmen, den Beweis führen, daß diese Parasiten bei den erwähnten Tieren einen geschlechtlichen Cyclus durchlaufen. Zuerst würde man die Conjugation<sup>2)</sup> von zwei Elementen haben, die morphologisch eben als Macro- und Microgamet unterscheidbar sind, sodann die Befruchtung des ersteren und seine weitere Entwicklung zu vielkernigen Formen, welche, sich teilend, eine gewisse Anzahl Elemente hervorbringen würden, die, wenigstens anscheinend, mit denjenigen identisch wären, welche im zirkulierenden Blute vorgefunden werden.

Meine bezüglichen nach jener Veröffentlichung ausgeführten Untersuchungen wurden auch auf *Tryp. gambiense* und *Tryp. equiperdum* erstreckt und haben es mir gestattet, die Bedeutung einiger Tatsachen zu bestimmen und zu berichtigen, wobei sie, meiner Meinung nach, mir auch so manchen guten neuen Anhaltspunkt zugunsten meiner Auslegung geliefert haben.

## I.

Lassen wir vorderhand die Bilder der 3. und 4. Gruppe beiseite, um uns besonders bei denen der 2. Gruppe aufzuhalten, welche den Knotenpunkt der Frage bilden, so können wir gewiß annehmen: 1. daß es sich entweder um ungeschlechtliche multiple Teilung handelt, in welcher die Abtrennung der Tochterzellen nicht gleichzeitig vonstatten geht, d. h. zuerst eine Tochterzelle und dann die anderen abgestoßen werden, so daß die Gesamtheit der Mutterzelle mit der anhängenden Tochterzelle, die schon gut individualisiert ist, das Bild einer Conjugation liefern kann; oder 2. daß es sich wirklich um Formen handelt, die einer besonderen Evolution des Parasiten angehören, und in diesem Falle wird man nachforschen müssen, ob ihre Struktur uns berechtigt, sie als Anzeichen eines geschlechtlichen Cyclus zu betrachten.

<sup>1)</sup> A. a. O.

<sup>2)</sup> Ich gebrauche den Ausdruck Conjugation nicht in dem nämlichen genauen Sinne, wie man ihn für den Befruchtungsvorgang der Infusorien verwendet, sondern im allgemeinen Sinne, d. h. im Sinne einer unvollständigen und zeitweiligen Verschmelzung von zwei Geschlechtsindividuen, welcher die eigentliche Befruchtung erst nachfolgt.

Es ist gewiß, daß die von mir studierten Trypanosomen, besonders das *Tryp. gambiense*, Formen multipler Teilung aufweisen, welche sicher Conjugationsphänomenen ähneln können; wenn man aber diese Formen aufmerksam beobachtet und sie sorgfältig mit den bei der 2. Gruppe beschriebenen vergleicht, wird man sich mit Leichtigkeit überzeugen, daß diese letzten nicht nur von jenen verschieden sind, sondern auch morphologische Einzelheiten darbieten, die ohne Zweifel für die Ansicht zeugen, daß sie wirkliche Conjugationsbilder sind.

Die Merkmale, welche die Individuen charakterisieren, die ich in die 2. Gruppe klassifiziert habe, sind also, außer ihrer Form und ihrer Evolution zu vielkernigen Parasiten, vor allem folgende Phänomene: 1. Wanderung eines Körperchens, vorwiegend chromatischer Natur, vom kleineren zum größeren Individuum, d. h. (ich werde mich kürzer ausdrücken) vom Microgameten zum Macrogameten; 2. Anlehnung dieses Körperchens an einen Kern des Macrogameten, welcher besondere morphologische Merkmale darbietet, und bezügliche Fusion mit diesem Kern.

Betrachten wir nun diese zwei Tatsachen für sich und nehmen wir als Beispiel das *Tryp. Brucei*, welches ausführlicher von mir studiert wurde.

1. Wenn man die Abbildungen, welche dieser Abhandlung beigegeben sind und diese Einzelheit besonders hervorheben, sorgfältig betrachtet, scheint es mir, daß kein Zweifel bestehen kann, nicht nur, daß jenes Körperchen aus dem Kerne des Microgameten stammt, sondern auch, daß es vom Microgameten zum Macrogameten wandert. Daß es im Innern des Paares wandert, ist gewiß, denn wir finden es in den verschiedenen Conjugationsbildern in verschiedenen Stellungen; man könnte mir aber wohl einwenden, die Richtung der Bewegung sei nicht diejenige, die ich angebe, sondern die entgegengesetzte, oder, daß dieses Körperchen ein Kern sei, welcher wohl aus direkter aber ungleicher Teilung eines Kernes des größeren Individuums der Conjugation herrühre und bestimmt sei, in das kleinere Individuum überzugehen, das seinerseits nur eine Tochterzelle wäre, welche sich durch frühzeitige Teilung des größeren Individuums gebildet haben würde und schon gut individualisiert, aber noch ohne Kern wäre. Diese Tatsache kann manchmal bei den multiplen ungeschlechtlichen Teilungen vorkommen. Wie kann man aber eine solche Einwendung für die Bilder der 2. Gruppe annehmen, wenn, wie wir gesehen haben, in

diesen Bildern gleichzeitig mit jenem Körperchen im Innern des kleineren Individuums, oder am Vereinigungspunkte dieses nämlichen Individuums mit dem größeren, man im kleineren Individuum auch einen zwar mehr oder minder veränderten, aber doch einen Kern vorfindet? Dieses Körperchen kann also kein für dieses kleinere Individuum bestimmter Kern sein, und, setze ich hinzu, kann es auch nicht das Ergebnis der Teilung des Kerns des größeren Individuums aus diesen anderen folgenden Gründen sein: 1. weil es, wie es leicht zu erkennen ist, keine wirkliche Kernstruktur aufweist; 2. weil das Körperchen, wenn es sich im kleineren und für eine gewisse Zeitlang auch im größeren Elemente befindet, von einer besonderen Bildung (Scholle, Faden) begleitet ist, die sich rot färbt, und diese Erscheinung kommt hingegen bei den Kernen, die von der Mutterzelle zu den Tochterzellen multipler ungeschlechtlicher Teilungen übergehen, nicht vor. Die Richtung der Bewegung des Körperchens endlich muß vom kleineren zum größeren Individuum der Paarung sein, denn wenn das Körperchen sich noch im kleineren Individuum befindet, bietet dieses letztere den Rest seines kernigen Anteeiles mit sehr genauer Struktur dar; wenn es sich am Vereinigungspunkte beider Individuen befindet, weist jener kernige Anteil tiefgehende Veränderungen vor, und wenn es sich endlich im größeren Individuum befindet, bietet gewöhnlich das kleinere Individuum keine Spur von Kernsubstanz dar oder nur einige unregelmäßige Chromatinbrocken.

2. Ich habe gesagt, daß ich es für unsere Frage als ausschlaggebend halte, daß jenes vom Microgameten stammende Körperchen sich an einen besonderen Kern des Macrogameten anlehnt und mit demselben verschmilzt. In der Tat, so viel Forschungen ich auch gemacht habe, ist es mir niemals gelungen, dieses Körperchen an anderen Stellen der Paarung zu finden als an den angegebenen, d. h. ich habe immer den Befund gemacht, daß das Ziel seiner Wanderung ein bestimmter Kern des Macrogameten ist, an welchen es sich anlehnt und mit welchem es sich, nach logischer Annahme, verschmelzen muß, denn in typischen Conjugationsbildern, in welchen der Microgamet keinen Kern aufweist, d. h. bei Bildern, in welchen die Conjugation schon seit einiger Zeit begonnen hat, kann man das Körperchen nicht mehr anfinden, und andererseits kann man eine Zunahme im Volumen jenes besonderen Kernes des Macrogameten erkennen<sup>1)</sup>, Zunahme, die wohl dieser Fusion zugeschrieben

<sup>1)</sup> Nachdem die Verschmelzung des vom Microgameten stammenden Körperchens mit einem Kerne des Macrogameten vor sich gegangen ist, muß sich als-



werden muß. Es würde aber interessant sein zu wissen, wie diese Fusion geschieht. Ich kann diesbezüglich nur Folgendes erwähnen: Wenn jenes Körperchen sich an den Kern des Macrogameten anlehnt, kann man in den Präparaten wahrnehmen, daß die feine Protoplasmaschicht, welche sie noch trennt, eine homogene rote Färbung annimmt, und überdem gibt es Bilder, welche dahin schließen lassen, daß ehe sich das Körperchen im Innern des Macrogameten mit dem Kerne dieses letzteren verschmilzt, es sich ziemlich aufbläht und Aussehen und Struktur eines sehr stark färbbaren Kernchens annimmt. Ich werde hier an Fig. 12 (Taf. II) und auch an Fig. E (*Tryp. equinum*) erinnern, welche eigentlich auch dieser Gruppe anzugehören scheint, und in welcher in der Nähe eines exzentrischen



Fig. E. *Tryp. equinum*.  
Meerschweinchen,  
Peritonealexsudat, 24 Std.  
nach der Infektion.  
Vergr. ca. 1000 D.

bläschenartigen Kernes des Macrogameten wir eben ein Körperchen mit Kernstruktur vorfinden, welches eben von allen anderen Kernen des Macrogameten verschieden ist, und aller Wahrscheinlichkeit nach, der Evolution des vom Microgameten stammenden Körperchens sein Dasein verdankt.

Diese Einzelheiten beiseite lassend, muß ich hier noch hervorheben, — wie auch die Fusion des besprochenen Körperchens mit einem Kerne des Macrogameten vor sich gehen möge, — daß dieser Kern Merkmale aufweist, die von den anderen des Macrogameten selbst bedeutend verschieden sind.

Ich muß hier hauptsächlich jene Bilder der ersten Gruppe erwähnen, welche von der Anwesenheit eines oder zweier kleiner Kerne neben dem großen exzentrischen Kerne gekennzeichnet sind (Taf. II Fig. 2 u. 3).<sup>2)</sup> Ist man vielleicht nicht berechtigt anzunehmen, daß diese kleinen Kerne, welche wir oft von Caryolysephänomenen ergriffen sehen und in den Conjugationsbildern nicht mehr vorfinden, von zwei aufeinander folgenden Teilungen des exzentrischen Kernes, d. i. des „Geschlechtskernes“ abstammen, und eben weil sie zu degenerieren und zu verschwinden bestimmt scheinen, Reduktionsphänomene des Geschlechtskernes, die ihn für die Befruchtung vorbereiten, dar-

bald eine Zunahme im Volumen des Macrogameten selbst einstellen: dies würde wenigstens deutlich aus dem Vergleiche der zum *Tryp. equinum* gehörenden Fig. 32 mit der Fig. 29 hervorgehen.

<sup>2)</sup> Ich habe beobachtet, daß solche kleine Kerne neben dem Geschlechtskern auch beim *Tryp. equinum* erscheinen (s. Fig. B).

stellen können? Und soll man gleichfalls nicht auch denken, daß die verschiedenen, im kernigen Teile des Microgameten auf S. 54—55 beschriebenen Modifikationen am Ende nur die Anzeichen der Reife des Microgameten selbst seien?

Auf Grund all' dieser Tatsachen ist man also berechtigt zu schließen, daß bei dem *Tryp. Brucei* sowohl in den Individuen der zweiten Gruppe, als in jenen der ersten, sich ausgedehnte Phänomene ereignen, welche besonders den kernigen Teil betreffen, deren einfachste und annehmbarste Erklärung, wenigstens bis heute, die ist, sie als Anzeichen der verschiedenen Momente eines Befruchtungsprozesses zu betrachten.

Wenn man jetzt wieder die Bilder der 1. und hauptsächlich der 2. Gruppe der anderen Trypanosomen betrachtet, wird es wohl nicht schwierig sein zu erkennen, daß auch in ihnen morphologische Besonderheiten derselben Natur nachweisbar sind, wie die soeben für *Tryp. Brucei* besprochen sind, und daß auch für sie der oben gezogene Schluß gültig ist.

Der einzige Punkt, worüber noch diskutiert werden kann, ist der, ob bei den verschiedenen Trypanosomen der Conjugations- und Befruchtungsprozeß nach einem einzigen Typus sich entwickelt.

Wenn man in der Tat die Abbildungen der Conjugationsbilder, welche dieser Mitteilung beigegeben sind, betrachtet, wird man sehr leicht Unterschiede zwischen den verschiedenen Trypanosomen wahrnehmen. So z. B. beim *Tryp. gambiense*, aber nicht in den anderen drei von mir studierten Trypanosomen, hat man Veränderungen des Microgameten, die, wie schon gesagt, sehr denjenigen von PROWAZEK <sup>1)</sup> beim *Tryp. Lewisii* ähneln, beobachten können. Ebenso hat das von Microgameten stammende kleine Körperchen in *Tryp. gambiense* und in *Tryp. equinum* eine rundliche Form und homogenes Aussehen, während es im *Tryp. Brucei* und im *Tryp. equiperdum* sich als ein vornehmlich aus einer gewissen Anzahl gut individualisierter Körnchen zusammengesetztes Körperchen darstellt. Endlich, auch die Wanderung des Geschlechtskernes gegen die Peripherie des Macrogameten im *Tryp. Brucei* würde schon im Anfange der Conjugation stattgefunden haben, während, wie es scheint, bei den anderen Parasiten sie später stattfinden würde, oder im Augenblicke der Conjugation würde der Geschlechtskern, nachdem er an die Peripherie gewandert, schon in das Zentrum des Macrogameten zurückgekehrt sein. Wenn wir aber andererseits bedenken, daß es

<sup>1)</sup> a. a. O.

sich hier um nicht leicht nachweisbare Figuren handelt und um Phänomene, von welchen man nicht aussagen kann, ihnen Schritt für Schritt bei jedem Parasiten gefolgt zu sein, und wenn man noch bedenkt, daß wir etwas jener gewundenen Microgametenfaser des *Tryp. gambiense* Ähnliches auch beim *Tryp. Brucei* und *Tryp. equinum* (Taf. II Fig. 8; Taf. IV Fig. 8a, f; Taf. III Fig. 30 u. 31) gefunden haben,<sup>1)</sup> und wenn man endlich auch den vielen in der Conjugation aller vier Trypanosomen vorgefundenen Analogien Rechnung trägt, so kommt man ganz natürlich auf den Gedanken, daß wenn man von der Struktur des wandernden Körperchens des Macrogameten absieht — die in den verschiedenen Parasiten auch verschiedenartig sein könnte — die Conjugation und Befruchtung sich in ihren Hauptmomenten, nach einer einzigen Ordnung und mit denselben Modalitäten vollziehen möge. Diese Ordnung und diese Modalitäten wären kurz folgende:

1. Conjugation der zwei Gameten vermittelt ihrer Hinterenden, die sich sodann miteinander verschmelzen;

2. Ausstoßung von seiten des Microgameten eines Körperchens chromatischer Natur, welches in eine Scholle einer Substanz mit besonderen Färbungseigenschaften eingeschlossen ist, die sich hinter dem Körperchen in einem gewundenen Faden verlängert;

3. Eindringen jenes Körperchens in den Körper des Macrogameten und Verschwinden jener Schollen und jenes Fadens;

4. Anlehnung jenes Körperchens an einen besonderen Kern des Macrogameten (welches in einem bestimmten Momente eine Wanderung gegen das Hinterende des Microgameten selbst unternommen hat) und dessen Fusion mit demselben.

An dieser Stelle muß ich eine andere interessante Besonderheit erwähnen. Nach den Erfahrungen PROWAZEK's würde sich bei *Tryp. Lewisi* die Befruchtung zuerst durch die Fusion der Blepharoplasten und sodann der Kerne und des Protoplasma des Micro- und des Macrogameten vollziehen. BALDREY,<sup>2)</sup> der sich auch mit Versuchen über die Entwicklung von *Tryp. Lewisi* in der Rattenlaus beschäftigt hat, sagt hingegen, daß, nachdem die Verbindung der zwei Gameten durch die Hinderenden vor sich gegangen ist, es den Anschein habe, daß der Blepharoplast und der Kern des männlichen

<sup>1)</sup> Auch die kometenschweifähnliche Verlängerung, welche von der Substanz gebildet wird, worin das beim *Tryp. equiperdum* vom Microgameten stammende Körperchen eingeschlossen ist, kann wohl als eine dem im Microgameten des *Tryp. gambiense* beobachteten gewundenen Faden analoge Bildung betrachtet werden.

<sup>2)</sup> Arch. f. Protistenk. 1909 Bd. 15 p. 326.

Gameten in den weiblichen Gameten eindringe, während der übrige Teil des männlichen Gameten (Periplast und Geißel) rasch degeneriere und verschwinde. Wie ich nun schon gesagt habe, gehen bei den von mir studierten Trypanosomen die Dinge gerade so vor sich, wie sie BALDREY beschreibt, nur daß ich niemals gesehen habe, daß der Blepharoplast des Microgameten in den Macrogameten wandert und dort mit dem Blepharoplasten dieses letzteren verschmilzt. Auch wenn der Microgamet schon tief verändert ist, kann man immer den gut gefärbten Blepharoplasten leicht unterscheiden (Taf. II Fig. 10, 11, 12, 14; Taf. III Fig. 38 Taf. IV Fig. 10 a); nur manchmal habe ich wahrgenommen, daß dieser Blepharoplast an einen der Blepharoplasten des Macrogameten gelehnt und so angedrängt ist (Taf. II Fig. 9 und Taf. IV Fig. 9 a, B u. b), daß wenn man nicht die geeigneten Vergrößerungsmittel anwendet, man im Zweifel sein kann, daß die Fusion wirklich stattgefunden hat. Wenn aber die Befruchtung vollzogen ist, trennen sich die zwei Blepharoplasten voneinander, deswegen muß jede Fusion ausgeschlossen werden. Und es ist wahrscheinlich, daß dieselben Vorgänge sich auch beim *Tryp. Lewisi* ereignen, wenigstens sind die von BALDREY beschriebenen Figuren — wie übrigens er selbst verstehen läßt — nicht derart beschaffen, ein sicheres Urteil über diesen Punkt zu gewähren, gerade wie die Figuren PROWAZEK's selbst nicht bestimmt und genau beweisen, daß eine Verschmelzung der Protoplasmen der zwei Gameten eintritt, sondern auch als Anlehnung der zwei Individuen erklärt werden können.

In jedem Falle, wenn man von dieser, die Blepharoplasten der zwei Gameten betreffenden Besonderheit absieht, und auch von der Tatsache, daß der Macrogamet des *Tryp. Lewisi* zum Unterschiede von den Macrogameten der von mir studierten Parasiten nur eine undulierende Membrane besitzt — obwohl auch diese Einzelheit genau kontrolliert werden sollte — würden die wichtigsten Conjugations- und Befruchtungsphänomene sowohl beim *Tryp. Lewisi* als bei den anderen von mir studierten Parasiten auf ähnliche Weise vor sich gehen. Diese Ähnlichkeit ist gewiß ein sehr gewichtiger Beweisgrund zugunsten der Erklärung, die ich für die in dieser Mitteilung beschriebenen Figuren vorschlage. Man muß aber dabei bemerken, daß während die geschlechtliche Entwicklung des *Tryp. Lewisi* bei einem Hektoparasiten der Ratte beobachtet wurde, die — in Hinsicht der Beschaffenheit analoge — geschlechtliche Entwicklung der krankheitserregenden Trypanosomen, welche das Objekt meiner Forschungen waren, selbst in den infizierten Säugetieren vor sich geht.

Ich will zwar nicht auf die offenbare Wichtigkeit, welche dieser Befund auch für die Epidemiologie hat, eingehen, aber ich erachte es für nützlich, auf zwei interessante Punkte hinzuweisen, die mit dieser Frage zusammenhängen.

Der erste Punkt ist, daß das Vorhandensein eines geschlechtlichen *Cyclus* während der Entwicklung der krankheitserregenden Trypanosomen in den Säugetieren geeignet ist, eine sehr wichtige Tatsache aufzuklären, welche ihre Biologie betrifft, d. i. daß man — wie wir gewöhnlich in den Laboratorien Europas tun — lange Jahre hindurch eine bestimmte Art Trypanosomen einfach durch Übertragung von einem Säugetiere zum anderen am Leben erhalten kann. Wenn während ihrer Entwicklung in diesen Tieren die Trypanosomen nicht das Vermögen hätten, ihre Lebenskräfte durch die geschlechtliche Vermehrung, sozusagen, zu entschädigen und zu verstärken, müßte es einen sehr wundern, daß sie so lange durch die einfache ungeschlechtliche Vermehrung so vielen Umzüchtungen widerstehen könnten, ohne jemals ein Anzeichen von Erschöpfung zu geben, sondern, im Gegenteil, nicht nur fähig bleiben ihre Virulenz zu vermehren, und, wie jedermann weiß, sie auch zu verstärken.

Der andere Punkt betrifft die vor kurzem veröffentlichten Beobachtungen von KLEINE<sup>1)</sup>, welche beweisen, wie einige von den Glossinen mit dem Blute eingesaugte krankheitserregenden Trypanosomen eine Evolution mehrerer Tage durchmachen müssen, ehe die Glossinen selbst infektiös werden.

Es ist nun meine Absicht hervorzuheben, wie diese Tatsachen nicht so ohne weiteres mit dem Begriffe in Gegensatz gestellt werden können, daß die krankheitserregenden Trypanosomen in den Säugetieren eine geschlechtliche Entwicklung haben. Denn, wenn wir auch annehmen, daß jene Evolution der Trypanosomen in den Glossinen ihrem geschlechtlichen *Cyclus* entspreche — was wir noch nicht wissen — so schließt das wohl noch nicht aus, daß auch beim Säugetiere sich ein geschlechtlicher *Cyclus* einstellen kann, welcher entweder mit jenem in der Glossine identisch oder dank einer geeigneten Anpassung verändert sein kann. Dieser *Cyclus* würde sich eben im Säugetiere einstellen, wenn für die Erhaltung der Art und ihrer Eigenschaften etwas mehr als die einfache geschlechtliche Vermehrung notwendig geworden ist.

Im übrigen werden uns die von KLEINE begonnenen und von

---

<sup>1)</sup> Deutsch. med. Wochenschr. 1909 p. 469, 924 und 1257.

BRUCE<sup>1)</sup> schon wieder aufgenommenen und die vielen anderen Studien, welche fortwährend über diese so interessanten Parasiten angestellt werden, uns später gestatten, jeden Zweifel zu lösen.

## II.

Ehe wir zur Evolution des Macrogameten nach der Befruchtung übergehen, ist es angemessen eine Erwägung vorangehen zu lassen. Wenn wir alles betrachten, was über *Tryp. Lewisi*, das einzige Trypanosome, von dem man, wie es scheint, etwas bestimmtes über seine geschlechtliche Entwicklung weiß, gesagt worden ist, so finden wir, daß nach den Autoren, die sich mit dem wichtigsten Erfolge damit beschäftigt haben — PROWAZEK und BALDREY —, sich sein Macrogamet nach der Befruchtung in ein eiförmiges einkerniges Element ohne Geißel verwandeln würde, welches Oocinet benannt werden könnte. Aus diesem Individuum würde sich später eine *Crithidia*-Form mit einer oder zwei Geißeln entwickeln, deren Blepharoplasten sich vor dem Kerne befinden; aus dieser *Crithidia*-Form würden sich wiederum durch successive Teilung Elemente verschiedener Größe entwickeln, wovon einige viel kleiner als die Formen des *Tryp. Lewisi*, die sich im Blute vorfinden, aber alle den Kulturformen dieses Trypanosoma ähnlich sind, hauptsächlich auch, weil ihre Geißel von einem Blepharoplasten ausgeht, welcher immer vor dem Kerne steht. Ich will aber jetzt nicht bestreiten, inwieweit durch die von den Autoren beobachteten Tatsachen die Hypothese eines solchen Cyclus gerechtfertigt sein kann. Ich habe hingegen alles dies in Erinnerung gebracht, nur weil ich erklären muß, daß wenn die Schlüsse PROWAZEK'S und BALDREY'S genau sind, sich die von mir studierten Trypanosomen, wenigstens im Säugetiere, auf eine von der vom *Tryp. Lewisi* verschiedene Weise betragen würden. Ihr Betragen würde auch von dem eines anderen Trypanosoma verschieden sein, welches ein Parasit der Maus ist und von PRICOLO<sup>2)</sup> studiert wurde; dieser Parasit würde während einer wahrscheinlich geschlechtlichen Stadio seiner Entwicklung in der Maus Oocyste hervorbringen, woraus wiederum viele kleine spindelförmige Elemente hervorgehen, die sodann die gewöhnliche Form des Trypanosoma annehmen würden. Bei den von mir studierten Trypanosomen ändert in der Tat der befruchtete Macrogamet das Wesen seiner Form nicht: es vermehren

<sup>1)</sup> Bull. of Sleep. Sickn. Bureau 1909 p. 209.

<sup>2)</sup> Centralbl. f. Bakteriol. Orig. 42 1906 p. 231.

sich die Kerne<sup>1)</sup>, die Geißeln, die Blepharoplasten und die undulierenden Membranen und es gehen große vielkernige Elemente auf, welche aber noch alle Teile der gewöhnlichen Formen der verschiedenen Trypanosomen, und zwar in der nämlichen gegenseitigen Lage aufweisen. Wie aus dem im Anfange dieser Abhandlung dargelegten Beschreibungen und aus den ihnen beigegebenen Abbildungen ersichtlich ist, haben mir die sorgfältigsten Beobachtungen gestattet, eine ganze Serie von Übergangsformen vom Macrogameten in Conjugation zu jenen großen vielkernigen Formen zu erkennen; und niemals habe ich von diesen verschiedene Entwicklungsstadien wahrgenommen.

Es ist wahr, daß ich manchmal — aber sehr selten — in den Präparaten runde Elemente ohne Geißel gefunden habe, welche gewisse Massen enthielten, welche wegen ihrer Färbung als Kerne betrachtet werden konnten; die sorgfältige Untersuchung dieser Elemente bewies aber, daß es sich immer um ganze oder aufgebrochene Leucocyten mit Kern in Caryolyse handelte. So habe ich auch gewisse große, mehr oder minder abgeplattete Protoplasmamassen mit unregelmäßigen Rändern, mehreren Kernen und Granulen, die wie Blepharoplasten aussahen, und Fäden, welche kurzen Geißeln ähnelten, gefunden, aber auch in diesen Fällen bewies eine sorgfältige Untersuchung, daß man sich in Gegenwart irgendwelcher jener großen vielkernigen Formen befand, die während der Zubereitung des Präparates verschiedenartige Deformationen erlitten hatten, so daß sie nur mit großer Schwierigkeit identifiziert werden konnten; oder, daß man es mit toten und mehr oder minder tief veränderten Elementen zu tun hatte. Ich habe endlich, besonders beim *Tryp. equinum*, Elemente gesehen, welche beim ersten Anblicke wirklich mit *Crithidia*-Formen verwechselt werden konnten, aber eine aufmerksame Untersuchung bewies deutlich, daß es sich um einen der gewöhnlichen Präparationsumstände handelte, denn eines der gewöhnlichen Trypanosomen hatte sich um sich selbst in zwei Teile gebogen und die beiden Teile hatten sich so eng aneinander gedrückt, daß sie das Aussehen eines birnförmigen Elementes mit einer am vorderen Teile des Kernes angesetzten Geißel angenommen hatten. Ich werde hier

---

<sup>1)</sup> Es ist schwer zu sagen ob die Kerne, welche wir in den großen vielkernigen Elementen finden, alle vom Geschlechtskerne des betrachteten Macrogameten stammen, d. h. ob im Macrogameten die Kerne, die ich Centralkerne benannt habe, zugrunde zu gehen bestimmt sind. Dies stellt sich aber auf Grund der tiefgehenden Veränderungen, von denen sie ergriffen werden, als wahrscheinlich dar; diese alterierenden Prozesse sind eben aus den Fig. 10, 11, 13, 14 und 32 gut ersichtlich.

noch hinzusetzen, daß ich in manchem Falle auch bei Untersuchungen im frischen Zustande birnförmige, ziemlich bewegliche Elemente beobachtet habe, aber ich bin der Meinung, daß es sich auch in solchen Fällen um eine einfache Augenscheinlichkeit handelte, denn die mit dem nämlichen Materiale zubereiteten, aber gefärbten Präparate wiesen nur jene soeben erwähnten künstlichen Formen auf.

Wenn wir aber alle diese Bilder beiseite lassen, welche mit der geschlechtlichen Entwicklung der Trypanosomen nichts gemein haben, ist die einzige festbleibende Tatsache, daß der befruchtete Macrogamet durch eine Reihe von abgestuften Übergangsformen sich in ein großes vielkerniges Element verwandelt. Welches ist aber sein zukünftiges Schicksal?

Aus der Untersuchung dieser großen vielkernigen Elemente bekommt man ohne Zweifel den Eindruck, daß sie sich gerade zu einer Teilung anschicken, und daß aus dieser Teilung Rosetten von Trypanosomen hervorgehen müssen, welche den gewöhnlichen sich im Blute vorfindenden Trypanosomen sehr ähnlich sind. Wie ich schon gesagt habe, habe ich in der Tat rosettenähnliche Figuren gesehen, die wahrscheinlich nicht von Agglomerationen herrührten; ich habe aber auch gesagt, daß diese Rosetten sehr selten erscheinen, und noch mehr, daß es mir nur bei den mit *Tryp. Brucei* infizierten Tieren sie nachzuweisen gelungen ist.

Wir haben aber auch die Tatsache, daß man während des Vorganges der Peritonealinfektion fortwährend folgendes Phänomen beobachten kann: Zu einem gewissen Momente fangen die vielkernigen Elemente an zahlreich zu erscheinen, verbleiben eine gewisse Zeit hindurch in großer Anzahl vorhanden und nehmen sodann ab, um endlich vollständig zu verschwinden. Wie kann man dies erklären? Man kann nicht annehmen, daß diese Elemente, weil sie im Säugetiere keine zu ihrer vollständigen Entwicklung geeigneten Verhältnisse finden, sterben und deswegen verschwinden, denn es gelingt einem nicht, weder degenerierte noch abgestorbene zu finden. Man könnte annehmen, daß sie sich an schwer zugänglichen Stellen der Bauchhöhle ansammelten und dort ihre Entwicklung vollendeten, oder daß diese Evolution außerhalb der Bauchhöhle vor sich gehen könnte. Aber alle von mir in dieser Hinsicht vorgenommenen Untersuchungen, die ich hier vorzubringen als nicht nötig erachte, fielen negativ aus.

Die Frage war bis zu diesem Punkte vorgeschritten, als mir einige neue Beobachtungen gestatteteten, sie nach meiner Meinung in befriedigender Weise zu lösen.



Ich habe nämlich wahrgenommen, wie manchmal ein vielkerniges Element, in welchem der größte Teil des Protoplasma noch ungeteilt ist, eine Tochterzelle oder mehrere Gruppen von Tochterzellen darbietet (Fig. F, G; Taf. II Fig. 23; Taf. III Fig. 36), welche schon



Fig. F.

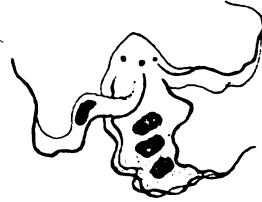


Fig. G.

Fig. F. *Tryp. equiperdum*. Kaninchen, Peritonealexsudat. Vergr. ca. 1000 D.

Fig. G. *Tryp. gambiense*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 24 Stunden nach der Infektion. Vergr. ca. 1000 D.

mehr oder minder vollständig individualisiert und eben daran sind, sich abzulösen. Ich habe in den Präparaten auch vollkommen freie Gruppen von solchen Tochterzellen gesehen, welche eigentümliche Formen bilden (Fig. H, K und Taf. III Fig. 42), auch weil manchmal

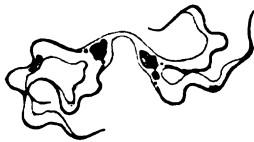


Fig. H.



Fig. K.

Fig. H. *Tryp. equiperdum*. Kaninchen, Peritonealexsudat. Vergr. ca. 1000 D.

Fig. K. *Tryp. Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat. 38 Stunden nach der Infektion. Vergr. ca. 1000 D.

der ganze kernige Teil noch in dem Protoplasmasteg angesammelt ist, der die verschiedenen Tochterzellen vereinigt, und er dort eben im Begriffe ist sich aufzuteilen, um eine jede von diesen Zellen mit Kern zu versehen. Es scheint mir also deswegen gewiß, daß die großen vielkernigen Elemente wohl dazu bestimmt sind sich direkt in Trypanosomen aufzutrennen, die mit denen, die sich im Blute vorfinden, wenigstens dem Anscheine nach, identisch sind. Diese Teilung ist aber etwas schwer nachzuweisen, denn anstatt regelmäßig und vollständig zu sein, geht sie so ziemlich unregelmäßig vor sich; die Ablösung der Tochterzellen erfolgt entweder in einzelnen Exemplaren oder gruppenweise, vielleicht auch sprungweise, während der

Rest des vielkernigen Elementes kein Anzeichen einer Teilung des Protoplasmas aufweist. Wenn uns also keine Gelegenheit geboten wird Formen aufzufinden, bei welchen eine solche Teiltrennung im Gange ist, so sehen wir nur vielkernige Elemente, in welchen die Teilung des Protoplasmas noch anfangen zu müssen scheint.

Aus alledem kann man auch schließen, daß die Zahl der von einem befruchteten Macrogameten hervorgebrachten Tochterzellen größer sein kann als die größte Zahl der Kerne, die sich in einem bestimmten Moment in den vielkernigen Elementen vorfinden, denn es kann gar nicht ausgeschlossen werden, daß in der Mutterzelle während der Ablösung der einzelnen oder der Gruppen von Tochterzellen die Kerne, wenigstens für eine gewisse Zeit hindurch, sich zu vermehren fortfahren. Die Fig. J würde eben zugunsten dieses Begriffes sprechen: Man sieht in der Tat eine große centrale kernige Masse und andere kleinere in verschiedener Entfernung von ihr, und andere noch in Teilung begriffene, gerade als ob sie sich gegen die Peripherie versetzen wollten, um die verschiedenen Tochterzellen, die sich soeben abtrennen wollen, mit Kern zu versehen, während jene centrale Masse immer neue Kerne für andere später entstehende Tochterzellen liefern wird.



Fig. J. *Tryp. equiperdum*.  
Kaninchen, Peritonealexsudat.  
Vergr. ca. 1800 D.

### Schluß.

Was ich hier alles vorgetragen habe, gründet sich zum größten Teile auf das Studium der mit der Inokulation in die Bauchhöhle erhaltenen Befunde.

Sehr interessant wäre gewiß eine Serie von Beobachtungen gewesen, die dargestellt hätte, in welchen Organen und in welchen Momenten der Infektion der unter die Haut inokulierten Tiere man analoge Beobachtungen anstellen kann. Ich habe aber noch keine Gelegenheit gehabt, solche Forschungen vorzunehmen. Es liegt mir aber sehr daran, hervorzuheben, daß ich, wie ich schon gesagt habe, eine gute Anzahl dieser typischen Bilder der geschlechtlichen Entwicklung im spontanen Peritonealexsudate eines Kaninchens gefunden habe, welches unter die Haut mit *Tryp. equiperdum* infiziert

worden war, und daß ich überdem im Placentablute trächtiger Meerschweinchen, die ebenfalls unter die Haut, aber mit *Tryp. Brucei* infiziert worden waren, viele große mehrkernige Elemente vorgefunden habe (Taf. II Fig. 24), welche ersichtlicherweise mit jenen identisch waren, die wir im Peritonealexsudate aus der Entwicklung der Macrogameten nach der Befruchtung haben herkommen sehen. Diese Vorfälle beweisen nun klar und deutlich, daß, was wir durch die Inokulation in die Bauchhöhle haben beobachten können, nicht als etwas nur von diesem Technikumstande Abhängendes betrachtet werden kann, sondern es muß vielmehr jeder Wahrscheinlichkeit nach ein Phänomen sein, welches sich während der Entwicklung der von mir studierten Trypanosomen im Organismus der empfänglichen Säugetiere normal einstellt.

Aus meinen Forschungen kann man also, nach meiner Meinung, folgende Schlüsse ziehen:

1. Wenn sich *Tryp. Brucei*, *Tryp. equinum*, *Tryp. gambiense* und *Tryp. equiperdum* im Organismus einiger empfänglicher Säugetiere (Meerschweinchen, Albinoratte, Kaninchen) entwickeln, bieten sie besondere und von den gewöhnlichen ihres ungeschlechtlichen Lebens unterscheidbare Formen dar;

2. einige dieser besonderen Formen müssen wie Conjugationsbilder zwischen Macro- und Microgamet betrachtet werden;

3. in den Conjugationsbildern kann man komplizierte Kernphänomene erkennen, die auf einen Befruchtungsprozeß des Macrogameten zurückgeführt werden können;

4. Die Folge der Befruchtung ist die Verwandlung des Macrogameten in große vielkernige Elemente, woraus eine gewisse Anzahl Tochterzellen mit einer Struktur, welche, wenigstens auscheinend, mit derjenigen, die den im zirkulierenden Blute vorhandenen Trypanosomen eigen, identisch ist, entstehen.

---

### Anhang.

Als Anhang zu dieser Mitteilung werde ich noch einige morphologische Besonderheiten erwähnen, die vielleicht irgendwelches Interesse darbieten können.

1. Die erste dieser Besonderheiten betrifft das *Tryp. gambiense*. Wie bekannt und wie auch letztlin MICHIN;<sup>1)</sup> nachgewiesen hat,

<sup>1)</sup> Parasitology 1908 p. 236.

bietet dieser Parasit einen bedeutenden Polymorphismus dar, so daß wir neben sehr plumpen Individuen auch andere sehr dünne und andere dünne und lange, mit einer langen Geißel versehene vorfinden. Im Peritonealexsudate der eben mit diesen Parasiten infizierten Meerschweinchen und Ratten habe ich aber auch einige andere Formen vorgefunden, welche bis jetzt nicht beschrieben wurden. Es handelt sich um sehr lange, fast bandförmige Elemente (Taf. III Fig. 41), welche oft zwei Kerne und zwei undulierende Membranen besitzen, die in eine oder zwei kurze Geißeln ausgehen. Bei anderen Fällen hat man drei oder vier, der Reihe nach geordnete Kerne (Fig. L), und in solchen Fällen sind der Blepharoplasten auch mehr als zwei. In noch anderen Fällen entspringt vom Hinterende eine sehr dünne Geißel (Fig. M), welche fast voll-

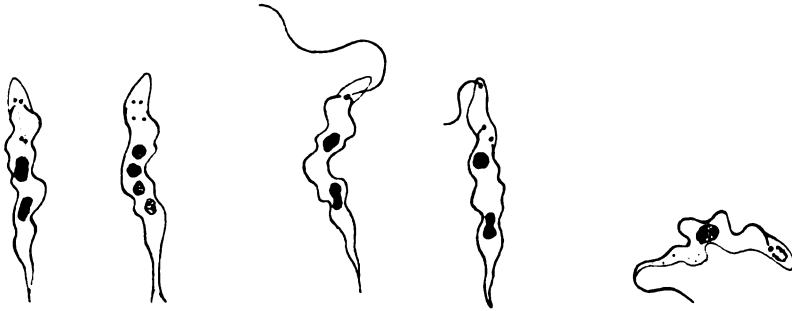


Fig. L.

Fig. M.

Fig. N.

Fig. L u. M. *Tryp. gambiense*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 24 Stunden nach der Infektion. Vergr. ca. 1000 D.

Fig. N. *Tryp. Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat. 24 Stunden nach der Infektion. Vergr. ca. 1000 D.

ständig frei ist und manchmal gerade so lang wie das ganze Individuum sein kann; sie ist auch bei Untersuchung in frischem Zustande leicht erkennbar, denn sie besitzt eine außerordentliche Beweglichkeit.

2. Die anderen Besonderheiten betreffen *Tryp. Brucei* und sind in den Abbildungen 25 (Taf. II), 44 (Taf. III) und N dargestellt. In der ersten sieht man ein Element, welches etwas länger als die gewöhnlichen ist, einen großen Kern in der Nähe des Blepharoplasten und einen anderen kleineren mehr nach vorn gelagerten hat, der sich in eine verworrene Masse von Granulen, mit denen er in Verbindung ist, aufzulösen scheint. Die zwei Kerne sind ersichtlicherweise sehr voneinander verschieden und gewiß befinden wir uns hier nicht in

Gegenwart eines sich spaltenden Elementes. Die zweite Abbildung stellt ein Trypanosom dar, dessen Blepharoplast mit einem sonderbaren Apparate in Verbindung steht, welches aus einem gewundenen Faden besteht, der hie und da Verdickungen aufweist; die dritte Abbildung endlich läßt ein Trypanosoma sehen, bei welchem hinter dem Blepharoplasten ein variköser hufeisenförmiger Faden ausgeht, der im Präparat rot gefärbt war.

Diese besonderen Einzelheiten weiß ich nicht zu erklären; ich habe sie hier erwähnen wollen, weil sie, wie viele andere weniger wichtige, die ich während meiner Forschungen habe beobachten können, beweisen, wie die feine Struktur dieser Trypanosomen noch weit entfernt ist, vollständig bekannt zu sein.

---

**Tafelerklärung.****Tafel II.**

Fig. 1. *Trypanosoma Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 18 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 2—5. *Trypanosoma Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 14 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 6 u. 7. *Trypanosoma Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 17 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1200 D.

Fig. 8. *Trypanosoma Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 18 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 9. *Trypanosoma Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 17 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1200 D.

Fig. 10. *Trypanosoma Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 20 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 11 u. 12. *Trypanosoma Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 17 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1200 D.

Fig. 13. *Trypanosoma Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 18 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 14. *Trypanosoma Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 17 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1200 D.

Fig. 15. *Trypanosoma Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 20 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1200 D.

Fig. 16. *Trypanosoma Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 48 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 17. *Trypanosoma Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 20 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 18 u. 19. *Trypanosoma Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 18 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 20—23. *Trypanosoma Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 48 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 24. *Trypanosoma Brucei*. Weiße Ratte, Placenta. Vergr. 100 D.

Fig. 25. *Trypanosoma Brucei*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 48 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

**Tafel III.**

Fig. 26 u. 27. *Trypanosoma equinum*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 3 Tage nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 28. *Trypanosoma equinum*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 41 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 29. *Trypanosoma equinum*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 38 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 30 u. 31. *Trypanosoma equinum*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 3 Tage nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 32 u. 33. *Trypanosoma equinum*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 41 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 34—36. *Trypanosoma equinum*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 3 Tage nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 37 u. 38. *Trypanosoma gambiense*. Weiße Ratte, Peritonealexsudat, 24 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 39. *Trypanosoma equiperdum*. Kaninchen, Peritonealexsudat, 32 Tage nach der subkutanen Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 40. *Trypanosoma gambiense*. Weiße Ratte, Peritonealexsudat, 24 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 41. *Trypanosoma gambiense*. Meerschweinchen, Peritonealexsudat, 20 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 42. *Trypanosoma equiperdum*. Kaninchen, Peritonealexsudat, 32 Tage nach der subkutanen Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 43. *Trypanosoma Brucei*. Weiße Ratte, Peritonealexsudat, 8 Stunden nach der Infektion. Vergr. 1000 D.

Fig. 44. *Trypanosoma Brucei*. Meerschweinchen, Blut. Vergr. 2000 D.

#### Tafel IV.

Photographische Vergrößerungen der Microphotographien Fig. 6—10 der Taf. II und Fig. 28, 29, 37, 39 der Taf. III.

Vergrößerung der Fig. 6a, 7a, 9a ca. 4800 D, der Fig. 8, 10, 28, 29, 37, 39 ca. 4000 D.

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

## **Les Schizogregarines des Trachéates.**

### **II. Le genre Schizocystis.**

Par

**Louis Léger,**

Professeur de Zoologie à l'Université de Grenoble.

(Avec les Planches V et VI et 11 figures dans le texte.)

---

#### **Table des matières.**

	page
Avant-propos . . . . .	84
Siège et station . . . . .	84
Méthodes de recherche . . . . .	86
Schema de l'évolution du Schizocystis . . . . .	87
Les schizontes et leur développement . . . . .	88
Schizontes vermiformes . . . . .	89
La division nucléaire dans les schizontes . . . . .	91
La schizogonie chez les schizontes vermiformes . . . . .	95
Schizontes massifs . . . . .	97
Schizozoïte . . . . .	98
Gamontes et gamogonie . . . . .	99
Evolution du kyste . . . . .	100
Sporocystes . . . . .	103
Diagnose du genre Schizocystis . . . . .	103
Le parasite des Schizocystis . . . . .	104
Conclusions . . . . .	105
Auteurs cités . . . . .	108
Explication des planches . . . . .	111

---



### Avant-Propos.

Ce travail est la deuxième partie de mon étude sur les Schizogregarines des Trachéates dont la première partie, parue dans cette même revue en 1900, se rapportait au genre *Ophryocystis*. Il concerne le genre *Schizocystis* que j'ai fait connaître dans une note très succincte à l'Académie des Sciences de Paris en 1900. L'importance que cette forme a prise en devenant pour ainsi dire le type classique du groupe des Schizogregarines que j'ai établi à la suite de sa découverte et dont FANTHAM (1908) vient de nous donner une magistrale revue d'ensemble, méritait mieux en effet qu'un bref signalement et ce travail aurait dû être publié depuis longtemps si la difficulté de recueillir le matériel d'une part, et de multiples occupations d'autre part ne l'eussent retardé outre mesure.

Cependant, depuis l'époque déjà éloignée (en 1900) où j'ai trouvé pour la première fois le *Schizocystis* dans des larves de *Ceratopogon* d'un lac des Alpes, le lac Luitel situé à 1235 mètres d'altitude, je l'ai retrouvé dans des larves identiques ou tout au moins du même genre, recueillies dans deux autres stations fort différentes : l'une dans le bief marécageux d'un petit moulin du Dauphiné situé à une faible altitude (350 mètres environ), l'autre dans une mare située sur le littoral de la Méditerranée à Cavalière (Var). Dans cette dernière localité, les larves infestées appartenaient toutes à l'espèce *C. solstitialis* MEIN. et se montraient souvent également envahies par cette curieuse Grégarine métamérique que j'ai fait connaître (1902) sous le nom de *Taeniocystis mira*.

En l'absence de détermination précise, je ne puis dire si les larves de *Ceratopogon* infestées dans la première localité où j'ai trouvé le *Schizocystis* appartiennent également à l'espèce *C. solstitialis*. En tous les cas elles ressemblent tout à fait à celles de cette espèce et ce point a du reste peu d'importance puisque celles qui hébergent normalement le *Schizocystis* à Cavalière ont été déterminées d'une façon précise grâce à l'obligeance du Docteur BERGROTH. Comme on le voit, l'aire de distribution du *Schizocystis* se trouve singulièrement élargie à la suite de ces récentes observations et cet organisme est certainement plus répandu qu'on ne pourrait le penser. En tous les cas il n'est pas spécial aux lacs alpins comme je l'ai cru pendant longtemps.

A ceux qui voudraient à leur tour rechercher les larves de *Ceratopogon* en vue d'étudier ces deux curieux Sporozoaires, le *Schizo-*

*cystis* et le *Taeniocystis* je puis dire que le meilleur moyen est de recueillir, dans les petits étangs à fond vaseux, les débris altérés de conferves ou d'Utriculaires qui, une fois détachés du fond, viennent flotter par petits amas à la surface de l'eau. Les larves s'y tiennent volontiers cachées et il suffit d'examiner attentivement ces amas dans l'eau, à l'œil nu ou encore mieux à la loupe, pour les y rencontrer. Il ne sera pas superflu de dire que ces larves sont filiformes de très petite taille, 11 mm environ de longueur, et ressemblent à s'y méprendre à de petits Nématodes nageant avec des ondulations serpentine (fig. 1 texte).

Lorsque l'étang où l'on se propose de rechercher ces larves est peuplé de nénuphars (*Nymphaea alba*) on devra examiner attentivement la face inférieure des feuilles flottantes qui sont déjà jaunies, altérées ou à moitié rongées par les larves de Galéruques ou d'Hydrocampides. S'il existe des *Ceratopogons* dans ces eaux on trouvera à coup sûr les larves dans l'enduit visqueux, mucoïde qui se forme à la face inférieure de ces feuilles.

Les larves infestées ne se distinguent pas nettement des larves saines sauf dans le cas de très forte infection où l'intestin se voit alors comme un fin cordon d'un blanc laiteux que le microscope résout en nombreux kystes, schizontes et gamontes de *Schizocystis* diversement entremêlés et obstruant complètement la lumière in-

testinale et où le rectum apparaît par transparence bourré de kystes mûrs (fig. 2 texte). Le *Schizocystis gregarinoïdes* habite exclusivement l'intestin de la larve de *Ceratopogon*; les tubes de Malpighi ne m'ont jamais paru infestés. D'autres Sporozoaires peuvent en outre s'observer concurremment dans l'intestin de ces mêmes larves. Ainsi à Cavalière on trouve fréquemment comme je l'ai signalé plus haut le *Taeniocystis mira* et plus rarement une Microsporidie très spéciale que j'espère décrire par la suite.

Dans les premiers jours du printemps les larves infestées mon-



Fig. 1.  
Larve de  
*Ceratopogon*  
*solstitialis* MEIN.  
grossie 5 fois.

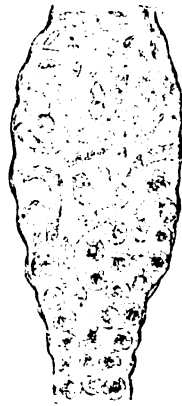


Fig. 2.  
Partie postérieure de  
l'intestin d'une larve  
de *Ceratopogon*  
fortement infestée  
par le *Schizocystis*.

trent surtout des schizontes et des schizozoïtes. Dans tout le cours de l'été on trouve réunis schizontes, gamontes et kystes. Enfin à l'automne les grands schizontes disparaissent et les gamontes et les kystes dominent.

L'infection se prolonge ainsi pendant toute l'année acquérant une grande intensité dans l'hôte en raison du pouvoir schizogonique du parasite et une extension assez rapide dans l'espace grâce à la précoce maturité des kystes dont les sporocystes sont déjà mûrs alors qu'ils sont encore dans le rectum de leur hôte. Au moment de la nymphose, les kystes mûrs persistent quelque temps dans l'intestin des *Ceratopogons* adultes lesquels doivent ainsi contribuer puissamment à la dissémination du parasite.

---

### Méthodes de recherche.

En raison des petites dimensions du parasite la méthode des frottis est le procédé de choix pour son étude. J'ai néanmoins fait quelques coupes d'intestins fortement infestés et dont l'examen est fort utile spécialement pour l'étude de la structure des noyaux. Il arrive fréquemment, en effet, que, sur les frottis, les noyaux, notamment ceux des grands schizontes, s'empâtent et se colorent massivement pour ne donner, même après décoloration, que des images grossières et inexactes ainsi qu'on peut s'en rendre compte en les comparant avec celles obtenues sur les coupes. Par contre on obtient de bonnes images nucléaires, même sur les frottis, pour les schizozoïtes, les gamontes et même les kystes aux divers stades de leur développement.

Ainsi les figures 44 à 51 de la Planche VI sont dessinées d'après des frottis fixés au sublimé-alcool et colorés à l'hématoxyline orange; c'est d'ailleurs cette fixation et cette coloration que j'ai utilisées pour cette étude du *Schizocystis*. Un coup d'œil d'ensemble jeté sur la Planche V montrera que chez le *Schizocystis* comme chez l'*Ophryocystis* le cytoplasme des schizontes en multiplication intense est fortement basophile et se colore en gris bleu par l'hématoxyline alors que celui des gamontes et des couples est nettement acidophile et se colore en jaune orange par l'orange G. Cette importante particularité permet de distinguer de suite, sur les frottis, les gamontes des schizontes et facilite ainsi l'étude de l'évolution du parasite.

**Schéma de l'évolution du Schizocystis.<sup>1)</sup>**

Ainsi que je l'ai fait pour mon étude de l'*Ophryocystis* et pour faciliter la description, je donnerai d'abord une esquisse rapide du cycle évolutif du *Schizocystis* telle que l'observation des divers stades du parasite m'a permis de le concevoir.

Le sporocyste mûr, arrivé dans l'intestin de l'hôte, livre passage aux sporozoïtes qui se fixent à l'épithélium au moyen de leur rostre (1). Puis le sporozoïte grossit en même temps que son noyau se multiplie (2). Ainsi se forment des schizontes de grande taille à nombreux

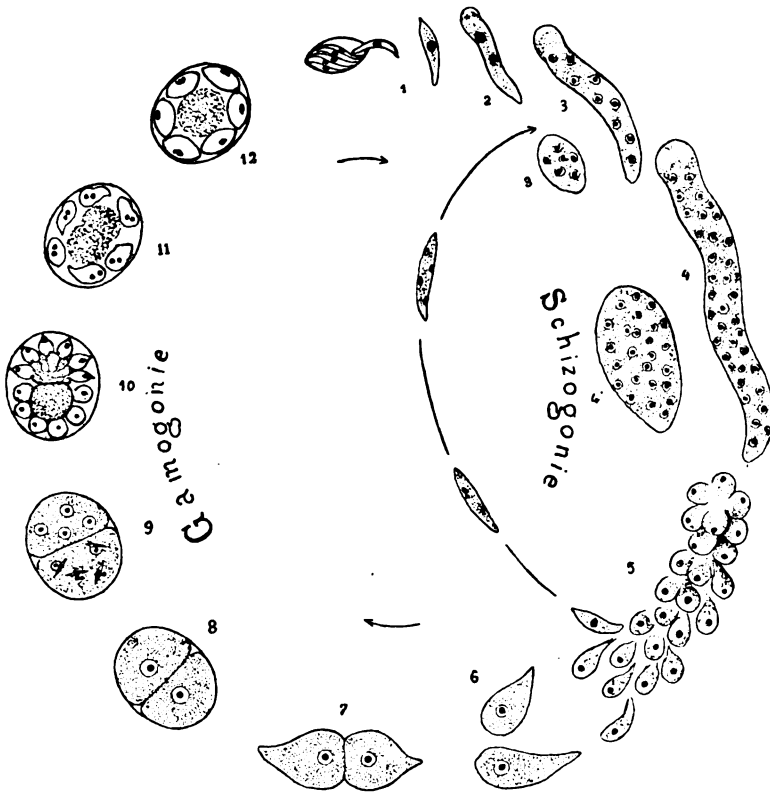


Fig. 3. Schéma de l'évolution du Schizocystis.

noyaux et dont on peut distinguer deux formes: les uns, schizontes vermiformes, sont très allongés et portent une sorte de ventouse antérieure au moyen de laquelle ils s'attachent à l'épithélium intestinal (3, 4); les autres, schizontes massifs, sont ovoïdes et dépourvus de

<sup>1)</sup> Les numéros indiqués dans le texte correspondent à la fig. 3.

tout appareil fixateur (4'). Au terme de leur croissance, ces schizontes se dissocient en autant de petits éléments ou schizozoïtes, qu'ils possèdent de noyaux et qui, vraisemblablement, donnent à leur tour une nouvelle génération de schizontes (5). A l'épuisement du pouvoir de multiplication schizogonique, les schizozoïtes grossissent sans multiplier leurs noyaux et deviennent des gamontes ou gamétocytes (6). Ces gamontes s'accouplent ensuite deux à deux pour s'enkyster (7). Le kyste (8) se comporte alors désormais comme un kyste grégarinien typique, c'est-à-dire que l'un des gamontes enkystés, le mâle, va, après multiplication nucléaire (9), donner des spermatozoïdes, l'autre, la femelle, des œufs (10). Dans le kyste ou copularium ces deux sortes de gamètes copulent deux à deux (11) pour donner des copulas d'abord sphériques qui se transformeront directement en sporocystes biconiques (12). Chaque sporocyste renferme à maturité 8 sporozoïtes. A la maturité du kyste les sporocystes sont situés dans la région périphérique, la zone centrale étant occupée par le reliquat somatique des gamétocytes. Le kyste est alors expulsé à l'extérieur avec les excréments. Là les sporocystes sont mis en liberté et, absorbés par une nouvelle larve, l'infection recommence.

### Les schizontes et leur développement.

Dans l'intestin de larves très fortement et récemment infestées j'ai eu la chance d'observer des sporozoïtes récemment sortis du sporocyste; ils ont la forme d'un fuseau et présentent un petit rostre mobile à leur extrémité antérieure (fig. 1 pl. V), le noyau est situé vers le milieu du corps, le cytoplasme est parfaitement hyalin (fig. 52 pl. VI). Leur longueur est de  $8\mu$  environ c'est-à-dire qu'elle correspond à peu près à celle du grand axe du sporocyste. A côté de ceux-ci on en voyait d'autres beaucoup plus grands, de taille variée, de 10 à  $15\mu$ , et cependant encore libres dans le liquide intestinal. Les plus grands d'entre eux montraient déjà un cytoplasme finement granuleux (fig. 2 pl. V) et présentaient des mouvements assez vifs en arc ou de translation totale, tandis que leur rostre très mobile se redressait ou s'inclinait en diverses directions. Ceci me porte à admettre que le sporozoïte doit mener quelque temps une vie errante dans l'intestin avant de se fixer à l'épithélium ou bien qu'il peut alternativement se fixer et se détacher pour aller se piquer plus loin. C'est là, du reste, une particularité commune à beaucoup de Grégarines polycystidées notamment aux Actinocéphalides et aux Stylorhynchides ainsi que LÉGER et DUBOSCQ (1902) l'ont

montré chez *Pyximia* et *Stylorhynchus* et que je l'ai observé également chez les *Actinocephalus*. Chez *Schizocystis* d'ailleurs, la fixation à l'épithélium ne semble pas durable et définitive comme chez les autres Grégarines. Nous avons vu en effet dans le chapitre précédent que certains sporozoïtes donnaient naissance à des schizontes massifs dépourvus d'appareil fixateur. Il est donc probable que ceux-ci n'ont présenté qu'une courte période de fixation, peut-être même sont-ils toujours restés libres dans l'intestin. D'autre part, les grands schizontes vermiformes, bien que pourvus d'une sorte de ventouse, n'adhèrent que faiblement à l'épithélium surtout lorsqu'ils sont complètement développés. L'examen de ces formes à l'état vivant donne l'impression qu'ils peuvent se détacher facilement et se refixer de même au moyen de leur appareil adhésif.

Quoi qu'il en soit les schizontes vermiformes représentent le stade pendant lequel le *Schizocystis* présente les rapports les plus étroits avec l'épithélium, rapports si peu intimes du reste qu'il ne paraît pas exercer sur celui-ci d'altération sensible.

Les schizontes vermiformes paraissent plus communs que les schizontes massifs. Nous allons suivre leur développement.

**Schizontes vermiformes.** — Lorsqu'il a atteint une taille de 13 à 15  $\mu$  le sporozoïte se fixe à l'épithélium par son rostre. Là il continue à grandir, sa croissance étant toujours plus active dans le sens de la longueur. Il atteint ainsi 30  $\mu$  et c'est seulement à partir de cette taille que son noyau commence à se multiplier (fig. 3 pl. V). La multiplication nucléaire va marcher ensuite de pair avec la croissance (fig. 32 pl. VI) et le sporozoïte deviendra alors un grand schizonte allongé, vermiforme et possédant de nombreux noyaux (fig. 5 pl. V, fig. 30 pl. VI et fig. 8 texte p. 94).

Considérons d'abord le jeune schizonte au moment de la première division nucléaire c'est-à-dire à la taille d'environ 30  $\mu$  (fig. 24 pl. VI) sa forme est cylindrique, atténuée en pointe à l'extrémité postérieure, arrondie et même légèrement déprimée à l'extrémité antérieure. Il présente des mouvements actifs en arc (fig. 25 pl. VI) ou de translation totale. Un épicyte extrêmement mince limite sa surface qui présente pourtant des stries longitudinales très nettes. Il n'y a pas trace de sarcocyte. L'entocyte présente de fines granulations entre lesquels on commence à distinguer de petits corps cristalloïdes en forme de bâtonnets qui sont les produits d'excrétion. Sur des préparations fixées au Sublimé-Alcool et colorées ensuite à l'Hématoxyline-orange le cytoplasme est coloré en gris bleu et montre nettement une structure alvéolaire. Le noyau sphérique est situé

vers le milieu du corps. Il possède une paroi nucléaire très nette, faiblement chromatique, un suc nucléaire clair et un gros karyosome sphérique qui se colore énergiquement et d'une façon massive. Cependant, après une forte décoloration, on peut distinguer plusieurs petits grains qui restent colorés à la surface du corps karyosomien devenu plus clair. BRASIL (1907) a signalé une structure identique dans le karyosome des mérozoïtes des *Selenidium*. Déjà à ce stade, il n'est pas rare de voir dans le cytoplasme des grains chromatiques issus du noyau qui se localisent par la suite dans la région antérieure (fig. 24 et 25 pl. VI). Au niveau de cette région antérieure se trouve une calotte de cytoplasme plus clair qui correspond à la zone de fixation.

Lorsque le parasite a dépassé la taille de  $30\ \mu$  et commence sa multiplication nucléaire, sa fixation à l'épithélium ne s'effectue plus au moyen du rostre primitif. A ce moment il adhère cependant fortement à l'épithélium et lorsqu'on parvient à le détacher on peut



Fig. 4.

Jeune schizonte récemment arraché de l'épithélium et montrant des prolongement styliformes.

remarquer qu'il présente à son extrémité antérieure quelques petits prolongements styliformes (fig. 4 texte) qui lui servent sans doute à se fixer solidement à la paroi intestinale. Je ne puis toutefois sur ce point être affirmatif car, plus tard, au stade de schizonte vermiforme multinucléé, ces prolongements sont disparus pour faire place à une sorte de ventouse que je décrirai tout à l'heure.

Le schizonte va maintenant continuer à grossir en s'allongeant et en multipliant ses noyaux (fig. 31 et 32 pl. VI) et on a ainsi des stades à deux, trois, quatre, cinq, six, n. . . noyaux. Le fait qu'on observe souvent dans les jeunes schizontes des stades avec un nombre impair de noyaux (par exemple fig. 28 et 31 pl. VI) montre que les divisions nucléaires ne sont pas synchrones. Dans ces différents stades de schizonte multinucléé, les noyaux et le cytoplasme présentent les mêmes caractères que ceux qui viennent d'être décrits pour le stade à 1 noyau c'est-à-dire que les noyaux sont sphériques avec une paroi nette, fortement chromatique, un suc nucléaire clair et un gros karyosome (fig. 28, 30, 34 pl. VI). Notons toutefois que dans le cytoplasme, les corpuscules d'excrétion sont devenus beaucoup plus nombreux (b fig. 5 texte) et se présentent maintenant sous la forme

de disques aplatis qui, de profil, se projettent comme de petits bâtonnets (a fig. 5 texte). Les corpuscules chromatiques sont devenus aussi plus nombreux dans le cytoplasme; il n'est pas rare d'en trouver un ou deux disposés par couple, au voisinage de chaque noyau.

La division nucléaire dans les schizontes. — Les détails de la division nucléaire dans les schizontes des Schizogrégaires n'ont pas été jusqu'ici suivis avec précision dans aucune espèce. Aussi n'est-il pas sans intérêt de décrire ici ce phénomène que j'ai pu observer dans le *Schizocystis* mais, à la vérité, très rarement malgré la quantité innombrable des schizontes qui m'ont passé sous les yeux. La rareté de ces figures me porte à penser que ce phénomène doit s'effectuer avec une grande rapidité. Pour l'étudier il faut s'adresser à des préparations colorées à l'Hématoxyline ferrique après un long mordantage à l'alun et décolorées ensuite assez fortement, mais avec beaucoup de soin. En n'opérant pas ainsi on obtient des figures nucléaires massives montrant souvent des noyaux compacts en contact deux à deux, et simulant des divisions directes ainsi que je l'ai cru moi-même pendant longtemps. En réalité la division nucléaire du schizonte est une véritable mitose (fig. 29 pl. VI) qui rappelle tout à fait celle qu'on observe dans la multiplication nucléaire qui préside à la gamétogénèse chez les Eugrégaires par exemple celle que LÉGER et DUBOSCQ (1909 b) ont décrite chez *Nina gracilis*.

Le noyau qui va entrer en mitose montre tout d'abord son karyosome extrêmement réduit tandis que, dans le suc nucléaire, apparaissent de fins grains de chromatine faiblement colorables. On peut en conclure que cette chromatine, libre maintenant dans le suc nucléaire, a été abandonnée par le karyosome au début du phénomène. En même temps, en un point de la surface de la membrane nucléaire, le centrosome est apparu sous la forme d'un petit cône qui se soulève graduellement (centrocône) et bientôt se dédouble (fig. 35 a et b, pl. VI). En raison de la petitesse des figures on ne peut distinguer de centriole au sommet des centrocônes. Chaque centrocône est formé de fins filaments qui se jettent sur la membrane nucléaire au niveau de laquelle ils forment une couronne de grains chromatiques. Dans le suc nucléaire les grains de chromatine



Fig. 5.

a) Corpuscules d'excrétion. b) Portion antérieure d'un grand schizonte, très grossie pour montrer l'aspect des corpuscules d'excrétion.



s'organisent en filaments granuleux à peine perceptibles qui paraissent d'abord se grouper en un minuscule noyau de reconstitution tel que LÉGER et DUBOSCQ (1908) l'ont vu chez *Aggregata*. Mais ici encore la petitesse des figures ne permet pas d'être affirmatif sur ce point important. Toujours est-il que, rapidement, les filaments granuleux se comportent comme des chromosomes et se répartissent entre les deux centrosônes à mesure que ceux-ci s'écartent davantage jusqu'à prendre une position presque diamétralement opposée (fig. 29 et fig. 35 c et d, pl. VI).

Notons que le fuseau ainsi formé n'est pas exactement diamétral par rapport au noyau. Il est toujours déjeté un peu latéralement comme dans la plupart des mitoses gamétogènes des Eugrégarines.

A ce stade il existe en outre un filament (chromosome) unique à direction légèrement ondulée, qui semble relier directement les deux centrosomes. Il n'est pas douteux que ce soit là un chromosome axial ou chromosome impair tel que celui qui a été signalé par LÉGER et DUBOSCQ (1903 et 1909) chez *Nina* et par SCHELLACK (1907) chez *Echinomera*. Par la suite, ce chromosome impair se coupe et donne manifestement par son extrémité libre qui se renfle en boule, le karyosome des noyaux-fils ainsi que l'ont déjà reconnu également les auteurs précités (fig. 35 e pl. VI).

A ce moment, la membrane nucléaire qui était restée jusqu'ici visible s'évanouit, et ce qui restait du karyosome primitif est expulsé dans le cytoplasma. Les deux noyaux-fils se reconstituent alors sans qu'on puisse suivre en détail les transformations des filaments chromatiques (fig. 35 f pl. VI). Puis les centrosomes deviennent indistincts et les deux noyaux-fils restent quelque temps côte à côte. C'est ainsi qu'on peut voir des schizontes dans lesquels un certain nombre de noyaux paraissent géminés (fig. 34 pl. VI). Ces noyaux géminés, issus d'un même parent, s'écartent par la suite en même temps que la karyosome grossit rapidement et devient fortement colorable (fig. 35 g pl. VI).

A mesure que s'effectuent ces rapides multiplications nucléaires le schizonte s'est considérablement allongé et, au terme de sa croissance, il est devenu une longue Grégarine monocystidée vermiforme constellée de nombreux noyaux assez régulièrement répartis sur toute sa longueur (fig. 4 et 5 pl. V et 30 pl. VI).

Sur le vivant, ces grands schizontes sont le plus souvent fixés à l'épithélium par leur extrémité antérieure légèrement renflée. A ce niveau le cytoplasme montre de larges vacuoles assez régulièrement disposées au nombre de quatre autour de la région apicale

déprimée en une ventouse fixatrice (fig. 4 et 5 pl. V) qui paraît tantôt dilatée tantôt contractée sur les préparations fixes (fig. 6 texte).

Les corpuscules d'excrétion, sous forme de disques ou de bâtonnets, sont devenus très nombreux dans le cytoplasme, lui-même chargé de grains de réserve comme chez les Grégarines. L'ensemble du schizonte présente une teinte jaunâtre sur le vivant due semble-t-il à de fins petits granules (peut-être aussi des produits d'excrétion) disséminés au sein des grains de réserve. Ces grands schizontes adultes montrent un épicyte fortement strié longitudinalement mais paraissent, comme les jeunes, complètement dépourvus de sarcocyte. Et cependant ils présentent des mouvements assez actifs: mouvements de translation totale, mouvements de reptation, de flexion lente surtout dans la région antérieure et enfin des mouvements très curieux de rotation et d'enroulement en hélice (a fig. 7 texte) ou en spirale (b, c fig. 7 texte). Ces mouvements me paraissent, au moins dans certains cas, précéder la schizogonie proprement dite.



Fig. 6.

Extrémité antérieure d'un schizonte vermi-forme montrant deux aspects différents de la ventouse.

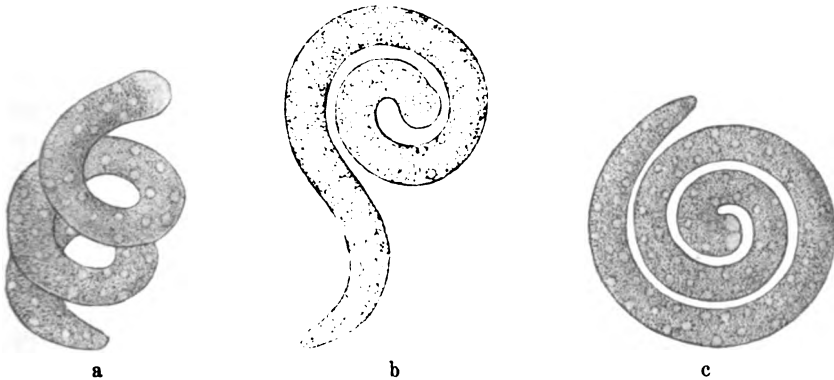


Fig. 7 a—c. Enroulement des grands schizontes.

Dans l'enroulement en hélice l'animal se contourne en tire-bouchon en resserrant de plus en plus étroitement ses spires et prend ainsi une forme qui rappelle celle de l'ookinète de *Spirochaete Ziemanni* d'après SCHAUDINN (1904) ou le *Selenococcidium* d'après LÉGER et DUBOSCQ (1909a). Un tel enroulement a aussi été observé chez *Siedleckia* par CAULLERY et MESNIL (1899).

Dans l'enroulement en spirale, le schizonte est disposé de telle sorte que sa partie antérieure occupe le centre et l'animal s'enroule

complètement sur lui-même dans un même plan (fig. 7 b et c texte). Il continue alors à tourner d'un mouvement lent et régulier en sens contraire de l'enroulement (fig. 7 texte).

Comme ces deux sortes d'enroulements ne peuvent se produire que lorsque l'animal est détaché de l'épithélium, il est bien probable, comme je le disais plus haut, qu'ils préudent à sa dissociation en schizozoïtes. Cependant il ne s'agit pas là d'un phénomène constant, car j'ai observé plusieurs fois des schizogonies s'effectuant chez des schizontes déroulés. Telle est celle que j'ai représentée dans les fig. 7 et 8 pl. V et qui me paraît correspondre à une schizogonie normale.

Pour terminer ce qui a trait à la morphologie des schizontes vermiformes, il me faut dire que, à l'état adulte, c'est-à-dire au terme de leur multiplication nucléaire, les schizontes vermiformes sont loin d'avoir tous la même forme et les mêmes proportions relatives: cer-

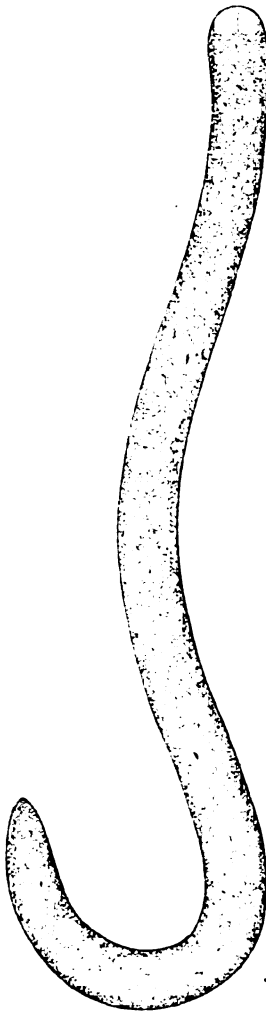


Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.

Fig. 8. Grand schizonte vermiforme.  $\times 500$ .

Fig. 9. Schizonte étroit.  $\times 500$ .

Fig. 10. Schizonte vermiforme large et court.  $\times 500$ .

tains sont très allongés (fig. 8 texte) et relativement larges, comme ceux représentés dans la fig. 5 pl. V et 30 pl. VI, ils atteignent jusqu'à  $400 \mu$  de long sur  $15 \mu$  de large et peuvent comporter

jusqu'à 200 noyaux, ce sont les formes qu'on observe le plus fréquemment mais souvent avec une taille ordinairement moindre. D'autres sont beaucoup plus étroits par rapport à leur longueur (fig. 9 texte) mesurant par exemple  $100\ \mu$  de long sur  $5\ \mu$  de large. D'autres, par contre, sont beaucoup plus larges et très courts (fig. 10 texte), ils font ainsi transition avec les schizontes massifs dont nous parlerons bientôt, mais ils s'en distinguent toutefois par leur pôle antérieur différencié et conservant toujours la trace de la zone fixatrice sous forme d'une plage cytoplasmique claire.

### La schizogonie chez les schizontes vermiformes.

Au moment où le schizonte vermiforme va entrer en schizogonie les noyaux se portent à la surface où ils forment de légères éminences en soulevant avec eux une mince zone de protoplasma clair (fig. 6 pl. V). Au niveau de ces éminences l'épicyte fortement tendu est devenu très mince et a perdu sa striation longitudinale. Puis les éminences nucléées grossissent de plus en plus aux dépens de la substance même du schizonte qui se porte dans chacune d'elles. Elles prennent ainsi la forme d'une calotte, puis d'une hémisphère et finalement d'une boule rattachée à l'axe du schizonte par un pédoncule étiré. A ce stade le schizonte est tout à fait comparable à une grappe de raisin allongée (fig. 7 pl. V). Toute la substance du schizonte se trouve ainsi répartie dans les schizozoïtes lesquels sont en nombre égal à celui des noyaux que possédait le schizonte et il n'y a pas trace de reliquat schizogonique. Finalement la grappe se dissocie et les schizozoïtes devenus piriformes se dispersent dans diverses directions par des mouvements qui présentent tout d'abord un caractère amiboïde rappelant ceux de l'*Amœba limax* et qui peu à peu revêtent le caractère grégarinien montrant des inflexions en arc et des mouvements de translation totale (fig. 8 pl. V). L'ensemble du phénomène depuis l'apparition des éminences nucléées jusqu'à la dissociation des schizozoïtes dure environ trois heures. La schizogonie proprement dite c'est-à-dire depuis le stade en grappe jusqu'à la dissociation des schizozoïtes s'effectue en une heure environ.

Tel est le mode de schizogonie qu'on observe le plus couramment chez les schizontes vermiformes et que je considère comme normal. Il importe cependant de signaler que la schizogonie s'effectue parfois suivant un mode un peu différent, ainsi que je l'ai observé, mais seulement chez des schizontes courts et étroits ne possédant que peu de noyaux. Dans ce mode, le schizonte semble isoler suc-

cessivement ses schizozoïtes par étranglement de la partie antérieure ou postérieure de son corps (fig. 11 texte), mode qui rappelle celui observé par CAULLERY et MESNIL (1899) chez *Siedleckia nematoïdes*



Fig. 11.  
Schizogonie par  
isolement successif  
des schizozoïtes.

Schizogrégarine d'une Annélide qui paraît présenter du reste de grandes affinités morphologiques avec le *Schizocystis*.

La taille et le nombre des noyaux que présentent les schizontes mûrs étant extrêmement variables, ainsi que je l'ai dit plus haut, le nombre des schizozoïtes qu'ils donnent varie évidemment dans les mêmes proportions, c'est ainsi que certains grands schizontes de 300  $\mu$  de longueur donnent plus de 150 schizozoïtes tandis que les petits n'en donnent qu'une douzaine, parfois moins. Les schizontes de taille moyenne, les plus communs, en donnent environ une cinquantaine.

Comme on le voit la schizogonie typique des schizontes vermiciformes de *Schizocystis* ne s'effectue pas par un découpage ou une fissuration du corps ainsi qu'on pourrait le croire sur le simple examen de préparations fixées. En suivant pas à pas le phénomène *in vivo*, on voit qu'il consiste, non pas en une automérotomie, mais en une sorte de bourgeonnement multiple et synchrone dans lequel toute la substance du corps du parent passe peu à peu dans les rejetons. On ne peut cependant pas dire que ce soit là un processus de bourgeonnement vrai puisque le corps du générateur passe ainsi tout entier dans la descendance. C'est une schizogonie qui s'effectue suivant un mode blastoïdien. C'est du reste par un processus semblable, mais peut-être plus accéléré, que s'effectue aussi la schizogonie chez beaucoup de Coccidies. De même, chez les Eugrégarines, la lobulation du soma et la gamétogénèse; mais, dans ce dernier phénomène, on sait qu'il subsiste un reliquat somatique. La schizogonie blastoïdienne passe ainsi peu à peu au bourgeonnement vrai.

Quant à la cause déterminante de la schizogonie, on peut émettre l'hypothèse qu'elle est déterminée par une rupture d'équilibre entre les noyaux et le cytoplasme (Kernplasmarelation de R. HERTWIG). A un moment donné, dans les schizontes à gros ou à nombreux noyaux, la quantité de substance nucléaire est énorme par rapport à celle du cytoplasme et les noyaux doivent subir des troubles de nutrition, peut-être asphyxiques, qui les forcent à gagner la périphérie, chacun d'eux entraînant avec lui, dans ce mouvement centrifuge, un territoire cytoplasmique qui finalement s'isolera comme

schizozoïte. Cette rupture d'équilibre pouvant se produire tôt ou tard selon l'intensité de multiplication des noyaux, leur taille, et la qualité du cytoplasma (par exemple son encombrement en produits d'excrétion, lequel est très variable chez *Schizocystis*) il en résulte que la schizogonie peut se manifester sur des schizontes de taille et par conséquent d'âge fort différents comme on l'observe chez *Schizocystis* et chez beaucoup de Coccidies.

**Schizontes massifs.** — J'ai signalé plus haut qu'à côté des schizontes vermiformes qu'on rencontre le plus fréquemment d'ailleurs, il existe aussi des schizontes massifs de forme globuleuse ou ovoïde, et qui paraissent complètement dépourvus d'appareil fixateur. Il semble donc que ce soit là une forme schizogonique qui est restée libre dans l'intestin pendant toute sa vie. La structure cytologique de ces schizontes est identique à celle des schizontes vermiformes. Tout au plus pourrait-on signaler que leurs noyaux semblent un peu plus petits et proportionnellement plus nombreux que chez ces derniers. Leur croissance et leur multiplication nucléaire ne présentent rien de particulier. Les stades uninucléés qui sont leur point de départ grandissent en prenant d'abord une forme réniforme coccidienne puis bientôt sphérique (fig. 33 pl. VI). Dans la suite de leur croissance, ils deviennent le plus souvent ovoïdes (fig. 14 pl. V); ils peuvent atteindre ainsi jusqu'à 35  $\mu$ .

Je n'ai pas suivi in vivo le processus schizogonique dans ces schizontes massifs mais tout me porte à penser qu'il doit s'effectuer suivant le mode des schizontes des Coccidies. On trouve en effet, dans les préparations qui renferment des schizontes massifs mûrs, des bouquets de schizozoïtes en croissant tels que ceux représentés fig. 15 pl. V, ou en rosace. Ce processus est du reste, j'en suis convaincu, très peu différent de celui décrit plus haut pour les schizontes vermiformes dont il ne représente qu'une forme accélérée.

Comme les schizontes vermiformes, les schizontes massifs mûrs présentent les variations de taille les plus diverses. Tandis que certains possèdent un très grand nombre de noyaux, d'autres entrent en schizogonie alors qu'ils n'en possèdent que 6 ou 8 (fig. 13 pl. V). Dans ce dernier cas le processus schizogonique se déroule exactement comme dans les schizontes vermiformes.

Quelle est la signification de ces deux sortes de schizontes? C'est ce que je n'ai pu décider. Lorsqu'on examine l'intestin de larves fortement infestées par des stades de schizontes mûrs et renfermant par conséquent de nombreux schizozoïtes libres, on acquiert la conviction que ces schizozoïtes peuvent donner une nouvelle génération

de schizontes car on observe toutes les transitions entre schizozoïtes venant d'éclore et jeunes schizontes à deux noyaux (fig. 8, 10, 11 pl. V). Sur des préparations colorées, ces schizozoïtes et ces jeunes schizontes sont manifestement basophiles et renferment de très bonne heure de nombreux grains d'excrétion empruntés aux parents (fig. 36 pl. VI). Dans leur évolution, ces schizontes de deuxième génération se comportent absolument comme les premiers dont ils semblent se distinguer seulement par une forme un peu plus large (fig. 25, 27, 28 pl. VI — comparer à cet effet les fig. 12 pl. V et 32 pl. VI). Comme eux ils grandissent jusqu'à atteindre au moins 30  $\mu$  avant de commencer leur multiplication nucléaire et celle-ci se continue jusqu'à la fin de leur croissance.

Il me semble peu probable qu'il puisse y avoir plus de deux générations schizogoniques car l'évolution complète du *Schizocystis* paraît assez rapide. On pourrait penser, en conséquence, que les schizontes massifs sont des schizontes de deuxième génération du *Schizocystis* c'est-à-dire ceux qui sont destinés à donner les gamontes. Cette hypothèse ne me paraît pas vérifiée, car dans les préparations où pullulent gamontes jeunes, adultes et couples, on ne trouve pas les schizontes massifs en plus grand nombre que les schizontes vermiformes. En conséquence, il faut rechercher une autre explication de cette différence morphologique dans les schizontes.

Nous verrons plus loin que les éléments sexuels sont fortement différenciés chez le *Schizocystis* et qu'on doit, par conséquent, distinguer des gamontes mâles et des gamontes femelles. Il est fort possible que cette différence morphologique dans les schizontes soit déjà l'expression d'une différence sexuelle, mais il est impossible de le démontrer.

Le schizozoïte. — Au moment où il se détache de la grappe schizogonique (fig. 8 pl. V), le schizozoïte est un petit être piriforme, à extrémité antérieure arrondie et extrémité postérieure atténuée en pointe. Ceux qui proviennent des schizontes massifs ont tout d'abord une forme de croissant qui rappelle les schizozoïtes cocciens (fig. 15 pl. V et fig. 25 pl. VI). Après quelques mouvements qui servent à les disséminer, ils apparaissent avec une forme ovoïde allongée, un peu plus atténuée à l'extrémité postérieure qu'à l'extrémité antérieure — forme de lancette — très caractéristique. Le contenu intestinal de certaines larves infestées par ces stades se montre parfois bondé de ces formes en lancette (fig. 10 et 11 pl. V).

La taille du schizozoïte qui vient d'éclore est d'environ 20  $\mu$ . Son noyau qui occupait d'abord le pôle antérieur devient bientôt

médian (fig. 10 pl. V) et parfois sub-postérieur. Quant à son cytoplasme il est finement granuleux et montre des grains d'excrétion empruntés au schizonte maternel. A mesure qu'il grandit, son épicyte, d'abord lisse, montre peu à peu les stries longitudinales caractéristiques que nous avons déjà signalées chez les schizontes et que nous allons retrouver chez les gamontes.

### Gamontes et Gamogonie.

Le schizozoïte qui va devenir un gamonte montre de bonne heure sa région antérieure plus claire, dépourvue de grains d'excrétion et se distingue en outre facilement des jeunes schizontes par son affinité croissante pour l'orange. La plupart de ces jeunes gamontes ont une forme allongée (fig. 39 a et b pl. VI) tandis que d'autres ont une forme plus massive (fig. 9 pl. V et fig. 38 pl. VI). S'agit-il là encore d'une différence sexuelle originelle? Je l'ignore et suis loin, du reste, d'en être convaincu, car les gamontes accouplés bien que sexuellement différenciés sont alors morphologiquement semblables. Quoi qu'il en soit le gamonte va maintenant grandir sans multiplier son noyau, en prenant une forme ovoïde allongée atténuée en pointe postérieurement. L'épicyte très mince est relevé de fines stries longitudinales. Pas de sarcocyte visible. L'entocyte chargé de grains de réserve est souvent bondé de corpuscules d'excrétion en forme de disques ou de bâtonnets que nous retrouverons dans le reliquat kystique (fig. 16 pl. V). Le noyau, situé vers le milieu du corps, est régulièrement sphérique. Il possède une paroi relativement épaisse, faiblement chromatique, un suc nucléaire clair dans lequel baignent quelques petits grains faiblement colorables et un gros karyosome (fig. 37 pl. VI). De bonne heure ce karyosome a émis de petits corpuscules chromatiques que l'on retrouve plus tard en nombre variable dans le cytoplasme (fig. 39 a et b pl. VI).

Sur le vivant l'aspect des gamontes est finement granuleux, pâle et jaunâtre et les corpuscules d'excrétion se voient nettement sous forme de bâtonnets et de grains réfringents à contour sombre.

Les gamontes présentent des mouvements lents d'incurvation ou de déplacement total au moyen desquels ils se recherchent pour s'accoupler deux à deux. Leur taille est alors très variable. Certains mesurent 50  $\mu$  de long; d'autres seulement 30  $\mu$  bien que les uns et les autres soient arrivés au terme de leur croissance.

L'accouplement des gamontes se fait par les pôles antérieurs qui se dépriment mutuellement comme chez toutes les Grégarines



actinocéphalides (fig. 17 pl. V) et comme chez *Merogregarina amaroucii* d'après ANNIE PORTER (1909); puis chaque conjoint se contracte en sécrétant une enveloppe kystique extrêmement mince. Il se constitue un kyste tantôt ovoïde, tantôt presque sphérique dans lequel chaque conjoint occupe un hémisphère (fig. 44 pl. VI). La taille des gamontes adultes étant extrêmement variable, comme je l'ai fait remarquer plus haut, celle des kystes l'est également. Elle peut varier du simple au double en dimension linéaire c'est-à-dire de 1 à 8 en volume; ainsi certains kystes mesurent seulement  $16\ \mu$  de diamètre tandis que d'autres ont jusqu'à  $32\ \mu$ . La taille moyenne des kystes ovoïdes est de  $25\ \mu \times 20\ \mu$ . Ces grands écarts dans la taille des kystes sont dus à ce que, ordinairement, les gamontes qui s'accouplent sont de taille égale; ainsi deux grands gamontes donnent un gros kyste, deux petits un tout petit kyste. Parfois cependant les deux gamontes qui s'accouplent sont de taille très différente mais ce n'est là qu'un hasard de rencontre et non pas un caractère sexuel.

L'évolution du kyste de *Schizocystis* va maintenant se dérouler exactement comme celle des kystes d'Actinocéphalides typiques telle que LÉGER et DUBOSCQ (1909) l'ont fait connaître récemment. Ils uffira donc de la décrire rapidement.

Au début de l'accouplement on n'observe entre les deux conjoints aucune différence sexuelle ni morphologique, ni cytologique sauf parfois l'inégalité de taille. Le cytoplasma souvent bondé de grains d'excrétion présente une très vive affinité pour l'orange. Il montre, mais d'une façon inconstante et variable, des chromidies sous forme de grains chromatiques expulsés du noyau pendant la croissance du gamonte et qui simulent parfois des micronoyaux en voie de division.

Dans chaque conjoint, le noyau va maintenant effectuer sa première division; à cet effet, et comme dans la division nucléaire des schizontes, le karyosome semble diminuer de volume, abandonnant des grains de chromatine dans le suc nucléaire. On voit alors, se projetant sur l'aire nucléaire deux grains colorables (fig. 44 pl. VI) qui s'écartent progressivement l'un de l'autre pour venir occuper les pôles d'un long fuseau qui dépasse grandement le noyau. Il m'est impossible de savoir si ces grains qui sont vraisemblablement des centrosomes, proviennent de l'intérieur du noyau ou s'ils sont simplement accolés à la surface. Cette dernière hypothèse me paraît plus probable en raison de ce qu'on observe dans la mitose des schizontes. Quoi qu'il en soit le fuseau s'allonge considérablement en même temps

que la membrane nucléaire disparaît et que les débris du karyosome sont expulsés dans le cytoplasme (fig. 45 pl. VI). Les 2 noyaux-fils se reconstituent à l'extrémité du fuseau (fig. 45 pl. VI). Ces deux noyaux rentrent au repos avec membrane à contour parfaitement circulaire et leur karyosome, d'abord petit, grossit rapidement (fig. 45 pl. VI). La division nucléaire continue ensuite avec centrosomes et asters très nets (fig. 46 pl. VI) en s'effectuant exactement de la même façon que dans les schizontes et avec un stade de repos après chaque mitose (fig. 46 pl. VI) dans lequel on observe parfois le karyosome dédoublé.

Dans ces premières divisions il arrive souvent que l'un des conjoints est un peu en avance sur l'autre, mais cette règle n'est pas absolue. A partir du stade à huit noyaux ceux-ci se portent à la périphérie du gamonte dont ils soulèvent un peu la surface en s'entourant de cytoplasme pur. La multiplication nucléaire continue et bientôt la surface de chaque conjoint est parsemée (fig. 47 pl. VI) de nombreuses éminences claires, globuleuses, montrant chacune un noyau: c'est le stade de perlage c'est-à-dire de gamètes encore indifférenciés sexuellement.

Au cours de cette formation des gamètes on n'observe que peu ou point de gros noyaux inutilisés (noyaux somatiques de LÉGER). Ceux-ci doivent dégénérer rapidement après leur apparition et ils ne sont plus alors représentés que par des boules et des bâtonnets chromatiques qu'on observe en nombre variable avec les débris karyosomiens dans la région centrale du kyste au milieu des nombreux corpuscules d'excrétion que nous retrouverons dans les reliquats somatiques.

Les gamètes vont maintenant montrer la différenciation sexuelle et nous pourrions distinguer dans le kyste la Grégarine mâle de la Grégarine femelle. A la surface de la Grégarine mâle (fig. 18 pl. V et fig. 48 pl. VI) les perles s'allongent, deviennent piriformes avec un rostre mobile du côté distal c'est-à-dire à leur extrémité libre. Au pôle opposé le cytoplasme s'étire en un long et grêle filament caudal mobile ou flagellum, et ainsi se forment les spermatozoïdes mobiles à corps piriforme ou sub-globuleux munis d'un rostre antérieur, d'un fouet postérieur et à cytoplasme chargé de gros grains de réserve (fig. 21 a pl. V). Le noyau est situé en avant sous le rostre (fig. 40 a pl. VI). L'élément mâle mesure de 5 à 7  $\mu$  de longueur avec un fouet de 15 à 20  $\mu$ .

A la surface de la Grégarine femelle (fig. 18 pl. V et fig. 48 pl. VI) les éléments restent globuleux et rétrécissant de plus en plus

leur base d'insertion, ils finissent par se détacher du soma sous forme d'œufs à peu près sphériques à cytoplasme chargé de grains de réserve et mesurant en moyenne  $5 \mu$  de diamètre (fig. 21 b pl. V et fig. 40 b pl. VI).

On voit, malgré la petitesse du *Schizocystis*, que ses éléments sexuels sont au moins aussi gros, souvent même plus gros, que ceux de la plupart des Eugrégarines. Aussi le nombre de gamètes fournis par chaque conjoint est-il relativement peu considérable, une centaine environ, ce qui donnera un nombre égal de sporocystes à la maturité. Il ne faut pas oublier toutefois que ce nombre peut varier dans de grandes proportions avec la taille des kystes et des conjoints ainsi que je l'ai fait remarquer plus haut.

Dès la mise en liberté des gamètes, commence cette agitation caractéristique „danse des sporoblastes“ due comme je l'ai montré chez *Stylorhynchus* (1904) aux mouvements des éléments mâles. Ici la danse est peu animée sans doute en raison des faibles dimensions du copularium et de la grosseur des éléments, deux circonstances qui facilitent leur rencontre; mais elle présente exactement les mêmes caractères chorégraphiques que chez les Stylorhynchides et les Actinocéphalides. Pendant cette période précopulatoire qui dure environ deux heures, les somas des conjoints restent distincts (fig. 19 pl. V et fig. 49 pl. VI) et ce n'est qu'après les copulations qu'ils se fusionnent en un reliquat central, ovoïde, bourré de corpuscules d'excrétion et autour duquel se disposent régulièrement les copulas qui vont devenir les sporocystes.

La copulation s'effectue comme chez les Stylorhynchides et donne une copula d'abord piriforme (fig. 40 c pl. VI) puis globuleuse (fig. 21 c pl. V). Les deux pronuclei viennent en contact et se fusionnent (fig. 41 pl. VI).

Je n'ai pas vu avec certitude ou du moins d'une façon constante, de réduction chromatique dans les gamètes, cependant je dois noter que dans quelques kystes, sans doute fixés exactement au moment voulu, j'ai observé chez quelques gamètes un petit corps chromatique situé à une certaine distance du noyau (fig. 40 b pl. VI).

Au stade à copulas sphériques, celles-ci se disposent régulièrement en une seule couche autour du reliquat central. Elles apparaissent fortement teintées en gris bleu par l'hématoxyline et tranchent ainsi nettement sur le reliquat du kyste qui retient toujours fortement l'orange (fig. 50 pl. VI).

La copula va maintenant se transformer en sporocyste. A cet effet, son noyau se porte à la périphérie en même temps qu'elle

s'étire en un fuseau renflé (fig. 51 et fig. 42 pl. VI). C'est à ce moment qu'apparaît la paroi qui va fixer définitivement le sporocyste dans sa forme. Après quoi les divisions nucléaires s'effectuent pour donner les noyaux des sporozoïtes.

**Sporocystes.** — Le sporocyste mûr est un sporocyste d'Actinocéphalide typique. De forme biconique (fig. 22 pl. V) sa paroi qui paraît doublée d'une frêle épispore présente un léger épaissement à chaque pôle. Ses dimensions sont de  $8 \mu \times 4 \mu$ . Dans son intérieur, et autant qu'il est possible de les dénombrer, se trouvent huit sporozoïtes étroitement tassés autour d'un reliquat granuleux central qui se transformera à la maturité complète, en un gros globule brillant. Comme chez beaucoup d'Actinocéphalides on observe parfois dans certains kystes des sporocystes triquètres (fig. 23 pl. V).

A la maturité complète des sporocystes, les reliquats somatiques se sont liquéfiés et, dans le kyste mûr, les sporocystes, d'abord régulièrement disposés comme les copulas en une couche périphérique (fig. 20 pl. V) s'éparpillent. Toute cette évolution du kyste de *Schizocystis* jusqu'à maturité complète des sporocystes s'effectue dans l'intestin postérieur de la larve de *Ceratopogon* où on les trouve souvent entassés en quantité innombrable. Dès qu'ils gagnent l'extérieur, les sporocystes sont donc déjà prêts à infester un nouvel hôte.

Lorsqu'une larve très fortement infestée va se transformer en nymphe, on constate que tous les stades végétatifs du parasite meurent. Ils sont comme digérés, leur épicyte s'amincit jusqu'à disparaître, puis ils se gonflent, prennent la forme de boules et entrent en diffluence. Seuls, les kystes, renfermant des sporocystes mûrs restent tout d'abord inattaqués, mais bientôt leur paroi elle-même s'amincit et finalement laisse échapper les sporocystes qui sont expulsés dans l'eau à la première défécation de l'adulte.

### Diagnose du genre *Schizocystis*.

Schizogregarine à schizontes extracellulaires vermiformes et mobiles, ou massifs, à noyaux nombreux et à multiplication nucléaire marchant de pair avec la croissance. — Gamontes ovoïdes atténués en pointe postérieurement. — Kystes ovoïdes ou subsphériques. — Gamètes anisogames du type actinocéphalide. — Sporocystes peu nombreux, octozoïques, de forme biconique du type actinocéphalide. Une seule espèce connue.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> DOGIEL (1907) a décrit dans le *Sipunculus nulus*, une Schizogregarine qu'il fait rentrer dans le genre *Schizocystis* sous le nom de *S. sipunculi*. En

*Schizocystis gregarinoïdes* LÉGER. Schizontes vermiformes pouvant se fixer par une sorte de ventouse antérieure et atteignant jusqu'à 350  $\mu$  de longueur. Gamontes de 40  $\mu$  en moyenne. Sporocystes biconiques de 8  $\mu$   $\times$  4  $\mu$ .

### Le parasite des *Schizocystis*.

Le *Schizocystis* comme beaucoup de Grégarines monocystidées est parfois envahi par un protophyte parasite qui me paraît appartenir au groupe de Bactéries, son extrême petitesse ne permettant pas une étude suffisamment précise de ses caractères cytologiques pour affirmer sa véritable position systématique. Le parasite est à la vérité peu répandu cest-à-dire que les larves de *Ceratopogon* hébergeant les *Schizocystis* parasités se rencontrent très rarement; mais si tel est le cas, la plupart des *Schizocystis* que renferme la larve sont alors envahis: schizontes et gamontes peuvent être atteints mais ce sont surtout les gamontes qui sont le plus fréquemment et le plus fortement envahis.

Le parasite se montre dans le cytoplasme grégarinien sous forme de plages granuleuses chromatiques simulant des zones chromidiales. On voit souvent de telles plages dans la région postérieure de la Grégarine (fig. 43 pl. VI) et parfois aussi dans la région antérieure. A un très fort grossissement, ces plages parasitiques se montrent constituées d'un amas d'éléments bactériens extrêmement petits sous forme de bâtonnets courts et minces dont les plus grands ne dépassent pas 1  $\mu$  de longueur. Ces éléments sont assez étroitement entassés formant ainsi une sorte de zooglée. Dans des infections plus avancées, les zooglées les plus grosses montrent, au milieu des éléments normaux, des éléments plus étirés et beaucoup plus colorables; certains sont incurvés, d'autres renflés en massue, d'autres dilatés aux deux extrémités, d'autres enfin en forme de boules.

Ce sont là peut-être des formes d'involution, résultant de la lutte de la Grégarine contre l'envahissement parasitaire. On voit, en effet, dans les fortes infections, le cytoplasme grégarinien creusé de petites vacuoles claires à contours circulaires dans lesquelles ces formes d'involution affectent la forme de sphères ou de massues très colorées et souvent disposées en rosaces (fig. 43 pl. VI).

Le noyau ne m'a jamais paru atteint par le parasite. Malgré cela, une infection intense détermine, dans le cytoplasme grégarinien,

accord avec FANTHAM (1908) je pense que cette espèce doit plutôt se rattacher au genre *Selenidium*.

de larges vacuolisations et par conséquent une véritable destruction du cytoplasme qui entraîne d'abord des altérations profondes du noyau de l'hôte, — disparition du nucléole et dissolution de la chromatine dans le suc nucléaire — et finalement la mort de la Grégarine. Cette dernière éventualité est rare.

Les *Schizocystis* ainsi infestés que j'ai observés ont été seulement rencontrés dans les larves de *Ceratopogon solstitialis* pêchées à Cavalière dans les marais qui bordent la Méditerranée. Ces larves étaient elles-mêmes infestées par une quantité innombrable de bactéries qui remplissaient presque complètement leur intestin, mais ces bactéries intestinales de la larve étaient toutes de taille beaucoup plus considérable et relativement beaucoup plus larges que celles des *Schizocystis*. Je ne pense pas, en conséquence, que ce soient ces dernières qui aient envahi secondairement les Grégarines. Il s'agit plutôt, à mon avis, de bactéries grégarinophiles spéciales aux *Schizocystis* et peut-être voisines de celles que HESSE (1909) a signalé dans divers *Monocystis* des Oligochètes.

---

### Conclusions.

L'étude de *Schizocystis* nous montre ses affinités étroites d'une part avec les Actinocéphalides c'est-à-dire le groupe le plus vaste et le plus répandu des Eugrégarines polycystidées, et, d'autre part, avec les *Ophryocystis*, Schizogrégarines monosporées qui vivent également chez les Trachéates. Ses affinités avec les Actinocéphalides sont démontrées par un même mode d'accouplement, le même processus de gamétogénèse, les mêmes gamètes semblablement différenciés et des sporocystes identiques; bref une similitude d'évolution parfaite dans toute la gamogonie. Les seules différences sont dans l'existence d'une schizogonie et dans l'absence d'une cloison dans le gamonte du *Schizocystis* qui a ainsi un caractère monocystidé.

D'autre part, *Schizocystis* présente comme *Ophryocystis* une multiplication schizogonique extracellulaire qui s'effectue de la même façon si l'on compare les schizontes mycétoides d'*Ophryocystis* avec les schizontes vermiformes de *Schizocystis*, des caractères cytologiques identiques aux mêmes stades évolutifs, et enfin des sporocystes de même forme. Les différences ne portent en somme que sur la forme et sur la taille beaucoup plus grande du *Schizocystis*, le polygamétisme de ses gamontes et l'anisogamie; alors que, chez *Ophryocystis*, dont le kyste est, comme on le sait, monosporé, les gamontes sont

monogamétiques avec isogamie. Aussi est-ce avec raison que FANTHAM (1908) rapproche ces deux formes dans sa classification des Schizogregarines.

Or, par son habitat très spécial et localisé aux tubes de Malpighi des Coléoptères, *Ophryocystis* est une forme très vraisemblablement déviée du type normal et modifiée en vue d'une adaptation au parasitisme dans des tubes longs, étroits et flexueux où elle puise une nourriture fort différente de celle qu'absorbent les formes intestinales. Cette adaptation a sans doute entraîné, avec un mode de fixation spécial, une réduction de taille compensée d'ailleurs par un plus grand pouvoir de multiplication schizogonique, mais qui a eu aussi pour résultat final la réduction au minimum du nombre des gamètes.

L'*Ophryocystis* me paraît ainsi devoir être considéré comme une forme ayant conservé assurément des caractères primitifs (schizogonie, absence de cloisonnement, vie extracellulaire etc.), mais néanmoins à laquelle un parasitisme étroitement spécialisé a imprimé des caractères adaptatifs très particuliers: réduction de taille, fixation radicellaire, monogamétisme entraînant une isogamie secondaire. Au point de vue morphologique, notamment, cette interprétation est nettement démontrée par ce fait que d'autres parasites qui se sont également adaptés à la vie dans les tubes de Malpighi des Insectes présentent exactement même forme, même mode de fixation et de schizogonie que les *Ophryocystis* bien qu'ils appartiennent à un groupe très différent. Tels sont les Mycétozoaires appartenant aux genres *Peltomyces* et *Ophryomyxa* que j'ai fait connaître récemment (LÉGER 1909 et LÉGER et HESSE 1909).

D'autre part les Actinocéphalides comme toutes les Eugregarines ne peuvent être non plus considérées comme des formes primitives, en raison de la perte de la schizogonie (représentée en raccourci par la lobulation des gamontes au cours de la gamétogénèse) du cloisonnement de leurs trophozoïtes, de la complication de leur épimérite. Et si l'on considère que ces divers caractères — caractères de perfectionnement, mais secondairement acquis — manquent chez *Schizocystis* on est en droit de considérer cette dernière forme comme un type primitif, duquel sont dérivées les deux autres: d'une part, les Eugregarines intestinales du type Actinocéphalide et d'autre part les Ophryocystidées. Les premières, les Actinocéphalides, par condensation extrême du cycle qui supprime la multiplication schizogonique et aboutit ainsi à des trophozoïtes de grande taille, riches en réserve donnant naissance après une lobulation préalable, à des gamètes très nombreux et, en conséquence, à un très grand nombre

de spores.<sup>1)</sup> Les secondes, les Ophryocystidées, au contraire, par une dissociation extrême du trophozoïte résultat d'une multiplication schizogonique intense, entraînant avec la petite taille des individus, la réduction au minimum du nombre des gamètes.

Je ne crois pas devoir admettre en effet avec MESNIL (1899) que, chez les Coccidies—Grégarines la schizogonie soit un phénomène secondairement acquis.<sup>2)</sup> FANTHAM (1908) reprenant cette manière de voir, pense également que la schizogonie est une acquisition secondaire (a differentiation evolved for the purpose of auto-infection of the host) et que, en conséquence, les Schizogrégarines dérivent des Eugrégarines ou même d'un type eugrégariniforme hypothétique. Pour moi, les Eugrégarines dérivent des Schizogrégarines dont elles représentent des formes à développement condensé ayant perdu leur pouvoir schizogonique par une adaptation plus parfaite à l'endoparasitisme exprimée sans doute par un perfectionnement de leur appareil végétatif qui, en amenant une nutrition intensive, permet aux trophozoïtes une vie végétative beaucoup plus longue au cours de laquelle ils accumulent une grande quantité de réserve. Ces réserves sont alors utilisées d'un seul coup lors de l'enkystement pour la formation de nombreux gamètes, formation d'ailleurs presque toujours précédée d'une lobulation du soma qui représente en raccourci, comme je le disais plus haut, la schizogonie ancestrale.

Les Schizogrégarines constitueraient ainsi un groupe primitif, nullement artificiel — contrairement à l'opinion exprimée par MESNIL (1909) — duquel sont dérivées les Eugrégarines et peut-être même les Coccidies. Ces dernières, par adaptation plus étroite au parasitisme intracellulaire qui, en empêchant dans la plupart des cas l'accouplement des gamétocytes, a nécessité une différenciation et une multiplication encore plus intenses des gamètes mâles. *Selenococcidium*, Schizogrégarine par ses stades végétatifs et Coccidie par

<sup>1)</sup> Le genre *Stylocystis* (LÉGER 1899), Actinocéphalide qui vit également dans une larve aquatique de Diptère (Tanype) et dont les sporadins monocystidés, ressemblent beaucoup aux trophozoïtes des *Schizocystis*, représenterait ainsi une forme de passage entre *Schizocystis* et les Actinocéphalides polycystidés.

<sup>2)</sup> Dans son Essai sur la classification et l'origine des Sporozoaires (1899), MESNIL s'exprime ainsi au sujet du groupe Coccidies—Grégarines: „Il convient, a priori, de n'attacher qu'une faible importance aux complications du cycle évolutif, à ce qu'on appelle souvent la multiplication endogène, car elles sont nettement des conséquences du degré de parasitisme.“ Je pense au contraire, que la schizogonie est un phénomène primitif, essentiel, qui se retrouve d'ailleurs dans l'évolution de tous les Protistes libre et qui peut seulement revêtir des modalités secondaires dans sa forme ou son intensité, sous l'action du parasitisme.



sa reproduction sexuelle, représenterait avec son parasitisme intra-épithélial, un premier pas dans cette voie.

Il est difficile, en l'état actuel de nos connaissances d'essayer de remonter plus loin dans l'histoire philogénétique des Grégarines. FANTHAM pense à ce sujet devoir attribuer une grande importance à la forme que J. NUSBAUM (1903) a décrite sous le nom de *Schaudinnella*, forme dépourvue de schizogonie et qui, d'après cet auteur, produit sans accouplement des éléments sexuels différenciés dont la copulation ne donne pas naissance à des spores durables. Cette dernière particularité, si elle était démontrée, écarterait complètement la *Schaudinnella* du groupe Coccidies—Grégarines, alors qu'au contraire certains traits de sa vie végétative l'y rattachent manifestement. Aussi ne doit-on accepter à mon avis, qu'avec les plus grandes réserves, le cycle qu'en a tracé NUSBAUM et ne pourra-t-on parler de cette forme dans des théories philogénétiques que lorsque son évolution aura été à nouveau vérifiée.

Actuellement, la seule forme qui pourrait à la rigueur être mise en avant dans cet ordre d'idées est le *Siedleckia*, Schizogregarine (?) intestinale d'une Annélide et qui, d'ailleurs, par ses caractères végétatifs, n'est pas sans présenter de grandes analogies avec le *Schizocystis*. Mais l'absence de tout document sur sa reproduction sexuelle nous interdit d'émettre à ce point de vue même une hypothèse, car nous ignorons si sa sporulation ne la fera pas rentrer dans les Coccidies. Le curieux *Selenococcidium* du Homard (LÉGER et DUBOSCQ 1909a), nous montre combien il faut apporter de réserve et de circonspection dans ces sortes de spéculations.

#### Auteurs cités.

- 1907 BRASIL, L.: Recherches sur le cycle évolutif des Selenidiidae. Grégarines parasites d'Annélides polychètes. Arch. f. Protistenk. Bd. VIII 1907.
- 1899 CAULLERY, M. et MESNIL, F.: Sur quelques parasites internes des Annélides. (*Selenidium* et *Siedleckia*). Trav. Stat. zool. Wimereux VII.
- 1907 DOGIEL, V.: Beiträge zur Kenntnis der Gregarinen. II. *Schizocystis sipunculi* nov. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. VIII.
- 1908 FANTHAM, H. B.: The Schizogregarina: a review and a new classification. Parasitology. Vol. I No. 4 December 1908.
- 1909 HESSE, E.: Contribution à l'étude des Monocystidées des Oligochètes. Arch. Zool. exp. et gén. Paris 1909.
- 1899 LÉGER, L.: Sur les Grégarines des Diptères et description d'une espèce nouvelle de l'intestin des larves de Tanype. Ann. Soc. entom. de France Vol. LXVIII.

- 1900 LÉGER, L.: Sur un nouveau Sporozoaire des larves de Diptères (*Schizocystis*).  
C. R. Ac. d. Sc. Paris CXXXI p. 722.
- 1904 —: La reproduction sexuée chez les *Stylorhynchus*. Arch. f. Protistenk. Bd. III.
- 1909 —: Mycétozoaire nouveau endoparasite des Insectes. C. R. Ac. d. Sc. Paris  
T. CXLIX.
- 1902 LÉGER, L. et DUBOSCQ, O.: Les Grégarines et l'épithélium intestinal chez les  
Trachéates. Arch. de Parasit. VI. Paris.
- 1903 — —: La reproduction sexuée chez *Pterocephalus*. Arch. Zool. exp. T. 1.
- 1908 — —: L'évolution schizogonique de l'*Aggregata* (*Eucoccidium*) *eberthi* (LABBÉ).  
Arch. f. Protistenk. Bd. XII.
- 1909 a LÉGER, L. et DUBOSCQ, O.: Protozoaires parasites de l'intestin du Homard.  
C. R. Ac. d. Sc. Paris T. CXLVIII.
- 1909 b — —: Etudes sur la sexualité chez les Grégarines. Arch. f. Protistenk.  
Bd. XVII.
- 1909 LÉGER, L. et HESSE, E.: Un nouvel entophyte parasite d'un Coléoptère. C. R.  
Ac. d. Sc. Paris T. CXLIX p. 303.
- 1899 MESNIL, F.: Essai sur la classification et l'origine des sporozoaires. Cin-  
quantenaire de la Société de Biologie de Paris. 27 Décembre 1899.
- 1909 —: Analyse du travail de FANTHAM sur les Schizogrégarines. Bulletin de  
l'Institut Pasteur 15 mai 1909.
- 1903 NUSBAUM, J.: Über die geschlechtliche heterogame Fortpflanzung . . . Gre-  
garine *Schaudinnella henleae*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LXXV Heft 2 1903.
- 1909 PORTER, ANNIE: *Merogregarina amaroucii* nov. gen. nov. sp., a Sporozoön from  
the Digestive Tract of the Ascidian, *Amaroucium* sp. Arch. f. Protistenk.  
Bd. XV 1903.
- 1904 SCHAUDINN, F.: Generations- und Wirtswechsel bei *Trypanosoma* und *Spiro-  
chaete*. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamte 20.
- 1907 SCHELLACK, C.: Über die Entwicklung und Fortpflanzung von *Echinomera  
hispidum*. Arch. f. Protistenk. Bd. IX.
- Consulter en outre l'index bibliographique publié dans la première partie de  
ce travail. Arch. f. Protistenk. Bd. VIII 1907.

## Explication des Planches.

### Planche V.

*Schizocystis gregarinoïdes* dessinés in vivo.

Figures 1 à 20  $\times$  1000; fig. 21 à 23  $\times$  2000.

Fig. 1. Sporozoïte.

Fig. 2 et 3. Croissance du sporozoïte et stade à 2 noyaux.

Fig. 4. Jeune schizonte vermiforme.

Fig. 5. Grand schizonte vermiforme à nombreux noyaux.

Fig. 6. Dessin représentant une portion de schizonte au début de la schizo-  
gonie. La surface est soulevée par des éminences claires correspondant à la  
position des noyaux.

Fig. 7. Schizonte vermiforme en voie de schizogonie.

Fig. 8. Dissociation des schizozoïtes. Ce stade est atteint 1 heure après le  
précédent.

Fig. 9. Schizozoïte ovoïde.

- Fig. 10. Schizozoïte lancéolé.  
 Fig. 11 et 12. Développement du schizozoïte en un nouveau schizonte de 2<sup>me</sup> génération.  
 Fig. 13. Schizogonie en bouquet d'un schizonte massif paucinué.  
 Fig. 14. Schizonte massif multinué.  
 Fig. 15. Bouquets de schizozoïtes en croissant.  
 Fig. 16. Gamontes.  
 Fig. 17. Gamontes accouplés.  
 Fig. 18. Kyste après le stade de perlage. au début de la différenciation sexuelle.  
 Fig. 19. Kyste pendant la „danse des sporoblastes“.  
 Fig. 20. Kyste mûr montrant les sporocystes périphériques autour d'un reliquat central.  
 Fig. 21. *a* Spermatozoïde, *b* Oeuf, *c* Copula.  $\times 2000$ .  
 Fig. 22. Sporocyste mûr.  $\times 2000$ .  
 Fig. 23. Sporocyste triquète.  $\times 2000$ .

## Planche VI.

*Schizocytis gregarinoïdes* après fixation et coloration à l'hématoxyline orange.  
 $\times 1200$  (sauf pour la fig. 35).

- Fig. 24. Jeune sporozoïte en voie de croissance.  
 Fig. 25. Schizozoïte en croissant.  
 Fig. 26. Stade à 1 noyau au moment de la 1<sup>re</sup> division.  
 Fig. 27 et 28. Début de la multiplication des noyaux dans le schizonte.  
 Fig. 29. Jeune schizonte à 4 noyaux en mitose (les détails de cette mitose sont représentés dans la fig. 35).  
 Fig. 30. Schizonte vermiforme.  
 Fig. 31 et 32. Jeunes schizontes vermiformes en voie de multiplication nucléaire.  
 Fig. 33. Jeune schizonte massif.  
 Fig. 34. Schizonte vermiforme en voie de multiplication nucléaire et montrant encore 3 couples de noyaux résultant chacun d'une mitose récente.  
 Fig. 35. *a* à *g* Détails de la division nucléaire dans le schizonte.  $\times 2400$ .  
 Fig. 36. Jeune schizozoïte à plasma rempli de grains chromatoïdes.  
 Fig. 37. Gamonte.  
 Fig. 38. Très jeune gamonte ovoïde.  
 Fig. 39. *a* et *b* Schizozoïte lancéolé destiné à devenir un gamonte.  
 Fig. 40. *a* Spermatozoïde, *b* Oeuf, *c* Copula au début.  
 Fig. 41. Copula au stade sphérique, fusion des noyaux.  
 Fig. 42. Sporocyste au début, stade à 1 et 2 noyaux.  
 Fig. 43. Gamonte malade attaqué par une bactérie parasite.  
 Fig. 44. Kyste au début.  
 Fig. 45. Kyste au stade de 1<sup>ère</sup> mitose.  
 Fig. 46. Kyste au stade de multiplication nucléaire.  
 Fig. 47. Kyste au stade de multiplication nucléaire à noyaux périphériques.  
 Fig. 48. Kyste au stade de la formation des gamètes et de la différenciation sexuelle.  
 Fig. 49. Kyste au moment de la danse.  
 Fig. 50. Kyste au stade des copulas sphériques.  
 Fig. 51. Kyste à sporoblastes au début.

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

## **A propos of Dr. Hartmann's "Autogamie bei Protozoen".**

By  
Prof. **Marcus Hartog.**

(With 1 Text Figure.)

---

In the *Archiv für Protistenkunde*, XIV, 2 (1909) Dr. M. HARTMANN has published a most interesting general survey „Autogamie bei Protisten“, which includes a discussion on sexual reproduction, or, to use a name which avoids begging the question at issue in several cases, ‚Syngamy‘ generally. The survey is very full, and the list of authorities extended, but it omits the first published paper dealing with reproduction in relation to rejuvenescence from a wide comparative point of view, and its author is not cited in the list. MAUPAS's researches on the reproduction of the Infusoria had added in the late 1880's enormously to our knowledge: but the discussions on reproduction at the time were filled with crude hypotheses based exclusively, as it seemed to me, on the gametogenesis of Metazoa or of Metaphytes, under the inspiration of the prevalent ideas of AUGUST WEISMANN. For my own information in the first instance, I drew up a comparative account, of the gametogenic processes then known. These forced me into theoretical views, which I thought it would be of interest to publish with the survey of recorded facts; and which still, after eighteen years, hold their ground.

This paper was read at the Cardiff Meeting of the British Association, and published, under the title “Some Problems of Reproduction: a Comparative Study of Gametogeny and Protoplasmic Senescence & Rejuvenescence“ in the “Quarterly Journal of Microscopic Science” for December 1891 (Vol. XXXIII). Reprints (Separaten)

were freely distributed, and it has been often referred to: notably STRASBURGER utilised its large collection of facts (as Dr. HARTMANN'S paper will no doubt be drawn upon), in his essay "Über periodische Reduktion der Chromosomenzahl" (Biol. Centr., XIV, 1894). An abstract brought up to date appeared in the "Année Biologique" for 1895 (1897); and some of the views were developed and extended in two papers in "Natural Science" (1898); "The Fundamental Basis of Heredity", and "Nuclear Reduction and the Function of Chromatin", both translated in the „Biologisches Centralblatt“ (Bd. XVIII 1898).

Since Dr. HARTMANN'S paper aims at completeness, and is a most valuable contribution to our knowledge, I feel sure that I may count on the hospitality of this Archiv for a note dealing with on few mistakes in priority of interpretation, and one matter of theory in which he has failed to note a most important series of facts and their bearing. First as to theory:

Dr. HARTMANN'S paper ascribes to Dr. R. HERTWIG a view which I am sure he would be the last to claim as his original property, „R. HERTWIG sieht in der Befruchtung eine „Reorganisation der lebenden Substanz“, die wirksamste Einrichtung um den physiologischen Tod zu verhüten“. I may be allowed to cite at some of the theses with which my paper closes.

“12. The reproductive incapacity due to long or rapidly repeated “acts of [cellular] fission uninterrupted by karyogamy is a matter “of constitutional temperament<sup>1)</sup> or vigour characteristic “only of the race . . . 18. Since from considerations of (a) the “known functions of the nucleus: (b) its chemical composition: (c) the “effects of rest, change of form, or change of habit (polymorphism “and heteroecism) in effecting rejuvenescence, it is suggested that “the evil effects of the prolonged association of cell [rather, cyto- “plasm] and nucleus are due (a) to the nucleus responding less actively “to the stimuli from the cytoplasm; (b) to its [the nucleus's] con- “sequently inadequate directive power; (c) to the resulting bad per- “formance of its work by the cytoplasm; (d) to the imperfect nutrition “of the nucleus [resulting therefrom]; (e) the failure of the cell as an “organic whole”. In Section VIII “Protoplasmic Rejuvenescence, its Nature and Modes”, I deal with the following “Modes, Rest, Change of the Mode of Life, Nuclear migration, Plasmodial Formation, Karyogamy, and the fusion of Apocytial Gametoids [Mucorineae, of which the cytology is even now not fully known]”.

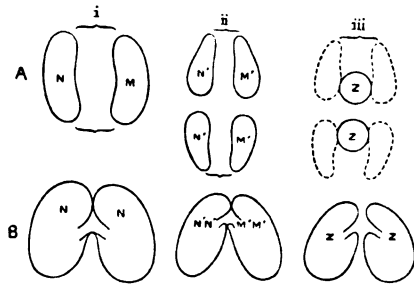
<sup>1)</sup> I have defined constitution as used in the medical sense = Heilbeschaffenheit.

I may note that the reduction process was here interpreted for the first time "as an adaptation to prevent an undue multiplication of chromatomes [chromosomes] in the zygote, and the cells produced therefrom". The sense is perhaps the same as STRASBURGER'S — later — view that the reduction is a "reversion to a primitive form"; but I think that my earlier statement is free from the logical implication of STRASBURGER'S, that sexual reproduction and nuclear reduction must have arisen independently for each case of a given number ( $n$ ,  $\frac{n}{2}$  chromosomes), which is of course out of the question.

HARTMANN ascribes the interpretation of conjugating Infusoria as gametocytes to Lühe (1902). Here again I must refer to my Essay of 1891, where the matter is discussed and thus summarised:

"(1) The three mitoses of the micronucleus point to a primitive "formation of gametes in broods of eight. (2) The fact that no cell "division accompanies these mitoses may be the physiological result "of the inertness of the now disorganised meganucleus. (3) The "formation of two fertile micro-

"nuclei in each gamete points "to an ancestral stage in which "a binary division of two mu- "tually attached individuals im- "mediately preceded the con- "jugation of their offspring. I "here insert a diagram com- "paring the conjugation in "Closterium, where the type "conjectured as primitive in In- "fusoria actually takes place. "(4) The interchange of pro- "nuclei and separation of the "gametes are probably modifica- "tions of the process indicated



Comparisons of three stages of the processes immediately leading up to conjugation in Closterium (A) and Paramaecium (B). In each case two zygote-nuclei of the value ( $N' + M' = Z$ ) are formed, but the cytoplasts are unchanged in B, and totally altered in A.

"in (3), directed to the preservation of the highly organised cytoplasm. "(5) The pairing Ciliata before the completion of the preliminary "mitoses are not true gametes, but progametes (p. 47)".

The question of whether there was in the process of syngamy any necessary binary difference between the gametes has been often asked.

MAUPAS pointed out the fusion-nuclei in Infusoria as identical, and held that binary sexual differences have for their end the

bringing together of the gametes, and the distribution of the two functions of adequate provision of cytoplasmic material and reserve-nutrition for the zygote by the one, and sufficient activity to ensure syngamy by the other gamete. It is as well known that in many cases the gametes are similar; and this would seem to justify MACPUS'S view that binary differentiation is not primitive. On the other hand, the fact that in many cases these "isogametes" refused to fuse with members of the same brood — were "allogamous" — was held to show that even here sexual differentiation was at least latent; and this view seems to be held by HARTMANN. But an examination of the facts disproves this conclusion. Were it true we should find universal what Blakeslee has demonstrated for the apparently isogamous Mucorinae: the isogametes of two different broods might either pair, or refuse to pair, according as the two were of the different latent sex, or of the same sex. But this is nowhere the case: isogametes of different origin in Phytoflagellates and Algae when at the proper stage of maturity will always pair. Allogamy, the incompatibility of blood-relations, exists independent of sex, and may be superadded to it, as in so many flowers; in the Essay I have discussed the matter at length, and for a full discussion I must refer to it. I also noted as against the binary theory, that isogametes have been observed to fuse in greater numbers than 2; as many as 6 gametes may form a single zygote in *Acetabularia*.

One word more; In the paper I introduced the word 'plastogamy' to designate the fusion of cytoplasm of two or more cells, while the nuclei remain distinct. The word has been criticised, and 'plasmogamy' suggested as preferable. As a matter of fact the word is an obvious abbreviation of 'cytoplastogamy' — the union of two cytoplasts, considered as individuals; 'plasmogamy' means simply the fusion of plasm, and might well be applied to the fusion of pseudopods of the same cell. The objection to 'plasmogamy' further extends to the fact that in its abbreviated form, it might equally apply to the nuclear fusion, since we speak of 'nucleoplasm' as well as of cytoplasm; but the word 'nucleoplast' does not seem to have been needed or coined.

University College, Cork, Nov. 1909.

Marcus Hartog.







Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Königl. Institut für Infektionskrankheiten zu Berlin.)

## Untersuchungen über *Trichomonas intestinalis* und *vaginalis* des Menschen.

Von

Dr. W. Bensen, Marine-Stabsarzt.

(Hierzu Tafel VII—IX.)

Die Kenntnis des Baues und der Entwicklung der Trichomonaden des Menschen war bisher eine sehr geringe. Das, was die Lehrbücher von BRAUN, DOFLEIN und LEUCKART bringen, ist im Grunde nicht viel mehr als ein Erwähnen der Existenz dieser Flagellaten. BLOCHMANN hat den Bau der vegetativen *Tr. vaginalis* beschrieben, aber auch da sind in bezug auf Cytologie und Entwicklung wenige Fortschritte seit den älteren Arbeiten von LAMBL, DONNÉ, HAUSMANN, SCANZONI festzustellen. KÜNSTLER, dessen Arbeit mir leider nicht zugänglich war, soll nach LAVERAN gute Abbildungen der lebenden *Tr. intestinalis* des Meerschweinchens bringen, auch LAVERAN beschreibt mit Abbildung die *Trichomonas* desselben Tieres. Alle diese Verfasser bringen aber doch nur wenig erschöpfende Mitteilungen und nur über die vegetativen Formen. Erst WENYON ist ausführlicher. So sah er bei der *Trichomonas* der Maus Längsteilungen und beschreibt auch eine Encystierung, die aber nach seiner Abbildung nur eine Degenerationsform darzustellen scheint. Echte Cysten hat er offenbar nicht gesehen. DOBELL beschreibt neben den Vegetativformen Cysten von *Trichomonas* und *Trichomastix*

*intestinalis* des Frosches, die sich fast oder ganz gleichen und UCKE, der über *Tr. intestinalis* des Menschen arbeitete, gibt an, daß sich eine im Innern des Protoplasmas liegende Vacuole vergrößere, daß das um diese Vacuole liegende Protoplasma sich durch Abschnürung in 2 kugelige, aber kleinere Körper in Siegelringform teile und so die Cysten entstanden. UCKE hat offenbar einige, später näher zu beschreibende Vorgänge beobachtet, aber nicht richtig gedeutet.

Erst durch die Untersuchungen von SCHAUDINN und PROWAZEK ist Licht in die komplizierten Vorgänge der Entwicklung der *Trichomonas* gedungen. Da sich meine Untersuchungen an ihre Feststellungen anschließen, möchte ich ihre Angaben im Auszuge hier wiedergeben. SCHAUDINN schreibt: „Die fast in jedem Darne vorkommende *Trichomonas intestinalis* verliert vor der Copulation ihre Geißeln und ist dann von einer echten Amöbe nicht leicht zu unterscheiden, weil sie auch mit stumpflobosen Pseudopodien umherkriecht. Anmerkung: Es copulieren zwei solcher amöboid gewordenen Flagellaten und bilden eine Cyste, die durch einen großen Reservestoffballen charakterisiert ist. Die beiden Kerne machen je zwei Reduktionsteilungen durch, verschmelzen dann und scheiden sich wieder in zwei oder mehr Tochterkerne.“

PROWAZEK, der diese Angaben zitiert, sagt dazu: „Der Vorgang ist dem der *Trichomastix* sehr ähnlich, nur daß dort sich ein einkerniges Individuum encystiert und durch eine primitive Kernteilung zweikernig wird, während hier von Anfang an zwei Individuen copulieren.“ PROWAZEK, der damals (1904, Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamt) über *Trichomonas intestinalis* der Ratte arbeitete, faßte seine Ergebnisse ungefähr folgendermaßen zusammen: „Vor der Conjugation verklumpt das Chromatin des Kernes, in dem aber noch ein Innenkörper sichtbar ist. Bei der Copulation legen sich zwei abgerundete Tiere mit den Breitseiten aneinander, verschmelzen unter Rückbildung des Geißelapparates, darauf wird eine Gallert-hülle abgeschieden; die Kerne scheiden zwei Reduktionskörper ab, worauf die beiden zuerst entstandenen Geschlechtskerne miteinander verschmelzen und in der Folge aus dem Frischkern die Kerne für die Teilindividuen bilden. Manchmal teilt sich die Copulationscyste, die ja anfangs nur von einer gallertartigen Membran umgeben ist, durch einfache Einschnürung (diesen Vorgang stellte er auch bei *Tr. int.* des Menschen fest), oder es teilt sich der Kern des einen Copulanten und die gallertartige Cyste schnürt eine Art von Knospe mit diesem Teilkern ab, worauf erst die Copulation ihren weiteren normalen Verlauf nimmt. Manchmal teilen sich die Copulationskerne

nochmals, so daß 4 Kerne in der Cyste nachweisbar sind, diese stoßen ihre Reduktionskörper ab und erst die Deszendenten werden der Copulation unterworfen; es ist dies ein Fall von Riesenzellbildung, der zur Ausbildung von 4 statt 2 Reduktionskörpern führt.“ — „Fast in derselben Weise verläuft auf Grund der Untersuchung einzelner Stadien der Copulationsvorgang bei der *Trich. intestinalis*, dagegen sind die Cysten der *Trich. vaginalis* bis jetzt noch nicht bekannt. Die Untersuchung der gesamten Entwicklung beider Formen kann nur aber allein die Mittel für die Beurteilung, ob beide Trichomonaden identisch sind, liefern.“ PROWAZEK glaubt aus folgenden Gründen die beiden Formen trennen zu müssen: „1. Größenunterschiede: *Trich. vaginalis* 10—15 : 12—30  $\mu$ ; *Tr. intest.* ca. 3—4 : 4—15  $\mu$ . 2. Das Protoplasma der *Tr. intest.* ist weniger resistent und wird leichter amöboid, das Protoplasma der *Tr. vag.* enthält besonders um den Kern herum runde mit E. H. blauschwarz sich färbende Granulationen, die denen der *Trich. lacertae* ähnlich sind. Dagegen ist die in der Mundhöhle vorkommende *Trichomonas* mit *Tr. intestinalis* identisch“. „Im allgemeinen stimmen die Trichomonaden in folgenden Punkten überein: Die drei terminalen Geißeln entspringen von einem klumpigen Basalkorn, dem sich ein Achsenstab anschließt, der Kern ist oval, besitzt ein achromatisches Gerüst mit Chromatineinlagerungen, die besonders bei *Trich. intestinalis* zu ein bis zwei Innenkörpern verschmelzen.“

1908 veröffentlichte PROWAZEK mit BOHNE zusammen in diesem Archiv neuere Untersuchungen. Er beobachtete Cysten der *Trich. intestinalis* des Menschen in allen möglichen Größenverhältnissen. „Die Größenunterschiede der Cysten sind in erster Linie auf die verschiedenartige Ausbildung des meist central in einer Vacuole liegenden, lichtbrechenden Reservestoffkörpers zurückzuführen. — In den jüngsten Cysten wurde ein rundlicher Kern mit einem deutlichen Caryosom und einem chromatischen Belag festgestellt; der Kern unterliegt einer Teilung und die Tochterkerne wandern längs des Reservestoffballens an zwei entgegengesetzte Pole. Auf diesem Stadium sind sie nicht mehr bläschenförmig ausgebildet, zumeist umfaßt das verdichtete Chromatin halbmondförmig das verkleinerte Caryosom. Jeder Kern produziert 1—2 hinfällige, sehr dichte, mit Eisenhämatoxylin schwarz gefärbte Reduktionskörper. Die Reduktionskörper entstehen durch eine eigenartige Sonderung im Kern, der durch einen hellen Zwischenraum in zwei ungleiche Hälften gespalten wird, worauf die beiden Tochterkerne wiederum auf ihren Platz rücken und dort zu einem Syncarion verschmelzen. Dieses teilt sich

dann längs des Reservestoffballens, der später gleichsam korrodiert wird, mehrfach auf und die neuen Kerne geben den Ausgangspunkt für ebensoviele kleine Trichomonaden, die aus der Cyste entschlüpfen“. — „Ein besonderes Interesse beansprucht die Tatsache, daß sich die Cyste auf dem Stadium, da 2 Kerne (bei der oben geschilderten Autogamie der Geschlechtskerne) aus dem primären Kern hervorgehen, selbst noch teilen kann, sofern die Cystenmembran noch nachgiebig genug ist. Die beiden Kerne können sich demnach entweder weiter teilen oder der Autogamie unterliegen“.

### I. *Trichomonas intestinalis*.

Da ich bei meinen während langer Zeit durchgeführten Untersuchungen die meisten der Angaben SCHAUDINN's und PROWAZEK's bestätigt fand, schließe ich mich im folgenden bei der Darstellung des Entwicklungsganges im wesentlichen ihren Ausführungen an. In bezug auf die angewandte Technik und die Beschreibung der vegetativen Form verweise ich auf meine Arbeit: „Die Darmprotozoen des Menschen.“ Arch. f. Schiffs- u. Tropenhygiene 1908 S. 661 ff. Hier beginne ich gleich mit der Entstehung der Amöboidformen.

Sobald die *Trichomonas intestinalis*, sei es durch innere Wachstumsvorgänge oder durch äußere Lebensverhältnisse, zu denen wir wohl das Eintreten in die unteren Darmabschnitte zu rechnen haben, in die Lage gelangt, sich einer Encystierung unterziehen zu müssen, wirft sie zuerst ihre Geißeln ab, wobei zugleich durch Ausscheidung von Flüssigkeit eine Verdichtung des Protoplasmas eintritt. Die 3 vorderen Geißeln und die undulierende Membran gehen dabei einfach verloren, während der Achsenstab noch kurze Zeit erhalten bleibt. Der Kern rundet sich ab, enthält unregelmäßige Schollen von Chromatin, außerdem aber noch ein deutlich sichtbares, wenn auch kleines Caryosom (Fig. 1). Ebenso sind die vorderen Basalkörner noch vorhanden. Diese und der Achsenstab werden jedoch bald eingeschmolzen und, während der nun isoliert im Protoplasma liegende Kern sich verkleinert und wieder schärfere Umrisse annimmt, rundet sich der Leib der jetzt amöboid gewordenen Trichomonade ab.

Auf diesem Stadium kann man dann häufig Zweiteilungen, zum mindesten des Kernes, beobachten. Diese vollziehen sich offenbar in Form einer primitiven Mitose, wie sie in der letzten Zeit bei einer ganzen Reihe von Protozoen beschrieben worden ist. Zuerst durchschnürt sich das Caryosom hantelförmig, die beiden Hälften

rücken auseinander, bleiben aber am Anfang noch durch eine feine Brücke (Centralspindel) verbunden. Erst dann wird der Außerkern gewissermaßen auseinandergetrieben (Fig. 4) und man sieht schließlich, meist etwas längliche Amöboidformen mit 2 völlig ausgebildeten, von einem hellen Hof umgebenen Kernen (Fig. 5 und 6). Nachdem die Amöboidformen sich auf diese Weise vermehrt haben, beginnt die Encystierung. In sehr vielen Fällen wird aber dieser als normaler Verlauf zu betrachtende Weg nicht eingeschlagen, sondern unter Auflockerung und Aufblähung des Kernes, Verlassen und Quellen des Protoplasmas und enormer Größenvermehrung geht die Amöboidform in Degeneration über und verfällt der Auflösung (Fig. 7—10). Eine Verwechslung dieser großen Amöboidformen mit echten Amöben wird leicht vorkommen können, doch ist außer der degenerierten und aufgelockerten Kernstruktur das großblasige, gleichmäßig blasse Aussehen des Protoplasmas charakteristisch für *Trichomonas*. Auch wird man bei der Beurteilung die nebeneinander vorkommenden sehr auffälligen Größenunterschiede der Amöboidformen (vgl. Fig. 2—10) in Berücksichtigung zu ziehen haben, die in den letzten Stadien alle, ohne Scheidung von Ento- und Ectoplasma, die gleichmäßigen Entartungsmerkmale tragen.

Während so ein Teil der Amöboidformen der Vernichtung anheimfällt, beginnt bei den anderen lebensfähigen Exemplaren die Encystierung und zwar zunächst mit Absonderung einer gallertigen verdichteten Schicht, die die ganze jetzt kugelförmig werdende Gestalt bedeckt. Diese äußere verdickte Protoplasmaschicht bildet eine gleichmäßige Hülle, unter deren Schutz die ersten inneren Veränderungsvorgänge sich vollziehen. Diese Veränderungen gehen sowohl am inneren Protoplasma vor sich, das sich verdichtet und kugelig zusammenzieht, wie am Kern, der eine Reihe wichtiger Veränderungen durchmacht. Bleiben wir bei der Betrachtung des Kernes; zuerst läßt sich nicht viel von seiner inneren Struktur erkennen. Er ist, mit E.-H. gefärbt, meist dunkel, klumpig, scheinbar ein gleichmäßiger Chromatinhaufen von rundlicher oder ovaler Figur, manchmal ringförmig mit einem hellen inneren Hof (Fig. 11 u. 12). An diesem Kern geht nun eine Zweiteilung vor sich, die ihrem ganzen Verlaufe nach auf das Vorhandensein eines sich zunächst durchschnürenden Caryosoms (resp. Centriols) schließen läßt; die beiden gleich großen Kernhälften rücken auseinander. Sie sind dabei durch einen mehr oder minder deutlichen Verbindungsfaden vereinigt, der die Form eines Fadens oder auch eines Bandes haben kann (Fig. 13 u. 14). Diese Verbindung bleibt sichtbar, bis die beiden Kernhälften

an sich gerade gegenüberliegende Stellen des Raumes zwischen Protoplasmahülle und Protoplasmainnenkörper gerückt sind. In diesem Stadium kann noch eine Zweiteilung der ganzen Cyste eintreten, die weiter unten besprochen werden soll. Für gewöhnlich gehen aber hier jetzt die Reduktionsteilungen der beiden Kernhälften vor sich, begleitet von der Verhärtung der äußeren Protoplasmaschicht zu einer richtigen Cystenwand und Einschrumpfung des inneren Protoplasmahaufens zu dem sogenannten Nähr- oder Reservestoffkörper. Dieser Reservestoffkörper ist im Leben lichtbrechend, gefärbt meist dunkel, die chemische Natur seiner Bestandteile ist nicht aufgeklärt.

Die Reduktionsteilung (Fig. 15—20) der beiden gegenüberliegenden Kerne erfolgt dadurch, daß jeder Kern zwei kleinere Reduktionskörperchen abschnürt. Die Vorgänge sind sehr deutlich zu sehen, da ein großer heller Hof um die Kerne liegt. Manchmal sind anfangs die Reduktionskerne noch durch einen feinen Fäden mit dem Restkern verbunden (Fig. 19). Der Charakter der Reduktionsvorgänge als zweimalige Kernteilung kann auch durch balkenförmige Aufspaltung verdeckt sein (Fig. 16 u. 17). Die Cyste selbst kann bei diesen Vorgängen an den Stellen, wo die Reduktionsteilungen vor sich gehen, Ausstülpungen zeigen oder eine ovale Form annehmen (Fig. 17 u. 19). Es kommt auch vor, daß der eine Kern sich balkenförmig aufspaltet und der andere rund bleibt und rundliche Kerne abstößt (Fig. 18). Die Größen- und Formverhältnisse der Kerne und ihrer Reduktionskörper sowie der ganzen Cysten sind somit bei diesen Vorgängen sehr verschiedene. Sobald nun die Abstoßung der Reduktionskörper erfolgt ist, rücken die beiden reduzierten Kerne wieder aufeinander zu und vereinigen sich zu einem neuen Kern (Syncaryon), während die Reduktionskörperchen im Plasma aufgelöst werden (Fig. 21).

Diese Vereinigung oder Copulation zu einem Syncarion ist als Autogamie zu bezeichnen. Wie HARTMANN (1909) erwähnt, sehen wir hier, daß die Autogamie in diesen Fällen kein ursprünglicher primitiver Sexualvorgang ist, sondern auf Pädogamie (rückgebildeter pädogamer Befruchtungsvorgang) zurückgeführt werden muß, indem sich die Zelle nicht vollkommen durchteilt, sondern nur die Kerne um den Reservestoffkörper herum auseinanderrücken, um sich nachher nach erfolgter Reduktion wieder zu vereinigen. Erwähnen möchte ich noch, daß die von SCHAUDINN und PROWAZEK angegebene Copulation zweier Tiere vor der Encystierung in meinem ziemlich reichhaltigen Material niemals zu beobachten war. Bei *Tr. int.* des Menschen

scheint sie also, wenn überhaupt, nur sehr selten vorzukommen und durch den autogamen Prozeß vollkommen ersetzt zu werden.

Nachdem die Kernverschmelzung vollzogen ist, setzt die Vermehrung in der Cyste energisch ein. Das Syncarion und seine Teilungsprodukte teilen sich mehrfach, 6—12 mal, ja noch öfter, und entnehmen wohl das Material zu ihrem Neuaufbau dem Reservestoffkörper, der zusehends einschrumpft (Fig. 22—28). Die Teilungen, wohl Zweiteilungen, zeigen die neuen Kerne in verschiedenen Größen. Ihre Struktur ist nicht genau zu erkennen, doch sieht man die einzelnen Kerne noch häufig durch feine Fäden verbunden, auch sieht man Kerne, in denen sich im hellen Hof 2 caryosom- resp. centriolartige Körperchen, durch Centrodosome verbunden, gegenüberliegen (Fig. 26—28), bei einzelnen Kernen möchte man auch wieder an eine Aufspaltung denken. Kurzum, es besteht eine Mannigfaltigkeit der Formen und Größe dieser neuen Kerne und ihrer Anordnung in Reihen oder Haufen, die fast einer jeden Cyste ein besonderes Aussehen verleiht, so daß wohl kaum 2 Cysten in diesem Stadium sich ganz gleichen. Mit der Zunahme der Teilungsvorgänge der Kerne wird auch der Reservestoffkörper mehr und mehr aufgezehrt (Fig. 29) und schließlich sehen wir in der Cyste um die jetzt verhältnismäßig kleinen Kerne herum kleine Häufchen von Protoplasma (Fig. 29, 30), die kleinen Trichomonaden gehen ihrer Ausbildung entgegen, um bei passender Gelegenheit der gesprengten Cystenhülle entschlüpfen zu können.

Nachzutragen wäre noch, daß, wie oben erwähnt, bei der noch jungen Cyste nach der ersten Kernteilung an Stelle der autogamen Prozesse eine Teilung der ganzen Cyste erfolgen kann. Dieser Vorgang, der auch schon von verschiedenen Forschern beobachtet worden ist, (zuerst wohl von UCKE, s. S. 116) ist nur möglich, solange die Cystenwand noch weich und nachgiebig ist, und es entstehen dann zwei neue Cysten (Fig. 31). Nicht selten hat diese Teilung aber eingesetzt, wenn die Cystenwand schon verhärtet war, und es werden dann längliche Cystenformen gebildet, die manchmal Doppelformen (Fig. 32) oder in der Äquatorialgegend Einschnürungen besitzen, die sich auf den ganzen Körper beziehen oder auch auf den Reservestoffkörper beschränken können (Fig. 33, 34), Die Kernteilung geht bei diesen Formen in derselben Weise wie bei den anderen Cysten vor sich.

Fassen wir nur noch einmal den ganzen Entwicklungscyclus der *Trich. intestinalis* des Menschen zusammen, so verläuft er im wesentlichen folgendermaßen: Aus dem Flagellatenstadium wird



durch Verlust der lokomotorischen Apparate die Amöboidform, diese encystiert sich, in der Cyste findet Autogamie statt, worauf eine Anzahl neuer Flagellaten gebildet wird. Daneben können auf dem Amöboidstadium und im Anfang der Cystenbildung, nach früheren Beobachtern auch im Flagellatzustand, Vermehrungen durch gewöhnliche Zweiteilung stattfinden.

## II. *Trichomonas vaginalis*.

Durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Sanitätsrat Dr. WECHSELMANN, vom RUD. VIRCHOW-Krankenhaus, erhielt ich Material von *Trich. vaginalis* und die Beobachtungen, die ich über die Morphologie und Entwicklung dieses Parasiten machte, veranlassen mich, hier eine Besprechung meiner Untersuchungsergebnisse anzuschließen; wenn auch der ganze Entwicklungsvorgang noch nicht aufgeklärt werden konnte, so sind doch mehrere meiner Befunde neu. Nach HAUSMANN, zitiert bei BLOCHMANN, findet man die von DONNÉ 1837 entdeckte *Trich. vaginalis* bei 30—40 % aller Frauen, auch bei Kindern; ihre Größe gibt BLOCHMANN mit 0,015—0,023 mm, PROWAZEK mit 10—15:12—30  $\mu$  an; meine Messungen ergaben u. a. bei mehreren in einem Präparat nebeneinanderliegenden Tieren 8:16, 6:26, 16:16, 18:22, 14:24, 12:18  $\mu$ , Maße, die auch wieder beweisen, daß man aus Größenunterschieden bei Protozoen nicht ohne weiteres Schlüsse auf Artverschiedenheiten ziehen kann. BLOCHMANN beschreibt dann eine undulierende Membran und zwei über den Körper verlaufende Längsreihen von feinen Körnchen, er erwähnt auch die Fähigkeit der Gestaltsveränderungen. Seine Angaben kann man nur bestätigen, doch fehlen in seiner Beschreibung völlig die inneren Strukturverhältnisse; Teilungszustände hat er nicht beobachtet, Übertragung auf Kaninchen ist ihm nicht gelungen. Cysten sind bisher noch nicht bekannt gewesen (PROWAZEK).

*Trich. vaginalis* zeigt in ihrem Flagellatenstadium die mannigfachsten Formen, rund, länglich, nierenförmig, manchmal an einem Ende schmal, am anderen Ende breit verlaufend, manchmal seitliche Ausstülpungen hervorbringend (Fig. 35—37). Am Vorderende liegen 2, in Größe etwas verschiedene Basalkörner, von dem einen aus verläuft die Saumgeißel (undulierende Membran) über den Körper, von dem anderen, der wohl aus einer Gruppe von mehreren (3) besteht, gehen die drei vorderen Geißeln ab, außerdem läuft aber von ihm eine feine Fibrille (Rhizoplast) nach dem Kern zu. Der Kern ist groß, von ovaler Gestalt, durch eine dunkle Membran scharf von dem um-

gebenden Protoplasma geschieden; doch zieht sich außerhalb des Kernes im Plasma fast bei allen Exemplaren auf einer oder beiden Seiten ein halbmondförmiger dunkler Hof um den Kern herum. Der Kern hat in seinem Innern ein von einem hellen Hof umgebenes Caryosom. Das Caryosom hat sich häufig geteilt, die Teile stehen dann aber noch durch einen Chromatinfaden miteinander in Verbindung. Von dem Caryosom geht nur der Achsenstab aus, der nach dem hinteren Ende des Körpers zieht. Dort vereinigt es sich mit der Saumgeißel (undulierende Membran), die dadurch einen Stützpunkt bei ihrer Funktion erhält (Fig. 35). Eine besondere Stützfibrille, wie sie bei anderen Trichomonaden beschrieben worden ist, ist demgemäß bei *Trich. vaginalis* nicht nachweisbar.

Wie das Caryosom nun einerseits mit dem Achsenstab zusammenhängt, steht es andererseits in Verbindung mit dem Basalkorn der vorderen Geißeln dadurch, daß ein feiner Faden, der sog. Rhizoplast, von ihm aus nach dem vorderen Ende des Kernes und von da nach dem einen Basalkorn (s. o.) hinzieht. Die Verhältnisse können manchmal auch so sein, daß an den Stellen, wo der Rhizoplast vorne und der Achsenstab hinten den Kern verlassen, je ein feines Körnchen liegt, die durch einen durch den Kern verlaufenden gespannten Chromatinfaden vereinigt sind (Fig. 36). Nicht selten — wenn diese Körper sehr klein sind — sieht es auch aus, als wenn der Achsenstab unmittelbar von dem einen der oben genannten Basalkörner entspringt (Fig. 37). Da der Kern von Protoplasma überlagert ist, sind seine Verhältnisse oft sehr schwierig zu erkennen.

Das Protoplasma der *Trich. vaginalis* ist ausgezeichnet durch eine starke Körnung und fast regelmäßig ist die Körnung besonders hervortretend im Verlauf des Achsenstabes und der Saumgeißel, — die von BLOCHMANN erwähnten zwei Längsreihen von Körnchen. — Eine Eigentümlichkeit der Trichomonaden ist es, daß sie sehr häufig bei der Fixierung in heißen Flüssigkeiten ihre Geißeln abwerfen und man sieht dann Bilder, wie sie Fig. 38 zeigt, die aber mit der Entwicklung nichts zu tun haben.

Was nun die Entwicklung selbst betrifft, so lassen schon die von mir beobachteten Stadien gewisse Unterschiede gegenüber *Trich. intestinalis* erkennen. Auch bei *Trich. vaginalis* fand ich Amöboidformen und Cysten, die aber leicht von den entsprechenden Formen des Darmparasiten auseinandergehalten werden können, und noch besser als das Flagellatstadium beweisen, daß es sich um zwei verschiedene Arten handelt. Die Größe der Amöboidformen (Fig. 45—47)

ist auch wieder sehr verschieden und ebenso entsprechend die Größe ihrer Kerne, die unregelmäßiger gestaltet und chromatinreicher als bei *Trich. intestinalis* sind.

In ihrem Innern befindet sich wiederum ein Caryosom mit Centriol, das bei den auch hier auf diesem Stadium häufig zu beobachtenden Teilungsvorgängen die Durchschnürung des Kernes einleitet. Bei den Amöboidformen sind Basalkörner, Geißeln und Achsenstab eingeschmolzen, während das Protoplasma das charakteristische körnige Aussehen beibehalten hat. — Die von mir gesehenen Cysten von *Trich. vaginalis* sind von denen der *Trich. intestinalis* leicht auseinander zu halten. Die Encystierung erfolgt bei der *Trich. vaginalis* offenbar direkt vom Flagellatenstadium aus.

Wir sehen, wie der noch mit Geißeln versehene Flagellat eine Schleimhülle absondert (Fig. 39), in der das verdichtete Protoplasma wie etwas eingeschrumpft liegt; der große ovale, etwas aufgeblähte Kern ist in seiner Struktur undeutlicher geworden, doch sieht man noch einen Teil der durch ihn verlaufenden Fibrille, und in einem helleren Teil einen großen Chromatinbröckel, ferner sieht man die zusammengesmolzenen vorderen Basalkörner und Reste der vorderen umgeklappten Geißeln, außerdem den Achsenstab und die Saumgeißel noch gut erhalten. Bei dem nächsten Stadium (Fig. 40) sieht man Achsenstab und Geißeln fast völlig aufgelöst, der Klumpen der vorderen Basalkörner ist noch erhalten, der Kern ist etwas kleiner geworden aber noch oval und enthält im hellen Hof ein großes deutliches Caryosom resp. Centriol. Das Protoplasma ballt sich mehr nach der Mitte zu zusammen, die Hülle verdickt sich, das ganze Tier nimmt mehr Cystenform an, die bei dem nächsten Bilde noch deutlicher wird (Fig. 41). Hier haben sich äußere Cystenwand und innerer Protoplasmakörper schon völlig gesondert, der noch ovale Kern vollzieht eine Abstoßung überflüssigen Materials, wobei seine Konturen ihre Schärfe verlieren. Doch bleibt seine ovale Form noch längere Zeit erhalten (Fig. 42, 43); und manchmal kann man noch in seinem Innern Centriol mit hellerem Hof, umgeben von dichten Chromatinmassen, erkennen. Schließlich wird der Kern immer kleiner, so daß er in der fertigen Cyste (Fig. 44) als kleiner runder, bläschenförmiger, vom hellen Hof umgebener Körper erscheint, der der inneren Protoplasmakugel der Cyste aufliegt, die den für die *Trich. vaginalis* charakteristischen körnigen Charakter noch beibehalten hat.

Ob aus der Cyste die oben beschriebenen Amöboidformen hervortreten, oder ob die in den Fig. 39—45 wiedergegebene Entwicklung nicht vielleicht umgekehrt verläuft, so daß das Flagellatenstadium

nicht den Anfang, sondern das Ende der Vorgänge innerhalb der Cyste darstellt, ist noch nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Denn das Ausschlüpfen aus der Cyste konnte im Leben nicht beobachtet werden und es fehlen noch irgendwelche der Autogamie von *Trich. intestinalis* analoge Prozesse. Die von mir gewählte Reihenfolge scheint mir aber bei Vergleich der Kernverhältnisse der Flagellaten-, Cysten- und Amöboidstadien wahrscheinlicher.

Hierfür spricht wohl die in Fig. 48 dargestellte, nicht allzu selten vorkommende, kleine Form von *Trich. vaginalis*, die ich, wenn auch mit Vorbehalt, als Beginn der Ausbildung des Geißelapparates ansehen möchte. Das genannte Stadium zeigt das typische körnige Protoplasma, auch der Kern hat die charakteristische ovale Form; das Caryosom in seinem Innern hat sich offenbar geteilt, und seine beiden Teilstücke sind durch parallel verlaufende Fibrillen mit zwei ungefähr gleich großen chromatischen Körpern (Basalkörner?), die in etwas verdichtetem Protoplasma liegen, verbunden. Man könnte geneigt sein, diese Form als ein aus der Cyste entschlüpftes junges Individuum aufzufassen, das vom Kern aus mittels Teilungen des Caryosoms resp. Centriols sein Fibrillengerüst aufbaut.

Wir können also die Entwicklung der *Trich. vaginalis* vom Flagellatenstadium durch die Cyste zur Amöboidform verfolgen; zu untersuchen wären vor allem noch die genaueren Vorgänge in der Cyste und auch die bei dieser Art wohl nicht fehlende Copulation, bzw. Autogamie.

Den Herren Dr. HARTMANN und JOLLOS für ihre freundliche Unterstützung bei der Arbeit meinen besten Dank.

---

### Literaturverzeichnis.

- 1) BENSEN, W.: Die Darmprotozoen des Menschen. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. Bd. XII 1908 S. 661 ff.
- 2) BLOCHMANN, F.: Bemerkungen über einige Flagellaten. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 40 1884 S. 42.
- 3) BRAUN, MAX: Die tierischen Parasiten des Menschen. Würzburg 1908 S. 57 ff.
- 4) DOBELL, C. C.: Researches on the intestinal protozoa of frogs and toads. The Quarterly Journal of Microscop. Science Vol. 53, part 2, January 1909.
- 5) DOPLEIN, F.: Die Protozoen als Parasiten und Krankheitserreger. Jena 1901 S. 78.
- 6) HARTMANN: Polyenergide Kerne; Studien über multiple Kernteilungen und generative Chromidien bei Protozoen. Biol. Centralbl. B. 29 1909 N. 15 u. 16.
- 7) —: Autogamie bei Protisten und ihre Bedeutung für das Befruchtungsproblem. Arch. f. Protistenk. Bd. 14 1909 S. 264.
- 8) HARTMANN und PROWAZEK: Blepharoplast, Caryosom und Centrosom. Arch. f. Protistenk. Bd. 10 1907 S. 306.
- 9) KUENSTLER, J.: Observations sur le Trichomonas intestinalis. Bull. Sci. France et Belgique Bd. 31 1898.
- 10) LAVERAN, A. et MESNIL, F.: Sur la Morphologie et la systématique des Flagèlles à membrane ondulante. Ext. compt. rend. des séances de l'Académie T. 133 S. 131 (15. Juli 1901).
- 11) LEUCKART, R.: Die Parasiten des Menschen. Leipzig und Heidelberg 1879. 86 S. 305 ff.
- 12) PROWAZEK, S.: Notiz über die Trichomonas hominis. Arch. f. Protistenk. Bd. 1 1902 S. 167.
- 13) —: Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. Bd. II 1903 S. 195.
- 14) —: Untersuchungen über einige parasitische Flagellaten. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt Bd. 21 1904 S. 32.
- 15) PROWAZEK und BOHNE: Zur Frage der Flagellatendysenterie. Arch. f. Protistenk. B. 12 1908.
- 16) SCHAUDINN, F.: Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt Bd. 19 1903 S. 547, 560.
- 17) UCKE, A.: Trichomonaden und Megastomen im Menschendarm. Centralbl. f. Bakt. usw. Bd. 45 1908 S. 231.
- 18) WENYON, C. M.: Observations on the Protozoa in the intestine of mice. Arch. f. Protistenk. Suppl. I 1907 S. 184.

### Tafelerklärung.

Sämtliche Figuren sind nach mit Sublimat-Alkohol fixierten und mit HEIDENHAIN's Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten mit Hilfe des ABBÉ'schen Zeichenapparates in Höhe des Objektisches entworfen. Vergrößerung bei ZEISS' Apochr. Imm. 2 mm und Comp. Oc. 18, also ca. 2800fach.

#### Tafel VII—IX.

- Fig. 1—10. Amöboidformen von *Trichomonas intestinalis*.  
 Fig. 2. Caryosomteilung.  
 Fig. 4. Durchschnürung des Kerns.  
 Fig. 5 u. 6. Fertige Kernteilungen.  
 Fig. 7—10. Degenerationserscheinungen.  
 Fig. 11—34. Cysten von *Trichomonas intestinalis*.  
 Fig. 13 u. 14. Kernteilung.  
 Fig. 15—20. Reduktionsteilungen.  
 Fig. 22—28. Teilung des Copulationskernes.  
 Fig. 29 u. 30. Ausbildung der jungen Trichomonaden in der Cyste.  
 Fig. 31. Teilung einer Cyste vor der Reduktionsteilung des Kerns.  
 Fig. 32—34. Unvollkommen gebliebene Cystenteilungen.  
 Fig. 35—48. *Trichomonas vaginalis*.  
 Fig. 35—37. Vegetative Formen.  
 Fig. 38. Künstlich verunstaltete Form.  
 Fig. 39—44. Encystierungsvorgänge.  
 Fig. 45—47. Amöboidformen.  
 Fig. 48. Beginn der Ausbildung des Geißelapparates (?).

Tafel VII	Fig. 1—22.
„ VIII	„ 23—34.
„ IX	„ 35—48.

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Zoologischen Laboratorium der kaiserl. Akademie der  
Wissenschaften zu St. Petersburg.)

## **Über einen Organismus aus der Körperhöhle von *Pleuronectes platessa* L.**

Von

**S. Awerinzew,**

Professor an der landwirtschaftlichen Hochschule für Frauen zu St. Petersburg.

(Hierzu 10 Textfiguren.)

---

Vor drei Jahren fand ich in der Körperhöhlenflüssigkeit von *Pleuronectes platessa* L. einen interessanten Organismus, welchen ich leider, hauptsächlich aus Mangel an Material, nicht genügend genau studieren konnte. Ich veröffentlichte nicht das Resultat meiner Beobachtungen, da ich hoffte noch einmal im Norden zu sein und die Lücken in meinen Aufzeichnungen auszufüllen. Da ich nun zurzeit durch eine Reihe von verantwortlichen Arbeiten in Anspruch genommen bin und keine Möglichkeit habe, in der nächsten Zukunft das erforderliche Material zu erhalten, halte ich es für angebracht, kurz meine hauptsächlichsten Befunde zu veröffentlichen in der Hoffnung, daß an der Hand derselben es jemand gelingen wird, den Entwicklungscyclus und die systematische Stellung dieses weiter unten beschriebenen Organismus aus *Pleuronectes platessa* klar zu stellen.

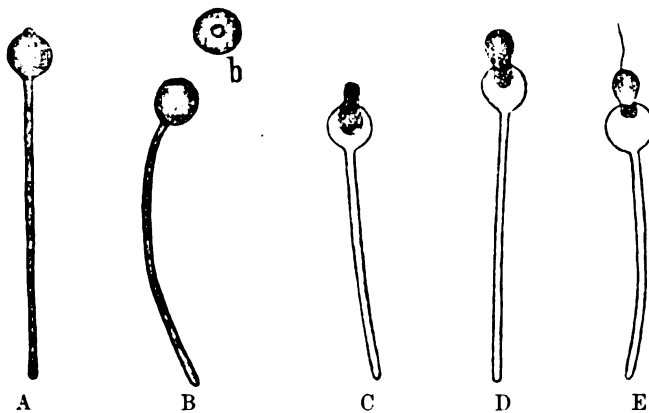
Die beiden Exemplare erwachsener, vierjähriger (das Alter habe ich nach dem Bau der Otolithen bestimmt) *Pleuronectes platessa*, bei denen ich die zu beschreibenden Organismen gefunden habe, waren

in einem der Fjorde der Motowskibai (Murmanküste des nördlichen Eismeres) gefangen worden. In jüngeren Exemplaren von *Pleuronectes platessa*, welche ich mehrfach in dem Kolafjord gefangen habe, ist es mir niemals gelungen, etwas derartiges zu finden. Ungeachtet dessen zweifle ich durchaus nicht, daß die von mir gesehenen Organismen sich recht häufig in der Körperhöhle erwachsener *Pleuronectes platessa* vorfinden.

Ich möchte vorschlagen, der hier zu beschreibenden Form die provisorische Bezeichnung *Mastigospora* (nov. gen.) *murmanica* (nov. sp.) zu geben.

Ob nun *Mastigospora* zu den Parasiten oder Symbionten gehört, ist zurzeit natürlich schwer zu entscheiden; auf mich macht es jedoch den Eindruck, daß sie einen Parasiten vorstellt, der unter gewöhnlichen Bedingungen seinem Wirt keinen Schaden zufügt.

Bei Untersuchung einiger Tropfen der Körperhöhlenflüssigkeit von *Pleuronectes platessa* bei starken Vergrößerungen (Zeiß, Hom. Imm. 2 mm, Comp. Oc. 8, 12, 18) fand ich in derselben eine große Anzahl von Gebilden in Form von kleinen, feinen Stäbchen oder



Textfig. A—E. *Mastigospora murmanica*.

ZEISS, Apochr. Hom. Imm. 2 mm, Comp. Oc. 18. АВЕЕ'sche Zeichenapparat.  
Alle Zeichnungen sind auf dem Niveau der Basis des Mikroskopstatives entworfen.

Fäden mit kugelförmig aufgetriebenen Köpfen; diese Gebilde können ihrer Form nach mit gewöhnlichen Stecknadeln verglichen werden, wodurch sie sofort auffallen (Textfig. A, B). Die Länge der Fäden



beträgt 0,010—0,015 mm; der Durchmesser des Kopfes = 0,0025 bis 0,003 mm. Die Stäbchen sind im Vergleich zu ihren Köpfen beträchtlich lang; die Köpfe weisen an der dem Stäbchen entgegengesetzten Seite ein kleines Knöpfchen auf (Textfig. A, B, C), welches, wie die weiteren Beobachtungen erweisen, einen Deckel darstellt, der zu einer gewissen Zeit abfällt.

Indem ich *Mastigospora murmanica* sowohl lebend als auch in Präparaten, die in Sublimat, Sublimat und Alkohol, Alkohol und Formalin fixiert und mit Hämatoxylin nach HEIDENHAIN und DELAFIELD gefärbt waren, untersuchte, überzeugte ich mich davon, daß die Stäbchen selbst fast keinen Inhalt, mit Ausnahme eines unbedeutenden körnigen, sich nicht färbenden Niederschlages enthielten. Die Gesamtmenge des Protoplasmas dieses Organismus befindet sich mit dem Kernapparat zu dieser Zeit in dem kugelförmigen Kopfe, der intensiv mit Kernfarbstoffen tingiert wird.

Die Stäbchen selber sind bald gestreckt, bald gebogen und sind nicht gleich lang; desgleichen inkonstant ist auch der Durchmesser ihrer Köpfe. —

Ich untersuchte die Höhlenflüssigkeit von *Pleuronectes platessa* zu anderem Zwecke, nicht zum Studium von *Mastigospora* und brachte daher einen Tropfen auf einen Objektträger und bedeckte ihn mit einem Deckglas; nach einer oberflächlichen Betrachtung des Präparates legte ich dasselbe für zwei Stunden in eine feuchte Kammer. Wie groß war jedoch mein Erstaunen, als ich bei der Untersuchung des Präparates nach der angegebenen Zeit in demselben sich heftig bewegende, mit Geißeln versehene Körperchen wahrnahm. Diese Beobachtung veranlaßte mich, die angegebenen Manipulationen zu wiederholen, worauf ich folgendes sah.

Eine Stunde oder anderthalb, nachdem die keulenförmigen Gebilde in der Körperhöhlenflüssigkeit auf dem Objektträger in der feuchten Kammer verblieben waren, konnte in ihrem kugelförmigen Kopfe eine Rotationsbewegung wahrgenommen werden. Es muß hierbei erwähnt werden, daß *Pleuronectes platessa* zu dieser Zeit bereits tot war, daß die Temperatur des Zimmers folglich auch der Körperhöhlenflüssigkeit ungefähr 15—16° R betrug und daß die Ränder des Deckglases nicht mit Vaseline bedeckt waren, so daß die Luft leicht in die Körperhöhlenflüssigkeit eindringen konnte. Ungefähr 10 Minuten nach dem Auftreten der Rotationsbewegung, die gleichzeitig bei vielen keulenförmigen Gebilden beobachtet wird, springt der oben erwähnte Deckel infolge des Druckes des Protoplasmas vom Kopfe ab, worauf aus der hierbei entstandenen Öffnung

das Protoplasma allmählich nach außen ausfließt, wobei es in seinen Bewegungen an einen amöboiden Organismus erinnert (Textfig. C, D). In einigen Fällen beobachtete ich, daß bereits beim Austritt des Amöboids aus dem Kopfe an seinem vorderen Ende eine kleine Geißel gebildet wird (Textfig. E). In anderen Fällen entsteht eine derartige Geißel sofort nach dem Austritt des Amöboids nach außen (Textfig. G).

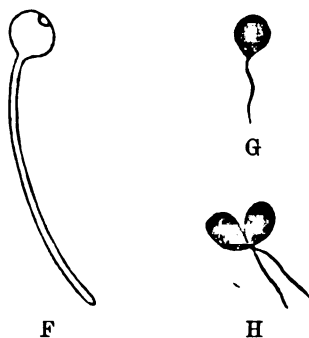
Zu dieser Zeit sind im Präparat viele vollkommen leere keulenförmige Gebilde sichtbar, welche der Deckel entbehren (Textfig. F), welches Verhalten deutlich darauf hinweist, aus welchen Exemplaren die Zoosporen ausgetreten sind.

Die ausgetretene Zoospore dreht sich in verschiedenen Richtungen und trifft bald mit einer anderen gleichen Zoospore zusammen, da zu dieser Zeit das Präparat von Zoosporen wimmelt; die Zoosporen stoßen aneinander und verkleben mit den vorderen Enden, wie es die Zeichnung illustriert (Textfig. H).

Nach der Verschmelzung beschreiben die Zoosporen sehr schnelle Kreisbewegungen; allmählich gehen diese Bewegungen in Spiralbewegungen über; schließlich bleiben die Zoosporen stehen, wobei sie sich auf einer Stelle hin und her kehren und bisweilen gleichsam zusammenzucken; schließlich hören die Bewegungen vollkommen auf, wobei deutlich zu erkennen ist, daß das Protoplasma der Zoosporen zusammengeflossen ist und die Geißeln verschwunden sind. Die Details beim Verschwinden der Geißeln habe ich nicht feststellen können infolge der großen Schwierigkeit der Beobachtung während der Bewegungen dieser sehr feinen und sehr kleinen Gebilde.

Das Ergebnis der Verschmelzung ist ein kugelförmiges Gebilde, auf dessen Oberfläche eine allmählich dicker werdende Hülle auftritt; innerhalb derselben kann im Verlaufe einiger Zeit noch eine Drehung des Protoplasmaleibes wahrgenommen werden.

Die inneren Vorgänge, die bei *Mastigospora murmanica* während der Copulation erfolgen, habe ich nicht aufklären können, da ich nach dem Studium des Verlaufes dieses oben beschriebenen Prozesses keine weiteren Kulturen mit copulierenden Organismen zwecks Darstellung von Präparaten erlangen konnte.

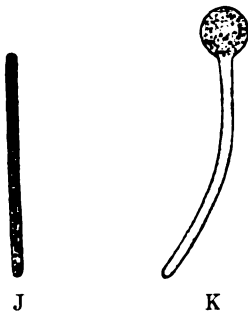


Textfig. F—H.  
*Mastigospora murmanica*.  
ZEISS, Apochr. Hom. Imm. 2 mm,  
Comp. Oc. 18.

Neben keulenförmigen Gebilden habe ich in der Körperhöhlenflüssigkeit von *Pleuronectes platessa* auch stäbchenförmige ohne kugelförmige Anschwellung am Ende gesehen. Meiner Meinung nach stehen diese letzteren in unmittelbarer Beziehung zu ersteren, d. h. die keulenförmigen Gebilde entstehen aus stäbchenförmigen vor Beginn des Fortpflanzungsprozesses, vor der Bildung der Zoosporen.

Die stäbchenförmigen Gebilde sind von einem schwach-körnigen Inhalt angefüllt. Bei Anwendung verschiedenartiger Färbungen habe ich mich davon überzeugen können, daß sie keinen morphologisch differenzierten Kern besitzen, daß jedoch die Kernsubstanzen, d. h. Chromatin- und Plastintropfen überall in den Knotenpunkten der Zellwaben zerstreut sind.

Dem inneren Bau nach kommen die stäbchenförmigen Gebilde vollkommen dem Typus gleich, welcher uns von einigen Bakterien bekannt ist (Textfig. J).



J

K

*Mastigospora murmanica*,  
ZEISS, Apochr. Hom. Imm. 2 mm,  
Comp. Oc. 18.

Was den inneren Bau des Kopfes zur Zeit des Austrittes der Zoospore aus ihm anbetrifft, so konnte ich vor allem eine äußerst intensive Färbung seines Inhaltes feststellen, welcher sich nur sehr schwer differenzieren läßt. Auf einigen gelungenen, in Hämatoxylin nach HEIDENHAIN gefärbten Präparaten ist jedoch zu erkennen, daß bei den zukünftigen Zoosporen, wenigstens vor ihrem Austritt, kein gesonderter, morphologisch differenzierter Kern vorhanden ist. Der Inhalt des Kopfes enthält einen ganzen Komplex von Chromatintropfen, die sich intensiv in Hämatoxylin färben (Textfig. K). Die Zahl dieser Tropfen ist sehr groß; sie liegen sämtlich in den Knotenpunkten äußerst kleiner Waben, welche den inneren Bau des Inhaltes des keulenförmigen Kopfes von *Mastigospora* charakterisieren. In dem gegebenen Stadium hat somit der Kernapparat bei diesem Organismus Chromidialform; ob dieselbe auch bei Bildung der eigentlichen Zoospore erhalten bleibt, ist unbekannt; möglicherweise verschmelzen die Chromatintropfen in diesem Falle und lassen einen gesonderten Kern in einfachster, primitivster Form hervorgehen.

Auf die Frage über die Stellung von *Mastigospora murmanica* im System läßt sich, solange nicht der volle Cyclus ihrer Entwicklung bekannt ist, keine sichere Antwort geben.

Mir scheint es, daß sie eine einigen Pilzen und Algen nahe

Form darstellt. Einerseits sehe ich in ihr einige Merkmale, die sie den Vertretern der Familie *Reessiae* (aus den *Myxochytridiae*) (Copulation der Zoosporen bei *Reessia*) und zum Teil der Familie *Chytridieae* annähern, andererseits ist auch die große Ähnlichkeit mit Algen, wie z. B. mit Vertretern der Familie *Chlorochytrieae* und *Synchytriae* nicht gewonnen. Am wahrscheinlichsten ist es, daß der von mir beschriebene Organismus seiner Natur nach am nächsten den grünen Algen gleichkommt; sein Chlorophyll hat er infolge des Parasitismus verloren. Interessant ist auch seine vegetative Form sowohl dem äußeren Aussehen als auch dem inneren Bau nach mit Bakterien. In dieser Richtung werden wahrscheinlich bei einem genaueren Studium sowohl von *Mastigospora* als auch einiger Bakterien einige ihren Schlußfolgerungen nach interessante Verallgemeinerungen gemacht werden können, sowohl hinsichtlich der Phylogenie verschiedener Formen, als auch hinsichtlich Klarstellung der Entstehung der Struktur ihres Kernapparates.

September 1909.

---

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

# **Zur Kenntnis des Tintinnodeenweichkörpers, nebst einleitenden Worten über die Hülsenstruktur und die Hülsenbildung.**

Von

**A. Schweyer,**

Assistent am Zootomischen Institut der Kaiserl. Universität zu St. Petersburg.

(Hierzu Tafel X u. XI und 9 Textfiguren.)

---

## **Inhaltsverzeichnis.**

	Seite
Vorwort . . . . .	135
A. Das Gehäuse . . . . .	136
1. Die Struktur der Hülse . . . . .	136
2. Die Bildung der Hülse . . . . .	143
B. Der Weichkörper . . . . .	146
1. Das Peristom . . . . .	146
a) Der Peristomsaum . . . . .	146
b) Das Peristomfeld oder die Peristomscheibe im engeren Sinne oder die Stirn (Stirnkuppe) . . . . .	150
c) Die Peristomhöhle oder präorale Höhle oder der „präorale Höhlenbogen“ . . . . .	150
2. Die adorale Membranellenspirale . . . . .	152
3. Tentakelartige Gebilde . . . . .	158
4. Birn- oder kolbenförmige (umgekehrt-kolbenförmige) Gebilde . . . . .	160
5. Die Körperbewimperung . . . . .	160
6. Borsten oder Klettercirren . . . . .	164
7. Der Stiel . . . . .	165
8. Die contractile Vacuole . . . . .	170
9. Die Kerne (resp. Nebenkerne) . . . . .	170

	Seite
C. Die Fortpflanzung . . . . .	172
1. Die Vermehrung durch Teilung . . . . .	172
2. Das Verhalten der Kerne während der Teilung . . . . .	176
3. Die geschlechtliche Fortpflanzung . . . . .	179
D. Biologische Notiz . . . . .	180
E. Die systematische Stellung der Tintinnodeen . . . . .	181
F. Zusammenfassung . . . . .	181
G. Bestimmungstabelle der Gattungen . . . . .	184
Literaturverzeichnis . . . . .	185
Tafelerklärung . . . . .	186
Nachtrag . . . . .	189

### Vorwort.

Dank der Unterstützung seitens der physiko-mathematischen Fakultät der Kaiserlichen Universität zu St. Petersburg und der persönlichen Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Dr. A. DOHRN war es mir ermöglicht, die Zoologische Station zu Neapel im April 1902 zu besuchen.

Die hier verbrachten Sommermonate, während welcher ich mich dem Studium der Tintinnodeen widmete, kann ich leider nicht zu den für diese Untersuchungen günstigen rechnen. Es erwies sich hernach, daß im allgemeinen die Frühlings- und die Spätherbstmonate wohl reicheres Tintinnenmaterial bringen, als die Sommermonate. So habe ich während meines ganzen Aufenthaltes in Neapel bloß wenige Vertreter der Gattungen: *Tintinnus*, *Tintinnopsis*, *Cyttarocylis* und bloß eine *Codonella* (*Codonella orthoceras* HAECK.) angetroffen, die übrigen interessanten Gattungen dagegen nur ganz einzelt und einige, wie z. B. *Dictyocysta*, in keinem einzigen Exemplar.

Infolgedessen mußte die Idee, diese Familie monographisch zu behandeln, selbstredend fallen gelassen werden.

Im Winter 1905 veröffentlichte ich in den „Trav. de la Soc. des Naturalistes de St. Pétersbourg“ Bd. 35 unter dem Titel: „Über den Bau und die Vermehrung der Tintinnodeen“ — eine kurze vorläufige Mitteilung, in der Hoffnung, gelegentlich meine diesbezüglichen Studien wieder aufzunehmen. Da ich nun, aus verschiedenen Gründen, voraussichtlich nicht so bald wieder in die Lage kommen werde, eine wissenschaftliche Reise zu unternehmen, so soll diese Arbeit die Hauptresultate meiner damaligen Ergebnisse bringen.

Vor allem soll diese Arbeit einiges über den Bau des Tintinnodeenweichkörpers bringen, jedoch kann ich nicht umhin, mich auch

in einigen wenigen Worten über die Microstruktur der Gehäuse auszusprechen, zumal ich mit Hilfe einer guten SEIBERT'schen Öl-immersion viel Gelegenheit gehabt habe, die primäre Wabenstruktur ganz selbständig an frischen *Tintinnopsis*-, *Codonella*- und anderen Hülsen in Neapel zu beobachten; ich sage selbständig, da mir damals durch einen unglücklichen Zufall die Arbeiten von BIEDERMANN und BRANDT unbekannt geblieben waren, wodurch sich auch die einleitenden Worte in meiner vorläufigen Mitteilung bezüglich der Microstruktur erklären.

Da ich nun leider, wie schon oben erwähnt, bei meinen Untersuchungen über ein sehr wenig mannigfaltiges und artenarmes Material verfügte, so kann ich es mir nicht anmaßen, eine neue systematische Einteilung der Tintinnodeen vorzuschlagen, glaube aber doch, daß ich auf Grund meiner Beobachtungen an lebenden Formen und gut konservierten Präparaten gewisse Winke in dieser Richtung geben darf.

Bei dieser Gelegenheit halte ich es für meine angenehme Pflicht, der physiko-mathematischen Fakultät der Kaiserl. Universität zu St. Petersburg meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Meinen ganz besonderen Dank bitte ich Herrn Prof. Dr. DOHRN entgegenzunehmen, welcher in liebenswürdigster Weise mir einen Arbeitsplatz zur Verfügung stellte.

Desgleichen sei hier auch den Herren der Direktion gedankt, die stets bereit waren, mir mit ihrem Rate beizustehen. Herrn Dr. LO-BIANCO fühle ich mich ebenfalls außerordentlich verpflichtet, der keine Mühe scheute, mir aus den verschiedensten Stellen und Tiefen Material verschaffen zu lassen.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, auch an dieser Stelle, meinen tiefgefühlten Dank meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. WL. SCHEWIAKOFF auszusprechen, welcher in freundschaftlicher Weise stets reges Interesse meinen wissenschaftlichen Arbeiten entgegengebracht und der auch diese Arbeit angeregt hat.

---

## A. Das Gehäuse.

1. Die Struktur der Hülse. BÜTSCHLI schreibt in seinem Protozoenwerke (1887 89, p. 1734): „Die Gattungen der Tintinnoiden wurden ausschließlich auf die Gehäuseverhältnisse gegründet, was stets etwas Mißliches hat; um so mehr, als dabei der

Schwerpunkt auf die feinere Wandstruktur gelegt wurde. Ich kann daher die namentlich von FOL, ENTZ und v. DADAY versuchte Einteilung vorerst nur als provisorische erachten, da auch die Untersuchung der ganzen Gruppe noch viel zu wünschen übrig läßt. Im allgemeinen scheint mir die Gestalt der Gehäuse wichtiger zu sein, wie die feinere Struktur oder die agglutinierende Beschaffenheit.“

Diese Worte haben auch heute noch, nach 21 Jahren, trotz der vielen Arbeiten, welche seitdem erschienen sind, ihre Vollkraft behalten; auch heute können alle vorgeschlagenen Einteilungen bloß als provisorische gelten — und zwar aus denselben Gründen. Einmal kann jedes System nur als provisorisches angesehen werden, solange der Weichkörper nicht genügend erforscht ist, was auch BRANDT seinem großen Werke vorausschickt, wenn er (1907, p. 14) schreibt: „Grundlegend für das System der Tintinnodeen, wie jeder anderen Gruppe von Tieren, muß die Kenntnis des Weichkörpers und seiner Fortpflanzungsvorgänge sein. Bei ausschließlicher Berücksichtigung der Gehäuse und ihrer Strukturverhältnisse kann man nur zu einem künstlichen System gelangen. Leider bin ich . . . noch darauf angewiesen, das künstliche System größtenteils beizubehalten.“

Zum anderen ersehen wir deutlich genug, wie wenig ausschlaggebend für eine Gattung die Strukturverhältnisse sein können, wenn wir bei BRANDT folgenden Passus lesen. Nach kurzer Besprechung der einzelnen Formenkreise, welche BRANDT für die Gattung *Cyttarocylis* aufstellt, schreibt er (p. 187): „Diese kurze Übersicht zeigt, daß die sog. *Cyttarocylis*-Struktur recht verschieden ist, sehr viel mehr, als man z. B. nach den von v. DADAY gegebenen Abbildungen Taf. 21 Fig. 3—6 erwarten sollte. Dazu kommt, daß *Cyttarocylis*-Struktur recht häufig vertreten ist bei verschiedenen Arten der Gattung *Codonella*, seltener auch im Wohnfache mancher Gehäuse von *Dictyocysta*, daß sie endlich auch angetroffen wird bei Strukturvarietäten von *Rhabdonella apophysata* und von *Ptychocylis undella*. Da der einzige Gattungscharakter also recht variabel ist und keineswegs auf die Gattung *Cyttarocylis* beschränkt ist, so halte ich es für zulässig, einige Arten, die sich den Lanzen- und Schraubentintinnen eng anschließen, anhangsweise zu *Cyttarocylis* zu stellen, wenn sie auch ihrer Struktur nach zu *Tintinnus* oder — allerdings als sehr abweichende Formen — zu *Undella* gehören.“

Wie schwer endlich eine richtige Beurteilung der Strukturverhältnisse in manchen Fällen sein mag, erhellt daraus, daß z. B. JÜRGENSEN die sog. Primärwaben bei der Gattung *Cyttarocylis* nicht



hat konstatieren können und infolgedessen (1899, p. 28) von „vermeintlichen Primärwaben“ redet, wogegen z. B. BIEDERMANN (1893), BRANDT (1896, 1906/07) und KOFOID (1905) auf dem Vorhandensein von Primärwaben bei der Gattung *Cyttarocylis* bestehen. BRANDT behauptet sogar (1907, p. 225), bei Besprechung des Formenkreises von *Cyttarocylis denticulata*, die Primärwaben seien in den Sekundärfeldern „. . . . . nicht besonders schwer stets wahrzunehmen“.

Was meine eigenen Untersuchungen nun anbetrifft, so kann ich mich in dieser Hinsicht nur JÖRGENSEN anschließen und muß das Vorhandensein von Primärwaben bei der Gattung *Cyttarocylis* FOL entschieden in Abrede stellen, resp. feststellen, daß dieselben jedenfalls oft fehlen. Bei sämtlichen von mir in größeren Mengen angetroffenen Arten dieser Gattung (*Cyttarocylis ehrenbergii* (CLAP. et LACHM.), *C. annulata* v. DAD., *C. denticulata* CLAP. et LACHM., *C. Claparedei* v. DAD., *C. ampla* JÖRGENSEN) vermochte ich weder an frischen Hülsen, noch an guterhaltenen Glycerinpräparaten, weder an ungefärbten, noch an gefärbten Exemplaren jemals die vor allem von BIEDERMANN und BRANDT beschriebene Primärwabenstruktur zu beobachten, obwohl ich sonst selbst die sehr feine Primärstruktur bei allen von mir untersuchten *Tintinnopsis*-Arten, ferner z. B. im Aufsatzteil von *Codonella orthoceras* HAECK., wie auch bei *Tintinnus spiralis* FOL (= *Undella spiralis* FOL nach v. DAD. = *T. striatus* BIEDERM. = *Ptychocylis (Rhabdonella) spiralis* BRANDT) usw. sehr deutlich wahrgenommen habe.

Meines Erachtens nach sind die *Cyttarocylis*-Hülsen, wie auch die meisten *Tintinnodeen*-hülsen überhaupt — aus Gründen, welche unten ihre Besprechung finden sollen — in erster Linie aus zwischen zwei Lamellen gelegenen gröberen oder feineren, dickwandigeren oder dünnwandigeren Waben oder Alveolen aufgebaut, wobei im Moment der Hülsenbildung die vom Plasma ausgeschiedene Substanz aus Waben zusammengesetzt sein mag, deren Flächen aus einer dickflüssigeren Masse bestehen als die Masse des Wabeninhalts. Es ist nun gewiß wahrscheinlich, daß die dickflüssigere Substanz bei Berührung mit dem Meereswasser zuerst erhärtet und somit Alveolen entstehen, deren Inhalt jedoch noch im flüssigen Zustande sich befinden kann. Die Substanz nun, welche den Wabeninhalt ausmacht, mag ferner — aus Überfluß an Masse — nach außen und nach innen, eine, wenn ich mich so ausdrücken darf, Cuticula ausscheiden, welche die beiden Grenzlamellen repräsentiert. Ob nun die nach Ausscheidung der Grenzlamellen noch reichlich zurückbleibende Substanz des Wabeninhaltes zu äußerst feinen und zarten

Waben, mit noch optisch wahrnehmbaren Flächen und Kanten, zu erhärten vermag, oder aber zu einer homogenen resp. zu einer optisch nicht mehr wahrnehmbaren Wabenstruktur erhärtet, — das mag von besonderen Gründen abhängen, welche nicht immer und nicht überall die gleichen zu sein brauchen, besonders wenn wir die verschiedenen Fundorte, wo Tintinnodeen angetroffen worden sind, in Betracht ziehen.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß ich die BIEDERMANN'schen Sekundärfelder der *Cyttarocyclus*-Arten für die ursprünglichen, bei dieser Gattung nie fehlenden und für dieselbe äußerst charakteristischen Waben halte, also für Primärwaben, dagegen die in diesen Feldern feinere innere Struktur, wo vorhanden, für die Sekundärwaben.

Die Hülsen der *Cyttarocyclus*-Arten bestehen somit, meinen Beobachtungen nach, aus mehr oder weniger regelmäßigen sechseckigen Prismen oder Waben, welche nach außen etwas gewölbt sind und zwischen zwei Grenzlamellen gelegen sind. Bei Flächenansicht bietet sich dem Beobachter das Bild eines aus Sechsecken zusammengesetzten Netzes dar, wobei die Kanten und Winkel dieser Sechsecke bisweilen abgerundet resp. abgestumpft sein können. Im optischen Durchschnitt werden die beiden Grenzlamellen deutlich wahrgenommen, zwischen denen eine Querstreifung sichtbar wird; diese Querstreifen sind selbstverständlich die optischen Längsschnitte der Alveolen (vgl. Taf. X Fig 1; Taf. XI Fig. 10). Ich will hier gleich noch hinzufügen, daß ich nicht bloß an den Exemplaren aus Neapel, sondern hernach auch an den mir freundlichst von V. DOGIEL aus Bergen mitgebrachten Exemplaren (vornehmlich *C. denticulata* CLAP. et LACHM.) niemals die feinere BIEDERMANN'sche Primärwabenstruktur beobachtet habe. Wenn ich nun die von BIEDERMANN und BRANDT als sekundäre Verstärkungsbalken beschriebenen Gebilde nicht für sekundär eintretende Balken, sondern für primär auftretende Waben halte, so geschieht das nicht auf Grund der oben ausgesprochenen Hypothese der Bildung der *Cyttarocyclus*-Hülsen, sondern, wie schon oben erwähnt, aus gewissen triftigen Gründen, zu deren Besprechung ich jetzt übergehen will. Es handelt sich um die Strukturen bei der Gattung *Tintinnopsis* STEIN, ferner bei einer von mir auf die Strukturverhältnisse hin geprüften *Codonella* (*C. orthoceras* HAECK.) sowie bei *Ptychocyclus* (*Rhabdonella*) *spiralis* BRANDT.

Bei den verschiedenen von mir in Neapel angetroffenen *Tintinnopsis*-Arten (vor allem: verschiedene Varietäten von *Tintinnopsis campanula* EHRBRG., ferner *T. beroidea* ST., var. *acuminata* v. DAD.,

*T. Davidoffi* v. DAD., var. *cylindrica* v. DAD., *T. vosmaeri* v. DAD., var. *curvicornis* v. DAD. usw. — vgl. auch die Abbildungen: Taf. X Fig. 2a u. b, Taf. XI Fig. 11, 12, 14) habe ich stets feststellen können, daß auch bei dieser Gattung, deren Hülsen deutlich zweischichtig sind (die beiden Lamellen sind stets sichtbar), der Raum zwischen den beiden Grenzlamellen von mehr oder weniger regelmäßigen sechseckigen Waben ausgefüllt ist, wobei diese Alveolen bedeutend kleiner und dünnwandiger sind als diejenigen, welche ich bei den *Cyttarocyliis*-Arten angetroffen habe; bei einigen Formen, z. B. bei *T. lobiancoi* v. DAD. sind diese Waben ganz besonders klein.

Wenn ich nun für den Moment von den dieser Gattung, in größeren oder kleineren Mengen, stets aufklebenden glänzenden Stücken von unregelmäßiger Gestalt absehen will, so muß ich konstatieren, daß ich sonst in keinem einzigen Falle irgendwelche andere Strukturen vorgefunden habe; die BIEDERMANN-BRANDT'schen sekundären Felder und sekundären Verstärkungsbalken von unregelmäßigen Formen habe ich nie beobachten können. Dank dem Umstande nun, daß die von mir in Neapel angetroffenen Exemplare in den meisten Fällen nur schwach inkrustiert waren (d. h. wenig glänzende Stücke, in den mittleren Regionen der Gehäuse wenigstens, aufwiesen), war eine genaue Untersuchung der Strukturverhältnisse gewiß bedeutend erleichtert und konnte ich z. B. die Ringelung der Gehäuse, auf die ich noch näher zu sprechen komme, in den meisten Fällen bis zum aboralen Ende deutlich verfolgen (s. Taf. X Fig. 2a, Taf. XI Fig. 11, 12, 14), was den meisten Forschern nicht gelungen zu sein scheint.

Aus diesen Gründen glaube ich behaupten zu können, daß die Sekundärstrukturen meiner Beobachtung nicht entgangen wären, wenn dieselben vorhanden gewesen wären. Daraus folgt nun wieder, daß ich die von BIEDERMANN (1893, p. 30) für *Tintinnopsis urnula* nur schwach angedeutete, hernach jedoch von BRANDT (1896, p. 56, Taf. 3 Fig. 4, ferner 1906 07, p. 131) als für die Gehäuse dieser Gattung wichtigstes Merkmal hingestellte Struktur [wenn er schreibt: „Diese (d. h. die sekundären Verstärkungszüge) bilden sogar die wichtigste Besonderheit des *Tintinnopsis*-Gehäuses“] zum mindesten als unwesentliche und keineswegs immer vorhandene ansehe.

Wesentlich für die Gehäuse dieser Gattung ist die Gestalt derselben und ferner die Inkrustierung. Bezüglich der Struktur unterscheidet sich die Gattung *Tintinnopsis* STEIN von der Gattung *Cyttarocyliis* FOL. (jedoch freilich nicht in dem Sinne von FOL)

einmal durch die bedeutend kleineren und feineren Waben, und zum anderen durch die der ganzen Hülse in größeren oder kleineren Mengen aufklebenden glänzenden Stücke. Der von BRANDT (1907, p. 187) aufgestellte Formenkreis *Cyttarocyliis* (*Cozliella*) *helix* (zum mindesten ein großer Teil der Varietäten desselben) ist somit, meiner festen Überzeugung nach, bei *Tintinnopsis* unterzubringen; BRANDT gibt p. 187 selbst zu, daß dieser Formenkreis „vielleicht mehr Beziehungen zu *Tintinnopsis*, als zu *Cyttarocyliis*“ hat, stellt ihn aber trotzdem zu *Cyttarocyliis*.

Ohne auf die Natur und die Entstehungsweise der den *Tintinnopsis*-Gehäusen stets aufklebenden oder in die Wand derselben eingeklebten glänzenden Stücke hier näher einzugehen [verweise diesbezüglich auf die Anmerkung bei BRANDT (1907, p. 131—132)], glaube ich gerade in denselben den Schlüssel zur Erklärung der von BRANDT beinahe immer beobachteten Sekundärfelderstrukturen zu finden.

Der Umstand, daß einerseits ich bei den von mir untersuchten, stets nur schwach inkrustierten Exemplaren niemals die Gegenwart von sekundären unregelmäßigen Verstärkungszügen habe konstatieren können, wie übrigens auch KOFOID (1905, p. 288—290) das nicht gelungen zu sein scheint, daß andererseits BRANDT bei den meist äußerst stark inkrustierten Exemplaren (vergleiche bei BRANDT (1906) die meisten Abbildungen der Taf. 15—24) ausnahmslos dieselben angetroffen hat, — bringt mich unwillkürlich auf den Gedanken, in diesen Sekundärfeldern nichts weiter, als die Reste der von den Hülsen abgefallenen glänzenden Stücke zu sehen. Die von GLOCKENTÖGER meisterhaft ausgeführten Abbildungen des Atlases, welchen BRANDT seinem großen Werke beigelegt hat, bieten ein reiches Material zu Vergleichsanstellungen. Wenn man nun diese Abbildungen (vornehmlich etwa Taf. 15—24) genau betrachtet, so wird man mir wohl zugeben, daß die Form der Sekundärfelder genau den Formen der noch aufklebenden Stücke entspricht, resp. ebenso unregelmäßig ist, wie die der Stücke.

Wenn dem nun so ist, wenn diese Sekundärfelderfiguren dadurch entstanden sind, daß im Moment der Hülsenbildung, oder auch nachher, diese glänzenden Stücke durch Eindringen in oder auf dieselbe die zarten Flächen der von ihnen angequetschten feinen Primärwaben vernichtet haben und hernach abgefallen sind, ihre Umrisse zurücklassend, — so wird man wohl nicht darauf bestehen können, diese ganz zufälligen und vor allem gewiß nicht immer anzutreffenden, künstlichen Strukturfiguren als die, für diese Gattung besonders charakteristischen dahinzustellen.

Was nun die *Codonella*-Gehäuse und deren Strukturen anbelangt, so habe ich kein genügendes Urteil über dieselben, da ich nur eine einzige Art in Neapel zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe. Die von mir gegebene Abbildung dieser *Codonella orthoceras* HAECK. (Taf. X, Fig. 3 a u. b) zeigt, daß der Aufsatzteil aus 16—18 Ringen besteht, wobei jeder Ring ein wulstartiges Band vorstellt, mit etwas konvexer Außen- und etwas konkaver Innenlamelle (oder umgekehrt ausgebauchten Lamellen); am Mündungsrande klebten mehrere Fremdkörper(?). Das gedunsene kugel- bis birnförmige Wohnhaus, wie auch der Fortsatz, waren stark durch glänzende Stücke inkrustiert, von denen einige wenigstens recht regelmäßige runde bis ovale Form besaßen und mit je zwei stark lichtbrechenden Punkten (die Punkte waren hell bei tiefer und dunkel bei hoher Tubuseinstellung) versehen waren. Die Grundstruktur war in allen drei Abschnitten (im Wohnhaus vielleicht etwas gröber) dieselbe: äußerst feine, aber recht regelmäßige Alveolen bildeten den Raum zwischen den beiden Lamellen aus. Da nun auch bei *Codonella orthoceras* HAECK. im Aufsatzteil, wie die BRANDT'schen Abbildungen (vgl. BRANDT 1906, Taf. 8—12) deutlich zeigen, soviel wie gar keine glänzenden Stücke angetroffen wurden und bloß Primärwabenstruktur konstatiert werden konnte, dagegen das Wohnhaus und der Fortsatz gewöhnlich stark inkrustiert waren, so glaube ich, daß auch hier wieder die Sekundärfelderfiguren, welche ich an meinen Exemplaren nicht beobachtet habe, auf dieselbe Weise ihre Erklärung finden dürften, wie ich das soeben für die *Tintinnopsis*-Hülsen vorausgesetzt habe.

Zum Schlusse halte ich es für notwendig, die Frage nach der sog. „Ringelung“ der *Tintinnodeen*-Hülsen einer näheren Erörterung zu unterziehen. Wenn ich von Ringen bei den *Cyrtarocylis*-, *Tintinnopsis*- und *Codonella*-Hülsen rede und dieselben auch gezeichnet habe, so verstehe ich darunter stets breite bandartige oder serviettenförmige Ringe, deren beide Grenzlamellen in dieselbe Seite getrieben sind: entweder nach außen, also Wulstringe repräsentierend, oder nach innen (eingebauchte Ringe).

Ich kann somit BRANDT unmöglich recht geben, wenn er z. B. von dem geringelten Aufsatzteil bei *Codonella orthoceras* HAECK. (1907, p. 103) sagt: „Er besitzt eine spiralg verlaufende, verdickte Leiste, deren Umgänge von allen früheren Autoren irrtümlich als Querringe gedeutet sind. Die Zahl der Spiraltouren und ihr Abstand voneinander ist ziemlich verschieden.“ Gerade bei *Codonella orthoceras* HAECK. habe ich Querringe (16—18 an der Zahl) angetroffen, von denen

die einen nach außen getrieben waren, die anderen dagegen einge-  
baucht waren.

In allen Fällen, wo Ringelung bei *Tintinnodeen*-Hülsen beobachtet worden ist, handelt es sich wohl niemals um eine Leiste, welche nach BRANDT (1907, p. 38) „zwischen Außen- und Innenlamelle“ verläuft und eine besondere „dritte Form der sekundären Struktur“ repräsentiert, sondern entweder um mehr oder minder regelmäßig aneinandergereihte, ein- oder ausgebauchte Querringe, um Zuwachsringe, — wobei der Abstand zwischen zwei parallel verlaufenden Leisten einen Ring ausmacht, — oder bei schraubenförmig verlaufenden Leisten — um ein- oder ausgebauchte Bänder (Wulstspiralen nach BRANDT), welche nicht zu Ringen geschlossen im Moment der Hülsenbildung schraubenförmig um den Leib des Infusors herabfließen, wobei ein Wulstband sich an das andere reiht. Ich glaube somit, daß der Unterschied, welchen BRANDT (1907, p. 30) zwischen „unechten Wulstringen resp. unechten Wulstspiralen“ und den „Spiralleisten in der Wand“ aufstellt, sich nicht rechtfertigen läßt. Gerade z. B. bei *Cod. orthoceras* HAECK., bei *Cyttarocylys claparèdei* v. DAD. und *Tintinnopsis campanula* EHRBG., welche BRANDT als Beispiele für das Vorhandensein einer „Spiralleiste in der Wand“ anführt, habe ich stets ein- oder ausgebauchte Ringe angetroffen.

Es liegt aber auch noch ein anderer Grund vor, welcher mir die Plausibilität des Vorhandenseins von wahren, serviettenförmigen Ringen und schraubenförmig verlaufenden Bändern bei den geringelten Formen der Tintinnodeenhülsen aufzwingt. Das sind die folgenden interessanten Beobachtungen, welche ich an einigen Tintinnodeen im Moment der letzten Teilungsstadien, kurz vor Abtrennung des Infusors, gemacht habe und in meiner vorläufigen Mitteilung schon kurz beschrieben habe (1905).

**2. Die Bildung der Hülse.** Bei *Tintinnus inquilinus* O. FR. M. beobachtete ich zu wiederholten Malen während des Teilungsprozesses die Bildung eines besonderen Ringes an der sich knospenartig abteilenden Tochterzelle (siehe Taf. X, Fig. 7, 8). Die Ringbildung erfolgte kurz vor der endgültigen Abschnürung des Teilungs-sprößlings und wurde durch eine halsbandartige Einschnürung unterhalb des Peristoms eingeleitet. Nach erfolgter Abschnürung schwamm das junge Infusor mit dem Ringe, welcher inzwischen zu einem deutlichen Wulstringe sich ausgebildet hatte, unter stets um seine Längsachse rotierenden Bewegungen, herum. Leider ist es mir nicht gelungen, das weitere Schicksal dieser Ringe zu verfolgen: die *Tintinnus*-Sprößlinge starben nach einiger Zeit ab, oder befreiten

sich, während sie noch herumschwammen, durch metabolische Körperbewegungen von dem Ringe, denselben auf dem Objektgläschen zurücklassend.

Die Untersuchung dieser Ringe bei Immersion ergab einen völlig strukturlosen, durchsichtigen Wulstring. Die Bildung neuer Ringe, resp. die Ausscheidung neuer Portionen dieser schleimigen Masse habe ich nicht beobachten können, jedoch denke ich, daß die Gründe rein äußerliche gewesen sein müssen, da die *Tintinnodeen* äußerst empfindlich sind gegen jegliche physikalischen, chemischen und mechanischen Veränderungen: ein leiser Druck auf das Objektglas, Veränderungen der Konzentration des Wassertropfens usw. genügen vollkommen die normalen Lebensprozesse derselben stark zu beeinträchtigen; die große Empfindlichkeit der *Tintinnodeen* wird ja auch von sämtlichen Forschern hervorgehoben.

Während der Teilung einer *Cyttarocyliis*-Art (*Cyttarocyliis ehrenbergii* (CLAP. et LACHM.) = *C. Markusowszkyi* v. DAD.) beobachtete ich ferner folgendes (vgl. Taf. X, Fig. 4). Während der vordere Sprößling durch stoßende Bewegungen sich vom unteren abzuteilen versuchte (was ihm jedoch nicht gelang, vielleicht weil das untere Tier seinen Stiel eingezogen und sich von der Hülse losgetrennt hatte, wodurch die nach unten stoßende d. h. also in entgegengesetzter Richtung wirkende Kraft aufgehoben war), schied er unmittelbar unterhalb des Peristoms eine dickflüssige, schleimige, feinkörnige resp. alveoläre Masse aus, welche zu ringförmigen feinen Gebilden im Wasser erhärtete.

Diese Beobachtungen führten mich zu der Überzeugung, daß diese Ringe, welche in der Nähe des Peristoms kurz vor Schluß des Teilungsprozesses von dem nackten Teilungssprößling ausgeschieden werden, den Beginn der Hülsenbildung repräsentieren. Wenn wir nun den Umstand berücksichtigen, daß die meisten *Tintinnopsis*-, *Cyttarocyliis*- und *Codonella*-Hülsen (letztere wenigstens im Aufsatzteile) entweder aus lauter Ringen oder spiralig gewundenen Bändern bestehen, oder doch wenigstens in ihrem Vorderteile stets eine Reihe von geschlossenen oder nicht geschlossenen Ringen aufweisen, — ja bei genauerer Untersuchung selbst die ungeringelten Formen den Rest eines ersten Ringes (Stützringes oder Embryonalringes, wie ich ihn nennen will. Vgl. hierzu Taf. XI, Fig. 15 a, b, c) öfters deutlich zeigen, — so dürfte meine Voraussetzung einer gewissen Begründung nicht entbehren. Hierzu kommt noch, daß die Mikrostruktur der von mir beobachteten Ringe von *Tintinnus inquilinus* dem Ringe von *Cyttarocyliis ehrenbergii* nicht entsprach; die Ringe von *Tintinnus inquilinus* waren stets homogen, die Ringe von *Cyttaro-*

*cylis ehrenbergii* dagegen bestanden aus einer alveolären Masse. In beiden Fällen entsprach, wie wir sehen, die Microstruktur der Ringe der Microstruktur der entsprechenden Hülsen. Ferner sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß der erste von *Tintinnus inquilinus* und von der mit einem Ringe versehenen *Cyttarocylis*-Art ausgeschiedene Ring sich stets am Vorderteile bildete, ein Umstand, welcher, meiner Ansicht nach, direkt darauf hinweist, daß die Ringbildung die Hülsenbildung einleitet, wobei dieser Ring bei geringelten Formen den ersten Hülsenring repräsentiert, an welchen sich hernach die folgenden auf gleichem Entstehungswege anreihen, bei ungeringelten Formen dagegen (z. B. *Tintinnus inquilinus*) für die weitere Plasmasekretion die Rolle eines Stützringes spielt. Letzteres muß man besonders bei der Hülsenbildung von *Tintinnus inquilinus* voraussetzen, welche bekanntlich stets mit dem vorderen Drittel ihrer Hülse an Algen (*Chaetoceros*) angeheftet herumschwimmen. Auf die Möglichkeit der Hülsenbildung durch wiederholtes Ausschleiden von Ringen oder Ringsegmenten weist schon ENTZ (1885, p. 196) hin und zwar für die nicht geringelte Form: *Tintinnidium fluviatile* STEIN.

Schon in meiner vorläufigen Mitteilung (1905) sprach ich den Gedanken aus, „daß die Bildung solcher Ringe, oder aber überhaupt die Ausscheidung einer dickflüssigen Substanz (Plasmasekretion), welche bei Berührung mit dem Meereswasser erhärtet, zu der Bildung der verschiedensten Hülsen führen kann. Wenn wir die schnelle und stets rotierende Bewegung — so schrieb ich weiter — der Tintinnodeen in Betracht ziehen, so dürfte so manche Hülsenform dieser Familie in der Art und Schnelligkeit dieser vorwärtsschreitenden und stets rotierenden Bewegung auf die Weise ihre Erklärung finden, daß wir uns die sich ausscheidende Substanz am Infusor herabfließend und dasselbe unwickelnd denken“. Auf diese Weise ließen sich, möglicherweise, die aus lauter Ringen, die aus spiralig gewundenen Bändern, die mit einem geringelten Aufsatzteil versehenen *Codonella*-Hülsen, wie auch die völlig homogenen *Tintinnus*-Hülsen erklären.

Die Ringe mögen wohl stoßweise ausgeschieden werden, wobei einer an den anderen sich reiht, die spiralig gewundenen, aus breiten zum Hinterteil sich etwas verjüngenden Bändern bestehenden Hülsen mögen ihre Entstehung finden in einer von vornherein bandartig ausgeschiedenen und in schräger Richtung herabfließenden Substanz.

Wenn wir nun an der Voraussetzung festhalten wollen, daß die Form der Hülse in ihrem Ursprunge von der besonderen Konsistenz



der ausgeschiedenen Masse und der für jede Gattung besonderen Art der rotierenden Bewegung (speziell während der Hülsenbildung) abhängt, so dürfte auch die Erklärung der Bildung des Wohnfaches bei den *Codonella*- und *Dictyocysta*-Hülsen keine besonderen Schwierigkeiten machen; die Annahme, daß das Infusor für eine Zeit das rasche Umherschwimmen aufgibt und um seine Achse an ein und derselben Stelle sich dreht, stets neue Portionen der schleimigen Masse ausscheidend, könnte wohl schon ausreichen.

## B. Der Weichkörper.

1. Das Peristom gehört zu den Organellen des Tintinnodeenkörpers, über welchem alle Forscher, welche dasselbe studiert haben, wohl lange gesessen und nachgedacht haben mögen, mit großer Geduld den Moment erwartend, wann ein Beobachten überhaupt möglich wird, denn zur Ruhe gebracht verstecken sich diese Infusorien ängstlich in ihr meistens nur schwach durchsichtiges Gehäuse.

Es nimmt nun kein Wunder, daß die Angaben der einzelnen Autoren über das Peristom und dessen Derivate in hohem Grade verschieden lauten. Wenn man die Beschreibungen, welche CLAPARÈDE und LACHMANN, STEIN, HAECKEL, STERKI, FOL, GEZA-ENTZ, v. DADAY und FAURÉ-FREMIET gegeben, liest, so wird man kaum zwei gleichlautende Meinungen darunter finden.

Was nun meine Beobachtungen anbelangt, — namentlich bezüglich der Derivate des Peristoms, — so stimmen dieselben ebenfalls nicht mit denjenigen der früheren Autoren überein, da ich eine Reihe von wichtigen Details hinzuzufügen habe, welche bisher sämtlichen Forschern entgangen sind.

Ich werde im folgenden mit ENTZ (1884, p. 392 usf.; 1885, p. 189) einen Peristomsaum, eine Peristomscheibe oder ein Peristomfeld im engeren Sinne (d. h. die Stirn) und eine Peristomhöhle oder präorale Höhle (oder genauer: einen „präoralen Höhlenbogen“) unterscheiden.

a) Der Peristomsaum. Das Peristom bildet eine kreisrunde, zur Längsachse des Körpers perpendikulär gestellte, jedoch leicht schiefe Lage einnehmende, wulstige Scheibe (Textfig. 1, 2, 3, 4; Taf. XI, Fig. 9, 10, 11, 12).

In Übereinstimmung mit sämtlichen Autoren kann auch ich bestätigen, daß dasselbe entweder gar nicht oder bloß durch eine

äußerst schwache ringförmige Furche von dem übrigen Körper abgegrenzt ist, und daß der Peristomsaum trotzdem sich deutlich vom übrigen Körper abhebt, weil die Granulation desselben äußerst fein ist, bedeutend feiner als die des übrigen Körpers, was auch von ENTZ (1884, p. 392; Taf. 24, Fig. 3, 4, 7, 8, 9) und von VON DADAY (1887, p. 496) ausdrücklich hervorgehoben wird. Dazu kommt noch, daß zwischen dem Peristomsaum und dem Körper, bei gewissen Stellungen der Stirn, eine durchsichtige Protoplasmaschicht sichtbar wird, wie das auch schon v. DADAY (1887, p. 496) beobachtet hat (vgl. Taf. XI, Fig. 18).

Der freie äußere Peristomsaum ist stets gelappt, wobei diese Lappchen sich häufig zu schwach gebogenen und recht spitzen Zähnen ausziehen können (*Tintinnus inquilinus*, *T. Fraknoi* und einige *Tintinnopsis*), wie meine Abbildungen deutlich zeigen (Taf. X, Fig. 7; Taf. XI, Fig. 13 b). Gewöhnlich haben diese Lappchen die Form von halbmondförmig abgerundeten Gebilden, wobei ihre Breite und Höhe von der Entfaltung des Peristoms abhängt.

CLAP. und LACHM. schon haben diese Randlappchen beobachtet und dieselben auch gezeichnet (1858/59, Taf. 18, Fig. 1, 17), wenn auch weder die genannten, noch die späteren Forscher (HEACKEL ausgenommen!) das Ausziehen derselben zu sägezähneartigen Gebilden je beobachtet haben.

Ähnliche Sägezähne hat in letzter Zeit FAURÉ-FREMIET (1908, p. 234, Textfig. 6 und Taf. 12, Fig. 1, 2) bei *Tintinnidium inquilinum* EHRBRG. angetroffen, doch glaube ich kaum, daß FAURÉ-FREMIET recht hat, wenn er diese Gebilde für in ihrer Form unveränderliche, skelettartige Plasmadifferenzierungen hält, wie aus seiner Schilderung deutlich hervorgeht: „battonets rigides et réfringents, véritables pièces squelettiques qui forment une arrête saillante sur le bourrelet péristomien dans chaque espace intermembranellaire“.

Der innere Peristomrand ist auch nach meinen Beobachtungen schwach nach innen gewölbt, so daß er einen rettungsringartigen Wulst bildet (Textfig. 1) und dient als Anheftestelle für die Membranellen und die unten beschriebenen tentakelartigen und kolbenförmigen Gebilde. An diesem konvexen Peristomrande, jedoch durchscheinend auch am äußeren, sieht man bei den übrigen Tintinnen (*Tintinnus inquilinus*, *T. Fraknoi*, *Tintinnus* = *Undella* = *Ptychocyllis* = *Rhabdonella spiralis*; vgl. meine Abbildungen: Textfig. 2 und Taf. X, Fig. 5 b, 6, 7) stark lichtbrechende granulierten Kügelchen, welche unter die Peristomlappchen zu liegen kommen und welche schon ENTZ bei *Tintinnus ganymedes* gesehen und auch abgebildet hat, wie hernach

auch v. DADAY bei *Tintinnus Fraknoi*, *Undella* (?) *hyalina* v. DAD., *Undella* (?) *Claparèdei* ENTZ (1887, Taf. 18, Fig. 1, 17; Taf. 19 Fig. 1).

Ganz ähnliche, jedoch stärker granuliert und wohl länglich-ovalere Gebilde habe ich bei der Gattung *Tintinnopsis* STEIN angetroffen (Textfig. 3). Sowohl die kugelförmigen der *Tintinnus*-Arten als die länglich-ovalen der *Tintinnopsis*-Gattung habe ich stets in den präoralen Höhlenbogen, den Membranellen folgend, hinabsteigen sehen, wobei dieselben immer mehr und mehr ovale Form annehmen (Taf. XI, Fig. 12). Es unterliegt für mich keinem Zweifel mehr, daß bei der Gattung *Tintinnus* die zum präoralen Höhlenbogen hinabsteigenden länglich-ovalen Protoplasmakissen die direkte Fortsetzung der kugelförmigen ausmachen, dagegen bin ich mir nicht klar geworden, ob bei der Gattung *Tintinnopsis* die den Membranellen des präoralen Höhlenbogens dicht anliegenden länglich-ovalen Kissen ebenfalls die Fortsetzung derjenigen des inneren Peristomsaumes sind, oder aber, ob hier die genannten Gebilde einen vollen Kreis am Peristomsaum bilden, die zum Höhlenbogen hinabsteigenden dagegen eine zweite Reihe solcher Gebilde sind und ihren Sitz nur im Höhlenbogen haben (Taf. XI, Fig. 12).

Was nun die Natur dieser Gebilde betrifft, so glaube ich wohl nicht irre zu gehen, wenn ich in denselben die optischen Bilder der tentakelartigen resp. kolbenförmigen Gebilde erblicke, zumal ich dieselben ausschließlich bei denjenigen *Tintinnodeen* angetroffen, bei welchen ich stets die Gegenwart tentakelartiger (Gattungen: *Tintinnus* und *Rhabdonella spiralis*) oder kolbenförmiger Gebilde (Gattung: *Tintinnopsis*) konstatieren konnte. Wie aber v. DADAY die Ansicht aussprechen konnte, „sie seien nichts anderes, als die optischen Querschnittsbilder vom Grunde der adoralen Wimperplättchen“ (1887, p. 496), bleibt mir unverständlich, da er doch diese Kügelchen nur bei wenigen Arten, dafür bei diesen aber ständig, beobachtet und ferner solche Wimperplättchen, wie v. DADAY sie zeichnet, wohl kaum solche optische Bilder liefern können.

Ich will gleich an dieser Stelle der HAECKEL'schen Beschreibung des *Codonella*-Peristoms gedenken, welche ganz eigenartig lautet und durchaus von allem bisher Beobachteten abweicht. HAECKEL schreibt (1873, p. 564—65; Taf. 28, Fig. 8, 11):

„Das große kreisrunde Peristom, welches bei dem schwimmenden Tierchen weit aus der glockenförmigen Schale vorgestreckt wird, ist trichterförmig vertieft, am Rande mit einem kragenähnlichen dünnen Aufsatz (einer zarten ringförmigen Exoplasmalamelle) versehen und mit einem doppelten Kranze (einem Ringe oder einer

Spirale?) von Wimperanhängen. Der hyaline Kragenaufsatz erinnert an den ähnlichen, ebenfalls nur aus einer dünnen Exoplasmalamelle gebildeten Kragen (Collare), den ich an den Geißelzellen der Kalkschwämme beschrieben habe. Der freie Rand des Kragenaufsatzes ist sägeförmig gezähnt und auf jedem Sägezahn sitzt ein gestieltes Läppchen von länglichrunder oder birnförmiger Gestalt. Die Läppchen (gegen 20 an der Zahl) sind ungefähr ebensolang, aber 3—5mal so dick als ihr haarfeiner Stiel. Vermutlich spielen sie die Rolle von Tastorganen.“

Obgleich sämtliche Forscher diese Beschreibung des *Codonella*-Peristoms verworfen haben, so haben mich meine Untersuchungen — diesbezüglich speziell an *Codonella orthoceras* HAECK., — zu dem Resultate geführt, daß die HAECKEL'schen Beobachtungen nicht so unrichtig gewesen sind. Ganz abgesehen davon, daß das Ausziehen des äußeren Peristomrandes zu Sägezähnen, bei starker Entfaltung des Peristomrandes, von mir oft genug bei *Tintinnus*-, *Tintinnopsis*- und sogar vereinzelt bei *Cyttarocylis*-Arten, wie auch bei *Ptychocylis* (*Rhabdonella*) *spiralis* BRANDT beobachtet worden ist, so besitzen die Codonellen wirklich solche „Tastläppchen“ (wie sie HAECKEL genannt), wobei letztere den von mir bei den *Tintinnopsis*-Arten gefundenen und unten genau beschriebenen umgekehrt kolbenförmigen Gebilden resp. wohl auch den von mir bei der Gattung *Tintinnus* SCHR. und bei *Ptychocylis* (*Rhabdonella*) *spiralis* BRANDT angetroffenen tentakelartigen Gebilden entsprechen mögen, wenn auch die Lage dieser Tastorgane (?) von HAECKEL falsch angegeben worden ist, da dieselben entschieden nicht am gezähnten Rande, sondern vielmehr am inneren Peristomrande ihren Sitz haben. Daß endlich der äußere, freie Peristomrand HAECKEL zu einem „Kragenaufsatz“ ausgezogen erschien, ist ebenfalls nichts Wunderliches, wenn wir die großartige und wohl denkbar höchste Entfaltung des Peristoms, welche HAECKEL im Moment seiner Beobachtungen vorgelegen haben muß (was ich aus seinen Abbildungen schließe), berücksichtigen. Ich habe an dem von mir nur einmal, im Verlauf einer halben Stunde ungefähr, in Neapel beobachteten lebenden Exemplar einer *Codonella orthoceras* HAECK. genau denselben Eindruck gewonnen; das Infusor, welches durchs Deckglas am freien Herumschwimmen verhindert worden war, riß an seinem Stiel ungewöhnlich stark herum und beugte sich aus der Mündung des Aufsatzes seiner Hülse, beinahe parallel seiner Längsachse, heraus, sein Peristom höchstmöglich und herrlich entfaltend. Die kolbenförmigen Gebilde überstiegen dabei bei weitem an Größe und vielleicht auch Dicke diejenigen, welche ich je bei

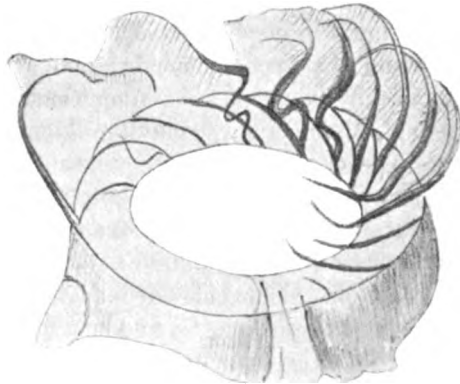
den *Tintinnopsis*-Arten gesehen habe. Obgleich ich nun eine Reihe von Skizzen von dieser *Codonella orthoceras* in meinem Hefte entworfen habe, so habe ich es doch nicht gewagt, dieser Arbeit eine Abbildung beizulegen, weil ich eben diese *Codonella* lebend nur ein einziges Mal zu beobachten Gelegenheit gehabt habe.

b) Das Peristomfeld oder die Peristomscheibe im engeren Sinne oder die Stirn (Stirnkuppe). Aus der Mitte des wulstartigen Peristomsaumes erhebt sich eine nach außen gewölbte Kuppe, welche schon von STEIN als „Stirn“ bezeichnet wurde. Diese Stirnkuppe bewegt sich wie ein Pumpenstempel auf und nieder. Die drei Hauptphasen der Stellungen, welche dieselbe einnehmen kann, wurden schon von STEIN (1867, p. 152) treffend mit den folgenden Worten charakterisiert: „Die Stirn kann auf eine kurze Strecke wie ein Pumpenstempel auf und nieder bewegt werden, sie tritt jedoch niemals über das Peristom hervor, sondern erhebt sich höchstens bis nahe zum Rande desselben, wenn sie sich senkt, wird sie erst plan und dann mehr oder weniger vertieft.“ In völliger Übereinstimmung mit STEIN, STERKI (1879, p. 461), ENTZ (1884, p. 397; 1885, p. 190) und v. DADAY (1887, p. 500) kann ich bestätigen, daß die gesamte Oberfläche der Stirnkuppe völlig wimperlos ist.

c) Die Peristomhöhle oder präorale Höhle oder der präorale Höhlenbogen. Das Vorhandensein einer präoralen Höhle ist schon von STEIN (1867, p. 153), ferner von STERKI (1879, p. 461), vor allem aber von G. ENTZ (1884, p. 396; 1885, p. 190) und hernach auch von v. DADAY (1887, p. 500) vermerkt worden, jedoch ist die Schilderung derselben, welche ich auf Grund meiner Beobachtungen an lebenden Exemplaren, wie an gut erhaltenen Glycerinpräparaten geben muß, — durchaus abweichend von den Beschreibungen sämtlicher früherer Autoren.

Die Peristomhöhle ist keine „trichterförmige“ Vertiefung, wie dieselbe STEIN, STERKI, GEZA ENTZ und v. DADAY schildern, sondern die Vertiefung der Peristomscheibe (im weiten Sinne des Wortes) beginnt an dem linken inneren Peristomrande und nimmt, nach rechts sich bogenförmig hinabziehend, stetig zu, bis sie ihre größte Tiefe am exzentrisch gelegenen Munde erfährt. Dieser Bogen, welchen ich auf meinen schematischen Textfiguren (Textfig. 2, 3, 4; vgl. auch Taf. XI, Fig. 9, 10, 11, 12, 16) durch dunkle Strichelung vermerkt habe, ist nicht bei allen Gattungen gleich lang, sondern seine Länge hängt von der Zahl der Membranellen ab: je größer dieselbe, desto länger auch der Bogen; so umfaßt derselbe bei der Gattung *Tintinnus* SCHR. 5–6 Membranellen-Insertionslinien, bei

*Cyttarocyclus* FOL — 6—7, bei *Tintinnopsis* ST. — 8—9 und bei *Codonella* HAECK. wohl auch 8—9. Der Körperabschnitt, welcher in diese Vertiefung, in diesen präoralen Höhlenbogen, wie ich ihn — um Verwechslungen aus dem Wege zu gehen — nennen will, sich versenkt, ist ebenfalls, wie auch der innere Peristomsaum, schwach nach außen gewölbt und bildet wohl dessen Konvexität so ziemlich die Fortsetzung der Peristomwandwölbung. Diese Wölbung der äußeren Wand des präoralen Höhlenbogens (die innere Wand wird von der Stirn gebildet) läßt sich deutlich an der schwach bogenförmigen Lage der in denselben hinabsteigenden Membranellen erkennen (vgl. Taf. XI, Fig. 9—12), wenn ich auch auf meinen Textfiguren (2, 3, 4) die Lage derselben etwas utriert gezeichnet haben mag. Da nun, meiner Ansicht nach, die Wölbung der äußeren präoralen Höhlenbogenwand sich wenig von derjenigen des inneren Peristomsaumes abhebt, so lag mir anfangs der Gedanke nahe, die Grenzlinie zwischen denselben möge gar nicht existieren, oder, mit anderen Worten, der Peristomsaum fülle allein, an Breite stetig zunehmend, den präoralen Höhlenbogenraum aus, zumal ein solches Peristom auch genetisch gewiß gut möglich wäre. Eine solche Zeichnung finden wir denn auch für *Tintinnidium equilinum* EHRBG. bei FAURÉ-FREMIET (1908, p. 234, Textfigur 6) abgebildet. Trotzdem glaube ich, gestützt auf Beobachtungen an lebenden



Textfig. 1. *Cyttarocyclus ehrenbergii* (CLAP. et LACHM.). Glycerinpräparat. LEITZ Obj. 8, Oc. 3. Das Peristom bildet eine kreisrunde Scheibe; die Membranellen des präoralen Höhlenbogens sind aus demselben herausgeschleudert; die wenigen erhaltenen Membranellen sind gänzlich zerfasert. Die Insertionslinien am rechten Peristomraude waren nicht sichtbar.

Infusorien, wie auch auf gute Präparate (vgl. Textfig. 1 und Taf. XI, Fig. 9 u. 10), mich überzeugt zu haben, daß dem nicht so ist, sondern daß der Peristomsaum vielmehr eine kreisrunde Scheibe bildet, wie das auch beinahe von sämtlichen Autoren bisher angenommen worden ist; auf alle Fälle gebe ich die Grenzlinie auf meinen schematischen Textfiguren durch eine punktierte Linie an.

Der Mund liegt etwas exzentrisch, näher dem rechten Peristom-

rande, am Boden des präoralen Höhlenbogens, also an der Stelle, wo derselbe seine größte Tiefe erreicht und führt in einen, wie ENTZ (1885, p. 191) schreibt, „kurzen, leicht S-förmig gebogenen . . . bedeutend erweiterungsfähigen Schlund“. Auch ich kann nur bestätigen, daß der Schlund nur während der Nahrungsaufnahme sichtbar wird, daß hingegen gewöhnlich derselbe entschieden nicht zu bemerken ist. Dieses Unsichtbarwerden des Schlundes möchte ich nicht auf ein völliges Collabieren seiner Wände zurückführen, wie auch BÜTSCHLI (1887.89, p. 1358) ein solches Collabieren für höchst unwahrscheinlich hält, sondern eher auf äußerste Zartheit der Schlundwände und Dunkelheit des Protoplasmas.

Auch der Mund ist gewöhnlich unsichtbar, was jedoch, wie schon STEIN richtig voraussetzte, dadurch zu erklären ist, daß der Mund, zumal durch seine exzentrische Lage, von der Stirn fortwährend verdeckt wird.

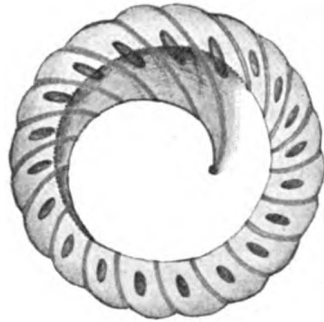
Ganz vereinzelt habe ich die von den meisten Autoren in dem Schlunde wahrgenommenen feinen Wimperhaare (v. DADAY spricht sogar, p. 500, von 5—6 Wimperhaaren) beobachten können. Diese feinen Cilien sind jedenfalls nichts anderes als das, vielleicht stets zerfaserte Ende der durch den Mund zum Schlunde hinabsteigenden letzten, äußerst langen Membranelle.

**2. Die adorale Membranellenspirale.** Wenn wir von den Peristomschilderungen, die CLAPARÈDE u. LACHMANN und FOL gegeben haben, und welche entschieden der Wirklichkeit nicht entsprechen, ganz absehen wollen, so finden wir, daß die einen Autoren (STERKI und v. DADAY) von einem geschlossenen adoralen Membranellenzug reden, die anderen dagegen (STEIN, GEZA ENTZ und FAURÉ-FREMIET) — von einer Spiraltour. So bildet der adorale Membranellenzug nach ENTZ (1885, p. 190) „nur scheinbar einen ganz geschlossenen Kranz, tatsächlich aber, wie bei den Stentoren, eine nach rechts gewundene Spirale“ (vgl. auch ENTZ 1884, p. 393). In ENTZ's früher erschienenen Arbeit (1884, p. 393) lesen wir jedoch: „An der Stelle, wo sich die Wimpern des linken Endes der adoralen Spirale in schiefer Richtung zum Munde hinabziehen, muß natürlich eine wenn auch noch so verborgene Unterbrechung vorhanden sein, welche von STEIN in der Tat erwähnt wird; ich konnte diese Unterbrechung am Peristom ganz entwickelter Tiere nicht auffinden; wenn sich hingegen am Beginne des Teilungsprozesses ein neues Peristom anlegt (Fig. 8), so ist die Unterbrechung der adoralen Wimperspirale deutlich zu sehen.“ Meine Untersuchungen führten mich zu der Überzeugung, daß der adorale Membranellenzug eine, seiner Anlage nach entsprechende,

regelrechte von rechts nach links gewundene Spirale bildet und stimmen somit meine Beobachtungen im großen und ganzen mit denjenigen, welche neuerdings FAURÉ-FREMIET (1908, p. 234) an *Tintinnidium inquilinum* EHRLG. gemacht, überein (vgl. Textfig. 2, 3, 4; Taf. XI Fig. 9, 10, 11, 12).

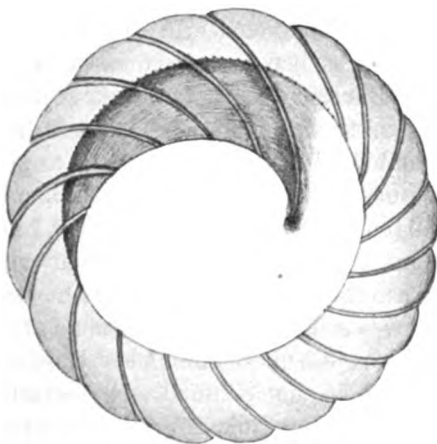


Textfig. 2.



Textfig. 3.

Textfig. 2-4.



Textfig. 4.

Schematische Darstellung dreier, vom Scheitel aus gesehener Peristome. Fig. 2. *Tintinnus* SCHR. — Fig. 3. *Tintinnopsis* ST. — Fig. 4. *Cyttarocylis* FOL. Die dunkel schattierten Bögen sind die präorale Höhlenbögen. Die kugeligen resp. ovalen Gebilde entsprechen den optischen Querschnittsbildern der tentakelförmigen resp. kolbenförmigen Gebilde. Die radialgestellten Linien sind die Insertionslinien der Membranellen. Am Boden der letzten Membranelle liegt der Mund. Das mittlere weiße Feld ist das Peristomfeld oder die Stirn. Man sieht, wie

nebst den ihnen anliegenden Protoplasmakissen, immer länger werdend, in den präoralen Höhlenbogen hinabsteigen. Die Grenzlinie zwischen Peristomrand und Körperabschnitt des Höhlenbogens ist durch eine Punktierlinie vermerkt.

Eine scheinbare<sup>1)</sup> Unterbrechung erfährt die adorale Spirale an der Stelle, wo die letzte Membranelle des linken Peristomsaumes

<sup>1)</sup> Die Untersuchung ist eben nur eine scheinbare und nicht eine wirkliche, wie mir das anfangs erschien (vgl. 1905).



(ventralwärts) tief bis in den Mund resp. Schlund hinabsteigt, während die nächste — d. h. die erste des rechten Peristomrandes — bedeutend höher endigt und nicht unter den Peristomsaum geht; dabei muß ich jedoch gleich hinzufügen, daß ich eine Unterbrechung des inneren Peristomsaumes, wie das FAURÉ-FREMIET (1908, Textfig. 6, p. 233—234) angibt, in keinem Falle konstatieren konnte, es sei denn, daß rein äußerlich zwischen letzter linker und erster rechter Membranelle ein vom Normalen etwas abweichender Zwischenraum wahrzunehmen wäre.

Die Insertion der adoralen Membranellen ist von v. DADAY gewiß nicht richtig angegeben worden, wenn er dieselben „am inneren, einwärts gebogenen Teile des Kragensaumes des Peristoms“ (1887, p. 496—97; Taf. 21, Fig. 7 u. 17) befestigt glaubte, sondern die Beschreibung und Zeichnung, welche STERKI (1879, p. 462; Taf. 28, Fig. 8) gibt, entspricht entschieden mehr der Wirklichkeit, wenn auch diese noch viel zu wünschen übrig läßt.

Die adoralen Membranellen sind in schräger Richtung dem gesamten Peristomsaum eingepflanzt, kommen zwischen je zwei Randlappchen zu liegen und sind nicht alle von gleicher Breite, wie das an den Längen ihrer Insertionslinien zu sehen ist. Wenn man vom rechten Peristomsaum beginnt (die Bauchseite in der Mundgegend annehmend) und von rechts nach links die Membranellen verfolgt, so bemerkt man, daß die erste Membranelle besonders schräg angebracht und, infolgedessen, auch besonders breit ist, die zweite und dritte schon weniger, von der vierten endlich bis zum präoralen Höhlenbogen sind alle gleich breit und nur schwach radiär gestellt. Vom Beginn des präoralen Höhlenbogens werden die Membranellen wieder stetig breiter, indem sie in denselben, über den Peristomsaum hinweg, hinabsteigen — bis schließlich die letzte in den Mund und wohl auch weiter in den Schlund sich vertieft. Die Breite beinahe aller Membranellen des linken Peristomrandes, von dem präoralen Höhlenbogen an gerechnet, übersteigt stark die Breite der ersten drei des rechten Randes. In dem umgekehrten Verhältnisse zu der Membranellenbreite resp. der Länge der Insertionslinien schien mir die Höhe oder Länge der Membranellen zu stehen.

Während die Membranellen des rechten Peristomrandes ungleich lang und kräftig sind, schienen mir vornehmlich die in den präoralen Höhlenbogen hinabsteigenden, auf Kosten ihrer Breite, etwas kürzer zu sein, worauf auch die Anlage eines neuen Peristoms hinzudeuten scheint (siehe Textfig. 8, 9), jedoch kann ich das nicht

mit Bestimmtheit sagen, zumal ein genaues Beobachten derselben durch ihr starkes Schlagen und ihre Drehbewegungen erheblich erschwert wird.

Die Frage nach der Form der Membranellen bedarf gewiß einer genauen Besprechung, zumal sie allein dazu verhelfen kann, die Existenz der sog. paroralen Cilien bei der Familie der Tintinnodeen in Abrede zu stellen; endlich möge das Studium der Membranellenform einiges Licht in die Peristomschilderungen von FOL und v. DADAY an *Petalotricha ampulla* werfen. Die adoralen Membranellen sämtlicher Tintinnodeen sind große, mächtige Wimperplättchen, welche wie alle Wimperplättchen aus einer Unmenge feiner aneinandergereihter Cilien bestehen, was sehr deutlich auf einigen meiner Glycerinpräparate zu sehen war (vgl. z. B. Taf. XI, Fig. 9, 10. vor allem aber Taf. X, Fig. 5a und Taf. XI, Fig. 11, 14, 16). An dem äußeren Peristomrande beginnt jede Membranelle mit einer mächtigen und dicken Cilienreihe, welche so fest aneinander geklebt sind, daß sie wohl nie der Zerfaserung unterliegen (wie das meine Textfig. 1 zeigt).

An diese Stützbörste, wenn ich mich so ausdrücken darf, reiht sich eine unzählige Menge von Cilien, welche zum inneren Peristomrande resp. unter denselben hinabsteigend an Länge stets abnehmen, wobei die am Grunde derjenigen Membranellen gelegenen, welche in den präoralen Höhlenbogen hineinragen, äußerst kurz und fein sind. Somit würde z. B. die letzte in den Mund hineinragende Membranelle, wenn wir uns für den Augenblick — der Schematisierung halber — deren letzte Cilie gleich Null und deren äußere Börste vertikal ausgezogen denken, die Form eines stumpfwinkligen Dreiecks haben, dessen längste Seite die freien Spitzen der Cilienreihen bilden und dessen andere Seiten: die eine — durch die Cilienbasen (Insertionslinien), die andere — durch die Börste repräsentiert werden. Daß die Membranellen bis in den präoralen Höhlenbogen hinein aus äußerst feinen, aneinandergereihten Cilien wirklich bestehen, mag meine Fig. 11 (Taf. XI) zum Teil demonstrieren, vor allem habe ich aber mehrere Male eine deutliche Strichelung an den Membranellen des präoralen Höhlenbogens intra vitam bei Seitenansicht des Infusors gesehen, was auch meine Abbildung veranschaulicht (Taf. XI, Fig. 12). FAURÉ-FREMIET beschreibt (1908, p. 233—234) die Membranellen bei *Tintinnidium inquinum* EHRLG. folgendermaßen: „Chacune de ces membranelles (Fig. 5) est constituée, comme chez les Infusoires Hypotriches, par une série de cils puissants accolés à leur base et vibrant plus ou moins d'ensemble; les cils de l'extrémité périphérique sont longs de 30  $\mu$  environ et très larges:

les trois premiers restent accolés et constituent de la sorte un cirre très puissant; les suivants sont de moins en moins grands, jusqu'à ceux de l'extrémité interne de la membranelle qui ne mesurent plus que  $20 \mu$  et sont très fins; leurs extrémités sont libres et ne battent plus avec ensemble. Ils correspondent aux cils paroraux des *Tintinnopsis*, et à ceux que DADAY a noté comme tels chez *Tintinnus inquilinus*."

Dieser sehr ausgiebigen Beschreibung der adoralen Membranellen, welche in ihren Hauptzügen mit meinen soeben geschilderten Beobachtungen übereinstimmt, hätte ich doch noch einiges hinzuzufügen. Erstlich sind die Membranellen, meinen Beobachtungen nach, — bei vollkommen normalen Tieren — nicht so stark und nicht derart zerfasert, wie das FAURÉ-FREMIET schildert. Vielmehr glaube ich entschieden behaupten zu können, daß bei völlig normalen Exemplaren nicht nur die Stützborste, worin wir mit FAURÉ-FREMIET einig sind, sondern auch sämtliche an dieselbe sich anreihende Cilien wohl ein zusammenhängendes Ganzes bilden, daß dagegen die Cilien, welche in dem präoralen Höhlenbogen zu liegen kommen, höchstwahrscheinlich auch im normalen Zustande zerfasert sind.

Diese in dem präoralen Höhlenbogen gelegenen, zerfaserten Abschnitte der adoralen Membranellen, welche bei Scheitelansicht des Infusors besonders deutlich die Spiraltour der Membranellen zum Ausdruck bringen, entsprechen zweifellos den von sämtlichen früheren Autoren für eine besondere innere Spiraltour gehaltenen und unter dem Namen paroraler Cilien beschriebenen Wimpern.

Ferner mögen die zerfaserten Cilien der letzten, breitesten, in den Mund sich hineinversenkenden Membranelle jenen Cilien entsprechen, von welchen ENTZ (1885, p. 190) schreibt: „Außer diesen 16 mächtigen adoralen Wimpern . . . . . gehören zu den adoralen noch jene kürzeren, aber immerhin noch sehr ansehnlichen Wimpern, welche sich am linken Rande des Peristoms und vom inneren Ende der Spirale in einem jähen Bogen zum Grunde der adoralen Höhle, wo sich der Mund befindet, hinabsenken (Fig. 2 von der Dorsalseite, Fig. 7 von der Ventralseite gesehen).“

Die Zerfaserung auch der, nach meinen Befunden, normalerweise ein zusammenhängendes Ganzes bildenden Abschnitte der adoralen Membranellen geht äußerst leicht vor sich und beginnt stets am freien äußeren Rande der die Membranellen ausmachenden Cilien; doch glaube ich trotzdem, wie schon oben erwähnt, daß die Autoren nicht recht haben, wenn sie die starke Zerfaserung des ganzen äußeren Randes für normal halten, und dürfte ENTZ noch am meisten

im Rechte sein, wenn er (1884, p. 393) schreibt: „Die Spitzen der Wimperplättchen scheinen auch im normalen Zustande in äußerst feine Fäden — bedeutend feinere, als dies STERKI für *Tintinnidium semiciliatum* angibt —, aufgelöst zu sein, die untere Hälfte oder zwei Drittel der Wimperplättchen bilden aber im normalen Zustande entschieden ein zusammenhängendes Ganzes.“

Ferner habe ich noch zu vermerken — worauf auch schon STERKI (1879, p. 463) hinweist —, daß die adoralen Membranellen öfters Drehbewegungen um ihre Längsachse vornehmen, wobei die Torsion vom freien Rande derselben ausgeht, wogegen die äußeren, mehr oder minder steifen Borsten nur zur Seite, nach außen und bei pinselförmigem Verschlusse des Peristoms im Bogen nach innen zu schlagen imstande sind. Diese Torsionen des freien äußeren Membranellenrandes mögen, wenn dieselben besonders stark vorgenommen werden, auch eine schnelle Zerfaserung desselben nach sich ziehen und dann gänzlich falsche Bilder hervorrufen, wie ich das öfters zu beobachten Gelegenheit gehabt habe. In solchen Fällen schlagen dann z. B. die äußeren Borsten in die eine Seite, die inneren Wimperfibrillen zu Gruppen zusammengeklebt oder aufgerollt — der stattgehabten Torsion folgend — in die entgegengesetzte Seite, deutlich einen inneren besonderen sog. paroralen Cilienkranz aufweisend u. dgl. m.

Jetzt mögen, meine ich, auch die eigenartigen Peristombilder, welche FOL (1881, p. 20, Taf. 1, Fig. 3; 1884, p. 53, Taf. 4, Fig. 3) für seine *Petalotricha ampulla* gegeben, einigermaßen verständlich werden, wenn wir uns denken, daß er die in parallelen Bogen angeordneten Insertionslinien der stark zerfaserten „präoralen“ Membranellen der adoralen Spirale wohl mehr mit dem Kopf, als mit den Augen zu weit verfolgt hat und infolgedessen zu einer ganz abnormen Deutung des Gesehenen gelangte. v. DADAY bekräftigt nun an derselben Tintinnode (1887, p. 573; Taf. 21, Fig. 7, 17) im großen und ganzen die Beobachtungen FOL's, führt jedoch die von FOL angeführten 20 Spiraltouren auf die sägezahnartige Form der paroralen Wimpern zurück. Wie wenig Rechenschaft über den Verlauf dieser paroralen Cilien sich v. DADAY dabei abgegeben hat, läßt sich aus seinen Abbildungen schließen, wenn er (Taf. 21) auf der Fig. 7 eine von links nach rechts, dagegen auf der ganz gleichen Fig. 17 eine von rechts nach links gewundene Spirale der paroralen Wimpern zeichnet.

Die Angaben der einzelnen Autoren über die Anzahl der Membranellen lauten ebenfalls in hohem Grade verschieden. Meinen

Beobachtungen nach ist die Zahl der adoralen Membranellen für die einzelnen Gattungen verschieden und zwar zählte ich (vgl. meine Textfig. 2—4 und Taf. XI, Fig. 9—12) bei der Gattung *Tintinnus* SCHR. — 16 (vielleicht bei manchen Tintinnen auch 18?), wobei 5—6 in den präoralen Höhlenbogen hinabsteigen und die ich an dieser Stelle, der Kürze wegen, „präorale“ nennen will (jedoch verzichte ich auf diesen Terminus im allgemeinen, um keine Mißverständnisse hervorzurufen); ferner bei der Gattung *Cyttarocyclus* FOL — 18, davon 6—7 präorale; bei der Gattung *Tintinnopsis* STEIN — 20—24, davon 8—9 präorale und endlich bei der Gattung *Codonella* HAECK. — wohl ebenfalls 20—24, obgleich ich das nicht mit Bestimmtheit behaupten darf, da ich — wie schon mehrfach erwähnt — überhaupt nur eine *Codonella*, und die bloß ein einziges Mal, auf den Weichkörper hin zu prüfen Gelegenheit hatte. Dabei sei gleich noch bemerkt, daß ich bei einigen *Cyttarocyclus-Coxiella*-Arten bedeutend mehr als 18 Membranellen gezählt habe, dieselben jedoch nicht näher bestimmen können, weil sie sich von ihren Hülsen losgetrennt hatten und frei mit eingezogenem Stiele herumschwammen. Es gelang mir, ein solches Exemplar gut zu fixieren und in Glycerin zu betten; dasselbe ist getrennt mit Hilfe eines Zeichenapparates abgezeichnet und in Fig. 9 (Taf. XI) abgebildet. Auf diesem Exemplar ließen sich deutlich 36 Membranellen zählen, von welchen 14—15 den „präoralen“ angehören und an deren inneren Enden die Endcilien gut erhalten geblieben sind, einen scheinbaren besonderen Bogen bildend. Obgleich nun die Membranellen völlig zerfasert waren und infolgedessen eine gewisse Ähnlichkeit mit den von FOL und v. DADAY für *Petalotricha ampulla* FOL abgebildeten hatten, so glaube ich dennoch, der scharf ausgeprägten Insertionslinien halber, daß kein genügender Grund vorliegt, die Zahl 36 — d. h. des Doppelten von der für die *Cyttarocyclus*-Arten so charakteristischen Zahl 18 — ausschließlich der Zerfaserung zuzuschreiben. Somit müßte für solche cyttarocyclusähnliche Formen, bei denen die Membranellenzahl gegen 36 beträgt und bei denen auch die beiden Kerne etwas länglicher-oval sind, vielleicht eine neue Untergattung geschaffen werden, resp. dieselben der Untergattung *Coxiella* BRANDT einverleibt werden. \*

**3. Tentakelartige Gebilde.** Bei *Tintinnus inquilinus* O. FR. M., *T. Fraknoi* v. DADAY und weniger deutlich bei *Ptychocyclus (Rhabdonella) spiralis* BRANDT (= *Undella spiralis* v. DADAY) beobachtete ich zu wiederholten Malen besondere plasmatische Gebilde, welche an die Tentakeln der Suctorien und von *Mesodinium* erinnerten.

Diese Gebilde (Taf. X, Fig. 5 b, 6, 7, 8) sind röhrenförmig, an ihrem freien Ende knopfartig angeschwollen, stark lichtbrechend, wie die oben schon erwähnten kugelförmigen Gebilde an dem inneren Peristomsaum, und entspringen den Wulstpartien, welche zwischen den Membranellenbasen zu liegen kommen. Sie sind nicht etwa borstenartige Gebilde, sondern werden vielmehr herausgeschnellt und dann wieder eingezogen und machen die schlagenden Bewegungen der adoralen Membranellen nicht mit, sondern nehmen mehr vertikale Stellung ein; während ihrer Contractionen glaube ich eine schraubenförmige Torsion an denselben vereinzelt beobachtet zu haben. Wie ich schon auf S. 147—148 erwähnt, haben wir in den schon von ENTZ und v. DADAY bei einigen Tintinnen beobachteten und von mir auch bei *T. inquilinus* gefundenen kugelförmigen Gebilden, am inneren Peristomsaum, wohl nichts weiter als die Basen resp. die optischen Querschnittsbilder der tentakelartigen Gebilde zu sehen. Auf diesen Gedanken brachten mich erst später — nachdem meine kurze vorläufige Mitteilung schon im Drucke erschienen war — einige meiner in Neapel gefertigten Zeichnungen und die entsprechenden Notizen. Zu vermerken ist noch, daß die tentakelförmigen Gebilde den adoralen Membranellen in den präoralen Höhlenbogen hinabfolgen.

Im ausgezogenen Zustande sind die Tentakel ungefähr um  $\frac{1}{3}$  kürzer als die Membranellen und entsprechen an Zahl den letzteren.

Da mir nun selbst das Vorhandensein von tentakelartigen Gebilden bei dieser Gruppe von Infusorien äußerst unwahrscheinlich vorkam und ich lange glaubte, am Ende doch falsche Bilder gesehen zu haben, vielleicht Reste zerfaserten und gruppenweise tordierter Membranellenfibrillen, so demonstrierte ich intra vitam einen *Tintinnus inquilinus* Prof. Dr. SCHEWIAKOFF, welcher nach längerem Beobachten desselben mir recht gab. Hernach, als im Plankton die *Tintinnopsis*-Arten erschienen und ich bei denselben die gleich zu beschreibenden kolbenförmigen Gebilde außerordentlich deutlich und ausnahmslos entdeckte — und auch auf den Glycerinpräparaten wiederfand —, erschien mir das Vorhandensein von tentakelartigen Gebilden bei der *Tintinnus*-Gattung nicht mehr unwahrscheinlich, da die Tentakel von den Kolben sich bloß dadurch unterscheiden, daß ihr Schaft stark in die Länge ausgezogen ist, während der eigentliche Kolben einen kleinen Knopf bildet; dazu kommt freilich noch der Unterschied, daß die Tentakel glasartig hell und selten schwach granuliert erscheinen, während die Kolben stets äußerst stark granuliert sind.

Selbstredend haben wir in den tentakelartigen Gebilden der Tintinnen keine Saugtentakel, wie das bei den Suctorien der Fall ist, zu erblicken, sondern höchstwahrscheinlich Tastorganellen.

**4. Birn- oder kolbenförmige (umgekehrt kolbenförmige) Gebilde.** Bei allen von mir angetroffenen *Tintinnopsis*-Arten (*Tintinnopsis campanula* HAECK., *T. Lobiancoi* v. DAD., *T. Davidoffi*, var. *cylindrica* v. DAD., *T. vosmayeri* v. DAD., var. *curvicornis* v. DAD., *T. beroidea*, var. *acuminata* v. DAD. und einigen anderen) (siehe auch Taf. XI, Fig. 11—14) und bei der einzigen *Codonella*-Art, welche ich lebend ein einziges Mal angetroffen habe, fand ich besondere birn- oder kolbenförmige Gebilde, welche stark granuliert waren und die verschiedensten Formen annahmen: von der Kugel- bis zur Birnform. Diese Gebilde saßen auf kleinen Stielen, welche ebenfalls ihre Form stark zu verändern imstande waren: dann waren dieselben länger und dünner, dann wieder kürzer und dicker (vgl. Taf. XI, Fig. 13a u. b). Die Stiele dieser länglichrunden oder birnförmigen Gebilde entsprangen denselben Stellen, wo bei den *Tintinnus*-Arten die tentakelartigen Gebilde ihren Sitz hatten, also den Peristomwulsten, welche zwischen den Membranellenbasen gelegen sind.

Wie ich schon (p. 149) erwähnt habe, hat schon HAECKEL an seiner *Codonella* diese Gebilde beobachtet, wenn er auch die Lage der „gestielten Läppchen“ irrtümlich angegeben, indem er dieselben zu hoch (an den äußeren gelappten Peristomrand) verlegt hat.

Nicht unwesentlich scheint mir der Umstand, daß ich diese Gebilde auch an gut erhaltenen Glycerinpräparaten stets wiedergefunden habe, wie davon meine Abbildungen Zeugnis ablegen können (Taf. XI, Fig. 11 u. 14). Auch diese Gebilde schienen mir, gleich den tentakelartigen, den Membranellen in den präoralen Höhlenbogen zu folgen — oder aber es muß in dem präoralen Höhlenbogen [resp. auf dem präoralen Abschnitte des Peristomrandes (?)] eine zweite Serie solcher Kolben vorhanden sein. Ob das eine oder das andere vorliegt, — darüber bin ich mir nicht klar geworden.

Da mir die physiologische Bedeutung dieser Kolben, wie auch der Tentakel, unbekannt geblieben ist, so will ich dieselben provisorisch, mit HAECKEL, für Tastorgane ansehen.

Zum Schlusse sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß ich bei keiner von mir untersuchten *Cyrtarocyliis*-Art tentakel- oder kolbenförmige Gebilde je beobachtet habe.

**5. Die Körperbewimperung.** Bezüglich der Körperbewimperung finden wir in der Tintinmodeenliteratur die denkbar verschiedensten

Angaben und gehen die Meinungen der Autoren in diesem Punkte wohl mehr denn je auseinander. CLAPARÈDE und LACHMANN sprechen von einer gleichmäßigen, feinen Bewimperung; STEIN findet bei *Tintinnopsis fluviale* unter dem Peristom an den Seiten des Körpers einige ganz kurze Längsreihen von Borsten, bei *Tintinnus inquilinus* ähnliche Borsten, gibt dagegen für *Tintinnopsis beroidea* eine ganz andere Wimperverteilung an, indem hier über den ganzen Körper in dichtgedrängten Längsreihen feine Wimpern verlaufen sollen; HAECKEL hält den Körper der Dictyocysten für wimperlos, trifft dagegen bei *Tintinnopsis campanella* (*Codonella campanella* HAECK.) mehrere Längsreihen von Wimpern an; STERKI erwähnt bei *Tintinnidium semiciliatum* vereinzelt, feine Wimpern im vorderen Körperteil; nach FOL ist der Tintinnodeenkörper ganz wimperlos. GEZA ENTZ unterscheidet als erster steife Borsten im vorderen Körperteil und am gesamten Körper in Spiralleihen geordnete Wimpern; v. DADAY fügt den Befunden von ENTZ die Bemerkung hinzu, daß es sich wohl stets bloß um 4 Spiralleihen handle; FAURÉ-FREMIET endlich verzeichnet bei *Tintinnidium inquilinum* 5 unter dem Peristom in parallelen Kreisen angeordnete und äußerst schwer sichtbare Wimperreihen.

Nach langen sorgfältigen Untersuchungen, welche ich an den, während meines Aufenthaltes in Neapel im Jahre 1902, angetroffenen Tintinnodeen vorgenommen, habe ich mich vor allem überzeugen können, daß CLAPARÈDE und LACHMANN völlig recht hatten, als sie den Satz niederschrieben (1858/59, p. 192): „Les *Tintinnus* sont ciliés sur toute leur surface. Il est vrai que leur habit ciliaire est formé par des cils fort courts, . . . mais il existe chez toutes les espèces.“ Ferner habe ich mich davon überzeugen können, daß ENTZ (1884, p. 401 und 1885, p. 191—192) allein aus den widersprechenden Daten der Autoren und gestützt auf eigene Beobachtungen den richtigen Schluß gezogen hat, daß man bei den Tintinnodeen schlagende Wimperhaare von steifen Borsten zu unterscheiden hat und daß letztere im vorderen Körperdrittel, unregelmäßig verteilt, ihren Platz haben, während die ersteren am ganzen Körper in Längsreihen dahinziehen.

Bis hierher stimmen meine Beobachtungen vollkommen mit denjenigen von ENTZ überein, jedoch kann ich ENTZ nicht weiter folgen, wenn er die Wimperhaare bei *Tintinnopsis* (*Codonella* ENTZ) *beroidea* St. „in einer von rechts nach links absteigenden Spirallinie vom vorderen Körperteile bis zum Schwanzende“ sich ziehen läßt und hinzufügt, daß sich „ähnliche Wimperreihen in regelmäßigen



Abständen über den ganzen Körper verbreiten“; dazu fügt hernach v. DADAY noch hinzu (1887, p. 493 unter 4), daß „bei allen marinen und wahrscheinlich auch bei den Süßwasserarten die Wimpern an der Oberfläche nur in vier Spiralreihen geordnet sind“.

Ich habe vielmehr bei sämtlichen *Tintinnus*-, *Tintinnopsis*- und *Cyrtarocylis*-Arten stets feststellen können, daß die Cilien in regelrechten Längsreihen vom Peristom bis zur Stielbasis sich hinziehen, wobei die Zahl der Längsstreifen derjenigen der Membranellen resp. der Peristomlappchen entspricht (vgl. Taf. X, Fig. 6 und Taf. XI, Fig. 12).

Ich will hier gleich noch hinzufügen, daß die Bilder, welche ENTZ und v. DADAY gesehen und welche sie veranlaßt haben mögen, die Körperbewimperung als in Spiralreihen geordnet aufzufassen und zu zeichnen, auch mir nicht fremd geblieben sind. Auch ich habe öfters eine Verschiebung der normalen Längsreihen in schräger Richtung beobachten können, jedoch war das eben nur eine Verschiebung und hing eine solche Lage — welche dann freilich den Schein wirklicher Spirallinien hervorruft — stets damit zusammen, daß das Infusor nicht nur mit seiner Hülse (bei durch Deckglasdruck fixierter Hülse), sondern auch selbst innerhalb derselben drehende Bewegungen um seine Längsachse vornahm — und zwar, durch die schiefe Lage des Peristoms bedingt, in Spiralrichtung —, was öfters durch spiralisches Aufdrehen und Ösenbildungen des Stieles dem Bereiche des Zweifels entrückt wurde. Solche Drehbewegungen eines in seiner Hülse, mit Hilfe eines Stieles, befestigten Infusors müssen anfangs ein spiralisches Aufrollen des Stieles, hernach aber auch in schwachem Grade des ganzen Weichkörpers zur Folge haben und damit auch eine Verschiebung der, normal in Längsreihen angeordneten Wimpern in schräger Richtung — zu Spiralreihen — nach sich ziehen.

Je stärker nun die Spiraldrehungen des Infusors — bis zur Bildung von Hochfalten am Weichkörper —, desto deutlicher wird der Schein von Spiralwimperreihen zum Ausdruck gebracht.

Was nun die Form resp. die Struktur der Wimpern betrifft, so stimmen die Resultate meiner Beobachtungen zum Teil mit denen von ENTZ überein. Nach ENTZ's Untersuchungen an *Tintinnopsis beroidea* (*Codonella beroidea* ENTZ) bestehen die Spiralreihen „aus verhältnismäßig langen, fein zugespitzten, abgeflachten, nach rechts und vorn gerichteten Wimpern, welche — wie etwa die Konturfedern der Vögel — dem Körper gewöhnlich angeschmiegt getragen werden, so daß sie einzeln nicht zu unterscheiden sind . . . . .“

Aber selbst wenn sie aufgerichtet werden, sind sie noch immer schwer zu unterscheiden, da sie vermöge ihrer Abflachung ganz durchsichtig sind: nur am rechten Körperende (Fig. 4 u. 7), wo sie vorspringen, lassen sie sich leicht erkennen; am Schwanzende aber kann man oft die hintersten Wimpern zu einem pinselförmigen Schopf zusammengedreht beobachten (Fig. 4)“. In seiner späteren Arbeit (1885, p. 192), in welcher er Untersuchungen an *Tintinnidium fluviatile* bringt, scheint ENTZ einmal nicht so sehr auf den spiraligen Verlauf der Wimperreihen den Nachdruck zu legen, wenn er sich wie folgt ausdrückt: „Daß diese Cilien, wie bei *Codonella* (d. h. *Tintinnopsis beroidea*!), den ganzen Körper entlang verlaufen, vermute ich nur, konnte es aber nicht mit Sicherheit entscheiden, da ich sie stets nur auf verschieden langer Strecke unterhalb der mit steifen Borsten besetzten Zone verfolgen konnte;“ zum anderen findet er, daß die Wimpern bei *T. fluviatile* „sehr feine Wimperhaare“ sind und bedeutend weniger „kräftig“, als bei *Tintinnopsis beroidea*.

Ich habe stets gefunden, daß die in regelmäßigen Längsreihen verlaufenden Wimperzüge aus ungemein kurzen, sehr feinen (kürzeren und feineren bei den kleinen *Tintinnus*-Arten und etwas längeren und kräftigeren bei den großen *Cyttarocybis*-Arten), dicht hintereinander stehenden Wimpern zusammengesetzt waren. Somit fallen meine Beobachtungen mit der Beschreibung STEIN's zusammen, welche er — ganz abweichend von seiner für andere Tintinnodeen gegebenen diesbezüglichen Schilderungen — für dieselbe *Tintinnopsis beroidea* geliefert, als er (1867, p. 154) schrieb: „Über den ganzen Körper verliefen vom Peristom bis zum hinteren Körper zahlreiche, durch schmale, ganz glatte Zwischenräume voneinander getrennte Längsreihen von äußerst kurzen und feinen, dicht hintereinander stehenden Wimpern, wodurch der Körper ein sehr zierliches längsrippiges Aussehen erhielt.“ Gerade diese Längsrippigkeit ist auch mir öfters aufgefallen.

Bei der Gattung *Tintinnopsis* STEIN habe ich ferner, außer den feinen und kurzen Wimpern und, wie STEIN treffend sagt „durch schmale, ganz glatte Zwischenräume voneinander getrennten Längsreihen“ noch dorsalwärts und zwar stets am rechten Körperende, einen Wimperbüschel resp. eine zum aboralen Körperende sich ziehende Linie von recht kräftigen, nach oben gerichteten Cilien beobachten können.

Dieser aus bedeutend kräftigeren Cilien bestehende Wimperzug ist auch auf meinen Glycerinpräparaten ganz besonders schön er-

halten geblieben, wie meine Abbildungen zeigen (Taf. XI, Fig. 11 u. 14), doch habe ich über dessen Verlauf kein richtiges Bild mir verschaffen können. Wenn ich diese Beobachtung — vom Vorhandensein eines besonderen, kräftigen Wimperzuges am rechten Körperrande bei den *Tintinnopsis*-Arten — mit den Untersuchungen von ENTZ an *Tintinnopsis beroidea* vergleiche, wo ENTZ die aus „langen, fein zugespitzten, abgeflachten, nach rechts und vorn gerichteten Wimpern“ bestehenden Cilienreihen ebenfalls „nur am rechten Körperrande, wo sie vorspringen“, erkennen konnte, so drängt sich mir unwillkürlich der Gedanke auf: die Cilienreihen der *Tintinnopsis*-Arten mögen wirklich aus bedeutend längeren Wimperhaaren bestehen, als bei den übrigen Tintinnodeen. Daß ich diese kräftige Wimperlinie nur am Rücken und zwar am rechten Körperrande wahrnehmen konnte, dagegen sämtliche andere Wimperreihen des Körpers mir aus äußerst feinen und kurzen Wimpern zusammengesetzt erschienen, möge damit zusammenhängen, daß ich am Körper — en face — die Spitzen, wie auch einen Teil der Basen der Cilien, ihrer Abflachung und starken Durchsichtigkeit halber, nicht wahrnehmen konnte, sondern statt dessen, wie auch STEIN, schmale, ganz glatte Zwischenräume zwischen den einzelnen Cilienreihen beobachtete.

Ogleich diese Kalkulationen manches für sich haben mögen, will ich vorerst mich dennoch nicht entschließen, für die Gattung *Tintinnopsis* STEIN als Charakteristikum besonders lange Cilien aufzustellen und lasse somit die Frage nach dem Verlauf des kräftigen rechtsseitigen Wimperzuges stehen.

Daß endlich die Wimpern vornehmlich seitwärts oder, wie ENTZ schreibt, „nach vorn und rechts“ gerichtet sind, kann ich auch bestätigen.

**6. Borsten oder Klettercirren.** Schon STEIN hat bei *Tintinnidium fluvialis* (1867, p. 153) Borsten beobachtet, welche „... nahe unter dem vorderen Ende des Peristoms ... auf jeder Seite des Körpers eine ganz kurze Längsreihe ...“ bilden sollen. Hernach hat ENTZ (1884, p. 401; 1885, p. 191) zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß die Tintinnodeen außer den Wimperzügen auch noch „steife, feine Borsten“ aufweisen, jedoch fügt er gleich hinzu: „die steifen Borsten scheinen nur jenen Tintinnodeen eigen zu sein, welche gallertartige Röhren bewohnen, d. h. der S. KENT'schen Gattung *Tintinnidium*; bei keiner Tintinnode mit solider Hülse wurden sie bis jetzt beobachtet (1884, p. 399).“ v. DADAY endlich wiederholt bloß die Angaben von STEIN und ENTZ (1887, p. 493 unter 2).

Ich persönlich konnte bei allen von mir untersuchten Tin-

tinnodeen, außer den in regelmäßigen Längsreihen angeordneten flimmernden Wimpern, auch noch ziemlich feine, verhältnismäßig lange, steife Borsten oder Cirren beobachten, welche vornehmlich unterhalb des Peristoms resp. im vorderen Körperdrittel ihren Sitz hatten, und zwar hier in unbestimmter Zahl und unregelmäßig zerstreut waren; diese meine Beobachtungen stimmen denn auch mit denjenigen von STEIN, STERKI und ENTZ überein. Hinzufügen muß ich noch, daß solche Borsten vereinzelt auch an anderen Stellen des Körpers vorkommen können, wie das z. B. meine Abbildungen (Taf. XI, Fig. 11 u. 18) demonstrieren. Das Vorkommen solcher Borsten auch in der Mitte und am Schwanzende des glockenförmigen Körpers bildet natürlich nichts Außergewöhnliches, zumal ENTZ sich auf das Entschiedenste überzeugen konnte, daß „deren Anordnung und Länge, mit letzterer auch die Zahl der Borsten je nach Individuen wechselt“, woraus er dann den vollkommen gerechtfertigten Schluß zieht, „daß diese Borsten, ganz wie die der Stentoren und Stichotrichen dem Wechsel unterworfenen Gebilde sind, sei es, daß sie nach kürzerem oder längerem Gebrauch in das Körperplasma zurückgezogen, oder aber, daß sie abgestoßen werden, um durch neue Nachschübe ersetzt zu werden“ (1885, p. 191).

Mit STEIN und ENTZ kann ich endlich wohl mit Sicherheit feststellen, daß diese steifen Borsten als Stützen beim Emporsteigen aus der Tiefe der Hülse, in welche sich das Infusor bei der geringsten Kleinigkeit scheu zurückzieht, gebraucht werden (also Klettercirren sind), resp. wohl auch als Tastborsten dienen.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß FAURÉ-FREMIET, meiner Ansicht nach, bei seinen Untersuchungen an *Tintinnidium inquilinum* (1908, p. 236) wohl bloß die Borsten gesehen haben wird, während ihm das eigentliche Cilienkleid dieses Infusors unbekannt geblieben sein mag.

**7. Der Stiel.** Einstimmig heben sämtliche ältere Autoren die starke Contractilität des Stieles hervor, finden jedoch, daß derselbe nichts weiter als eine direkte Fortsetzung des Ectoplasmas des Leibes ist, daß er somit völlig homogen ist und eines im Innern liegenden elastischen Bandes — eines Stielmuskels — entbehrt, worin sie denn auch (wie das schon CLAPARÈDE u. LACHMANN [1858/59, p. 195] tun) einen wesentlichen Unterschied zwischen den Vorticellinen und Tintinnodeen erblicken. v. DADAY entdeckt nun zuerst, als Ausnahmefälle, bei *Cyrtarocylis Markusowszkyi* [*C. chrenbergii* (Cl. et LACHM.)], *annulata* und *Claparèdei* (1887, p. 502, Taf. 21, Fig. 4) „von der Basis des Körperstieles ausgehende Streifen“, welche „an

beiden Enden spitzig, in der Mitte etwas breiter“ sind und nach und nach im Körper verschwinden, „indem sie nach vorn (d. h. zum Peristom hin) sich strahlenförmig voneinander entfernen“. Diese Streifen hält v. DADAY für Homologa den Myophanfasern. Endlich bemerkte er noch bei *Undella*(?) *Claparèdei* (1887, p. 502; Taf. 19, Fig. 1). wie „aus dem Körperstiele hier und da ein durchsichtiger, farbloser und homogener Streifen sich etwa bis zur Mitte des Körpers“ erhob; auch diese „lichten Streifen oder Bänder“ waren äußerst elastisch.

1905 konstatierte ich in meiner vorläufigen Mitteilung das Vorhandensein von muskelartigen Gebilden im Stiele selbst, welche aus demselben in den Körper sich verbreiten.

FAURÉ-FREMIET nun, welchem meine vorläufige Mitteilung unbekannt geblieben ist, hat bei *Tintinnidium inquinatum* EHRBG. (1908, p. 237; Textfig. 8 u. 10; Taf. 12, Fig. 1) ebenfalls ein Muskelband im Stiele wahrgenommen, dessen Verlauf er wie folgt charakterisiert: „à la base du corps, sur la face ventrale, on distingue un cordon protoplasmique homogène plus dense et plus réfringent que le sarcode environnant. aplati contre la pellicule; ce cordon pénètre dans le pedicule, puis il se renfle, en un point que je nommerai le bulbe. s'amincit de nouveau sitôt après et constitue à lui seul le pédicule proprement dit. Peut-être cette fibre contractile s'étend-t-elle le long de la paroi ventrale du corps, divisée en deux branches qui se perdent vers le péristome; mais il m'a été impossible de le vérifier.“ Während nun der Stiel im frischen Zustande, sowie auch nach Anwendung von Osmiumreagentien, FAURÉ-FREMIET stets völlig homogen erschien, erhielt er nach Einwirkung der TELLYESNICKSKY'schen Flüssigkeit ein äußerst interessantes Bild, welches (siehe FAURÉ-FREMIET's Textfig. 8) deutlich eine von einer feinen Hülle umgebene, stellenweise aufgerollte Muskelfibrille in der Mitte des homogenen Stieles sehen läßt. FAURÉ-FREMIET hält diese so erhaltene Muskelfibrille für ein Kunstprodukt. Obgleich ich persönlich mich stets äußerst skeptisch zu derartigen, durch besondere Reagentien hervorbrachten Bildern verhalte, so glaube ich doch, daß in diesem Falle das von FAURÉ-FREMIET erhaltene Bild kein Kunstprodukt gewesen ist, sondern daß ähnliche Muskelfibrillen im Stiele der *Tintinnodeen* wirklich vorhanden sein müssen; das zu behaupten berechtigen mich meine Beobachtungen an den Stielen lebender *Tintinnodeen*, wie auch einige auf gewöhnlichem Wege (Pikrinsäure + 5 Proz. Eisessig oder Sublimatlösungen und nachherige Färbungen mit Hämatoxylin oder Parakarmin usw.) gefertigten Glycerinpräparate.

Im Innern der Stiele von *Cyrtarocylis*- und *Tintinnopsis*-Arten

konnte ich öfters deutlich in der Nähe der Stielbasis schraubenförmig aufgedrehte Muskelemente, wie das z. B. meine intra vitam gezeichnete Abbildung (Textfig. 5) veranschaulicht, unterscheiden. Diese Fibrillen nahmen ihren Anfang am oberen Teile des Stieles, jedenfalls oberhalb der Stielanschwellung (des Bulbus) und verloren sich hernach im Körper, wobei ich dann drei, dann wieder mehr Streifen in den Körper sich ziehen sah. Unterhalb der ersten Stielanschwellung (wenn mehrere vorhanden waren) oder vielleicht auch schon höher, sah ich diese Fibrillen sich allmählich nähern und schließlich in ein gemeinsames dunkles Band übergehen; dieses gemeinsame elastische Band glaube ich auch mehrere Male bis zur



Textfig. 5.

Textfig. 6.

Textfig. 5. Stiel einer *Cyttarocyclus ehrenbergii* (CLAP. et LACHM.) = *C. Markusovszkyi* v. DAD. nach der Natur. Die Muskelfibrillen sieht man deutlich sich schraubenförmig winden und in den Körper strahlenförmig eintreten. An der Anschwellung war eine schwache Granulation sichtbar.

Textfig. 6. Glycerinpräparat einer *Cyttarocyclus ehrenbergii* (CLAP. et LACHM.) = *C. Markusovszkyi* v. DAD. im kontrahierten Zustande. Die Figur präsentiert ein aus lauter Fibrillen bestehendes, dem Stiele entspringendes Band, welches, in den Körper eintretend, sich zerteilt.

Stielspitze verfolgt zu haben, wie das z. B. meine Abbildung von *Tintinnus Fraknoi* v. DAD. (Taf. XI, Fig. 18) zur Schau bringt.

In meiner vorläufigen Mitteilung sprach ich den Gedanken aus: die in den Körper eintretenden Muskelfibrillen mögen sich in ebenso viele feine Fibrillen zerspalten, als Wimperzüge vorhanden sind, doch will ich jetzt, nachdem mir einige interessante Präparate nachträglich in die Hände gekommen, davon Abstand nehmen; es sind dies namentlich die von mir in Textfig. 6 und Fig. 17 (Taf. XI) abgebildeten Glycerinpräparate zweier *Cyttarocyli*s-Arten. Auf Fig. 17, welche eine in ihre Hülse eingezogene *Cyttarocyli*s *ampla* (?) JÖRG. wiedergibt, sieht man ein breites zum Peristom hin sich verjüngendes schwach gestreiftes Band sich ziehen; die Abbildung auf Textfig. 6 (ebenfalls eine stark kontrahierte *Cyttarocyli*s *ehrenbergii* (CLAP. et LACHM.), deren Körperseiten an der Stielbasis zerrissen waren) scheint mir jedoch besonders überzeugend für die Differenzierung des Stielprotoplasmas zu wirklichen Muskelfibrillen zu sprechen; es läßt sich an dieser Figur deutlich erkennen, wie einem gemeinsamen Bande, welches im Innern des Stieles gelegen ist, eine Reihe feiner Fibrillen entsteigt, welche so oder anders in dem Tintinnodeenkörper bis zum Peristom hin sich ausbreiten.

Diese Beobachtungen an lebenden Tintinnodeen, wie die von mir gebrachten Abbildungen von Glycerinpräparaten und gestützt auf gleichlautende Untersuchungen von FAURÉ-FREMIET und teilweise auch von v. DADAY, geben mir das Recht die These aufzustellen, daß der Stiel der Tintinnodeen nicht aus homogenem Protoplasma besteht, sondern daß vielmehr im Innern desselben das Protoplasma eine hohe Differenzierung zu Muskelfibrillen entschieden aufweist. Eine so hohe Differenzierung des Protoplasmas des Stieles bringt mich durchaus nicht in Erstaunen, nachdem ich bei den Tintinnodeen tentakelartige, kolbenförmige Gebilde und zu spitzen Zähnen sich ausziehende Peristomränder beobachtet habe.

Bei dieser Gelegenheit will ich gleich hinzufügen, daß ich von einem direkten Vergleiche, geschweige denn von einer Homologisierung dieses muskulösen Stielkernes mit demjenigen der Vorticellinen vor der Hand entschieden Abstand nehme und die Lösung dieser gewiß nicht uninteressanten Frage weiteren genaueren diesbezüglichen Studien überlasse.

Über die Verankerungsstelle des Stieles an dem Gehäuse hätte ich nichts Neues zu sagen. Auch ich kann nur bestätigen, daß der Stiel bei den einen Tintinnodeen an der Seite der Hülsenwand (z. B. *Tintinnus inquilinus*, *Tintinnus Fraknoi*, *Tintinnopsis Fosmayeri*. var.

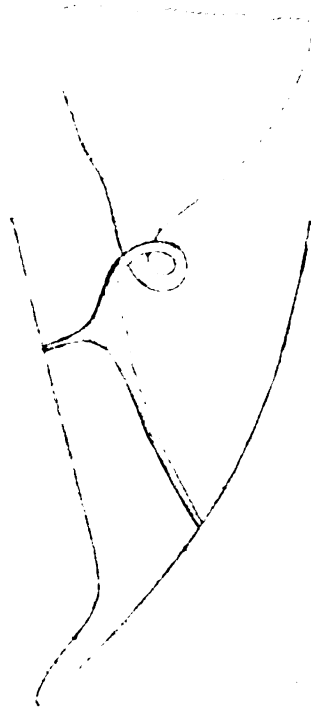
*curvicornis*, *Tintinnopsis Davidoffii*, var. *cylindrica*, *Ptychocylis* (*Rhabdonella*) *spiralis*), bei den anderen dagegen (z. B. *Cyttarocylis*-Arten, *Tintinnopsis campanula*, *Tintinnopsis beroidea*, var. *acuminata*) am Boden der Hülse befestigt ist, wobei öfters in der Nähe des Körpers, oder aber der Verankerungsstelle oder mit derselben zusammenfallend (*Rhabdonella spiralis* BRANDT) eine Anschwellung — ein Bulbus — sich befindet.

Solche Stielanschwellungen, derer manchmal zwei in gewissen Abständen zu bemerken sind, sind auch schon den früheren Forschern nicht fremd geblieben; Ösenbildung (vgl. Textfig. 7), spiralisches Aufdrehen des Stieles sind auch meinen Beobachtungen nach keine seltenen Erscheinungen.

Das Ausschicken von pseudopodienartigen Fäden sowohl vom Befestigungsende, als auch von den Bulben, wie solche auch ENTZ (1885, p. 189; Taf. 13, Fig. 7) schon bei *Tintinnidium fluviale* erwähnt, hat FAURÉ-FREMIET eingehend studiert und gibt in seinen Abbildungen eine Reihe äußerst charakteristischer und interessanter Phasen derselben wieder (1908, p. 237—238; Textfig. 9 und Taf. 12, Fig. 3 u. 4). Auch die dieser Arbeit beigelegte Textfig. 7 gibt ein solches Beispiel wieder, wobei das vom Bulbus ausgeschickte Pseudopodium zu einer doppelten Fixierung des Stieles an der Hülse zeitweilig geführt hat.

Ich muß auch in dem Punkte FAURÉ-FREMIET völlig beistimmen, daß nämlich diese ausgeschickten Fäden wahre Pseudopodien sind,

d. h. Ausstülpungen der äußeren homogenen Protoplasmaschicht des Stieles und folglich nicht contractionsfähig, sondern vielmehr ebenso leicht und langsam in das Protoplasma zurückgezogen werden können, wie sie von demselben ausgeschickt worden. —



Textfig. 7. *Cyttarocylis ehrenbergii* (CLAP. et LACHM.) = *C. Markusovszkyi* v. DAD. nach der Natur gezeichnet. Der Stiel hat am Körperende eine Öse gebildet und von seinem Bulbus eine Pseudopodie zur Hülsenwand gesandt.



**8. Die contractile Vacuole.** Leider sind meine Bemühungen, der contractilen Vacuole ihren sicheren Platz anzuweisen, nicht gerade von Erfolgen gekrönt worden.

Da die Contractionen der pulsativen Vacuole bei den Tintinnodeen äußerst langsam vor sich gehen, andererseits bei dem fortwährenden Rotieren des Infusors um seine Längsachse innerhalb des Gehäuses stets andere kugelförmige Gebilde — wie Nahrungsballen, große Öl- oder Fetttropfen — vorrücken, so wird eine genaue Beobachtung der Contractionen der Vacuole stark erschwert, und können diese doch allein maßgebend bei Feststellung der Vacuole sein.

Wenn ich nun meine Beobachtungen, welche mich zu der Annahme führten: die Tintinnodeen besäßen sämtlich bloß eine einzige contractile Vacuole, — mit der von BRANDT gegebenen sehr übersichtlichen Tabelle der Autorenangaben (1907, p. 19—22) vergleiche, so glaube ich im Rechte zu sein, da mit Ausnahme einiger *Tintinnus*-Arten, welche möglicherweise (was ich übrigens ebenfalls bezweifeln möchte) 2 Vacuolen besitzen, die Fälle, wo 2 Vacuolen angetroffen wurden, ganz vereinzelt sind und sämtlich auf Beobachtungen von v. DADAY beruhen. Daß nun aber z. B. die zweite, hintere Vacuole, welche v. DADAY bei *Tintinnopsis mayeri* v. DAD. gesehen hat — wenn sie überhaupt vorhanden gewesen — für den zukünftigen Teilungsproßling bestimmt gewesen sein mag, ist wohl gewiß wahrscheinlich, zumal auch die von v. DADAY für diese Art angegebene Kernzahl (12) äußerst problematisch erscheint und für *Tintinnopsis*-Arten ganz isoliert dasteht; freilich andererseits aber auch nicht einmal legaliter auf Teilungsprozesse sich zurückführen ließe.

Was die Lage der einzigen Vacuole, welche ich bei Tintinnodeen angetroffen habe, betrifft, so verlege ich dieselbe für *Tintinnopsis*- und *Tintinnus*-Arten mit ENTZ (1885, p. 402) und FAURÉ-FREMIET (1908, p. 233) in die Nähe des Mundes, auf die linke Körperseite und etwas dorsalwärts, dagegen dürfte dieselbe bei *Cyrturocylis*-Arten vielleicht mehr in die Mitte des Körpers gerückt sein.

Die Afteröffnung habe ich niemals beobachtet.

**9. Die Kerne.** Tiefgehende Studien an den Tintinnodeenkernen bei den einzelnen Arten habe ich nicht vornehmen können, schon aus dem einfachen Grunde nicht, weil ich über ein äußerst artenarmes Material verfüge, jedoch habe ich mir sowohl ein Urteil über die Anzahl der Kerne bei den von mir angetroffenen Arten bilden können, als auch die Strukturverhältnisse der Kerne in den verschiedenen Lebensstadien derselben studieren können.

Um nicht zu langschweifig zu werden, verweise ich den Leser bezüglich der von den verschiedenen Autoren gegebenen Daten über die Anzahl der Kerne auf die „Monographie der Familie der Tintinnodeen“ von v. DADAY (1887, p. 503—506) und das große Werk von K. BRANDT „Die Tintinnodeen der Plankton-Expedition“ (1907, p. 16—22), in welchem BRANDT die Befunde v. DADAY'S, meiner Ansicht nach, einer treffenden Kritik unterwirft; selbst will ich hingegen nur meine eigenen Beobachtungen anführen.

Im vegetativen Zustande fand ich bei den *Tintinnus*-Arten (*Tintinnus inquilinus* und *T. Fraknoi*) stets (wie auch v. DADAY) 4 länglich-runde bis ovale Kerne (vgl. Taf. X, Fig. 5 und Taf. XI, Fig. 18); bei den *Tintinnopsis*-Arten — stets 2 ovale Kerne (vgl. Taf. XI, Fig. 11 u. 12); bei den *Cyrtarocylis*-Arten — stets 2 ovale resp. schwachnierenförmige Kerne (vgl. Taf. XI, Fig. 16). Die übrigen vereinzelt angetroffenen Gattungen habe ich nicht speziell auf ihre Kerne hin prüfen können; bezüglich der Gattung *Codonella* vermag ich nur, auf Grund einiger mir von V. DOGIEL freundlichst zur Durchsicht gegebener Kanadabalsam-Präparate, zu bestätigen, daß die *Codonella*-Arten entschieden auch normalerweise vielkernig sind.

Betreffs der Struktur der im vegetativen Zustande befindlichen Kerne muß ich noch hinzufügen, daß ich öfters bei *Cyrtarocylis*-Arten die schon von ENTZ bei *Tintinnidium fluviale* St. (1885, p. 193; Taf. 13, Fig. 1—9) beschriebene „spindelförmige Höhle“ angetroffen habe (vgl. Taf. XI, Fig. 17); ob die Gegenwart eines Kernspaltes auf eine gewisse Bejahrtheit der Individuen hinweist, wie das ENTZ (1885, p. 194) und LAACKMANN (1906, p. 22 u. 23) behaupten, kann ich weder verneinen noch bejahen, jedenfalls waren die Individuen in solchen Fällen noch äußerst lebensfähig, denn zwischen solchen Kernen beobachtete ich (auf Präparaten) öfters die Anlage eines neuen Peristoms.

Was endlich die innere, feinere Struktur der Kerne betrifft, so habe ich ebenfalls wie ENTZ, v. DADAY und FAURÉ-FREMIET, die sog. Binnenkörper („Macrosomen“ nach GREENWOOD und FAURÉ-FREMIET) bei den Tintinnodeenkernen beobachten können, jedoch fand ich niemals den ganzen Kern von denselben ausgefüllt, wie das v. DADAY für einige Arten angibt (1887, Taf. 18, Fig. 2, 3 u. 11) und zeichnet, sondern vielmehr — übereinstimmend mit ENTZ und FAURÉ-FREMIET (1908, p. 232; Textfig. 4) — innerhalb einer alveolären Masse („Microsomen“ — GREENWOOD, FREMIET) einige wenige größere Kugelkörperchen, welche das Licht stärker brachen, verteilt (vgl. Taf. XI, Fig. 17). Über die Natur dieser „Macrosomen“

habe ich kein Urteil, da ich keine speziellen Studien an den Kernen vorgenommen habe.

Das Vorhandensein von Nebenkernen, d. h. der Micronuclei habe ich nur ganz vereinzelt mit Sicherheit feststellen können (vgl. Taf. X, Fig. 5 a; Taf. XI, Fig. 9 u. 14) und fand dieselben in solchen Fällen stets kugelförmig, den Macronuclei in der Einzahl je anliegend und gänzlich homogen, d. h. strukturlos; die Notiz v. DADAY'S (1887, p. 505) über die Anzahl der Micronuclei, nach welcher dieselbe „durchaus zufällig, innerhalb weiter Grenzen veränderlich“ und „von der Zahl der Kerne ganz unabhängig“ sein soll. — muß ich mit BRANDT (1907, p. 18) verwerfen und letzterem beistimmen, wenn er sagt: „Sie (d. h. die Micronuclei) werden bei vegetativen Individuen ebenso konstant für die Art sein, wie die Hauptkerne . . .“

### C. Die Fortpflanzung.

**1. Die Vermehrung durch Teilung.** Aus den Angaben der älteren Autoren (CLAPARÈDE — an *Tintinnus urnula*; STEIN — an *Tintinnidium fluviale* und *Tintinnus inquilinus*; STERKI — an *Tintinnidium semiciliatum*; ENTZ (1884) — an *Tintinnopsis beroidea* (*Codonella beroidea* ENTZ)) ist nur soviel zu ersehen, daß die Teilung durch die Anlage einer neuen adoralen Zone in der Mitte des Körpers eingeleitet wird und in schräger Richtung verläuft.

Die erste genauere Schilderung der Peristomanlage gibt ENTZ (1885, p. 193—194; Taf. 13, Fig. 7) bei *Tintinnidium fluviale* ST. mit folgenden Worten: „Der ganze Vorgang der Teilung hat viel Übereinstimmendes mit der der Stentoren oder noch mehr der Strombidien. Die Teilung beginnt mit der Anlage eines neuen Peristoms etwa in der Mitte der Ventralseite und Neubildung einer contractilen Vacuole (Fig. 7) für den hinteren Teilungsprobling. Auf diesem Stadium der Teilung verweilen die Tintinnidien, ganz so, wie die Stentoren —, vermutlich weil die Ausbildung des komplizierten Peristoms längere Zeit beansprucht —, verhältnismäßig lange, so daß die einzelnen Phasen nicht recht an demselben Exemplar beobachtet werden können. Das neue Peristom erscheint als ein kurzes bogenförmiges Band, dessen Enden sich allmählich einwärts rollen und zu einem Spiralkranz abschließen. Die adoralen Membranellen werden als quergestellte Leisten angelegt, die allmählich zu einwärts gebogenen Membranellen heranwachsen. Am konkaven

Saum des Bogens ist ein sehr feines, zart quergestreiftes Bändchen zu erkennen, welches höchstwahrscheinlich durch Zerfaserung und Auflösung in einzelne Wimpern den paroralen Kranz erzeugt. Sobald sich die adoralen Wimpern zu einem Spiralkranz geschlossen haben, erhebt sich die Umgebung des neugebildeten Peristoms in der Form einer Knospe, welche den hinteren Teil des mütterlichen Körpers aufnimmt, um sich schließlich vom vorderen Teilungssproßling abzuschneiden.“

Diese Beschreibung nimmt v. DADAY in seiner Monographie einfach als allgemein gültige an, da es ihm nicht gelungen ist, selbst die Teilungsprozesse näher zu studieren. FAURÉ-FREMIET (1908, p. 240; Taf. 12, Fig. 2) gibt endlich eine kurze aber prägnante Notiz über die Peristomanlage bei *Tintinnidium inquilinum*, nach welcher das neue Peristom in Form einer Grube angelegt wird, in welche radiär gestellte Linien sich versenken; diese Linien sind die Insertionslinien der zukünftigen Membranellen. Hernach erhebt sich die Grube kuppelförmig nach außen, wobei die die Kuppel ringförmig umschließende Körperhülle des mütterlichen Tieres in der Mitte nicht ganz geschlossen wird und den Peristomsaum des zukünftigen Tieres bilden soll; zu dieser Zeit wachsen die die Membranellen bildenden Wimpern aus ihren Insertionslinien heraus, sind aber lange noch äußerst fein und kurz.

Meine eigenen Beobachtungen sind nun auch recht lückenhaft und fehlt mir hier und da ein Bindeglied. Das Bild, welches ich mir nun, auf Grund vielfältiger Beobachtungen, vornehmlich an *Cyrtarocyliis ehrenbergii* (CLAP. et LACHM.) zusammengestellt habe, dürfte folgender Beschreibung entsprechen.

Die ersten Anzeichen einer Teilung werden durch das Auftreten eines in der Mitte des Körpers, ventralwärts und etwas linksseitig angelegten breiten Wulstbandes zum Ausdruck gebracht. Dieses Wulstband ist in schräger Richtung in den Mutterkörper eingepflanzt, so daß der äußere Rand desselben der Oberfläche des Muttertieres nahe liegt, während der innere Rand sich tief in den Körper hineinversenkt (vgl. Textfig. 8); auf dem Wulstbande lassen sich deutlich stark lichtbrechende Linien erkennen, welche nach innen zu schwach strahlenförmig gestellt sind. Während es mir nicht gelungen ist, die Grenze des äußeren Randes mit Sicherheit zu verfolgen, konnte ich den inneren Rand stets deutlich wahrnehmen und dessen Lage als **S**-förmig gebogen bestimmen.

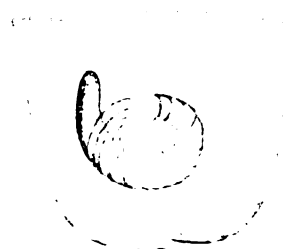
Im weiteren biegen sich die Enden dieses **S**-förmigen — also in Form einer von rechts nach links gewundenen Spirale — Wulstbandes einwärts, jedoch fürs erste keinen geschlossenen Kreis bildend

und eine tiefe Grube innerhalb des Kreises hinterlassend. Durch das spiralförmige Einrollen des Wulstbandes erfahren die stark-lichtbrechenden Linien auf demselben eine stärkere Krümmung in schräger Richtung, wodurch sie bogenförmig-radiäre Stellung erhalten, wie das meine Textfigur 9 veranschaulicht.

Die radiär in die Grube sich versenkenden Linien, welche auch ich — um es gleich zu sagen — mit FAURÉ-FREMIET für die Membranellenbasen resp. die Membranellen-Insertionslinien halte (und nicht, wie ENTZ meinte, für die Membranellen selbst), fand ich stets zum



Textfig. 8.



Textfig. 9.

Textfig. 8. Peristomanlage im Körper einer *Cyttarocyelis ehrenbergii* (CLAP. et LACHM.) = *C. Markusovszkyi* v. DAD. Glycerinpräparat. Vergrößerung? Das Mutterkörper wird in Form eines S-förmig gebogenen, in schräger Richtung in den Mutterkörper eingepflanzten Bandes angelegt; auf dem Bande werden stark lichtbrechende, schwach radiär angeordnete Linien (die Insertionslinien) sichtbar, welche am Ende des Bogens über den inneren Peristomrand hinaus in den Mutterkörper sich vertiefen. Die beiden Hauptkerne sind in diesem Stadium schon an den einander zugewandten Polen zugespitzt und der eine von ihnen befindet sich schon auf der Wanderung dem anderen entgegen.

Textfig. 9. Peristomanlage im Körper einer *Cyttarocyelis ehrenbergii* (CLAP. et LACHM.) = *C. Markusovszkyi* v. DAD. nach der Natur. Weiteres Stadium. Das S-förmig gebogene Band schließt sich zu einer linksseitig gewundenen Spirale. Die lichtbrechenden Insertionslinien der Membranellen erhalten infolgedessen eine stärkere bogenförmige Krümmung.

linken Ende der nach links gewundenen Spirale bedeutend verlängert, was denn auch vollkommen den zukünftig zum präoralen Höhlenbogen hinabsteigenden Insertionslinien entspricht, und zwar schienen mir dieselben sich über den linken Rand des Wulstbandes hinaus zur Grube hinzuziehen (vgl. Textfig. 9).

Wenn diese letzte Beobachtung richtig ist, wofür ich jedoch nicht mit Bestimmtheit eintreten kann, so sind meine Beobachtungen, sowie diejenigen der früheren Autoren, bezüglich der Form des ausgewachsenen Peristoms auch richtig: d. h. das Peristom hat im ausgewachsenen Zustande die Form einer kreisrunden Scheibe und

würde in einem solchen Falle die Zeichnung FAURÉ-FREMIET's für *Tintinnidium inquilinum* ungenau sein (1908, p. 233—235, Textfig. 6). Ich füge jedoch gleich nochmals hinzu, daß FAURÉ-FREMIET's Schilderung und Zeichnung mir im allgemeinen wahrscheinlicher erscheint und lasse ich aus diesem Grunde die Punktierung auf meinen schematischen Textfiguren (Textfig. 2—4, p. 153) stehen.

In der weiteren Entwicklung des Peristoms geht folgende interessante Veränderung vor sich: der Boden der grubenförmigen Vertiefung fängt an sich auszustülpen und sich knospenartig über dem mütterlichen Tiere zu erheben. Zu dieser Zeit sind die Enden des Wulstbandes, welches nun den Peristomsaum des heranwachsenden Teilungssproßlings ausmacht, zu einem geschlossenen Ringe (fraglos wenigstens der äußere Rand desselben) zusammengewachsen.

Das Herauswachsen der zu starken Membranellen verklebenden und dicht aneinander gereihten Wimperfibrillen aus den Insertionslinien habe ich nicht beobachten können — wie das FAURÉ-FREMIET gelungen ist —, sondern stets erst das nächste Stadium studieren können.

Während die knospenartige Erhebung aus dem Muttertiere herauschaut und immer noch rechtwinklig zu dessen Längsachse gestellt ist, sieht man schon deutlich an der Basis der Knospe — am Peristomsaum — die Membranellen herausschlagen: anfangs langsam und träge, hernach aber immer stärker und wuchtiger. Man erblickt nun eine Einkerbung des Muttertieres an den Seiten der Knospe, welche stetig zunimmt und zwar am oberen Körperteile stärker und rascher als am unteren. Diese am oberen Teile des Mutterleibes stärker ausgeprägte Einkerbung kommt wohl dadurch zustande, daß der untere Teilungssproßling sich bemüht, vertikale Lage einzunehmen, was ihm denn auch bei dem weiteren Wachstum durch Reißen an dem Mutterkörper gelingt.

Indem nun, im weiteren, der untere jugendliche Teilungssproßling sich immer mehr in vertikaler Richtung in die Höhe auszieht, den unteren Körperteil des Muttertieres — inklusive den Stiel — sich aneignend, stülpt sich die bisher aus dem neuangelegten Peristom herausschauende Knospe wieder unter den Peristomsaum ein, um nie wieder — zur wahren Stirnkuppe des Infusors geworden — über denselben hinauszuragen.

Es bedarf nun noch vieler und längere Zeit andauernder Zug- und Ruckbewegungen seitens beider Sproßlinge (vgl. Taf. X. Fig. 6 u. 8), bis die gänzliche Abtrennung des oberen, mit dem Peristom des Muttertieres versehenen Teilungssproßlings vom unteren erfolgt.

Wir haben es somit bei den Tintinnodeen mit einer in schiefer Richtung vor sich gehenden Querteilung zu tun, wobei das in der alten Hülse verbleibende Individuum mit dem neugebildeten Peristom versehen ist, wogegen das sich knospenförmig abtrennende, hülsenfreie das alte Peristom erbt und für seine Wohnung selbst Sorge zu tragen hat; wie diese Hülse, durch Ausscheidung einer schleimigen Masse, vom Infusor gebildet wird — diese Frage habe ich oben (p. 143 usf.), soweit meine Beobachtungen reichten — für steife Tintinnodeenhülsen — schon einer eingehenderen Erörterung unterworfen.

LAACKMANN fand in einem Falle bei *Tintinnopsis baltica* in einer Hülse 2 getrennte Tiere, beide mit je 2 Macro- und je 2 Micro-nuclei, von denen er das untere für das Tochttertier (das jugendliche Exemplar) hielt. Dieser ganz richtigen Voraussetzung fügt LAACKMANN den Satz hinzu: „Danach scheint es, als ob das untere Tochttertier das alte Gehäuse bewohnen und das Muttertier (?) den Neubau der Hülse vornehmen würde“ (1906, p. 23). Die zweite von LAACKMANN sehr vorsichtig ausgesprochene Voraussetzung scheint schon ENTZ (1885, p. 194 gleich oben) ausgesprochen zu haben, jedenfalls ist dieselbe aber für v. DADAY (1887, p. 509) und auch für mich (1905) schon längst ein feststehendes Faktum.

Da nun meine Beobachtungen beinahe ausschließlich an *Cyrtarocylis*-Arten — vornehmlich an *C. ehrenbergii* (CLAP. et LACHM.) — verliefen, so konnte ich natürlich die Anlage der tentakelartigen und kolbenförmigen Gebilde, welche dieser Gattung gänzlich fehlen, nicht verfolgen, was für mich eine besonders fühlbare Lücke bedeutet.

Zum Schlusse muß ich noch hinzufügen, daß mir der Moment der Anlage einer neuen Vacuole gänzlich entgangen ist.

**2. Das Verhalten der Kerne während der Teilung.** Über das Verhalten der Kerne während der Teilung lagen bis in die letzte Zeit hinein so viel wie gar keine Beobachtungen vor und es gebührt LAACKMANN zuerst und bisher allein die Ehre (1906 a u. b). Licht in diese Frage hineingebracht zu haben. LAACKMANN'S Beobachtungen der Kernveränderungen während der Teilung wurden vornehmlich an *Tintinnopsis campanula* CL. u. L. und *Tintinnopsis* (*Cyrtarocylis* nach LAACKMANN und BRANDT) *helix* CL. u. L. vollzogen (1906 a, p. 440—441 und 1906 b, p. 10—24; Taf. 2, Fig. 23—32).

Meine Beobachtungen, welchen hauptsächlich Untersuchungen an *Cyrtarocylis ehrenbergii* (CL. u. L.) zugrunde liegen, stimmen im großen und ganzen mit denjenigen LAACKMANN'S überein und hätte ich nur einige Details hinzuzufügen.

Vor allem muß ich die Behauptung LAACKMANN's — die Macro-nuclei erlitten eine Veränderung erst nach vollständiger Bildung des adoralen Wimperkranzes (1906 b, p. 10) — für irrig erklären. Ich habe vielmehr stets konstatieren können, daß ein Ausziehen der Macro-nuclei in der Richtung der Längsachse (vgl. Taf. XI, Fig. 10), wie auch das Wandern des einen dem anderen entgegen, in die Zeit der ersten Bildungsstadien des Peristoms fallen; das Peristom befindet sich zu dieser Zeit noch in Form eines gestreiften S-förmig gebogenen Bandes, welches sich noch nicht zu einem Spiralkranz geschlossen hat, wie davon meine Abbildungen Zeugnis ablegen (Textfig. 8; Taf. XI, Fig. 15 a).

Die verschiedenen Veränderungen nun, welche an den Kernen vor sich gehen, will ich mit folgenden Worten beschreiben.

Die mit oder ohne Spalt versehenen Kerne beginnen in der Richtung der Längsachse sich auszuziehen, dann wandert der eine von ihnen dem anderen zu. Zur Zeit der Wanderung sind die einander zugewandten Enden beider Kerne zugespitzt, wobei die sog. Binnenkörper, wenn vorhanden, sich an den entgegengesetzten Polen gruppieren, während die zugespitzten Enden streifige Struktur aufweisen (vgl. Textfig. 8). Hernach verschmelzen die beiden Kerne zu einem spindelförmigen Kern mit verdickten Polen; die Struktur bleibt dieselbe: die angeschwollenen Enden enthalten die Binnenkörper, das zwischenliegende Band ist gestreift. Im weiteren rücken die verdickten Enden einander näher, dem allgemeinen Kern wurstförmige Gestalt verleihend (vgl. Taf. XI, Fig. 14 u. 15 b).

Was nun ferner mit diesem wurstförmigen Kern geschieht, konnte ich leider nicht beobachten; auch die Struktur desselben ist mir unbekannt geblieben, da die Präparate, welche denselben aufwiesen, für das Studium der Strukturverhältnisse wenig geeignete Glycerinpräparate waren. Infolgedessen muß ich zu den Beobachtungen LAACKMANN's greifen, welche diese Lücke auf folgende Weise ausfüllen. LAACKMANN schreibt hierüber (1906 b, p. 23; Taf. 2, Fig. 28): „Die wenig verdickten Enden (des wurstförmigen Kerns) zeigen dichteres Kerngerüst, in der Mitte ist blasse Streifung wahrzunehmen, die mehr und mehr verschwindet. Ich habe am häufigsten solche wurstförmigen Verschmelzungsstadien gefunden, die keine Streifung erkennen ließen, sondern gleichförmig körnige Struktur besaßen. Dann erfährt das verschmolzene Kernprodukt in der Mitte eine Verdickung, zugleich ist eine Streifung zu beiden Seiten der Ausbauchung zu erkennen, gleichfalls an diesen Stellen Einschnürung zu beobachten (Taf. II, Fig. 29). Endlich vollzieht sich an den



beiden eingeschnürten Stellen die Abschnürung, so daß das Tier jetzt 3 Kerne besitzt, die genau kugelige Gestalt und keinen Kernspalt besitzen (Fig. 30). Letzteres scheint jedoch nicht immer zuzutreffen. Ich habe in einem Falle bei einem Teilungsstadium 1 kugeligen und 2 länglich-ovale, mit Kernspalt versehene Kerne angetroffen."

Den Zerfall des wurstförmigen Kerns in 3 Kerne habe ich, wie gesagt, nicht beobachtet, jedoch deutet wohl meine Abbildung 14 (Taf. XI) darauf hin: bei diesem Exemplar einer *Tintinnopsis campanula* sieht man dem breiten wurstförmigen Kern 3 Nebenkerne anliegen; dieselben sprechen, denke ich, für ein später eintretendes Abschnürungsprodukt in der Dreizahl.

Hier setzen meine Untersuchungen wieder ein. Ich fand nämlich an einem Exemplar von *Cyttarocyclus ehrenbergii* (CLAP. et LACHM.) folgendes Bild vor (Taf. XI, Fig. 15 c): das kurz vor der endgültigen Abtrennung der beiden Teilungspröbllinge fixierte Exemplar wies in jedem derselben je 2 durch ein dünnes Verbindungsband zusammengehaltene länglich-runde Kerne auf; somit Kerne, welche im Moment der Querteilung abgetötet waren. Diese Beobachtung widerspricht den diesbezüglichen Voraussetzungen LAACKMANN'S und läßt die Frage nach dem Schicksal des dritten Kernes offen.

Nach LAACKMANN'S Voraussetzungen bekommt das Tochttertier den einen Kern, welcher stets kugelförmig und ohne Spalt sein soll und sich hernach teilt (diagonale Querteilung), mit auf den Weg, wogegen die beiden anderen, gewöhnlich länglich-ovalen und mit Spalt versehenen Kerne bei dem mit dem alten Peristom versehenen Individuum verbleiben; die Teilung des Kerns im Tochttertier findet am häufigsten (jedoch nicht immer) „nach der Abschnürung“ statt.

Somit würde meine in der Abbildung 15 c wiedergegebene Beobachtung isoliert dastehen, wobei die Struktur dieser 4 Kerne wegen zu dunkler Färbung mir leider unbekannt geblieben ist.

Hier angekommen fehlen nun LAACKMANN und mir zur endgültigen Feststellung des Gesamtbildes — Bindeglieder. Ich könnte nun auch zu einer Voraussetzung greifen, welche darin bestehen dürfte, daß ich 2 der Kerne durch spätere Querteilung — wie das meine Fig. 15 c veranschaulicht — zu Kernen der beiden Teilungspröbllinge werden ließe, während der 3. älteste Kern degenerieren und hernach so oder anders verschwinden möge; — ich bin jedoch selbstredend, weit entfernt, auf diese Voraussetzung zu pochen.

Das Schicksal der Nebenkerne zu verfolgen, ist mir leider nicht gelungen; nur habe ich hie und da die Nebenkerne vorgefunden (z. B. Taf. XI, Fig. 14).

Die Vermutung LAACKMANN'S — die Micronuclei mögen denselben Weg einschlagen wie die Macronuclei — erscheint mir deshalb äußerst wahrscheinlich, weil ich in einem Falle die Spindel-form der konjugierten Micronuclei gesehe. zu haben glaube, jedoch wurde — durch eine an dieser Stelle im Körper gelegene große Peridinee — leider eine präzise Beobachtung nicht möglich.

Was nun 3. die geschlechtliche Fortpflanzung der Tintinnodeen anbelangt, so muß ich vor allem vermerken, daß ich während meines ganzen Aufenthaltes in Neapel kein einziges Mal in Conjugation begriffene Exemplare angetroffen habe, ebensowenig habe ich Gelegenheit gehabt, Dauercysten zu beobachten; ich kann somit diesbezüglich den Leser nur auf die Arbeit von LAACKMANN verweisen (1906 a, p. 441—443; 1906 b, p. 29—34; Taf. 3, Fig. 48—52 u. Fig. 43—47). Außer der Conjugation soll es jedoch bei den Tintinnodeen, nach den Untersuchungen von LAACKMANN, auch noch eine andere geschlechtliche Fortpflanzung — durch Sporocysten. Macro- und Microsporen — geben, welcher ich einige Worte widmen will, zumal ich die sog. Sporocysten an lebenden Exemplaren von *Cyrtarocylis*-Arten beobachtet und auch einige Präparate von denselben verfertigt habe.

Meine eigenen Beobachtungen beschränken sich auf einige wenige Erscheinungen, welche ich mit den folgenden Worten kurz charakterisieren kann. Mehrere Male traf ich im Plankton *Cyrtarocylis*-Arten (*C. ehrenbergii* und *Clapar.*) vor, deren vorderer Körperteil bei völlig normalem Peristom und Membranellenzug die Form eines Kessels oder eines tiefen Tellers besaß. Am hintern Körperteil klebte, wie es mir schien rein äußerlich, eine große am oberen und unteren Pole eingekerbte, etwas länglich ausgezogene Kugel, welche körnige Struktur aufwies; unterhalb des oberen Poles der Kugel, an der Einkerbungsstelle, lag ein gelber Fleck. Auf den Präparaten solcher Exemplare ließen die Kerne des Infusors, welche ganz im vorderen tellerförmigen Körperteile gelegen waren, deutliche Degenerationserscheinungen sehen.

Diese wenigen Beobachtungen, welche in ihren Hauptzügen mit denjenigen LAACKMANN'S übereinstimmen und auf eine Degeneration resp. wohl auch schließliches Absterben des Infusors hinweisen, brachten mich unwillkürlich auf den Gedanken: es handle sich hier um Parasiten, welchen die Tintinnodeen zum Opfer fallen. Diese sehr natürliche Voraussetzung gewinnt nun, meiner Ansicht nach, noch dadurch an Wahrscheinlichkeit, daß die von LAACKMANN aus diesen Cysten gezüchteten Macro- und Microsporen nach LAACKMANN'S

eigenen Worten „gymnodinienähnliche“ Gestalt besitzen (1906 b, p. 27, Fig. 21 c).

Nichts liegt mir nun ferner, als an den Untersuchungen LAACKMANN'S an den Kulturen dieser Cysten Zweifel zu erheben, jedoch dürfte der Fall nicht ausgeschlossen sein, daß LAACKMANN Gymnodinien und nicht Tintinnen kultiviert haben mag, da nämlich gerade Gymnodinien nicht selten auch bei niederen Krebsarten als Parasiten auftreten. So hat z. B. V. DOGIEL (1906, p. 28—30) eine Gymnodinie — *Gymnodinium parasiticum* V. DOG. — beschrieben, welche endoparasitisch in den Eiern eines Copepoden lebt. Bei dieser Gelegenheit sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß DOGIEL bei der Entwicklung des nichtparasitischen *Gymnodinium lunula* SCHÜTT Gymnodinien von verschiedenen Größen erhielt, welche somit den LAACKMANN'Schen Macro- und Microsporen entsprechen würden; jedoch schreibt V. DOGIEL die Bildung weniger, aber dafür großer Gymnodinien aus den Cysten, künstlichen und ungünstigen Bedingungen zu, welche eine Entwicklungshemmung zur Folge haben (vgl. V. DOGIEL 1906, p. 14 usf.) und es somit nicht bis zur Normalzahl der Individuen kommen lassen.

Jedenfalls erlaube ich mir an dieser Stelle unzweideutig die Meinung auszusprechen, daß, solange die Conjugation der Macro- und Microsporen in die Tiefen des Meeresgrundes verlegt werden muß und somit der Kontrolle des Beobachters gänzlich entrückt wird, solange ferner das Endprodukt dieser Conjugation den Fluten, auf nicht kontrollierbarem Wege, entsteigt, d. h. der Beweis — die Jugendformen seien wirklich aus einer solchen Conjugation hervorgegangen — nicht erbracht werden kann, — solange liegen auch keine genügenden Gründe vor, an die Möglichkeit einer Entstehung ciliater Infusorien aus gymnodinienähnlichen Formen zu glauben.

Selbst die „Jugendformen“ — deren Auftreten übrigens gewiß nichts Unwahrscheinliches in sich birgt — müssen auf ihre Virulenz näher geprüft werden, da diese „Jugendformen“ sich eventuell auch als „Altersformen“, d. h. erschöpfte Tiere erweisen könnten.

#### D. Biologische Notiz.

Nur kurz will ich noch darauf aufmerksam machen, daß ich nicht nur *Tintinnus inquilinus* O. FR. M., sondern auch *Tintinnus Fraknoi* v. DAD. öfters an Algen und zwar vornehmlich an den

Diatomaceenalgen — *Chaetoceros* — fest verankert und mit denselben umherschwimmend angetroffen habe. FAMINTZIN (1889) erblickte nun in dem friedlichen Zusammenleben von Tier (*T. inquilinus*) und Pflanze (*Chaetoceros*-Alge) ein Beispiel einer „vernunftmäßigen“ Symbiose (1889, p. 5).

### E. Die systematische Stellung der Tintinnodeen.

Den Tintinnodeen ihre sichere Stellung innerhalb des Systems der ciliaten Infusorien anzuweisen, halte ich mich, aus den schon vielfach erwähnten Gründen — vor allem des artenarmen Materials, welches meinen Untersuchungen vorgelegen hat, wegen — nicht im Recht; dazu kommt noch, daß das Vorhandensein von tentakelartigen und kolbenförmigen Gebilden — bei den Gattungen: *Tintinnus*, *Tintinnopsis* und *Codonella* — die Fixierung im System wohl erschweren dürfte. Indem ich nun diese wichtige Arbeit im Zukünftigen vielleicht zu tun imstande sein werde, resp. dieselbe der Feder berufenerer Protistologen werde überlassen müssen, kann ich es jedoch nicht unterlassen, auf die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen der Tintinnodeen zu den heterotrichen Infusorien einerseits, wie auch teilweise zu den Peritrichen andererseits hinzuweisen, was übrigens schon von STEIN (1867, p. 151, 167, 168), HAECKEL (1873, p. 562), GEZA ENTZ (1884, p. 407—408), v. DADAY (1887, p. 517—518) und FAURÉ-FREMIET (1908, p. 241—250) bemerkt ist. Mit den Heterotrichen haben die Tintinnodeen den linksseitig-gewundenen Membranellenspiralzug, die verschiedenartig gestaltete Körperbewimperung (Cilien in Längsreihen und unregelmäßig verteilte Borsten) und die schräge Querteilung gemein, mit den Peritrichen hingegen, vor allem den ähnlich gebauten und ebenfalls kontraktile Elemente enthaltenden Stiel.

Auf Grund meiner Beobachtungen an dem Tintinnodeenweichkörper und der Resultate, zu denen ich gekommen bin, halte ich mich für berechtigt, neue Diagnosen für die 4 von mir studierten Gattungen zu geben.

### F. Zusammenfassung.

Die Gattungen *Tintinnus*, *Tintinnopsis*, *Codonella* und *Cyttarocylis* besitzen steife, cellulosenartige (?) Hülsen, deren Formen

zwischen derjenigen eines Cylinders und eines Bechers — mit oder ohne gedunsenem Hauptteile und öfters zu einem Schwanze ausgezogenem Hinterteile — schwanken. Die Grundstruktur bilden größere oder kleinere, mehr oder weniger regelmäßige hexagonale Waben, welche zwischen zwei Lamellen gelegen sind (eine Ausnahme bildet die Gattung *Tintinnus* Schr., deren Hülsen öfters wohl einschichtig und wohl auch strukturlos sind); den *Tintinnopsis*-Hülsen kleben stets in größeren Mengen, den *Codonella*-Hülsen (am Wohnhaus und Fortsatz) öfters glänzende Stücke resp. auch echte Fremdkörper auf; Ringelung der ganzen Hülse, oder nur gewisser Abschnitte derselben ist eine häufige Erscheinung. Der Weichkörper ist glockenförmig und durch einen mit Muskelementen versehenen Stiel am Gehäuse angeheftet. Das perpendikulär zur Längsachse des Tieres gestellte Peristom (mit Tendenz zu schiefer Lage) trägt einen, in schräger Richtung eingepflanzten adoralen Membranellenzug, welcher eine linksseitig gewundene Spirale präsentiert, wobei die letzten Membranellen in den „präoralen Höhlenbogen“ hinabsteigen und die allerletzte, durch den exzentrisch und etwas mehr rechts gelegenen Mund in den Schlund sich versenkt. Als besondere Protoplasmadifferenzierungen am Peristom treten auf: am äußeren Rande — sägezähneartiges Ausziehen desselben, an den Wulstpartien des inneren — tentakelartige (*Tintinnus*, *Rhabdonella spiralis*) und kolbenförmige (*Tintinnopsis*, *Codonella*) Organellen. Die Körperbewimperung besteht aus, vom Peristom bis zur Körperbasis sich ziehenden in geraden Längsreihen geordneten, feinen, abgeflachten Wimpern (bei den *Tintinnopsis*-Arten ist noch ein dorsal- und etwas rechtsseitig gestellter Zug stärkerer und längerer Wimpern vorhanden (?)) und längeren Klettercirren, welche vornehmlich im vorderen Körperdrittel, vereinzelt aber auch am ganzen Körper, und stets ganz unregelmäßig angeordnet auftreten. Die wohl einzige (vielleicht 2 bei der Gattung *Tintinnus*) contractile Vacuole liegt dorsal und rechtsseitig etwas in die Nähe des Mundes gerückt. Die Macronuclei sind in verschiedener Zahl vorhanden (*Tintinnus* = 4 in Spiralstellung: *Tintinnopsis* = 2; *Cyttarocylis* = 2; *Codonella* = 8 (?)) und haben ovale bis länglich-ovale und öfters schwach nierenförmig gebogene und mit einem Spalt versehene Gestalt. Wohl jedem Macronucleus liegt ein kleiner kuglrunder Micronucleus an. Die ungeschlecht-

liche Vermehrung geschieht durch schräge Querteilung, wobei das in der alten Hülse verbleibende Tier den Stiel des Muttertieres erbt und das neugebildete Peristom trägt, wogegen der vordere sich knospenartig abschnürende Teilungssproßling mit dem Peristom des Muttertieres versehen ist und Hülse und Stiel sich neu zu bilden hat. Die Hülsenbildung wird durch eine zu Ringen erhärtende Plasmasecretion unterhalb des Peristoms eingeleitet, wobei dieser Embryonalring zum Stützringe für die weiteren Plasmaausscheidungen wird, resp. den ersten Ring, bei geringelten Formen repräsentiert; dieser erste Ring wird vom vorderen Teilungssproßling kurz vor der Abschnürung ausgeschieden. Durch die stets besondere Art der rotierenden Bewegung des abgeschnürten Infusors erfährt die sich in neuen Portionen ausscheidende und das Infusor umfließende Masse die verschiedenartigsten Gestalten, wobei spiralisches Aufdrehen der noch weichen Hülsen zu den bekannten schrägverlaufenden Hochfalten führt, welche z. B. die sog. Schraubentintinnen aufweisen. —

Im Juli 1909, Merreküll (Gouv. Esthland).

## G. Bestimmungstabelle der Gattungen.

### I. Das Peristom trägt nur den adoralen Membranellenspiralzug.

18 Membranellen, davon steigen 6—7 zu dem präoralen Höhlenbogen hinab. Peristomrand meist nur zu halbrunden Lappen erhoben. 2 ovale, schwach niereförmige Kerne zu den Seiten des Körpers. 1 contractile Vacuole, dorsal, rechtsseitig, in der Mundgegend, jedoch näher der Körpermitte. Stiel am Grunde der Hülse und zwar meist in der Mitte der Hülsenbasis befestigt. Hülse steif, cylindrisch, am oberen, manchmal gezähnelten Rande, häufig einen Embryonalring aufweisend, oft ganz oder im Vorderteil aus lauter Wulstringen resp. spiraligen Wulstbändern zusammengesetzt; Hinterende der Hülse öfters in einen schwanzförmigen Fortsatz ausgezogen. Hülsenstruktur: große, recht regelmäßige sechseckige Waben zwischen 2 Grenzlamellen; niemals kleben der Hülsenoberfläche „glänzende Stücke“ auf. *Cyttarocyclus* For.

### II. Das Peristom trägt außer dem adoralen Membranellenspiralzuge noch besondere Organellen, welche ihrer Lage nach mit den Membranellen alternieren.

1. Vom inneren konvexen Peristomsaum erheben sich tentakelartige Gebilde, welche an ihrem freien Ende knopfartig angeschwollen sind. Der äußere Peristomrand zu Sägezähnen ausgezogen. 16 (vielleicht manchmal 18) Membranellen, von welchen 5—6 zum präoralen Höhlenbogen hinabsteigen. 4 ovale Kerne oft in Spiralstellung. 1 contractile Vacuole, dorsal, etwas rechtsseitig, in der Mundgegend (vielleicht noch eine zweite an der Stielbasis?). Stiel an der Seite der Hülse angebracht. Hülse meist cylindrisch, nach hinten sich verjüngend oder umgekehrt schwach erweiternd, öfters offen an beiden Enden, wohl öfters einschichtig und dann strukturlos; nur ganz ausnahmsweise kleben der Hülse einige wenige Stücke auf. Manche Arten schwimmen mit Diatomaceenalgen herum, an welchen sie mit ihrem Vorderteil kleben. . . . *Tintinnus* SCHRANK.

2. Vom inneren konvexen Peristomsaum erheben sich kolben- oder birnförmige Gebilde. 20—40 Membranellen, davon steigen 8—9 zum präoralen Höhlenbogen hinab. 1 contractile Vacuole rechtsseitig, dorsal, in der Mundgegend. Hülse öfters inkrustiert. Hülsenende oft in einen schwanzförmigen Fortsatz ausgezogen. Grundstruktur der Hülse: äußerst feine Waben zwischen 2 Lamellen.

a) Äußerer Peristomrand meist nur zu halbrunden Läppchen erhoben. 8 (?) ovale Kerne. Stiel meist am Hülsengrunde befestigt. Hülse becherartig, aus Aufsatz und Wohnhaus bestehend; der Aufsatz öfters aus lauter Ringen zusammengesetzt und meist nicht inkrustiert; Wohnhaus mit Schließapparat und öfters mit glänzenden Stücken verschiedener Art inkrustiert. Hülsenende zuweilen in einen Fortsatz ausgezogen: dann dieser ebenfalls meist inkrustiert. . . . *Codonella* HАЕСКЕЛ.

b) Äußerer Peristomrand öfters zu Sägezähnen ausgezogen. Ein besonderer (?) dorsalwärts gelegener Wimpernzug von längeren Wimpern. 2 ovale Kerne. Stiel meist an der Seite der Hülse befestigt. Hülse becherförmig, nicht in Aufsatz und Wohnhaus getrennt und ohne Schließapparat, meist ganz aus Ringen zusammengesetzt, stets ganz, mehr oder weniger reich, durch glänzende Stücke inkrustiert. Hülsenende meist in einem schwanzförmigen, ebenfalls stets inkrustierten Fortsatz ausgezogen . . . . *Tintinnopsis* STEIN.

**Literaturverzeichnis.**

- 1858/59 CLAPARÈDE et LACHMANN: Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Vol. 1. Paris et Genève.
- 1867 STEIN, FR.: Der Organismus der Infusionstiere. Vol. 2. Leipzig.
- 1873 HAECKEL, E.: Über einige neue pelagische Infusorien. Jen. Zeitschr. f. Med. u. Naturwiss. Bd. VII.
- 1879 STERKI, V.: Tintinnus semiciliatus. Eine neue Infusorienart. Zeitschr. f. wiss. Zool. Vol. XXXII.
- 1881 FOL, D. HERMANN: Contribution à la connaissance de la famille des Tintinnodea. Arch. d. Sciences Phys. et Natur. T. III. Genève.
- 1882 KENT, W. SAV.: A Manual of the Infusoria. 3 Vol. London 1880—1882.
- 1884 FOL, D. HERMANN: Sur la famille des Tintinnodea. Recueil Zool. Suisse T. I. Genève-Bâle.
- 1884 ENTZ, GÉZA: Über Infusorien des Golfes von Neapel. Mitt. d. Zool. Stat. zu Neapel, Bd. V Heft 3 u. 4.
- 1885 —: Zur näheren Kenntnis d. Tintinnodeen. Ibid. Bd. VI Heft 2.
- 1887 VON DADAY, E.: Monographie der Familie der Tintinnodeen. Mitt. d. Zool. Stat. zu Neapel, Bd. VII Heft 4.
- 1887/89 BÜTSCHLI, O.: Protozoa, Abt. III, Infusoria. BRONN's Klassen u. Ordnungen d. Tierreichs, Bd. I Abt. III. Leipzig.
- 1889 FAMINTZIN, A.: Beitrag zur Symbiose von Algen und Tieren (mit 2 Tafeln). Mém. de l'Académie d. Sc. de St. Pétersbourg, VII<sup>ième</sup> Sér. T. XXXVI No. 16.
- 1892 BIEDERMANN, R.: Über die Struktur der Tintinnengehäuse. Kiel 1892.
- 1896 BRANDT, K.: Die Tintinnen. Zool. Ergebn. d. Grönland-Exped. Biblioth. Zool. Heft 20 Lief. 2.
- 1899 JÜRGENSEN, E.: Über die Tintinnodeen der norwegischen Westküste. Bergen's Mus. Aarbog. No. 2.
- 1905 KOPOLD, C.: Some new Tintinnidae from the Plankt. of the S. Diego Reg. Univers. of California, Zool. V. 1 No. 9.
- 1905 SCHWEYER, A. W.: Über den Bau und die Vermehrung der Tintinnodea. (Vorl. Mitt.) Trav. d. l. Soc. d. Natural. de St. Pétersbourg, Vol. XXXV Liv. 1.
- 1906 DOGIEL, V.: Beiträge zur Kenntnis der Peridineen. Mitt. d. Zool. Stat. zu Neapel, Bd. XVIII Heft 1.
- 1906 a LAACKMANN, H.: Ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung der Tintinnen. Zool. Anz. Bd. XXX No. 13/14.
- 1906 b —: Ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung der Tintinnen. Inaugural-Dissert. Kiel. Auch in: Wissenschaftl. Meeresuntersuch. Vol. X, Abt. Kiel.
- 1906 BRANDT, K.: Die Tintinnodeen der Planktonexpedition (Atlas nebst kurzer Diagnose der neuen Formen).
- 1907 —: Die Tintinnodeen der Planktonexpedition (Text).
- 1908 FAURÉ-FREMIET, E.: Le Tintinnidium inquilinum. Arch. f. Protistenk. Bd. XI.



## Tafelerklärung.

Erklärung der eingesetzten Buchstaben:

<i>A</i> = Alge (Chacteros).	<i>Nk</i> = Nahrungskörper.
<i>cV</i> = contractile Vacuole.	<i>Pa</i> = Peristomanlage.
<i>Ft</i> = Fett- oder Öltropfen.	<i>R</i> = Ring (Hülsenring = Hülsenanlage).
<i>k</i> = Kolben.	<i>t</i> = Tentakel (tentakelartige Gebilde).
<i>Ke</i> = Körpereinkerbung.	<i>V</i> = Vacuolierter Raum.
<i>M</i> = Membranellen.	<i>wk</i> = wurstförmiger Kern.
<i>Mb</i> = Muskelfibrillenband.	
<i>Ma</i> = Macronucleus.	
<i>Mi</i> = Micronucleus.	

### Tafel X.

Fig. 1. *Cyttarocyllis Claparèdei* v. DAD. Frische Hülse. Zeichenapparat. SEIBERT Obj. 16 mm; ZEISS Oc. 4.

Fig. 2. *Tintinnopsis beroidea* ST., var. *acuminata* v. DAD.

a) Frische Hülse; die Microstruktur ist nicht vermerkt. Zeichenapparat. SEIBERT Obj. 16 mm; ZEISS Oc. 4.

b) Vorderteil derselben Hülse. SEIBERT Imm.  $\frac{1}{12}$ ; ZEISS Oc. 4.

Fig. 3. *Codonella orthoceras* HAECK.

a) Frische Hülse. Zeichenapparat. SEIBERT Obj. 16 mm; ZEISS Oc. 4. Die Microstruktur im Aufsatzteil ist nicht gezeichnet.

b) Stück des Wohnhauses derselben Hülse, die Struktur demonstrierend. Zeichenapparat. SEIBERT Imm.  $\frac{1}{12}$ ; ZEISS Comp. Oc. 12.

Fig. 4. *Cyttarocyllis ehrenbergii* (CLAP. et LACHM.). Frei nach der Natur. Ausscheidung von Ringen durch den Teilungssprößling.

Fig. 5. *Tintinnus inquilinus* O. FR. M. Glycerinpräparat. Zeichenapparat. LEITZ Imm.  $\frac{1}{12}$ ; LEITZ Oc. 1.

a) Linke Körperseite und etwas ventral.

b) Rechter innerer Peristomsaum. Die tentakelartigen Gebilde sind erhalten geblieben.

Fig. 6. *Tintinnus inquilinus* O. FR. M. Frei nach der Natur. Das Infusor, welches mit seinem vorderen Hülsenteil an einer Chacterosalge befestigt war, befand sich im Begriff, den vorderen Teilungssprößling endgültig von sich zu befreien. Am vorderen Teilungssprößling sieht man unterhalb des Peristoms einen homogenen, schwach-gefalteten Embryonalring. Die Kerne und die contractile Vacuole sind nicht abgebildet, wohl aber die Körperwimpern. Die glänzenden Kugeln im Körper sind Fettropfen.

Fig. 7. Randpartie eines *Tintinnus inquilinus* O. FR. M., etwas schematisiert. Der äußere Peristomrand ist zu Sägezähnen ausgezogen. Die Membranellen befinden sich in Torsion. Die tentakelartigen Gebilde sind stark ausgezogen und zeigen an ihren Basen die glänzenden Kugelgebilde.

Fig. 8. *Tintinnus inquilinus* O. FR. M. Kurz vor Abschnürung des vorderen Teilungssprößlings, unter dessen Peristom ein ausgebildeter Embryonal- oder Stützring deutlich sichtbar ist.

## Tafel XI.

Fig. 9. *Cyttarocyclus* sp. Zeichenapparat. LEITZ Imm.  $\frac{1}{12}$ ; LEITZ Oc. 1. Glycerinpräparat. Das Infusor, welches ohne Hülse fixiert wurde, ist vom Scheitel aus gezeichnet. 36 stark zerfaserte Membranellen, von welchen 15—16 zum „präoralen Höhlenbogen“ hinabsteigen. An der Basis der „präoralen“ Membranellen sind die Endcilien, welche einen scheinbaren selbständigen Halbkreis bilden, erhalten geblieben. 2 länglich-ovale mit Spalt versehene Kerne; an jedem der beiden Kerne je ein kugelfunder Micronucleus. Die Kerne sind der Deutlichkeit halber rot gefärbt abgebildet.

Fig. 10. *Cyttarocyclus ehrenbergii* (CLAP. et LACHM.). Zeichenapparat. ZEISS Obj. D; LEITZ Oc. 1. Glycerinpräparat. Das Infusor ist von der rechten Seite, etwas ventralwärts gezeichnet. Die stark zerfaserten Membranellen des linken Peristomsaumes sind ganz ausgezeichnet, die des rechten dagegen nur angedeutet. 6 Membranellen sieht man deutlich, sich stetig verlängernd, in den „präoralen Höhlenbogen“ sich versenken. Die nur angedeuteten Reste der stark zerfaserten Membranellen des rechten Peristomrandes bieten den Anblick zweier in verschiedene Seiten schlagender Cilienreihen dar. In der Mitte der Peristomscheibe liegt die Stirnkuppe. In der Mitte des Körpers sieht man die Anlage eines neuen Peristoms. Die Kerne haben sich schon in der Längsachse ausgezogen. Nebenkerne waren nicht sichtbar.

Fig. 11. *Tintinnopsis campanula* EHREBERG. Zeichenapparat. LEITZ Imm.  $\frac{1}{12}$ ; LEITZ Oc. 1. Glycerinpräparat. Die Hülsenstruktur ist nur am vorderen Teile ausgezeichnet; überall kleben der Hülse „glänzende Stücke“ auf. Das Infusor ist von der rechten Körperseite, etwas ventralwärts, gezeichnet. Die Membranellen des rechten Peristomrandes sind nicht abgebildet. An den großen Membranellen des linken Peristomrandes sieht man deutlich, wie die dieselben zusammensetzenden Cilien nach innen zu stetig an Größe abnehmen. 9 der linken Membranellen steigen zum „präoralen Höhlenbogen“ in etwas gebogener Stellung hinab. Zwischen den Membranellen sieht man an zarten Stielen die „kolbenförmigen Gebilde“ sich erheben. Von der Körperbewimperung sind nur einige Borsten, welche an der Hülswand kleben und der dorsale und rechtsseitige Wimpernzug erhalten geblieben. 2 ovale Kerne; Micronuclei waren nicht zu konstatieren.

Fig. 12. *Tintinnopsis vosmaeri* v. DAD., var. *curvicornis* v. DAD. Die Abbildung ist kombiniert nach einer Reihe von Skizzen, welche frei nach der Natur von diesem Infusor entworfen wurden. Das Infusor ist von der Ventralseite, etwas linksseitig, gezeichnet. Die Membranellen des rechten Peristomsaumes sind ganz ausgezeichnet, die des linken dagegen ganz weggelassen. Der Peristomrand ist zu halbrunden Lappchen erhoben. Am linken Körperteil sieht man die Membranellen, sich stetig verlängernd, in den „präoralen Höhlenbogen“ hinabsteigen; die letzte Membranellen-Insertionslinie sieht man in den Mund sich versenken. Mit den Membranellen alternierend (rechter Peristomsaum) erheben sich auf dünnen, kurzen Stielen die „kolbenförmigen“ Gebilde; ebenso sieht man den Membranellen-Insertionslinien des „präoralen Höhlenbogens“ protoplasmatische Kissen anliegen. Von der Körperbewimperung sind die feinen, kurzen, in Längsreihen geordneten Wimpern abgebildet; an den Körperseiten sind einige Borsten gezeichnet. In der Mundgegend 1 contractile Vacuole. 2 ovale Kerne. An der Stielbasis sieht man sich windende Muskelfibrillen durchschimmern.

Fig. 13. Randpartien zweier *Tintinnopsis*-Arten, frei nach der Natur, um die verschiedenen Formen der „Kolben“ zu demonstrieren und das verschiedenartige Ausziehen des Peristomrandes.

- a) Randpartie einer *Tintinnopsis vosmaeri*, var. *curvicornis* v. DAD.
- b) Randpartie einer *Tintinnopsis beroidea* ST., var. *acuminata* v. DAD.

Fig. 14. *Tintinnopsis campanula* EHRB. Zeichenapparat. LEITZ Obj. 8; LEITZ Oc. 1. Glycerinpräparat. Das Infusor ist von der rechten Körperseite abgebildet. Die Membranellen sind in Pinselschopfstellung fixiert worden, zwischen denselben die „Kolben“. Dorsal und etwas rechtsseitig der aus längeren Wimpern bestehende Wimperzug. Im unteren Körperteil ein beinahe schon ganz ausgebildetes neues Peristom, auf welchem ein wurstförmiger Kern liegt; an der Seite des „wurstförmigen“ Kernes 3 homogene, kugelige Micronuclei.

Fig. 15. 3 Teilungsstadien von *Cyttarocyclus ehrenbergii* (CLAP. et LACHM.). Alle drei mit Zeichenapparat gezeichnet. LEITZ Obj. 4; LEITZ Oc. 3.

- a) Anlage eines neuen Peristoms. Wanderung der ausgezogenen Kerne zwecks Verschmelzung.
- b) Unterer Teilungspröbbling, schon als Seitenknospe. Kern in Wurstform.
- c) Im Moment der endgültigen Abschnürung abgetötet. Kerne in Teilung begriffen.

Fig. 16. *Cyttarocyclus ampla* (?) JÖRGENS. Zeichenapparat. LEITZ Imm. <sup>1</sup>/<sub>12</sub>; LEITZ Oc. 1. Glycerinpräparat. Die Hülse ist nur angedeutet. Das Infusor ist ventral und von der linken Seite gezeichnet. Man sieht 9 Insertionslinien zum „präoralen Höhlenbogen“ hinabsteigen, wobei die diesen Linien entspringenden Cilien nicht erhalten geblieben waren. Dem stark eingezogenen Stiel entspringt ein Band, welches in den Körper hineinragt; an der Basis des Bandes sind Einkerbungen des Körpers sichtbar. In der Mitte des Körpers ein vacuolisierter Raum. 2 ovale, schwach nierenförmig gebogene Kerne.

Fig. 17. Zwei Kerne mit Spalt einer *Cyttarocyclus ampla* (?) JÖRGENS, in Normallage, etwas angequetscht. Kanadabalsampräparat. Zeichenapparat. LEITZ Imm. <sup>1</sup>/<sub>12</sub>; LEITZ Oc. 1. Am unteren, rechten Kern waren die ersten Anzeichen einer Peristomanlage sichtbar, welche jedoch auf der Abbildung weggelassen sind. Innerhalb der alveolären Kernstruktur lagen einige glänzende runde „Binnenkörper“.

Fig. 18. *Tintinnus Fraknoi* v. DAD. Zeichenapparat. LEITZ Obj. 8; LEITZ Oc. 1. Glycerinpräparat. Von der rechten Körperseite aus gesehen. Unter dem Peristom ein heller Hof sichtbar. An den eingeschlagenen Membranellen deutliche Streifung sichtbar. Tentakel waren nicht sichtbar. 4 Kerne in Spiralstellung. Im Stiel ein Stielkern sichtbar. Hülse zart, einschichtig, strukturlos, durch Hämatoxylinfärbung mit bläulichem Dunst. Protoplasma überfärbt.

**Nachtrag.**

Diese Arbeit war eben druckfertig an Dr. v. PROWAZEK abgeschickt worden, als mir im Zootomischen Institut die jüngst-erschienene Arbeit von Dr. GÉZA-ENTZ jun. unter dem Titel: „Studien über Organisation und Biologie der Tintinniden“ (Arch. f. Protistenk. Bd. XV 1909) in die Hände gelangte.

Leider war es mir nicht mehr möglich, mit den Resultaten dieser äußerst interessanten Arbeit zu rechnen.

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Aus dem Pathologischen Institut zu Paramaribo (Surinam).  
Abt. des Militär-Lazarets. Direktor: Oberstabsarzt Dr. C. A. Koeh.

## **Über Hämogregarinen im Blute Surinamischer Schlangen.**

Von  
**P. C. Flu**, Stabsarzt N. O. I. L.

(Hierzu Tafel XII.)

---

### **Einleitung.**

Seit den ersten Beschreibungen von BILLET 1892 über die im Blute von *Python reticulatus*, *Bungarus fasciatus* und *Tropidonatus stolatus* vorkommenden Hämogregarinen sind eine Reihe von Arbeiten über dieses Thema erschienen, ohne daß man bis jetzt über die Stellung der Parasiten im protozoologischen System, die Verbreitung der Arten über die verschiedenen Länder und Wirtstiere, die Deutung der im peripheren und Organblute wahrzunehmenden Formen, die Fortpflanzung und den Übertragungsmodus von Wirt auf Wirt einig ist.

LÜHE teilt mit LABBÉ und NEVEAU LEMAIRE die im Blute der Kaltblütigen schmarotzenden Hämosporidien, die einerseits durch den zeitweisen intraglobulären Sitz, das Fehlen des Pigments und amöboide Beweglichkeit, andererseits durch die den Trophozoiten, wenigstens während eines Teiles ihres Lebens zukommende Gre-garinengestalt charakterisiert sind, in folgende, allerdings nicht ganz natürliche Gattungen ein:

1. *Lankesterella*. (Hierzu gehören die Hämogregarinen der Amphibien.)
2. *Karyolysus*, aus Eidechsen und Schlangen (wobei durch den Parasitismus eine Schädigung des roten Blutkörperchens auftritt).
3. *Haemogregarina*, wozu alle Arten aus Schildkröten, Krokodillen und Fischen, sowie alle Arten aus Schlangen und Eidechsen, wobei eine Schädigung des Erythrocytenkernes nicht eintritt, gerechnet werden.

Dieses System ist allerdings sehr gekünstelt, denn wenn man nach ihm determinieren wollte, so wäre für die von mir untersuchten Parasiten in keine dieser Gattungen eine Einreihung möglich, da die Schädigung des Erythrocytenkernes nach meinen und anderer Beobachtungen nicht so sehr abhängig ist von der Gattung des Parasiten, als vielmehr von der Parasitenform (ob männlich, weiblich oder indifferent), von der das Blutkörperchen befallen ist.

Auch hierüber, ob die in einem und demselben Lande in verschiedenen Arten von Schlangen gefundenen Parasiten zu derselben Art gehören oder nicht, divergieren die Meinungen sehr.

Während LUTZ, DOBELL, PATTON u. a. alle Hämogregarinen in Schlangen als zu einer Art gehörig betrachten, geben andere, wie vor kurzem noch SAMBON und SELIGMANN allen in verschiedenen Arten von Schlangen entdeckten Arten neue Speziesnamen.

Bei der Untersuchung der im Blute surinamischer Schlangen schmarotzenden Hämogregarinen stieß ich bis jetzt immer auf dieselbe Parasitenart. Wohl war die Verschiedenheit der Formen bei einer und derselben Schlange eine sehr große, doch konnte ohne Mühe nachgewiesen werden, daß diese Formen nur verschiedene Entwicklungsstadien desselben Parasiten bildeten, wofür außerdem auch das Auftreten dieser Formen bei allen infizierten Schlangen sprach.

Dagegen unterschieden sich Hämogregarinen, die aus Schildkröten stammten, morphologisch sowohl als in anderen Beziehungen erheblich von den Schlangengregarinen.

Was die Übertragung dieser Blutschmarotzer angeht, so ist zu berichten, daß DURHAM, ZIEGEL u. a. für die Entwicklung in und die Übertragung durch Zecken eintreten. BILLET u. a. dagegen sehen als Überträger Egel an, und unlängst erschien von VON PROWAZEK eine Mitteilung, daß es ihm gelungen war, in *Porocephalus moniliformis*, ein in der Lunge des Gecko (*Platydactylus guttatus* Cuv.)

parasitierendes Pentastomum, Cysten, die wahrscheinlich zum Entwicklungskreis des Geckoparasiten gehören, zu finden. Diese PROWAZEK'schen Angaben wurden von SAMBON für einige Schlangententastomen bestätigt, während PATTON die cystenartigen Gebilde als in den Entwicklungskreis eines dem Pentastomen eigenen, den Hämogregarinen aber völlig fremden Parasiten, gehörig ansieht.

### **Material und Technik.**

Der starke Infektionsgrad und die Leichtigkeit, womit sie zu bekommen waren, veranlaßten mich, die surinamischen Schlangen auf die in ihrem Blute schmarotzenden Hämogregarinen zu untersuchen.

Zur Untersuchung gelangten etwa 50, meist verschiedenen Arten angehörende Schlangen, worunter etwa 10 Wasserschlangen, die aber niemals infiziert gefunden wurden, während die Parasiten im Blute von ungefähr 75 Proz. der Landschlangen angetroffen wurden.

Auf dem Körper der infizierten Landschlangen fand man öfters und zwar vorwiegend in der Regenzeit eine perlgraue, leider nicht näher determinierte Zeckenart. Eigenartig war, daß man diese Zecken nur auf infizierten Schlangen, wiewohl nicht ganz regelmäßig, antraf.

Zwecks Blutuntersuchung wurde den Schlangen ein Stückchen des Schwanzes abgeschnitten. Ein Bluttröpfchen wurde auf einem fettfreien Objektglase aufgefangen, mit einem Deckglase bedeckt und frisch untersucht.

Für die Untersuchung des fixierten und gefärbten Tieres wurde anfangs nur die Trockenmethode mit nachfolgender GIEMSA-Färbung angewandt. Die Resultate waren aber nicht sehr befriedigend, wohl bekam man eine wunderschöne Differenzierung, die Kernbilder waren aber fast immer sehr schlecht. Wegen des großen Wasserreichthums des Parasitenplasmas und der Lädierbarkeit der Kerne war diese schöne Methode für genaue morphologische Studien vollkommen ungenügend, so daß man sich nie auf sie allein verlassen konnte, sondern immer Präparate, die nach einer der feuchten Fixierungsmethoden konserviert waren, zur Kontrolle heranziehen mußte.

Zur feuchten Fixierung wurde das Blut auf Deckgläschen dünn ausgestrichen. Diese ließ man dann mit der Blutseite nach unten auf

eine warme Sublimatalkohollösung nach SCHAUDINN fallen. Hierin ließ man die Gläschen ungefähr eine Viertelstunde liegen, um sie nachher in Jodalkohol und durch die Alkoholreihe in Aqua destillata zu führen.

Die Färbung geschah mit verschiedenen Hämatoxylinfarben. Die besten Resultate bekam ich beim Färben mit DELAFIELD's oder GRENACHER's Hämatoxylin. Nach dem Färben müssen die Präparate in sehr verdünnter Salzsäure unter dem Mikroskop differenziert werden.

Die Schlangen wurden in Käfigen gehalten, die giftigen künstlich ernährt, während die ungiftigen selbst Nahrung zu sich nahmen. Die Tiere blieben bei dieser Behandlung sehr lange am Leben und konnten monatelang wöchentlich mehrere Male untersucht werden. Während der Beobachtungszeit blieb das Blutbild und der Parasitenbefund ziemlich gleich. Die Schlangen wurden dann getötet, die Lungen auf Parasiten (Pentastomen) untersucht und von allen inneren Organen Zupfpräparate, die nach einer oder mehreren der oben genannten Methoden behandelt worden sind und auch frisch zur Untersuchung gelangten, angefertigt.

Von den auf den Schlangen gefundenen Zecken wurde der Darm herauspräpariert und vom Munde bis zum After in verschiedene Teilstücke zerlegt. Die verschiedenen Teile wurden auf verschiedenen Objektgläsern ausgestrichen und nach verschiedenen Methoden fixiert und gefärbt. Einige Zecken wurden durch Schnitte zerlegt.

### **Über das Vorkommen und allgemeine Aussehen der Parasiten.**

Die Anzahl der Parasiten ist im Blute der infizierten Schlangen fast immer eine sehr große. Selten kommt es vor, daß man lange suchen muß, um nur wenige Parasiten zu finden.

Es gibt Fälle, wo mehr als ein Drittel der Blutkörperchen befallen ist. Meistens findet man nur einen Parasiten in der Blutzelle, aber zwei- und dreifache Infektionen sind gar nicht selten.

Beim frisch hergestellten und sofort untersuchten Blute sind alle Parasiten noch in den Blutkörperchen eingeschlossen und erscheinen wie bohnenförmige (halteridienartige) Gebilde. Zweischenkelige Formen, bei denen das Schwanzende umgeklappt ist, findet man ebenfalls, während die eingekapselten Formen nicht konstant vorkommen.

Nach einiger Zeit fangen erst die zweischenkeligen, später auch die bohnenförmigen Parasiten an, die Blutkörperchen zu verlassen und frei herumzuschwimmen.



An diesen Parasitenformen unterscheidet man im allgemeinen:

a) das Plasma.

Dieses ist sehr wasserreich und wird daher bei den Präparationen leicht beschädigt.

Bei ungefärbten Parasiten hat es ein hyalines oder fein granuliertes Aussehen, seine Farbe ist hell, bisweilen etwas grüngelblich. Die Granulationen, die etwas größer sind, befinden sich in ziemlich starker Molekularbewegung.

Bei der ROMANOWSKY-Färbung nimmt das Plasma eine hell- bis blaßblaue Farbe an. Die in ihm eingeschlossenen Granulationen färben sich leuchtend rot. Sind sie fein und gleichmäßig verteilt, so wird die Farbe des Plasma mehr violett oder purpurrot, und sind sehr viele Granulationen vorhanden, dann nimmt das Plasma sogar eine rote Farbe an.

Ein Periplast fehlt bei den freibeweglichen und jungen Parasiten. Bei älteren Formen tritt eine Periplasthülle auf. Besonders bei den Geschlechtsformen kann durch eine Art Niederschlagmembran aus dem Plasma des Blutkörperchens der Periplast ganz mächtige Dimensionen annehmen und wie eine dicke Kapsel erscheinen.

b) den Kern.

Die Kernformen sind sehr verschieden.

Am häufigsten kommt die Bläschenform vor. Der Kern liegt dann inmitten des Parasiten; er baut sich aus einem Gerüstwerk von achromatischer Substanz, die netzförmig angeordnet ist, auf. An den Knotenpunkten des Netzwerkes ist dann das Chromatin in Form von Brocken abgelagert, während auch an der deutlich wahrnehmbaren Kernmembran eine ähnliche Chromatinablagerung stattfindet.

Im Zentrum des Kernes befindet sich ein sich dunkel färbendes Caryosom, das eine sehr wechselnde Größe haben kann. Die Größe des Caryosoms steht auch hier, genau so wie von NÄGEL, BERLINER und ROSENBUSCH bei den Amöben und Trypanosomen gezeigt worden ist, in Beziehung zur Teilung. Auch beim stärksten Differenzieren gelang es nie, ein Centriol im Caryosom nachzuweisen.

In einigen Formen sieht man in kleinerer oder größerer Entfernung vom Kerne ein blepharoplastähnliches Gebilde (Fig. 3, 23, 24, 25). Vom Blepharoplast sieht man dann oft einen sich mit Chromatinfarbstoffen tingierenden Faden zum Hauptkerne gehen (Fig. 3, 24).

Um Wiederholungen zu vermeiden soll später bei jeder Form die Kernstruktur genau beschrieben werden.

### c) Periplast.

Dieser tritt allein in GIEMSA-Präparaten gut zutage und erscheint dann wie eine rote, dicke Linie, die den Parasiten nach außen abschließt. Die Stärke ist sehr wechselnd.

Mit Chromatinfarbstoffen tingiert sich der Periplast nicht.

### Die Parasiten lebend untersucht.

Wie schon oben gesagt, treten sehr bald nach der Anfertigung der Präparate die Gregarinenformen hervor.

Viele Autoren, wie DURHAM, SELIGMANN und SAMBON nehmen an, daß das Ausschlüpfen der Parasiten nur außerhalb des Schlangenkörpers stattfindet.

In Präparaten, die sofort nach dem Ausstreichen fixiert wurden, sind die freien Formen zwar nie zu beobachten, aber das häufige Auftreten von phagocytierten, freien Formen im peripheren und vor allen Dingen im centralen Blute, spricht sehr dafür, daß ein solches Freikommen auch im Schlangenkörper wiederholt geschieht. Auch kommt es nicht so selten vor, daß man im direkt fixierten Präparate Blutkörperchen findet, in denen der Kern ganz zur Seite gedrängt ist, ohne daß sie einen Parasiten einschließen. Wie später gezeigt werden soll, tritt eine solche Verschiebung des Kernes nur in infizierten Blutkörperchen auf, und müssen demzufolge die Blutkörperchen mit verschobenen Kernen als solche angesehen werden, die früher Parasiten einschlossen, die kurz vor der Anfertigung der Präparate die Blutkörperchen verlassen hatten.

Der Vorgang des Heraustretens aus der Blutzelle ist ein sehr eigenartiger. Zuerst zeigt der meist zweischenkelige Parasit eigentümliche Zusammenziehungen des Körpers. Diese werden stärker und pflanzen sich wie eine leichte peristaltische Welle über den Körper fort. Plötzlich krümmt sich das Tier, die Membran des Blutkörperchens, die sicherlich besteht, spannt sich, das Tier rollt sich aus und nimmt oft Spiralförmigkeit an, um sich nach kurzer Zeit plötzlich zu strecken und das Blutkörperchen zu verlassen.

Am Blutkörperchen selbst kann man nach dem Heraustreten, abgesehen von der größeren oder geringeren Verschiebung des Kernes, nichts sehen, von einem Schlitz in der Membran bemerkt man nichts, wohl kann man in einigen Fällen die Stelle, wo der Parasit

gegessen hatte, noch lange als bleichen Schatten im Blutkörperchen beobachten.

Formen, die, wie soeben beschrieben heraustreten, sind männlichen Geschlechtes. Die indifferenten Formen und vielleicht auch die jungen Weibchen treten anders aus. Hier scheint es, als ob nach leichten peristaltischen Kontraktionen des Parasitenkörpers der Parasit die Blutzelle verläßt, scheinbar als ob ein Herauspressen des Tieres durch die Blutzelle Platz findet.

Die freigekommenen Parasiten führen ganz charakteristische Bewegungen aus und zwar:

1. Stark gleitende Bewegungen, wobei, besonders wenn man durch Tusche den ganzen Vorgang verdeutlicht, zu sehen ist, daß eine zähe, schleimartige Substanz von den Parasiten abgesondert wird.

2. Leichte Krümmungen mit dem Vorderende nach rechts und links. Diese Krümmungen können auch stärker werden, bisweilen so stark, daß Vorder- und Hinterende einander genähert werden. Das Tier kann bei solchen extremen Krümmungen des Körpers ganz plötzlich die Richtung verändern und sich in entgegengesetzter Richtung weiter fortbewegen.

3. Peristaltische Kontraktionen des Körpers. Diese beginnen in der Regel am Vorderende oder sehr nahe bei ihm und pflanzen sich wellenförmig und langsam über die ganze Länge des Tieres fort, um nahe am Körperende, dem dünn ausgezogenen Schwanze, zu enden.

Bisweilen und besonders wenn die Präparate bereits etwas länger angefertigt sind, können die Einschnürungen sehr tief gehen. Der Tierkörper wird dann auf eine kurze Strecke in einen ganz dünnen Faden ausgezogen, und es macht den Eindruck, als ob das flüssige Plasma samt dem Kerne durch einen sehr dünnen Schlitz fließt. Hiernach bewegt das Tier sich in der gewöhnlichen Art weiter, um nach einiger Zeit dasselbe Spiel aufs Neue zu beginnen. Die Einschnürungen werden immer tiefer und treten auf einer größeren Strecke des Körpers auf. Schließlich bleiben sie stationär und das Tier zerfällt in zwei oder mehr Teilstücke, die der Degeneration anheimfallen.

Ich habe bei Zimmertemperatur (26° C.) die Tiere längstens nach 8 Stunden lebendig und beweglich angetroffen. Nach dieser Frist waren alle beweglichen Formen abgestorben; dasselbe war auch der Fall im Blute, das mit Natriumcitrat verdünnt flüssig gehalten und im Eisschrank bei Zimmertemperatur aufbewahrt wurde.

Ganz anders verhalten sich in dieser Beziehung die Parasiten, die das rote Blutkörperchen nicht verlassen; diese bleiben sowohl im Deckglaspräparat als im flüssig gehaltenen Blute tagelang am Leben. Das Blutkörperchen selbst ist durch Hämoglobinabgabe bereits etwas gebleicht, während die Parasiten noch deutlich Kern und Plasma unterscheiden lassen. Eine Vermehrung und Kultur ist aber nicht zu beobachten.

Diese, wenn ich sie so nennen darf „überlebenden Formen“ haben nicht immer dasselbe Aussehen; man kann unter ihnen unterscheiden:

1. bohnenförmige, die halteridienartig die ganze Länge des Blutkörperchens einnehmen und mit verdickten Enden leicht gekrümmt sind, wobei die Konkavität nach dem Kerne zu gerichtet ist. Das Plasma dieser Parasiten ist gefüllt mit sehr vielen stark lichtbrechenden Körnchen. Der Kern ist nicht immer deutlich zu sehen, da er oft durch die vielen Granulationen verdeckt wird. Oft bemerkt man um den Parasiten eine ganz dünne Kapselmembran.

2. Neben diesen „Halteridienformen“ findet man im meist stark gebleichten Blutkörperchen ganz eigenartige Formen. Diese sind kahnförmig, die konvexe Seite ist nach außen, die konkave nach dem Blutkörperchenkern zu gerichtet. Ihre Länge beträgt ungefähr zwei Drittel der Länge des Blutkörperchens. Sie sind ganz unbeweglich.

Vom Stroma der Blutzelle ist der Parasit scharf abgegrenzt durch eine dicke Kapsel. Diese besteht aus zwei Blättern und zwar ist das äußere sehr dünn und schwer nachzuweisen. Es hat sich offenbar vom Blutkörperchen aus wie eine Art von Niederschlagsmembran auf den Parasiten gebildet.

Das innere Blatt ist die eigentliche Parasitenkapsel und erscheint wie eine stark lichtbrechende Membran. Im Innern dieser Kapsel sieht man den Parasiten mit leicht granuliertem Plasma und meistens sehr deutlich wahrnehmbarem großen Kern.

Später will es scheinen, als ob der im Innern der Kapsel eingeschlossene Parasit zusammenschrumpft oder zusammengedrückt wird. Schließlich bekommt man dann ein Bild wie in nebenstehender Abbildung. Man sieht hier in der Mitte einer hyalinen halbmondförmigen, nach außen durch eine dünne Kapselmembran abgeschlossenen Masse, ein halbmondförmiges Gebilde. Nach dem Kerne des Blutkörperchens hin und an einem der Enden ist der Parasit durch Zusammenschrumpfung von der äußeren Kapsel abgewichen. Zwischen der inneren und der äußeren Kapsel liegt die Hyalin-

substanz. Die innere Kapsel zeigt sich jetzt als scharf konturierte, stark lichtbrechende Linie. Diese Linie ist an dem freien Ende (s. Fig. A) kugelförmig verdickt. Von einem Kerne ist bei solchen eingekapselten Parasiten nichts zu sehen. In vielen Kapseln scheint der Parasit ganz zu verschwinden.



Fig. A.

Auch das Blutkörperchen kann bei solchen Formen ganz zugrunde gehen; man sieht dann die Parasiten frei im Serum, bisweilen noch mit dem Erythrocytenkern durch einen dünnen Sack, die Membran der Blutzelle, in Verbindung stehen. Solche freien eingekapselten Parasiten werden die Beute der Phagocyten und man findet oft bis zu 15 Parasiten in sehr stark vergrößerten weißen Blutzellen eingeschlossen.

### Polymorphismus der Parasiten.

Von verschiedenen Beobachtern, zum ersten Male wohl von BILLET, sind geschlechtlich differenzierte Formen der Haemogregarinen beschrieben.

VON PROWAZEK unterscheidet bei den im Geckoblute vorkommenden Arten einen Trimorphismus und zwar Männchen, Weibchen und indifferente Formen. Bei den von mir untersuchten Formen ist eine solche strenge Abgrenzung der verschiedenen Formen nicht immer ganz leicht, wohl kann man fast immer die Männchen mit Bestimmtheit herausfinden, was aber bei den Weibchen und indifferenten Formen oft sehr schwer ist.

### Die indifferenten Formen.

Diese sind im Jugendstadium (ebenso wie die männlichen und vielleicht auch die weiblichen Formen, so lange sie noch jung sind) fähig, das Blutkörperchen zu verlassen und in Gregarinengestalt herumzukriechen. Später liegen sie in fast unveränderten Blutkörperchen.

Das Plasma ist mit Granulationen angefüllt, die durch die rötliche Farbe, die sie bei der GIEMSA-Färbung annehmen, dem Plasma oft einen rötlichen Ton geben. In der Mitte des Körpers liegt der Kern als ein etwas lichtbrechendes, bläschenförmiges Gebilde.

Beim Färben nach ROMANOWSKY nimmt das Plasma eine blaue, der Kern eine dunkelburgunderrote Farbe an.

Beim feucht fixierten Parasiten erscheint beim Hämatoxylinfärben das Plasma als fein alveolar gebaut. In der Mitte liegt der Kern mit feinmaschigem Chromatin und central gelegenen deutlich wahrnehmbaren Caryosom.

### Weibliche Formen.

Diese sind nur im Jugendstadium an dem stark mit Granulationen gefüllten Plasma und dem kompakten, kleinen central gelegenen Kern deutlich von den indifferenten Formen zu unterscheiden (Fig. 4, 5, 29).

Später ist die Unterscheidung nicht mehr leicht, allein es scheint, als ob das Blutkörperchen durch den alsdann sessiel gewordenen Parasiten stärker als es bei den indifferenten Formen geschieht, angegriffen wird.

Das Plasma ist dann dunkelblau, der Kern meistens excentrisch gelegen (Fig. 2, 3).

### Die männlichen Formen.

Diese sind am leichtesten zu erkennen, und zwar schon in frischen Präparaten an den lebhaften Bewegungen, die sie sowohl in als außerhalb des Blutkörperchens ausführen.

In gefärbten Präparaten zeichnen sie sich durch einen sehr großen, locker gebauten, chromatinreichen, inmitten des Parasiten gelegenen Kern aus. Das Plasma ist blaßblau und enthält oft sehr viele Vacuolen.

Bei der Sublimatfixierung zeigt sich der Bau des männlichen Kernes als sehr wechselnd. So sieht man in Fig. 6. 31 einen im Zentrum gelegenen, sehr großen, chromatinreichen Kern. An den Knotenpunkten des feinmaschigen Achromatins ist das Chromatin abgelagert. In der Mitte findet man das große Caryosom.

Dann wieder beobachtet man Formen, wie Fig. 9, 25, 32 zeigt, wo das Chromatin sich in viele (meistens 8—12) Chromatinbrocken verteilt hat.

Auch Andeutungen von Bandformen des Chromatins wurden wiederholt beobachtet, aber solche schönen Bandformen, wie sie von PROWAZEK bei der *Haemogregarina Pythonis* abgebildet hat, kamen mir nie zu Gesicht.

Außerdem findet man in den männlichen Formen sehr oft (Fig. 25) den oben beschriebenen Blepharoplast.

Die männlichen Formen nehmen, wenn sie in dem Blutkörperchen bleiben, oft Wasser auf. Das Plasma wird dann grobvacuolär und färbt sich nach GIEMSA sehr hellblau. Inzwischen hat auch der Kern sich in viele Chromatinstücke verteilt. Schließlich kann man ganz kolossale Formen, wie in Fig. 8, 9 mit sehr reichlichem, grobvacuolärem und hellblau sich färbendem Plasma mit degenerierendem Kerne beobachten.

Alle männlichen Formen gehen, wenn sie nicht durch blut-saugende Insekten aus dem Körper der Schlange kommen, zugrunde.

Sehr schöne Bilder bekommt man bei der GIEMSA-Färbung von den eingekapselten Parasiten. Es scheint, als ob nur den weiblichen und männlichen Formen die Fähigkeit, sich einzukapseln, zukommt. In Fig. 14, 25 findet man einige der eingekapselten Formen abgebildet.

In Fig. 14 ist die GIEMSA-Färbung einer auf S. 197/8 beschriebenen Einkapselung wiedergegeben. Der eingeschlossene Parasit ist anscheinend eine männliche Form, das ist ohne Mühe an dem alveolären, schwach entwickelten Plasma und dem großen, chromatinreichen Kerne zu sehen. So schön wie in Fig. 14 findet man aber die eingekapselten Exemplare selten, meistens sieht man Formen wie in Fig. 15. In diesen dicken Kapseln scheinen die Parasiten allmählich der Degeneration anheimzufallen. Vom Plasma ist immer weniger und weniger zu sehen, der Kern wird aufgelöst und es bleibt nur eine sich rot färbende Hülle übrig. So kommt es wahrscheinlich vor, daß man Formen wie in Fig. 16, 17 beobachten kann, wo vom Plasma keine Spur mehr zu sehen ist, während der Kern zu einem unbedeutenden Chromatinstab reduziert, ganz an die Konvexität der alveolar gebauten, sich rötlich färbenden Kapsel gelagert ist.

In Fig. 16 sieht man durch die Kapsel den Parasiten im Erythrocytenkern wie durch eine Gardine hindurchschimmern. Auch diese Kapseln gehen schließlich unter Ausfasern zugrunde.

Ein anderes Mal können die eingekapselten Parasiten ihre Kapsel verlassen. Diese bleibt dann im Blutkörperchen, meistens neben dem ausgetretenen, oft mit Zeichen der Degeneration versehenen Parasiten liegen, Fig. 12.

Die ausgetretenen Parasiten haben immer einen männlichen Typus, der Kern ist sehr groß mit gelockertem Chromatin, das Plasma ist hellblau mit vielen großen Vacuolen.

Die meisten Schlangen, die man zur Untersuchung bekommt, haben in ihrem peripheren Blute nur männliche und weibliche

Formen. Oft findet man in ihrem Blute nur die soeben beschriebenen, eingekapselten Stadien.

Wenn man im peripheren Blute indifferenten Formen begegnet, sind es fast immer jugendliche Stadien.

In den inneren Organen ist die Zahl der indifferenten Formen immer erheblich größer als im peripheren Blute, und es scheint, als ob auch meistens die Teilung vor sich geht.

Nimmt man an, und die oben mitgeteilten Beobachtungen stützen diese Annahme, daß nur die geschlechtlich differenzierten Formen im peripheren Blute anzutreffen sind, dann wird es verständlich, warum es mir sowohl wie anderen nie gelungen ist, die Parasiten dadurch auf nicht infizierte Schlangen zu übertragen, daß man sie mit großen Mengen Blutes stark infizierter Artgenossen infizierte.

Die Gegenprobe, ob es möglich ist, durch Injektion von Lungenblut bei uninfizierten Tieren eine Infektion zu bekommen, habe ich aus Mangel an nicht infizierten Schlangen nicht machen können.

### Vermehrung.

Diese ist eine zweifache.

Die indifferenten Formen vermehren sich durch Zweiteilung. Einmal war ich in der glücklichen Lage, den Anfang der Zellteilung zu beobachten. Die Beobachtung dieses Vorganges in Verbindung mit dem Studium von mit Sublimataalkohol fixierten Kernen ermöglicht es mir, folgende Beschreibung der Kern- und Zellteilung zu geben.

Während die ruhenden Kerne der indifferenten Formen gebaut sind wie aus Fig. 27 ersichtlich ist, ist die erste Veränderung, die bei den sich zur Teilung anschickenden Formen auftritt, ein Größerwerden des Caryosoms und eine Ablagerung des Chromatins an der Kernmembran.

Hierauf teilt sich das Caryosom (wegen des großen Chromatinreichtums ist die feinere Mechanik nicht zu studieren). Die beiden Teilstücke rücken auseinander. Bei günstig gefärbten und richtig differenzierten Kernen kann man zwischen beiden Caryosomstücken eine Art Fadengerüst beobachten. Das Auseinanderweichen der geteilten Caryosomstücke geht so weit, bis die Teilstücke an den Kernpolen angelangt sind, worauf die Teilung des Kernchromatins erfolgt. Jeder der Tochterkerne besitzt dann die Hälfte des Chromatins und Caryosoms des Mutterkernes.

Nach der Kernteilung findet eine Plasmateilung statt. Formen wie Fig. 34 und 1 deuten auf eine schizogonische Vermehrung. Beide



Formen fand ich im Lungenblute. Fig. 19 ist dann der Schizont und Fig. 1 der Merozoit. Außer diesen Arten der Fortpflanzung scheint es noch eine dritte zu geben. Es kommt nämlich vor, daß Parasiten, vielleicht sind es Weibchen, unter Reduktion eines Teiles des Chromatins sich durch eine Art Schizogonie in eine Anzahl von Teilstücken zerlegen (Fig. 18).

Ein ganz eigenartiges Bild, dessen Deutung mir bis jetzt noch nicht gelungen ist, findet man in Fig. 19 dargestellt. Hier findet sich in einer Art Zelle (Endothelzelle) eine Chromatinteilung, ohne daß vom Plasma eines Parasiten etwas zu erkennen ist. Links oben findet man im Plasma der Endothelzelle ein degenerierendes Chromatinbröckchen.

### Die Übertragung.

Aus Mangel an einer genügenden Anzahl infizierter und bei gänzlichem Fehlen nichtinfizierter Zecken ist es mir nicht gelungen, ein deutliches Bild von dem Übertragungsmodus zu entwerfen oder eine abgeschlossene Kette der verschiedenen Formen, die der Parasit vom Augenblicke seines Eintrittes in den Zeckenkörper bis zur erneuten Einimpfung in den Schlangenkörper durchläuft, zu bekommen.

Von allen Schlangen wurden Lungen und Trachea auf Pentastomen untersucht und die gefundenen auf das Vorkommen von Entwicklungsstadien von Hämogregarinen in ihrem Darmtractus und Körper untersucht.

Wirklich fand man im Darmtractus vieler dieser Parasiten in Verdauung begriffenes Blut, worin man viele sich frei bewegende, meistens männliche und indifferente Hämogregarinen entdeckte. In einigen Präparaten fand man Haufen freibeweglicher Formen, die genau so wie die Trypanosomen mit dem zugespitzten Hinterende aneinander klebten und Agglomerationshaufen darstellten.

Ein weiteres Entwicklungsstadium konnte ebenso wenig wie Conjugation und Ookinetenbildung beobachtet werden. Wohl wurden im Darminhalte noch große protoplasmatische Gebilde gefunden, die offenbar aus einem Komplexen sich teilender Zellen aufgebaut waren. Es war mir unmöglich, zwischen diesen Zellkomplexen und den Hämogregarinen einen Zusammenhang zu finden.

Außer den Pentastomen, die nur zweimal, aber in sehr großer Anzahl in den Lungen infizierter Schlangen angetroffen wurden, fand man regelmäßig kleine, 1—1,5 cm lange, den Ankylostomen ähnliche Würmer. Der seitenständige Mund war mit 5—6 scharfen

Haken bewaffnet und führte in einen bulbusförmigen, ausgebuchteten Oesophagus. Dieser setzte sich fort in einen dicken, erst dorsal, dann ventral verlaufenden Darm, der nahe am spitzenförmig auslaufenden Hinterende auf einer kleinen Erhebung des Körpers schlitzförmig endete.

Der Darm war gefüllt mit dunkel gefärbtem, in Verdauung begriffenem Blute, worin ebenfalls frei bewegliche Parasiten gefunden wurden.

Die Teile des Körpers, die durch den Darmtractus freigelassen waren, waren bei den weiblichen Würmern mit stark geschlängelten, mit Eiern und nahe an der Vagina mit lebenden Embryonen gefüllten Uteri angefüllt. Die Vagina mündete wahrscheinlich in der Mitte des Körpers.

Die männlichen Würmer waren viel kleiner und hatten ein gekrümmtes Hinterende.

Wiewohl ich sehr viele Pentastomen und auch viele der soeben beschriebenen Würmer genau auf Entwicklungsstadien der Hämogregarinen untersuchte, bekam ich doch nie den Eindruck, daß diese Parasiten als Überträger eine Rolle spielten. Die in ihrem Darmtractus gefundenen Parasiten zeigten meistens die Symptome des Absterbens.

Dagegen fand ich den Darm der untersuchten Zecken mit vielen Formen gefüllt, die die Vermutung, daß diese Blutsauger die gesuchten Überträger waren, sehr unterstützten.

Im Anfang des Darmes fand man dieselben Parasitenformen, die auch im Blute beobachtet waren. Weiter im Darne, wo das Blut bereits in eine Detritusmasse verwandelt war, fand man nur zwei Formen und einige degenerierende Exemplare.

Man konnte zwei Formen unterscheiden und zwar

1. sich lebendig bewegende Formen mit hellem Plasma und großem Kerne, und
2. Formen, die nur sehr geringe Krümmungen des Körpers ausführten.

Die ersten Formen sind die männlichen, ein GIEMSA-Exemplar dieser Form ist in Fig. 20 abgebildet.

Die anderen Formen sind anscheinend weibliche und Ookineten. Fig. 21 stellt ein weibliches Individuum dar, während uns Fig. 22 einen Ookineten sehen läßt. Das Plasma ist dunkelblau und mit Granulationen gefüllt. In der Mitte des großen kompakten Kernes und an den beiden Enden findet man degenerierende, abgestoßene Chromatinstückchen (Reduktionskörper?).

Es war mir nicht möglich, die Entwicklung weiter zu verfolgen: fortgesetzte Untersuchungen werden mir darüber hoffentlich weitere Aufschlüsse geben.

Zu erwähnen bleibt noch, daß man im Darne der Zecken eigenartige Gebilde fand.

Gebilde ähnlicher Art sind wahrscheinlich schon von MINCHIN beschrieben worden. Es sind dies in verschiedenen Größen vorkommende Protoplasmakügelchen, die mit kleinen Chromatinkörnern gefüllt sind.

Vielleicht ist es, wie MINCHIN annimmt, wahrscheinlich, daß diese Gebilde in den Entwicklungskreis des Parasiten gehören. weitere Untersuchungen indessen müssen die Verhältnisse erst klären.

### **Die pathologischen Wirkungen der Parasiten.**

Die Blutkörperchen sind, je nach dem Entwicklungsstadium der in ihnen eingeschlossenen Parasiten, verschiedenen Veränderungen unterworfen. Die geringfügigsten Veränderungen, die wohl an allen infizierten Blutkörperchen zu beobachten sind, sind eine kleine Verschiebung des unveränderten Kernes.

Je älter die Parasiten werden, und zwar trifft dies vornehmlich bei den geschlechtlichen Formen zu, desto größer sind die Veränderungen, die an den Blutzellen auftreten.

Diese Veränderungen finden sich sowohl am Stroma als am Kerne der Erythrocyten. Der Hämoglobingehalt nimmt fortwährend ab, das Blutkörperchen färbt sich bei der ROMANOWSKY-Färbung metachromatisch (Fig. 12, 18).

Bei den eingekapselte Parasiten einschließenden Zellen kann das Plasma ganz verschwinden. Von der Blutzelle ist nur der Kern und eine Art Membran, die wie ein DEHLER'scher Reifen aussieht, übriggeblieben.

DEHLER'schen Reifen begegnet man nicht selten. Sie unterscheiden sich von den beim Menschen auftretenden Reifen durch den im Reifen sitzenden, stark veränderten Erythrocytenkern.

Die Kerne, die sich ebenfalls und zwar nur bei älteren Geschlechtsformen verändern, verlieren die ovale Form und strecken sich in die Länge. Das Chromatingefüge wird loser und die Farbe ist besonders bei der ROMANOWSKY-Färbung sehr dunkel. In einigen Blutzellen begegnet man einer Zweiteilung des Erythrocytenkernes.

Der Parasitismus gibt in der Regel zu keinen direkten Krankheitssymptomen Veranlassung. Das einzige, was man bei sehr starken

Infektionen bemerken kann, ist ein hoher Grad von Anämie, und es scheint, als ob bei solchen starken Infektionen der Widerstand der Schlangen sehr vermindert sei, und daß sie schnell eingehen infolge schädigender Momente, die von nichtinfizierten Schlangen ohne besondere Nachteile ertragen werden.

### Literaturverzeichnis.

- DOBELL, C. CLIFFORD: Some Notes on the Haemogregarines Parasitic in Snakes.  
 LUEHE, MAX: Die im Blute schmarotzenden Protozoen und ihre nächsten Verwandten. Aus MENSE, Handbuch der Tropenkrankheiten Bd. 3 S. 205—214. Dasselbst ausführliche Literaturangabe.  
 PATTON, W. S.: The Haemogregarines of Mammals and Reptiles. Parasitology Vol. 1 No. 4 1908 S. 319—322.  
 PROWAZEK, S. VON: Über Hämogregarinen aus Porocephalus moniliformis. Zool. Anz. XXXIII S. 465—466.  
 SAMBON, L. W. and SELIGMANN, C. G.: Haemogregarines in Snakes. (Proc. Pathol. Soc.) Lancet I S. 1650.  
 — —: The Haemogregarines of Snakes. Journ. of Trop. Med. 1908, Dec. 1909, No. 2 Vol. XII, No. 3 Vol. XII, No. 4 Vol. XII, No. 5 Vol. XII (dasselbst ausführliche Literaturangabe).

### Tafelerklärung.

#### Tafel XII.

Fig. 1. Junger Merozoit.

Fig. 2. Form mit dunklem Plasma und exzentrisch gelegenen Kerne, der Kern des roten Blutkörperchens ist in die Länge gestreckt.

Fig. 3. Weibliche Form(♀)-Veränderung des Erythrocytenkernes. In einem der Parasitenpole der exzentrische Kern, im entgegengesetzten ein Blepharoplast. Von diesem verläuft ein Chromatinfaden zum Kerne.

Fig. 4 u. 5. Junge weibliche Formen.

Fig. 6. Männliche Form. Vacuoläres Plasma. Großer, locker gebauter centraler Kern.

Fig. 7. Das Chromatin (vielleicht die schlechte Alkoholfixierung) hat sich im Plasma aufgelöst.

Fig. 8 u. 9. Männliche Formen mit aufgeschwollenem Plasma und auseinanderfallendem Kerne (Degeneration).

Fig. 10 u. 11. Männliche Formen, die im Begriffe sind, ihre Kapsel zu verlassen. Man sieht neben den Parasiten den Kapselrest (*K*).

Fig. 12. Parasit in stark metachromatisch gefärbten Erythrocyten, wovon der Kern aufgelockert ist. Die vom Parasiten verlassene Kapsel sieht man wie eine sich rötlich färbende Masse neben ihm (*K*).

Fig. 13. Männlicher Parasit, mit Resten der Kapsel, die wie 2 winzige Körnchen neben dem Kerne liegen.

Fig. 14 u. 15. Eingekapselte junge Formen.

Fig. 16 u. 17. Formen, wo vom Parasiten nichts wie die Kapsel übrig geblieben ist. An der konvexen Seite der Kapsel sieht man den degenerierten kompakten Kern. In Fig. 17 sieht man durch die Kapsel hindurch den Erythrocytenkern.

Fig. 18. Im metachromatisch gefärbten, vergrößerten Erythrocyten findet man eine Form, bei der das Chromatin sich in viele Stücke geteilt hat und anscheinend noch in Teilung begriffen ist. *aa* sind degenerierte Kernteile.

Fig. 19. Chromatinbrocken, die sich teilen, in stark aufgeschwollener Zelle (Endothel oder weiße Blutzelle?). In *a* ein degenerierendes Chromatinkorn.

Fig. 20. Frei bewegliche, männliche Form im Magen einer Zecke, die auf einer stark infizierten Schlange (*Lachesis*) gefunden wurde.

Fig. 21. Weibliche Form in demselben Mageninhalt.

Fig. 22. Im Magen derselben Zecke beobachtete Form. Anscheinend ein Ookinet. In den beiden Enden findet man 2 und 4 Chromatinkörnchen, die sich schlecht färben ließen (Reduktionskerne?).

Fig. 23—25. Formen mit Blepharoblasten. In Fig. 24 vom Blepharoblast zum Hauptkern ein Chromatinfaden.

Fig. 25—27. Indifferente Formen mit sich teilenden und geteilten Kernen.

Fig. 28. Indifferente Form. In der Mitte des Kernes ein Caryosom. Das Chromatin hat sich nach der Peripherie zu gedrängt.

Fig. 29. Weibliche Form.

Fig. 30. Form mit sich teilendem Kerne und degenerierenden Chromatinkörnchen in den Polen.

Fig. 31 u. 32. Männliche Formen.

Fig. 33. Indifferente Form.

Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Königl. Institut für Infektionskrankheiten in Berlin.)

## Untersuchungen über parasitische Amöben.

### *I. Entamoeba histolytica* SCHAUDINN.

Von

**Max Hartmann.**

Mit Benutzung der nachgelassenen Präparate von F. SCHAUDINN.

(Hierzu Tafel XIII.)

#### Inhalt.

	Seite
Einleitung . . . . .	207
Material und Untersuchungsmethoden . . . . .	210
Morphologie und Entwicklung von <i>Entamoeba histolytica</i> . . . . .	211
Literaturverzeichnis . . . . .	219
Tafelerklärung . . . . .	220

#### Einleitung.

Seit mehreren Jahren beschäftige ich mich mit dem Studium der Morphologie und Entwicklung der bei Menschen und Tieren vorkommenden parasitischen Amöben. Medizinisch ist deren Studium insofern von Bedeutung, weil bekanntlich eine schwere Krankheit des Menschen, die sog. Tropicdysenterie, eine ulceröse Enteritis, durch Amöben hervorgerufen wird. Die ätiologische Bedeutung der Amöben wurde allerdings viel in Zweifel gezogen. Die Schwierig-

keit, ihre ätiologische Rolle sicher zu stellen, lag darin, daß im Menschendarm außer pathogenen auch harmlose parasitische Amöben vorkommen können, die lange Zeit von den pathogenen nicht unterschieden werden konnten. Die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von SCHAUDINN (1903) hatten hierin zum ersten Male Klarheit geschaffen.

Er zeigte, daß im menschlichen Darm 2 Arten vorkommen, die in Bau und Entwicklung vollkommen verschieden sind und von denen die eine harmlos ist, während die andere nur bei der ulcerösen Dysenterie gefunden wird. Einen großen Teil der Entwicklung der harmlosen Form hatten schon CASAGRANDI und BARBAGALLO (1897) richtig beschrieben. Für diese Form behielt SCHAUDINN den Namen *Entamoeba coli* bei, wobei er ausdrücklich betont, daß eine Identifizierung mit der *Amoeba coli* [LOESCH] der früheren Autoren mit Ausnahme der Formen von CASAGRANDI und BARBAGALLO, nicht möglich ist. Für die pathogene Art, die einzig JÜRGENS (1902) bis dahin erkennbar beschrieben hat, schuf er den Namen *Entamoeba histolytica*.

Man hätte erwarten sollen, daß nach dieser lichtvollen Arbeit nun endlich Klarheit über die parasitischen Amöben und ihre Bedeutung für die Dysenterie in der Literatur Platz greifen würde; aber das Gegenteil trat ein. Es ist dies wohl zwei Umständen zuzuschreiben: Der erste Punkt ist der, daß SCHAUDINN keine Abbildungen zu seiner vorläufigen Mitteilung gegeben hatte, und verschiedene Autoren nun die von ihm beschriebenen Strukturen und Vermehrungsvorgänge (speziell der *E. histolytica*) ganz oberflächlich auffaßten und dann an Amöben zu erkennen glaubten, die sie aus Fäcesproben kranker wie gesunder Menschen und Tiere gezüchtet hatten, und die sie für identisch mit *E. histolytica* hielten. Derartige Verwechslungen finden sich in den Arbeiten von LESAGE, STRONG, MUSCRAVE und CLEGG, WALKER und NOC. Diese gezüchteten Amöben haben einen von den parasitären sehr verschiedenen Kernbau, wie sich schon aus den ungenügenden Abbildungen der erwähnten Autoren erkennen läßt und wie NÄGLER (1909) eingehend gezeigt hat. Sie gehören alle zur Gruppe der *Limase*-Amöben, deren Cysten weit verbreitet sind. Der zweite Grund ist wohl der, daß außer *E. histolytica* mindestens noch eine weitere pathogene Art bei Dysenterie gefunden wird, die sogar weit häufiger ist, als die *histolytica*. Da sie in Bau und Entwicklung der harmlosen *E. coli* nahe steht, so führte auch das zu manchen Verwechslungen. Diese Form war schon SCHAUDINN bekannt, VIERECK (1907) hat dann zuerst die

Cysten beschrieben, während er die vegetativen Formen nicht von der *E. coli* unterscheiden konnte. Er nannte sie *Entamoeba tetragena*. Gleichzeitig fand ich bei Dysenteriefällen aus Südwest-Afrika *Coli*-artige Amöben, die ich aber an den feineren Kernstrukturen mit Sicherheit von der harmlosen *coli* und der *histolytica* differenzieren konnte, und die ich deshalb für eine neue Art hielt und *E. africana* nannte (HARTMANN u. v. PROWAZEK 1907 Anm.). Nach Auffindung der Cysten konnte ich ihre Identität mit der VIERECK'schen Form feststellen (HARTMANN 1908).

Um von vornherein eine größere Basis für meine Untersuchungen zu gewinnen, habe ich einerseits sämtliche Darmprotozoen des Menschen — außer den Entamöben noch die Trichomonaden und Lamblien — sowie die Amöben einiger Tiere, speziell von Maus und Frosch, mit in meine Untersuchungen gezogen, andererseits auch eine ganze Anzahl züchtbarer Formen verschiedener Herkunft (Fäces, Süßwasser, Erde usw.). Das Studium dieser letzteren hat mein Schüler, Herr Dr. NÄGLER, später übernommen und soeben darüber eine größere Arbeit veröffentlicht. Meine Studien über die parasitischen Amöben gedenke ich nun vorläufig abzuschließen und in einer Reihe von Arbeiten in diesem Archiv zu veröffentlichen. Ich beginne hier zunächst mit der Schilderung von *E. histolytica*. Der zweite Teil wird die ausführliche Darstellung von *E. tetragena* bringen und soll in Bälde folgen. In dem dritten Teile beabsichtige ich die Entwicklung der *E. coli* zu schildern, sowie meine Beobachtungen über die übrigen von mir studierten Arten *E. buccalis*, *E. muris*, *ranarum* und *testudinis* n. sp. mitzuteilen. *E. muris* und *ranarum* haben inzwischen gute Bearbeitungen erfahren, erstere durch WENYON (1907), letztere durch DOBELL (1908). Da meine Resultate mit denen dieser Forscher zum großen Teile übereinstimmen, kann ich mich über diese Formen daher kurz fassen und auf einige abweichende und ergänzende Angaben beschränken.

Die *E. histolytica* ist seit der Veröffentlichung von SCHAUDINN nur von CRAIG (1908), WERNER (1908) und mir (1907 u. 1908) richtig beschrieben und abgebildet worden, wobei SCHAUDINN's Angaben bestätigt wurden. CRAIG's Bilder der vegetativen Formen sind allerdings ungenügend, und es ist nicht möglich, daran *E. histolytica* von *tetragena* zu unterscheiden, wiewohl letztere er wohl ziemlich sicher ebenfalls vor sich gehabt hat. Dagegen hat bisher er allein erkennbare Bilder der Chromidien- und Cystenbildung von *E. histolytica* gegeben. WERNER (1908) und ich (1907) bildeten vegetative Formen ab, WERNER auch den Anfang der Chromidienbildung, doch handelte



es sich bei seinen Formen größtenteils um degenerative Chromidienbildung, worauf wir noch zu sprechen kommen. Außerdem haben auch eine Reihe anderer Autoren wie KARTULIS, RUGE und NOC Abbildungen von Dysenterieamöben gegeben, wobei jedoch eine Unterscheidung zwischen *E. histolytica* und *tetragena* kaum möglich ist. Die Bilder von RUGE beziehen sich wohl ziemlich sicher auf *E. histolytica*, NOC scheint dagegen *E. tetragena* vorgelegen zu haben. Doch ist, wie gesagt, eine sichere Entscheidung nicht möglich.

Meine eigenen Befunde sind fast nur eine Bestätigung der SCHAUDINN'schen Angaben und sind seit  $\frac{1}{2}$ —1 Jahr abgeschlossen. Da ich jedoch hoffte, Gelegenheit zu bekommen, in Ägypten diese Form genauer studieren zu können, habe ich solange mit der Veröffentlichung gezögert. Zudem waren mir im Laufe meiner Untersuchungen manchmal Zweifel gekommen, ob die *E. histolytica* überhaupt eine eigene Art ist und nicht nur Degenerationsformen der *E. tetragena* darstellt. Die große Gleichmäßigkeit der Formen in den Präparaten, besonders die der Chromidienbildung, brachten mich doch von diesem Zweifel ab, da gerade für Degenerationsformen eine starke Variabilität der Formen charakteristisch ist, wie das eingehende Studium dieser Vorgänge bei *E. tetragena* zeigte. Da andererseits auch die Hoffnung, an Ort und Stelle diese Amöbe untersuchen zu können, sich in absehbarer Zeit nicht erfüllen wird, so mögen nun diese Studien in der hier vorliegenden noch unvollständigen Form zur Veröffentlichung kommen.

### Material- und Untersuchungsmethoden.

Leider habe ich nur ein einziges Mal Gelegenheit gehabt, frische Fäces mit *Entamoeba histolytica* zu untersuchen. Sie stammte von dem Kinde eines Missionars aus China, das an chronischer Dysenterie litt. Da ich gleichzeitig afrikanische Dysenterie mit *Entamoeba tetragena* zur Verfügung hatte, konnte ich die beiden Formen gut miteinander vergleichen.

Das übrige Material, das ich untersuchte, bestand in fixierten und gefärbten Präparaten, die zum größten Teil aus dem Nachlaß von SCHAUDINN stammten. Wie die Etiketten auf den Präparaten bekundeten, war ein Teil derselben von den Herren Dr. LOOSS in Cairo und Dr. KARTULIS in Alexandria angefertigt worden; andere

stammten von Fällen, die SCHAUDINN in Triest und Pola untersucht hatte. Ferner standen mir noch 2 Schnittpräparate durch menschliche Amöbageschwüre von Herrn Dr. SCHUEFFNER aus Sumatra zur Verfügung.

Meine Präparate sowie die aus dem SCHAUDINN'schen Nachlaß waren feucht fixiert mit Sublimatalkohol und mit Eisenhämatoxylin oder DELAFIELD's Hämatoxylin gefärbt. Es sei besonders betont, daß vor allem eine gute Fixierung bei Amöben unerlässlich ist und daß viele der mangelhaften Resultate in den oben erwähnten Arbeiten auf Anwendung ungenügender Fixierungsmethoden zurückzuführen sind. Am besten empfiehlt sich Fixierung in heißer Lösung (ca. 60°) wie es SCHAUDINN angegeben hat; doch dürfen die Präparate nur einige Sekunden in der heißen Flüssigkeit bleiben und müssen sogleich in kalte überführt werden, weil sonst Schrumpfungen eintreten. Natürlich muß auch die ganze weitere Behandlung stets feucht vorgenommen werden.

Als weitaus beste Färbung erwies sich die Eisenhämatoxylinmethode nach HEIDENHAIN ohne irgendwelche Nachfärbung. Zur Kontrolle und für die Chromidien habe ich mit Vorteil Lithiumcarmin, mit Nachfärbung durch Lichtgrün sowie DELAFIELD's Hämatoxylin verwandt.

### Morphologie und Entwicklung von *Entamoeba histolytica*.

**Größe.** Die *Entamoeba histolytica* ist im vegetativem Zustande die kleinste der 3 bisher bekannten und gut charakterisierten Darmamöben des Menschen. Sie hat durchschnittlich eine Größe von ca. 15—20  $\mu$ ; das kleinste von mir gemessene Exemplar war ca. 13  $\mu$  lang. Größer wird unsere Form dagegen bei den später zu besprechenden Stadien der Chromidien- und Cystenbildung, wo sie durchschnittlich eine Größe von 20—30  $\mu$  erreicht. Hier liegen die Verhältnisse gerade umgekehrt, wie bei der *Entamoeba tetragena*, die nach meinen Beobachtungen in diesen Stadien kleiner wird (HARTMANN 1908). Die Chromidialtiere stimmen daher bei beiden Arten in der Größe ziemlich überein. So weit meine Erfahrungen reichen, kann man immerhin schon an ihrer Kleinheit die *Entamoeba histolytica* von der *E. tetragena* und *coli* einigermaßen unterscheiden. Nur bei den Chromidialformen fällt dieser Unterschied weg und, wie wir

noch sehen werden, kann bei diesen Stadien auch das sonst sichere Merkmal, die Kernstruktur, uns im Stiche lassen.

**Plasma und Bewegung.** Das Aussehen unserer Amöbe im Leben ist von JÜRGENS (1902) und SCHAUDINN (1903) treffend geschildert worden. Ich kann mich daher über diesen Punkt kurz fassen, zumal ich bei der *E. tetragena*, die in dieser Beziehung die gleichen Verhältnisse aufweist und die ich genauer studieren konnte, darauf etwas näher eingehen werde. Auch im ruhenden Zustande läßt sich in der Regel ein deutlich entwickeltes Ectoplasma unterscheiden, das eine stärkere Lichtbrechung aufweist als das Entoplasma. Das letztere erscheint bei schwächerer Vergrößerung entweder körnig oder vacuolisiert und kann je nach dem Inhalt der Nahrungsvacuolen und dem Grade der Verdauung sehr verschieden aussehen. Wie ich schon früher angegeben habe, sind wohl die Unterschiede in der Beschreibung bei verschiedenen Autoren (z. B. KRUSE und PASQUALE (1894) einerseits und JÜRGENS (1902) andererseits) darauf zurückzuführen. Mit starker Vergrößerung (Obj. 2 mm und Oc. 8 u. 12) kann man eine deutliche Schaumstruktur erkennen, mag sonst das Plasma noch so verschieden aussehen. Das Ectoplasma macht, wie schon JÜRGENS hervorgehoben hat, einen glasigen Eindruck; es ist zähflüssig und erscheint homogen.

Die Bewegung geschieht meist durch sog. Bruchsackpseudopodien (KRUSE u. PASQUALE, JÜRGENS), ich werde darauf bei der Schilderung der *Entamoeba tetragena* genauer zu sprechen kommen.

Durch die scharfe Sonderung von Ecto- und Entoplasma und die Art der Bewegung kann man die *Ent. histolytica* in der Regel ziemlich leicht von der *E. coli* unterscheiden, doch stimmt sie hierin mit der *E. tetragena* überein; aber selbst abgesehen davon, kann man nicht, wie JÜRGENS (1907) meint, durch die Lebendbeobachtung allein eine scharfe Diagnose auf Dysenterieamöben stellen, da wie die meisten Amöben, so auch diese beim Wechsel äußerer und innerer Bedingungen auch ihre Ectoplasma- und Pseudopodienverhältnisse auffallend ändern können, wie ich besonders bei *E. tetragena* öfters beobachtet habe (HARTMANN 1908). Wir kommen daher zu der entgegengesetzten Ansicht von JÜRGENS, daß nicht im Leben, sondern nach gut fixierten und gefärbten Präparaten die sicherste Entscheidung getroffen werden kann, was für eine Amöbenart vorliegt.

Über das Plasma am fixierten Objekt ist wenig zu sagen; es erscheint sehr deutlich wabig gebaut, viel deutlicher als im Leben, da viele von den Körnern und Einschlüssen gelöst sind. Doch ent-

spricht der Wabenbau dem im Leben beobachteten. Die Differenzierung in Ecto- und Entoplasma ist in der Regel im fixierten Objekt nicht mehr zu beobachten, doch kann man nach Fixierung in Osmiumgemengen auch hier dem Leben entsprechende Bilder erzielen. Nur erscheint dabei auch das Ectoplasma wabig gebaut.

**Kern.** Äußerst charakteristisch ist der Kern der vegetativen *E. histolytica*, wie schon SCHAUDINN hervorgehoben hat. Im Gegensatz zu *E. coli* (SCHAUDINN 1904) und *E. tetragena* (HARTMANN 1908) besitzt der Kern keine doppelt konturierte achromatische Membran, die bei den beiden anderen Arten ziemlich derb ist. Der Kern verändert daher, wie man gelegentlich im Leben beobachten kann, oft seine Gestalt und wird von Fremdkörpern, die sich im Plasma befinden, während der Bewegung leicht ganz verzerrt. Seine Lage ist stets exzentrisch, oft ganz an der Grenze des Ectoplasmas, gegen das er in vielen Stadien als platte Scheibe angepreßt erscheint. Derartige ist bei den anderen beiden Darmamöben nie zu beobachten.

Im gefärbten Präparat tritt diese Formveränderlichkeit des Kernes gleichfalls deutlich hervor. Während bei *E. coli* und *tetragena* der Kern stets kugelig oder oval erscheint, findet man hier nur selten eine derartige Form, oft ist er vollkommen verzerrt (Fig. 11 a u. b). Auffallend und charakteristisch ist ferner seine große Chromatinarmut; meist ist, wie es SCHAUDINN beschrieben hat, nur ein kleines Caryosom vorhanden, sowie an der Kerngrenze eine verdichtete feine Lage von chromatischer Substanz, welche letztere dadurch eine Art Membran vortäuschen kann. Das kleine Caryosom enthält in der Regel nur wenig Chromatin (Fig. 1—3). Höchst selten kann man in ihm das Centriol nachweisen (Fig. 3, 5 u. 11 a), was bei *E. tetragena* sehr leicht zu sehen ist. Auch von zyklischen Veränderungen des Caryosoms, die sich nach unserer Auffassung bei allen echten Caryosomen finden (HARTMANN u. PROWAZEK 1907), sind hier nur selten Andeutungen zu beobachten, während sie bei *E. tetragena* sehr auffallend und, wie schon früher angegeben, direkt zur Diagnose verwertbar sind. Immerhin kommt auch bei *E. histolytica* derartiges vor, wie auch WERNER kürzlich (1908) betont hat. Der Vorgang besteht darin, daß das Caryosom anwächst, an seiner Peripherie sein Material an den Außenkern abgibt, so daß von ihm schließlich nur das Centriol übrig bleibt (Fig. 5 u. 11 a). Die ursprüngliche Caryosomgrenze ist dann eine Zeitlang als eine Art Membran sichtbar, die eine helle Zone im Zentrum abgrenzt, in der das wieder zu einem Caryosom heranwachsende Centriol liegt (Fig. 11 c u. d).

**Fortpflanzung.** SCHAUDINN hatte nach Beobachtungen im Leben eine zweifache Art der Vermehrung für *E. histolytica* angegeben, eine Teilung und eine Knospung. Ich selbst habe nie Gelegenheit gehabt, etwas davon zu sehen. Der Vorgang vollzieht sich offenbar sehr rasch, wie das auch sonst bei Amöben vorkommt (NÄGLER 1909). Auch keiner der anderen Untersucher nach SCHAUDINN hat etwas davon beobachtet. LESAGE und NOC (1909) haben zwar Knospungsvorgänge für Amöben, die sie für *histolytica* hielten, beschrieben, doch handelte es sich einesteils, wie übrigens LESAGE später selbst zugibt, überhaupt um keine parasitischen Amöben, anderenteils um Degenerationsvorgänge und event. Parasiten.

Nur einige Stadien der Kernvermehrung, die der eigentlichen Zellteilung vorausgeht, habe ich zu Gesicht bekommen. Dieselbe spielt sich ganz am Caryosom ab und erscheint, wie das SCHAUDINN beschreibt, als amitotische. Die wenigen zur Beobachtung gelangenden Stadien erwecken diese Auffassung dadurch, daß dabei die Caryosome ganz kompakt hantelförmig sind. Es handelt sich eben schon um Stadien der Telophase. Da wir aber im Caryosom ein Centriol nachgewiesen haben, und ferner für eine große Anzahl von Amöben mit ähnlichem Teilungsmodus echte Mitosestadien gefunden wurden (HARTMANN u. PROWAZEK 1907, NÄGLER 1909), so kann man wohl annehmen, daß es sich auch hier um eine primitive Mitose handelt. Fig. 7 zeigt zudem zwischen den bereits ganz geteilten Tochtercaryosomen noch eine deutliche achromatische Spindelfigur. Wie schon erwähnt, erstreckt sich dieselbe nur auf das Caryosom, und die Caryosomteilung kann schon ganz zu Ende geführt sein, ehe der ganze Kern irgend eine Andeutung einer Teilung zeigt (Fig. 6 u. 11 a). Es steht das mit unseren neuen Erfahrungen an anderen Amöben Flagellaten, Coccidien usw. im vollen Einklang. Andererseits kann aber auch, wie Fig. 7 u. 9 zeigen, schon im Hantelstadium der Caryosomteilung die Streckung (Fig. 7) und Durchschmürung (Fig. 9) des Außenkerns erfolgen. In der letzten Figur ist die Caryosomspindel ganz an die Grenze des sich teilenden Kerns verschoben. Einmal habe ich auch ein Bild beobachtet (Fig. 8), das auf eine Kernknospung hinweist, deren Vorkommen auch SCHAUDINN erwähnt. Da jedoch der prinzipiell wichtige Vorgang der Kernteilung sich nur am Caryosom abspielt, das sich auch hier primitiv mitotisch teilt, so bedeutet dies nur eine geringfügige Modifikation der gewöhnlichen Zweiteilung. Fig. 10 zeigt als Ende einer Kernteilung 2 Kerne in einer Amöbe, ein Bild, das ich nur zweimal angetroffen habe. Offenbar folgt die Zellteilung sehr rasch darauf.

WERNER (1908) hat ebenfalls 2 Stadien der Kernteilung von *E. histolytica* abgebildet, eine Caryosomspindel in etwas späterem Stadium wie unsere Fig. 7 und einen Kern mit 2 Caryosomen; auch das Stadium mit 2 Kernen hat er beobachtet.

**Chromidien- und Cystenbildung.** — An Präparaten von zwei verschiedenen Fällen habe ich den Vorgang der von SCHAUDINN entdeckten Chromidien- und Cystenbildung genauer untersuchen können. Der Prozeß setzt zunächst bei einigen Individuen ein, an den folgenden Tagen ergreift er dann sämtliche Amöben und vollzieht sich dann bei allen mit ziemlicher Gleichmäßigkeit. Der Vorgang beginnt damit, daß das Caryosom an die Kernmembran rückt und (eventuell durch heteropole Teilung ähnlich wie bei der oben abgebildeten Kernknospung) chromatisches Material an das Plasma abgibt (Fig. 11 u. 12). Auch WERNER hat eine derartige Bildung von Chromidien unter Beteiligung des Caryosoms bei *E. histolytica* beobachtet und abgebildet. Vielleicht entstehen die ersten sog. Chromidialkörner ausschließlich durch derartige Caryosomteilung, so daß es sich in Wirklichkeit um gar keine echte Chromidienbildung, sondern um die ein- oder mehrmalige Abschnürung totipotenter kleiner Kerne handelt. Jedenfalls zeigen sowohl meine wie WERNER'S Beobachtungen, daß gerade in den frühesten Stadien die Chromidienbildung unter Beteiligung des Caryosoms von statten geht. Doch ist das vorliegende Beobachtungsmaterial zur völligen Entscheidung dieser Frage noch zu gering, so daß weitere Untersuchungen über diesen theoretisch wichtigen Punkt nötig sind.

Auf etwas späteren Stadien liegt das Caryosom wieder im Zentrum des Kernes, und die Chromidialbrocken haben sich vermehrt (Fig. 17). Dieses Bild erweckt nun den Eindruck, als ob die Chromidien ihren Ursprung aus der peripheren Chromatinlage genommen hätten, eine Auffassung, die auch SCHAUDINN vertreten hat. Ein ganz ähnliches Stadium hat WERNER abgebildet und die Meinung ausgesprochen, daß in diesem Falle die Chromidien von peripherem Chromatin entstehen. Doch ist noch eine andere Deutung möglich, die mir wahrscheinlicher erscheint, zumal sie für die späteren Stadien sicher zutrifft, nämlich die, daß die etwas langgestreckten Chromidialbrocken (Fig. 14) kleine sich teilende Chromatinelemente (Caryosomkerne?) darstellen, die durch Teilung des in der oben beschriebenen Weise aus dem Caryosom entstandenen ersten Chromidialkornes hervorgegangen sind. Für diese Deutung spricht auch der Umstand, daß in den Kernen nie soviel Chromatin vorhanden ist, als nun chromatische Substanz in Form von Chromidien im Plasma liegt

Selbst wenn es echte Chromidien wären, könnte also nur ein sehr geringer Teil vom Kern abstammen, und die übrigen müßten durch Selbstvermehrung sich gebildet haben.

Das ist, wie gesagt, sicherlich später der Fall, und zwar vollzieht sich diese Vermehrung sehr rapid, da das Plasma bald ziemlich von Chromidialbrocken erfüllt ist (Fig. 15—17). Meist fehlt dann jede Beziehung zum Kerne (Fig. 15, 16, 19), was natürlich für eine eigene Vermehrung spricht. Dafür ließ sich auch der Umstand anführen, daß in einem Tiere die einzelnen Chromidialbrocken in Form und Größe ziemlich übereinstimmen, wie die Fig. 15—24 zeigen. Es sind meist kleine, etwas längliche Körner, manchmal mehr stäbchenförmig; in letzterem Falle handelt es sich vermutlich um Teilungsstadien. Bei verschiedenen Individuen können sie verschiedene Größe aufweisen. Im Plasma werden die sog. Chromidialkörner durch die meist lebhafteste Strömung mitgeführt und bilden dann ganze Züge, was auch in fixierten Präparaten deutlich zutage tritt (Fig. 14—24).

Mit der Vermehrung der Chromidien nehmen auch die ganzen Amöben an Größe zu und erreichen nun, wie schon früher angegeben, eine durchschnittliche Größe von 20—30  $\mu$ , so daß sie in dieser Beziehung nun mit der *E. tetragena* übereinstimmen. Da ihrerseits die *E. tetragena* in den Stadien der Chromidienbildung häufig eine undeutlichere Membran aufweist, so kann unter Umständen eine Unterscheidung der beiden Species in diesen Stadien mit Schwierigkeiten verbunden sein. Wenn man dagegen etwas vorgerücktere Stadien sowie die vegetativen Formen mit berücksichtigt, so gelangt man nach meinen Erfahrungen auch hier zu einer sicheren Entscheidung.

Während der sog. Chromidienbildung wird der Kern bald ganz diffus, schrumpft zusammen und färbt sich schlecht und mit einem schmutzigen Farbton (Fig. 15, 16, 19, 23). Weiterhin wird er entweder ganz aufgelöst (Fig. 18) oder aus der Zelle eliminiert (Fig. 19). Der größte Teil der Amöben weist dann späterhin keine Spur mehr des ursprünglichen Kernes auf (Fig. 20 u. 23). Manchmal wird auch nur der Außenkern diffus und scheint sich aufzulösen, während das in diesem Falle aufgeblähte Caryosom mit seinem Centriol noch eine Zeitlang deutlich hervortritt; doch sind derartige Bilder äußerst selten.

Wenn die Chromidienbildung weit genug vorgeschritten ist, bildet das in heftiger Strömung begriffene Plasma an einzelnen Stellen kleine Vorwölbungen, in die auch die Chromidien mit eintreten. (Fig. 15, 16, 18, 20, 22, 23). Derartige kleine Buckel werden dann abgeschnürt und umgeben sich sofort mit einer feinen

undurchlässigen Membran, sodaß weiter nichts mehr daran zu erkennen ist. Es sind das die kleinen SCHAUDINN'schen Cysten von 2<sup>1)</sup>—7  $\mu$  Größe. Die Figuren 18, 19, 22 u. 23 zeigen verschiedene Stadien dieser Cystenbildung.

Die vorausgegangene Schilderung stellt eine vollständige Bestätigung des von SCHAUDINN für *E. histolytica* beschriebenen Vorganges der Chromidien- und Cystenbildung dar. Nur in einem Punkte, bezüglich der ersten Entstehung der Chromidien weiche ich von ihm ab, da er sie nur von peripherem Chromatin ableitet, ich dagegen (und ebenso WERNER) eine Beteiligung des Caryosoms dabei beobachtet habe, und geneigt bin, letzteren Modus als einzig normalen anzusehen. Doch muß die Berechtigung meiner Auffassung noch durch weitere Untersuchungen geprüft werden. Dieser Punkt ist theoretisch von großer Wichtigkeit, weil bei Zutreffen meiner Deutung die Bildung generativer Chromidien nur eine Modifikation einer gewöhnlichen fortgesetzten Zweiteilung des Kernes bedeuten würde, wie ich an anderer Stelle näher ausgeführt habe (HARTMANN 1909).

Nach SCHAUDINN hat nur noch CRAIG (1908) die Chromidien und Cystenbildung von *E. histolytica* beobachtet und in seiner letzten Arbeit erkennbar abgebildet. Allerdings lassen seine Figuren keine cytologischen Details erkennen, da seine Präparationsmethode vollkommen ungenügend war. Ferner hat WERNER Chromidienbildung beschrieben und eine Anzahl von guten Abbildungen gegeben, worauf wir ja schon im Text hingewiesen haben. Doch muß hervorgehoben werden, daß es sich nach seinen Abbildungen größtenteils um degenerative Chromidien handelt, nicht um solche, die zu normaler Cystenbildung führen. Die großen Vacuolen im Plasma und die klumpigen, ganz unregelmäßigen Chromidienbrocken weisen darauf hin. Es rührt das offenbar daher, daß sein Untersuchungsmaterial fast ausschließlich von infizierten Katzen stammte, bei denen die Amöben meist sehr rasch unter den erwähnten Erscheinungen degenerieren, wie besonders meine Beobachtungen an *E. tetragena* mir gezeigt haben.

Neuerdings hat auch Noc (1909) für eine Dysenterieamöbe aus Cochinchina, sowie für Amöben, die er aus dysenterischem Material, sowie aus Wasser gezüchtet hatte und die er für identisch mit der Dysenterieamöbe hielt, Chromidienbildung beschrieben. Seine ge-

<sup>1)</sup> SCHAUDINN gibt 3  $\mu$  als kleinste Zahl an, doch habe ich sehr häufig 2  $\mu$  gemessen.



züchteten Amöben sind aber sicher einfache freilebende Amöben. (*Limase*-Arten), wie ein Vergleich seiner Abbildungen mit denen NÄGLER'S ohne weiteres erkennen läßt. Auf eine Kritik der bei diesen Formen beschriebenen Vorgänge brauchen wir daher nicht näher einzugehen. Einzig und allein seine Fig. 8, Taf. XII kann als Stadium einer Chromidienbildung einer Dysenterieamöbe gelten. doch ist es nach dem einen Bild nicht möglich zu entscheiden, ob es sich um *E. histolytica* oder *tetragena* handelt; seine Abbildungen der vegetativen Form sprechen eher für *E. tetragena*.

Zum Schlusse sei noch auf einen Befund hingewiesen, den ich einigemale beobachtet habe; es handelte sich um Bilder von fragloser Verschmelzung zweier Chromidialtiere (Fig. 24). Außer der beträchtlichen Größe ist das in dem abgebildeten Falle noch an dem Vorhandensein zweier degenerierender Kerne und einem Spalt an der unteren Seite, wo die Verschmelzung noch nicht endgültig durchgeführt ist, erkennbar. Dabei wird das Plasma der beiden Individuen samt ihren Chromidien durch Strömungen heftig durchmischt, wie in fixierten Präparaten noch deutlich zu sehen ist. WERNER hat den Beginn einer derartigen Verschmelzung auch im Leben beobachtet, sowie eine Abbildung nach fixiertem Präparat gegeben, und dabei die Meinung ausgesprochen, daß es sich hierbei um eventuelle Copulation handelt. Seine Abbildung läßt aber erkennen, daß bei seinem Falle degenerierende Amöben vorgelegen haben. Da es sich bei meiner Beobachtung dagegen um normale Chromidialtiere handelt, so dachte ich anfangs, diese Verschmelzung hätte in der Tat etwas mit der bei *E. histolytica* noch unbekanntem Befruchtung zu tun, doch kam ich bald von diesem Gedanken ab, nachdem ich auch Verschmelzung von drei und vier Individuen auffand. In Fig. 25 ist eine solche von vier Individuen bei schwächerer Vergrößerung wiedergegeben. Danach kann es sich um nichts anderes, als eine bei Rhizopoden ja so verbreitete Plasmagonie handeln, wie ich schon an anderer Stelle betont habe (HARTMANN 1909 a).

Das weitere Schicksal der Cysten habe ich ebensowenig wie SCHAUDINN verfolgen können; leider konnte ich auch den beweisenden Versuch von SCHAUDINN, mittels dieser kleinen Cysten Katzen per Os zu infizieren, aus Mangel an frischem Material nicht wiederholen. SCHAUDINN'S Angaben über diesen Punkt sind aber so präzise, daß kein Grund zu einem Zweifel an der Richtigkeit des Versuches vorliegt.

Die Entwicklung von *E. histolytica* weist mithin noch eine ziemliche Lücke auf, vor allem ist über die Art und Weise der Befruch-

tung gar nichts bekannt. Es wäre die Möglichkeit zu prüfen, ob nicht aus den kleinen Cysten bei einer Neuinfektion kleine Amöben sich entwickelten, die als Gameten fungierten und miteinander copulierten; es wäre das eine gewisse Analogie zu dem Befruchtungsvorgang, den soeben MERCIER (1909) für *Entamoeba blattae* beschrieben hat.

### Literaturverzeichnis.

- CASAGRANDE, Q. e BARBAGALLO P. (1897): *Entamoeba hominis* s. *Amoeba coli* (LOESCH). in: Ann. d'Igiene speriment. Vol. 7 Fasc. 1.
- CRAIG, C. F. (1908): Studies upon the Amebae in the Intestine of Man. Journ. of Inf. Diseases Vol. 5.
- DOBELL, C. (1909): Researches on the intestinal protozoa of frogs and toads. Quart. Journ. of Micr. Science Vol. 53.
- HARTMANN, M. (1908): Eine neue Dysenterieamöbe, *Entamoeba tetragena*. Arch. f. Schiffs- und Tropenhyg. 1908 Beiheft 5.
- (1909 a): Autogamie bei Protisten und ihre Bedeutung für das Befruchtungsproblem. Arch. f. Protistenk. Bd. 14. Auch einzeln: Jena, G. Fischer.
- (1909 b): Polyenergide Kerne. Studien über multiple Kernteilungen und generative Chromidien bei Protozoen. Biol. Centralbl. Bd. 29.
- HARTMANN, M. u. Prowazek, S. v. (1907): Blepharoplast, Caryosom und Centrosom. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.
- JÜRGENS (1902): Zur Kenntnis der Darmamöben und der Amöben-Enteritis. in: Veröffentl. a. d. Gebiete d. Militär-Sanitätswesens.
- (1907): Die Amöben-Enteritis und ihre Beziehungen zur Dysenterie. Zeitschr. f. exper. Path. u. Therapie Bd. 4.
- KARTULIS (1886): Zur Ätiologie der Dysenterie aus Ägypten. VIRCHOW'S Arch. f. pathol. Anat. Bd. 105.
- (1895): Die Amöben-Dysenterie. in: KOLLE-WASSERMANN'S Handb. d. pathogenen Mikroorganismen, Ergänzungsband Heft 1.
- KISSKALT, K. u. HARTMANN, M. (1907): Praktikum der Bakteriologie und Protozoologie. Jena, G. Fischer.
- KRUSE, W. u. PASQUALE, A. (1894): Untersuchungen über Dysenterie und Leberabszesse. Zeitschr. f. Hyg. Bd. 16.
- LESAGE, A. (1905): Culture de l'amibe de la dysenterie des pays chauds. Ann. de l'Inst. Pasteur XVIII, XIX.
- MERCIER, L. (1905): Le cycle évolutif d'*Amoeba blattae*. Arch. f. Protistenk. Bd. 16.
- MUSGRAVE u. CLEGG (1904): Amebas, their cultivation and etiolog. signif. treatment of intest. amebiasis in the Trop. Manila Bur. of govern. labor. biol. lab. Nr. 18.
- NÄGLER, K. (1909): Entwicklungsgeschichtliche Studien über Amöben. Arch. f. Protistenk. Bd. 15.
- NOC, F. (1909): Sur la dysenterie amibienne en Cochinchine. Ann. de l'Inst. Pasteur T. 23 Nr. 3.

- RUGE, R. (1906): Amöbenruhr. in: MENSE'S Handb. d. Tropenkrankh. Bd. III.  
 SCHAUDINN, F. (1903): Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden.  
 Arb. a. d. kaiserl. Gesundheitsamt Bd. 19.  
 STRONG (1902): Amoebic-dysenterie in Michigan. Journ. of the Americ. med. assoc.  
 VIERECK, H. (1907): Studien über die in den Tropen erworbene Dysenterie. Arch.  
 f. Schiffs- u. Tropenhyg. Bd. 11 Beiheft 1.  
 WALKER (1907): The parasitic Amebae of the intestinal tract of man and other  
 animals. Journ. of Medic. research Vol. 17.  
 WENYON, C. M. (1907): Observations on the Protozoa in the Intestine of Mice.  
 Arch. f. Protistenk. Suppl. I.  
 WERNER, H. (1908): Studien über pathogene Amöben. Arch. f. Schiffs- u. Tropen-  
 hygiene Bd. 12 Beiheft 11.

### Tafelerklärung.

#### Tafel XIII.

Sämtliche Abbildungen sind nach Präparaten gezeichnet, die mit Sublimat-Alkohol oder HERMANN'Scher Flüssigkeit fixiert und mit Eisenhämatoxylin oder DELAFIELD'Schem Hämatoxylin gefärbt waren. Sie wurden bei ZEISS Apochr. Obj. 2 mm und Comp. Oc. 4, 8 und 12 mit Benutzung des ABBE'Schen Zeichenapparates in Höhe des Objektivs entworfen. Die Vergrößerung ist bei den Fig. 1—4, 10 u. 12—24 ca. 1400fach (Obj. 2 mm, Comp. Oc. 8), bei den Fig. 4a, 5—11 ca. 2000fach (Oc. 12) und bei Fig. 25 ca. 650fach (Oc. 4).

Fig. 1—11. Vegetative Formen.

Fig. 3 u. 5. Kern mit Centriol im Caryosom.

Fig. 4. Eventuelles Frühstadium der Kernteilung.

Fig. 6—10 u. 11e. Verschiedene Stadien der Kernteilung.

Fig. 11a—11d. Verschieden gestaltete Kerne, zum Teil zyklische Veränderungen des Caryosoms zeigend.

Fig. 12—25. Stadien der Chromidien- und Cystenbildung. *n* = Kern, *c* = Cyste, *er* = Erythrocyt.

Fig. 12—14. Anfangsstadien der Chromidienbildung, bei Fig. 13 unter der Beteiligung des Caryosoms.

Fig. 15—19. Degeneration des Hauptkernes.

Fig. 24. Verschmelzung zweier Chromidialtiere.

Fig. 25. Verschmelzung von 4 Chromidialtieren.





*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg  
Vorstand: Medizinalrat Prof. Dr. Nocht.)

## **Giftwirkung und Protozoenplasma.**

Von

**S. v. Prowazek.**

(Hierzu 7 Textfiguren.)

### **Einleitung.**

Die nachstehende Untersuchung stellt einen Versuch dar, die Ergebnisse der neueren Morphologie und Cytologie mit einigen Problemen der Pharmakologie und Toxikologie zu vereinigen und die Giftwirkung einiger Pharmaka direkt auf das Protoplasma der Zelle zu studieren. Im Laufe der Untersuchung stellte sich jedoch die Notwendigkeit heraus, manche biologischen Fragestellungen allgemeiner Natur gleichfalls zu berücksichtigen und so wurden eingehendere Untersuchungen über Protoplasmastrukturen das chemische Verhalten des Plasmas, das Altern der Zelle, den Zelltod und anderes mehr angestellt.

Mehr als einmal wurde ich in Grenzgebiete gelockt, die wegen der Fülle ihrer Probleme in ihrer Gänze meiner Übersicht sich entzogen und auch die Kenntnisse im einzelnen auf dem Gebiete der Kolloidchemie, Physik und anderes mehr zum Teil überschritten haben. Aus diesen Gründen bleibt die vorliegende Arbeit nur eine Art von „Versuch“, dem man insofern aber eine Berechtigung nicht absprechen wird, als es an der Zeit ist, die Protistenkunde aus dem engen Kreis der Morphologie und Entwicklungsgeschichte hinauszuführen und auf eine breitere, umfassendere Basis zu stellen.

Als Untersuchungsobjekt wurde *Colpidium Colpoda* EHRBG., ein leicht beschaffbares, holotriches Infusor gewählt, dabei wurden hypotriche Infusorien, *Polytoma*, *Glaukoma* und *Limax*-Amöben auf ihr Verhalten den Giften gegenüber gleichfalls berücksichtigt.

*Colpidium* kann man sich jederzeit in großen Mengen beschaffen, indem man zerkleinertes Heu mit Leitungswasser begießt und mehrere Tage in einem größeren Gefäß stehen läßt. Da das Wasser der Infusion in chemischer Hinsicht im Laufe der Zeit eine Änderung erleidet, wurden die Infusorien, um immer gleiche Resultate zu erhalten, in einer Handcentrifuge centrifugiert, das Infusionswasser wurde abgegossen und durch das Wasser der Hamburger Wasserleitung ersetzt.

Das Centrifugieren beeinflußt die kleinen Infusorien mit der beträchtlichen Protoplasmaspannung in keiner nennenswerten Weise: nach unveröffentlichten Untersuchungen von R. GONDER werden Colpidien im Gegensatz zu den größeren Paramäcien selbst durch  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  stündiges Centrifugieren auf der elektrischen Centrifuge (ca. 1800 Umdrehungen) nicht wesentlich verändert. Erst nach zwei Stunden verändern einige Colpidien ihre Gestalt.

Gleich bei den ersten orientierenden Versuchen mit *Colpidium* fiel es auf, daß nicht alle Individuen ein und derselben Infusion unter Einwirkung von Chinin 1:6000, Atropin 1:200, Strychnin 1:200 usw. gleichzeitig bei den verschiedenen Temperaturen absterben, sondern daß beträchtliche individuelle Resistenzunterschiede unter den verschiedenen Colpidien nachweisbar sind.

Bereits früher wurde von GIEMSA und mir (Beihefte zum Archiv für Schiffs- und Tropenhygiene XII. 1908) bezüglich desselben Infusors auf das verschiedene Resistenzverhalten dem Chinin gegenüber die Aufmerksamkeit gelenkt.

BALBIANI<sup>1)</sup> beschrieb ähnliche Verschiedenheiten beim *Paramecium* unter Einfluß von verschiedenen Kochsalzlösungen, ZUELZER<sup>2)</sup> gibt ferner an, daß *Amoeba verrucosa* sich nach und nach an Seewasser von ca. 3 Proz. Salzgehalt gewöhnen kann, daß aber immerhin eine Anzahl von Tieren zugrunde geht. „Es scheint von individuellen Schwankungen abzuhängen, ob und wie schnell sich die Tiere an die höhere Konzentration gewöhnen.“ Ähnliche Angaben haben wir schließlich L. GARBOWSKI<sup>3)</sup> zu verdanken.

<sup>1)</sup> Arch. d. Anatom. micr. 2 1898.

<sup>2)</sup> Sitz-Ber. d. Ges. d. naturf. Freunde Nr. 4 1907.

<sup>3)</sup> Arch. f. Protistenk. 1907 Bd. 9.

Die Erscheinung der verschiedenen Resistenz den Protoplasmagiften gegenüber scheint bei den Protisten allgemein verbreitet zu sein. Es galt demnach zunächst die Untersuchung dieser Vorfrage, die für die Therapie der Protozoenkrankheiten auch von besonderer praktischer Bedeutung ist, in Angriff zu nehmen.

Der einfachste Weg zur Lösung dieser Frage war der, die Colpidien aus einem Individuum zu züchten und dann in verschiedenen Zeiträumen ihre Resistenz den Protoplasmagiften gegenüber zu prüfen.

### Kultur der Colpidien und ihr Altern.

Kulturen von Colpidien aus einem Individuum gelingen verhältnismäßig leicht. Man verdünnt die Colpidieninfusion sehr stark, taucht in die Flüssigkeit fein ausgezogene Kapillaren und prüft in einem ausgehöhlten Objekträger mit Ocular 4 und Objektiv ZEISS 16 mm deren Inhalt, ob tatsächlich nur ein Colpidiumindividuum herausgefischt worden ist. Im letzteren Falle wird der Inhalt wieder aufgesogen und in Reagenzröhrchen ausgeblasen, die mit etwas abgekochtem Infuswasser mit 1proz. Peptonzusatz nachgefüllt werden.

Bei dieser Versuchsanordnung konnte nachgewiesen werden, daß bereits am zweiten Tage bedeutende Resistenzunterschiede zwischen den aus einem Colpidium durch Teilung entstandenen Infusorien gegenüber dem Atropin 1:200 sich einstellen. So wurde eine Kultur am 3./6. angelegt, am 5. 6. starb ein Colpidium nach 20, das andere nach 45 Minuten; bei einer Kultur vom 12./6. betragen am 14./6. die Unterschiede 27 und 39 Minuten usw. Aus diesen Beobachtungen, die immer wieder erhoben worden sind, geht hervor, daß die Unterschiede sich bereits in der ersten Zeit des vegetativen Lebens einstellen und nicht etwa auf Geschlechtsunterschiede oder auf eine sexuelle Reife zurückzuführen sind. Sie sind aber auch nicht die Folge der Teilungsfähigkeit und Vermehrung der Colpidien. Einerseits starben die beiden eben sich teilenden Infusorien gleichzeitig ab, andererseits waren die Unterschiede bezüglich der Resistenz fast unmerklich, sobald die Infusorien von einem Depressionsstadium sich erholend, auf der Höhe des vegetativen Lebens standen und sich lebhaft vermehrten. Die Resistenzunterschiede entspringen demnach aus dem inneren individuellen Zellstoffgetriebe, das bei jedem Zellindividuum sich alsbald individuell anders gestaltet. Wir haben in einem gewissen



Sinne bereits bei den Einzelligen die Lehre LEIBNIZ' von den Verschiedenheiten in der Natur (*principium identitatis indiscernibilium*) während einer kurzen Frist ihres vegetativen Lebens verwirklicht und die Verschiedenheiten im inneren Aufbau machen sich bereits bei den Abkömmlingen aus ein und derselben Zelle bemerkbar.

Falls es erlaubt ist, dieses Ergebnis eines wiederholt gemachten Versuches auf die Metazoen zu übertragen, so wäre auch hier die Differenzierung, die Evolution von Verschiedenheiten ursprünglich gleichartiger Zellen nicht eine Folge der Teilungstätigkeit, die nach meiner Ansicht mit keinem tieferen biologischen Problem im Zusammenhang steht, sondern nur den Zweck verfolgt, den wachsenden Zellstoff für andere Aufgaben „aufzuteilen“. Nach LILLIE kann bei manchen Anneliden auch die Umbildung des Eies zur *Trochophora* unter künstlichen Bedingungen ohne Zellteilung erfolgen. Nach eigenen Untersuchungen konnte die Zellteilung der befruchteten Seeigeleier durch spezifisches Serum von Kaninchen, die wiederholt mit Sperma und Eiextrakten in entsprechenden Zwischenräumen vorbehandelt worden sind, unter isotonischen Versuchsbedingungen in keiner nennenswerten Weise beeinflußt werden. Das Spermaserum agglutinierte nur die Spermatozoen. Die Zellteilung ist eben ein grober morphologischer Vorgang, der durch die Spezifität des Serums nicht wesentlich beeinträchtigt wird.

KUPELWIESER (Archiv f. Entwicklungsmech. 1909) hat ferner den Nachweis erbracht, daß die Teilung von einem unspezifischen chemischen „Spermastoff“ abhängig ist, der überall da wirksam wird, „wo Eier durch Sperma zur Entwicklung kommen“, sei nun das Spermatozoon zu der Eiart gehörig oder nicht (Entwicklungserregung der Seeigeleier durch Molluskensperma). Aus allen diesen Beobachtungen geht hervor, daß das Teilungsproblem mit der artspezifischen Differenzierung zwar parallel gehen kann, aber nicht notwendig mit ihr zusammenhängt; die Teilung ist ein physikalisch analysierbarer Vorgang, der mit dem eigentlichen Lebensgeschehen anscheinend nur in einem losen Zusammenhang steht.

### **Das Problem des Alterns und die Protozoenkulturen.**

Die Colpidienkulturen, die aus einem Individuum in größerer Zahl angelegt worden sind, wurden nicht übermäßig gefüttert und stets unter denselben Bedingungen (17—15° C) gehalten. Die Resistenzunterschiede schwanden, sobald die Teilung reichlicher war (z. B. 7. 6., 10. 6.) und wurden später verwischt. Die Resistenz

der Infusorien war während der Untersuchungszeit einer Lösung von 1:200 Atropin gegenüber nicht konstant, sondern wies kurvenmäßige Schwankungen auf (5./6., 9./6., 11./6., 19./6., 24./6. usw.) und war zum Teil von der Reichhaltigkeit des Futters (29./6. stark gefüttert) direkt abhängig.

Über die übrigen Verhältnisse gibt die Fig. 1 am besten in Kürze Aufschluß. Die Zahlen geben die Minuten an, nach denen der Tod eingetreten ist.

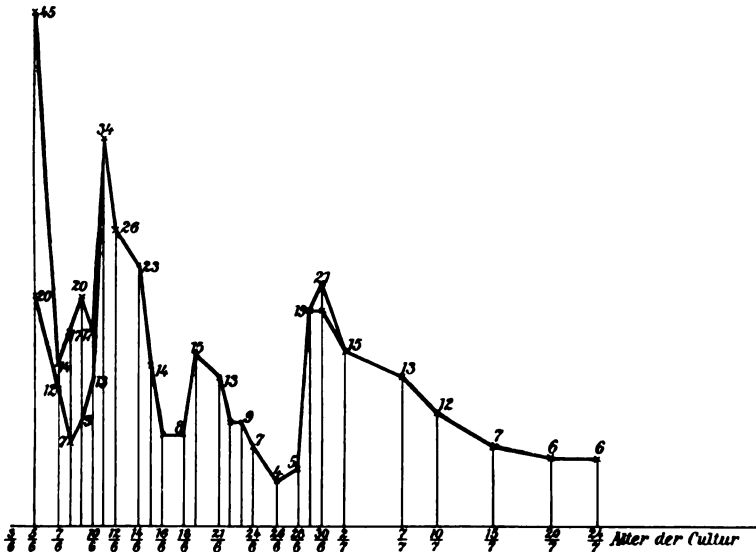


Fig. 1.

Die Kulturen wurden, wie bereits bemerkt, nicht stark gefüttert und mit Absicht auf dem Stadium einer Unterernährung gehalten, um die Teilungstätigkeit der Zellen niederzuhalten und bei dieser Gelegenheit den Einfluß des Alterns der Zelle auf die Giftwirkung des Protoplasmas zu studieren. Denn es ist klar, daß bei jeder Teilung die Morphe gleichsam eine Verjüngung erleidet, indem die fehlenden Zellteile regeneriert, die alten nach den Untersuchungen von WALLENGREN an Hypotrichen und nach eigenen Beobachtungen in entsprechender Weise teilweise adaptiert werden. Die derart alternden Zellen verkleinerten nun ihr Volumen zusehends und besaßen oft unverhältnismäßig lange Cilien, dagegen nahm der Kern im Verhältnis zum Protoplasma an Volumen zu (Fig. 2a u. b).

Das Atropin (1:200) entmischte im Laufe des Alterns ebenso wie in jungen normalen Zellen das Protoplasma in der später noch genauer zu schildernden Weise, es traten auch die „Zelllipoiden“ zu den charakteristischen fettartigen Tröpfchen zusammen, die sich

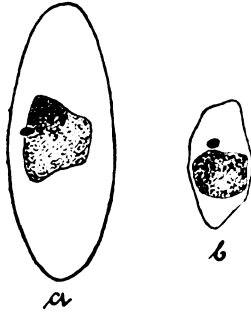


Fig. 2.

*a* aus einer Kultur vom 3./6.—16./6.  
*b* aus einer Kultur vom 3./6.—30./6.

später aushöhlten (Cavula), nur waren sie im Verhältnis zu den normalen und hungernden Colpidien kleiner und spärlicher. Dieses Verhalten der „Zelllipoiden“ ist insofern interessant, als die färbbaren Kernsubstanzen im Gegensatz zu ihnen an Menge zunahmten und man in der letzten Zeit geneigt ist, die Chromatine mit den „Lipoiden“ teilweise in einen genetischen Zusammenhang zu bringen.

Von den alternden Colpidien sei noch erwähnt, daß sie von zahlreichen lichtbrechenden Granulationen durchsetzt waren, die in hungernden Infusorien nicht auftraten.

In einer Kultur (Nr. 19, angesetzt am 5./6.) conjugierten am 9.6. einzelne Individuen; es wurden Zweigkulturen angelegt, doch wurde keine größere Ausbeute an Conjuganten erzielt. Immerhin spricht bereits dieses eine Vorkommnis gegen die Forderung von MAUPAS, daß Ciliaten nur conjugieren, falls sie verschiedenen Kulturen entstammen und Stammesverschiedenheiten aufweisen. Conjugationen sind unter Sprößlingen ein und desselben Individuums möglich.

Zusammenfassend können wir aus den mannigfachen Ergebnissen der Kulturversuche als besonders wichtig folgende Tatsachen hervorheben:

Die Protozoen weisen Giften gegenüber eine verschiedene Resistenz auf, die nicht Folge besonderer sexueller Unterschiede (die Ciliaten sind hemisexuell) noch des Teilungsrythmus ist, sondern aus dem inneren Stoffwechsel sich ergibt und sich bald zwischen den Sprößlingen einer Zelle einstellt.

Die Resistenzverschiedenheit schwindet, sobald die Ciliaten sich lebhaft teilen und nimmt im Laufe des Alterns ab, ist aber während des Lebens Schwankungen unterworfen, die kurvenmäßig dargestellt worden sind.

Zellen, die an der Teilung durch eine Art von Unterernährung verhindert worden sind, altern, indem ihr Zelleib mit Ausnahme des Cilienkleides sich verkleinert, der Kern an Größe zunimmt, gleichzeitig damit ist wahrscheinlich der „Lipoidgehalt“ des Protoplasmas in Abnahme begriffen. Im Protoplasma treten zahlreiche lichtbrechende Granulationen auf. Die einzelnen Cilien sind oft im Verhältnis zur Zellgröße enorm lang. REICHERT (Centralbl. f. Bakt. Bd. 51 1909) nimmt an, daß die Geißeln der Bakterien andauernd wachsen. „Darauf läßt wenigstens die mit dem Alter der Kultur stetig zunehmende Länge der Geißeln schließen.“

### Die Morphe und ihr Verhältnis zum Colpidiumplasma.

Vor der eigentlichen Untersuchung über die Einwirkung von verschiedenen Giften auf das Protoplasma war eine Revision unserer Kenntnisse über den Aufbau, die Struktur und Morphe des gewählten ciliaten Infusors notwendig. Über die gröbere Morphologie der Colpidiumzelle sind wir durch die Untersuchungen von BÜTSCHLI, HOYER, RESCH u. a. hinreichend gut unterrichtet.

Es bedarf jetzt wohl die Annahme, daß das Protoplasma des Colpidium eine Flüssigkeit ist, keiner weiteren Diskussion mehr. Man sieht, daß im Inneren des Zelleibes die Nahrungsvacuolen langsam auf etwas unregelmäßigen Pfaden verschoben werden, man kann die kurzen verworrenen Bahnen der kleinen lichtbrechenden Granulationen (fettartige Lamprogranula) im Inneren des Protoplasmas verfolgen — alles Vorgänge, die nur in einer Flüssigkeit möglich sind. Im gleichen Sinne sind folgende Tatsachen zu deuten: Unter Umständen ist man imstande, durch Druck den Kern, die Nahrungsvacuolen und die contractile Vacuole zu verlagern; behandelt man Colpidien zuerst mit Atropin (1:200), dann Pilocarpin (1:200), so traten im Plasma zuweilen kleine Alveolen auf, die sich wiederum zu größeren Gebilden vereinigen, eine Erscheinung, die nur in einer Flüssigkeit möglich ist. Zerteilte, zersprengte oder zerfließende Colpidien nehmen teilweise (Pelliculawirkung!) die Gestalt von freien Flüssigkeiten — die Tropfenform an.

Schwieriger ist die Frage nach der Struktur der Protoplasmaflüssigkeit zu beantworten.

Im **ungepreßten**, beweglichen Zustande des Infusors konnte ich mich von keiner deutlichen Struktur überzeugen. Ein überraschendes, ästhetisch anziehendes Bild bot sich in dem großen Dunkelfeldapparat von ZEISS mit Paraboloidkondensor dar: Die

Pellicula samt den Basalkörpern im Diplosomzustand und den Cilien leuchteten ebenso wie die Lamprogranula im Entoplasma in einem gelblichen Schimmer auf, das Cytostoma erschien bläulich, während der große Macronucleus im Leben einen schönen himmelblauen Farbenton besaß. Diese überraschende Färbung verschwand sofort, sobald das Infusor zugrunde ging und der Macronucleus erschien sodann silberglänzend, körnig. Die Nahrungsvacuolen sowie die contractile Vacuole waren von zarten Linien umrandet. Dagegen war das übrige Entoplasma fast optisch leer.

Bei stärkerem Deckglasdruck kommt durch innere Entmischung eine Wabenstruktur des Entoplasmas bzw. dessen Rindenpartien zum Vorschein, wie sie von BÜTSCHLI beschrieben worden ist. Variiert man den Druck, so können die Alveolen auf derselben Stelle verschwinden und wieder auftauchen. Im Sinne der modernen Kolloidlehre ist das Plasma ein heterogenes, zu mindesten zweiphasisches System, dessen Phasen sich in Kapillarflächen berühren. Es kommt ihm eine emulsoide Struktur zu, die je nach dem Dispersitätsgrad variiert. Nach der systematischen Einteilung von WOLFGANG OSTWALD<sup>1)</sup> würde das Protoplasma in die zweite Gruppe der kolloiden Lösungen, die HENRI „instabile“ Kolloide, NOYES<sup>2)</sup> „colloidal solutions“ nennt, gehören. OSTWALD nennt sie Emulsoide, die demnach Dispersoide von der Zusammensetzung Fl + Fl sind (Fl = flüssige Phase). Repräsentanten dieser kolloiden Lösungen sind Eiweiß oder Gelatinelösungen im Gegensatz zu den Suspensoiden (z. B. ZSIGMONDY's wässrige Golddispersoide).

In einer früheren Mitteilung wurde darauf hingewiesen, daß das Protozoenprotoplasma auf Grund von Versuchen mit Galle, taurocholsauerem Natrium, Saponin mit großer Wahrscheinlichkeit eine Emulsion von Eiweißkörpern mit „Lipoiden“<sup>3)</sup> darstellt, welch' letztere Körper eine innere Strukturspannung hervorrufen.

Durch die erstgenannten Lösungsmittel wird diese Strukturspannung behoben und die Zellen blähen sich stark unter Abrundungserscheinungen auf. Dabei nimmt der Kern eine runde Gestalt an. Die äußere Umgrenzung, die bei den Ciliaten durch die Pellicula gebildet wird, besteht nur zum geringsten Teil aus „Lipoiden“ und wird daher bei der Lösung erhalten.

Setzt man zu Colpidien eine schwache Saponinlösung hinzu, so wird zunächst das Protoplasma etwas lichtbrechender, stellenweise

<sup>1)</sup> Grundriß der Kolloidchemie 1909.

<sup>2)</sup> Amerik. Chem. 27 (1905).

<sup>3)</sup> Das Wort „Lipoid“ wird hier nicht im chemischen, sondern biologischen Sinne gebraucht.

kommt eine typische Alveolarstruktur zum Vorschein — bald bemerkt man im Inneren eine lebhaftere Bewegung der lichtbrechenden Granulationen, zwischen denen lipoidartige Tröpfchen auftreten, die sich bald aufblähen und zu kleinen Hohlkugeln — Cavula — umbilden. Diesen Prozeß will ich in Zukunft den Vorgang der Cavulation des Protoplasmas bezeichnen (Fig. 3). In erster Linie beruht er auf einer Entmischung des Protoplasmas (Bewegung im Entoplasma), worauf sich die „Lipoidsubstanzen“ zu Kügelchen umbilden, die sich sekundär durch Flüssigkeitsaufnahme zu den eigentlichen Cavula umgestalten. Im Laufe der Zeit vergrößern sie sich und treten durch einen Pelliculariß nach außen, wo sie bei stärkerem Zusatz von Saponin schließlich aufgelöst werden. Alle diese Umbildungen kann man durch Zusatz von 2 Proz. Osmium sehr schön fixieren.

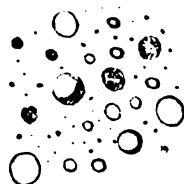


Fig. 3.

Der Kern gibt zunächst seine ovale Gestalt auf, zieht sich zu einer Kugel zusammen, die an der Peripherie einen dichteren körnigen Belag besitzt, während im Inneren eine Zeitlang feinste Granulationen einen lebhaften BROWN'schen Molekulartanz ausführen. Manchmal gelingt es seine Membran zur Darstellung zu bringen. Im Inneren des Entoplasmas schwindet bis auf die Cavula jegliche Struktur, dagegen erhält sich die Niederschlagsmembran der contractilen Vacuole und der Nahrungsvacuolen. Auf das Vorhandensein einer persistenten Niederschlagsmembran der Nahrungsvacuolen hatte bereits NIRENSTEIN die Aufmerksamkeit gelenkt. Beim Zerfließen des Infusors kann man sogar die contractile Vacuole isolieren. Sie ist also nicht eine bloße Flüssigkeitsansammlung im Sinne von BÜTSCHLI, eine Auffassung, gegen die A. KANITZ bereits seine Bedenken geäußert hatte. Diese derbere Niederschlagsmembran ist ziemlich widerstandsfähig. Setzt man Colpidien der Einwirkung von Atropin 1:200 bis zur beginnenden Cavulation aus und ersetzt sodann dieses Alkaloid durch das antagonistisch wirkende unschädliche Pilocarpin, so sieht man, daß die in der Nähe der contractilen Vacuole entstehenden Alveolen, die oft ruckweise ineinander platzen, zwar temporär die Membran der contractilen Vacuolen einbuchten, doch bald von ihr zurückgeworfen werden. Kleinere, noch nicht abgetötete *Polytoma*, die an die durch Saponin isolierte Membranen der contractilen Vacuolen herangeschwommen sind, zerstörten dieselbe nicht, sondern delten sie nur wie einen Gummiball ein.

Die äußere Umgrenzung der Cavula besteht vermutlich aus „lipoidartigen“ Verbindungen; die Cavula färben sich ebenso wie Lecithin mit GIEMSA's Farbstoff rot bzw. rötlich, nehmen allerdings mit Neutralrot wegen ihrer Dünne keine Tinktion an; aus demselben Grunde erhielt ich mit 2 Proz. Osmiumlösung keine eindeutigen Resultate. Für die Existenz von Lipoiden im Protozoenprotoplasma sprechen die Untersuchungen von REINKE und RODENWALD, MAGGI und KÖLSCH. Nach der Auflösung dieser „Lipoide“ bzw. nach der Cavulation des Protoplasmas, in dem dann keine weiteren Strukturen sichtbar sind, hört jegliche Strukturspannung auf, der Zellinhalt verhält sich wie eine freie Flüssigkeit und nimmt die Tropfenform an. Immer ist aber dieser Plasmotropfen von der Pellicula umgeben, die auf diese Weise sehr gespannt wird. Schließlich bekommt sie meist auf der Stelle des früheren Hinterendes des Protozoons einen Riß, durch den das Protoplasma nach außen abfließt, worauf die resistente Pellicula schrumpft.

Die Pellicula kann man auf diese Weise durch Saponin isolieren und sie mit den Basalkörpern, die insgesamt stets doppelte sind (Diplosomzustand), im Ausstrich nach der Methode von GIEMSA färben (Fig. 4). Die Basalkörper (Diplosomen) sind ungefähr in 30 Reihen angeordnet, die terminal ein kleines Stirntfeld freilassen. Von diesem freien Feld aus scheinen die Farbstoffe hauptsächlich in das Protoplasma einzudringen; bei Zusatz von Azur I färbt sich die diesem Feld



Fig. 4.

zunächst gelegene Stirnpartie blau, später nimmt der Kern eine schmutzigglaue, grünliche Färbung an, während sich die Nahrungsvacuolenkörnchen rötlich (alkalisch) färben. Neutralrot färbt in stärkeren Lösungen auch zuerst die Stirnpartie. Es scheint, daß die Farbstoffe in die Protozoenzelle nicht **allseitig** durch Osmose, sondern lokal durch Adsorption aufgenommen werden. Bei Colpidium ist die Stirnpartie nach früheren Versuchen reich an „lipoidartigen“ Substanzen.

Die Pellicula besitzt noch andere feinere Strukturen, die uns jedoch hier nicht weiter interessieren. Von ihren Diplosomen gehen die nach LÖFFLER's Geißelbeize färbbaren Cilien aus, die alle ein helleres Endstück haben und sich so verhalten wie die Cilien von *Stentor* und *Paramecium* nach SCHUBERG.<sup>1)</sup> An einigen in Atropin

<sup>1)</sup> Arch. f. Protistenk. Bd. 6 1905.

central etwas geblähten Cilien konnte der Nachweis erbracht werden, daß auch diese Cilien den in lokomotischer Hinsicht wichtigen elastischen Achsenfaden besitzen, der allseits von einer Hülle umgeben wird.

Ziehen wir aus dieser Reihe von Untersuchungen den Schluß, so ergibt sich, daß das Entoplasma von *Colpidium* sich wie ein flüssiges Emulsoid verhält, dem vorwiegend durch die spezifischen „Lipoide“ eine gewisse innere Spannungsstruktur verliehen wird, die durch deren Lösung oder Entmischung eine Aufblähung der Zelle zur Folge hat.

Die eigentliche typische Cytomorphe steht aber im engsten Zusammenhang mit der Pellicula, die in ca. 30 Reihen die Diplosomen trägt. Sie ist polar differenziert und trägt allein die für *Colpidium* charakteristischen Merkmale; in ihrer Spezifität kann sie nicht weiter erklärt, sondern nur historisch erfaßt werden.

In ihr ist gleichsam der Parameter dieses Infusors zu suchen. Steht die Pellicula unter dem Einfluß der spezifischen Morphe, so muß sie kontinuierlich sein, wie alle die Morphe bestimmenden Strukturgebilde (Caryosom, Diplocentriolen u. a.). Mit Recht forderte DRIESCH (Annalen d. Naturphilosophie, 7. Bd.) für seine Entelechie gleichfalls die Annahme der Kontinuität: „Wenn Entelechie immer etwas getan haben muß, damit sie etwas tun kann in Gegenwart und Zukunft, so kann es natürlich keinen eigentlichen Anfang ihres Wirkens geben, sondern dieses Wirken muß kontinuierlich sein . . . Das Leben ist in der Tat kontinuierlich . . .“ usw. Während des ganzen vegetativen Lebens des Infusors ist es unschwer die Kontinuität der Pellicula mit ihren Diplosomen, die man den freien, morphebestimmenden Centriolen des Großkernkaryosoms gleichsetzen dürfte, nachzuweisen. Leider gelang es mir nicht während der vielen Jahre, da ich mich mit verschiedenen Unterbrechungen mit der Biologie des *Colpidium* beschäftigt habe, unzweifelhaft Cysten dieses Infusors zu finden, konnte aber für ein nahe verwandtes Infusor — *Colpoda* — experimentell und morphologisch mit großer Wahrscheinlichkeit den Beweis erbringen, daß die Diplosomen kontinuierlich sind und daß unter der zum Teil verquellenden Pellicula sofort die neue Pellicula durch eine Art von Abspaltung zum Vorschein kommt. —

Auf Grund der bisherigen Forschungen muß ich im Sinne einer Theorie der Cytomorphe annehmen, daß unter ihrer Kontrolle stets die Centriolen des Caryosoms stehen und aus ihrer Anordnung und ihrem morphologischen Verhalten ergeben sich dann ver-



schiedene Typen der Protozoen im Sinne einer vordarwinischen, reinen causalen, nicht historischen Morphologie.

Der Typus der niederen Cytoidea (Amöben), die einen Schachtelkern mit einem centralen Caryosom besitzen, ist noch arm an Besonderheiten der Morphe, die sofort polar differenziert und in ihrem Teilungsmodus bestimmt wird, sobald durch eine ungleiche Teilung aus dem Caryosom der Blepharoplast der Flagellaten entsteht. Der Typus der Flagellaten erreicht in den *Trichomonaden*, vor allem *Callonympha*, bezüglich der Morphe die weitgehendste Differenzierung, indem von den Blepharoplasten als persistente Reste von caryokinetischen Apparaten Achsenstäbe, die die Form bestimmen, ausgehen.

Anders verhält sich die Morphe bei den selbständig entstandenen Ciliaten. Vermutlich rückten die Diplosomen des Caryosoms des Großkernes an die Peripherie, ordneten sich unter beständiger Vermehrung reihenweise an und bestimmten so die Morphe des Ciliaten. Für diese Annahme sprechen die jüngsten Beobachtungen über die Ciliengesehe der Tintinniden, die G. ESTZ<sup>1)</sup> erhoben hatte. Auf Schnitten durch Colpidiumzellen konnten auch stellenweise feine Fibrillen vom Großkern gegen die undulierenden Membranen verfolgt werden. Auf diesen Stadien besaß der Großkern ein Caryosom und einen peripheren Körnchenbelag. Eine Art von Caryosom kommt auch bei *Colpidium* vor; es ist zuerst von RESCH<sup>1)</sup> beschrieben worden. „Diese dunkler gefärbte Stelle habe ich bei den Kernen der meisten Colpidien gefunden. Man könnte vielleicht dieses Gebilde als einen chromatischen Nucleolus (Caryosom) auffassen.“

Nach noch weiteren, ausgedehnteren Studien in diesem Sinne hoffe ich auf einer anderen Stelle die Theorie der Cytomorphe ausführlicher zu besprechen und eine Typenlehre der Protisten zu entwerfen.

### Das Protozoenplasma und einige Alkaloide.

Auf das Colpidiumprotoplasma wurde die Wirkung der Alkaloide Chinin, Atropin und Strychnin geprüft. Zunächst beschäftigte ich mich mit der Frage, wie weit chemische oder physikalische Prozesse bei der Giftwirkung eine Rolle spielen.

VAN T'HOFF hat für chemische Reaktionen die Regel aufgestellt, daß bei einer Temperatursteigerung von 10° die Ablaufgeschwindigkeit

<sup>1)</sup> RESCH, T.: Kernteilung und Depressionszustände bei Colpidium usw. Inaug.-Dissert. München 1908.

keit der chemischen Reaktionen 2—3 mal so schnell verläuft. Diese Regel gilt nicht bloß für enzymatische Vorgänge, sondern auch für verschiedene Organismen und in diesem Sinne sind bereits zahlreiche Arbeiten veröffentlicht worden. Für Metazoen hat die Geltung der VAN T'HOFF'schen Regel COHEN auf Grund der Entwicklungsversuche an Eiern von *Rana fusca* und *Rana esculenta* bewiesen. <sup>1)</sup> Denselben Quotienten hat O. HERZOG <sup>2)</sup> für die Entwicklung der Fischeier, ABEGG <sup>3)</sup> für die CO<sub>2</sub>-Produktion bei *Rana*, D. SNYDER <sup>4)</sup> für Reizleitung der Nerven, Muskeltätigkeit u. a. m. berechnet.

KANITZ <sup>5)</sup> wies ferner nach, daß die Funktion der pulsierenden Vacuolen mit chemischen Vorgängen im Infusorienorganismus auf das engste verknüpft ist, und daß die Pulsationsfrequenz von *Euplotes*, *Stylonychia*, *Chilodon* und *Glaucoma* der VAN T'HOFF'schen Regel folgt, deren Quotient nach der Formel  $\frac{k_{t+10}}{k_t} = Q_{10}$  berechnet wird, wenn man mit  $k_t$  und  $k_{t+10}$  die bei zwei um 10° C entfernten Temperaturen festgestellten Reaktionsgeschwindigkeiten bezeichnet. Auch die Vermehrungsgeschwindigkeit der Infusorien folgt dieser Regel. Bezüglich der Vergiftung der Colpidien mit Atropin 1:200 (gelöst in Leitungswasser) gilt vielleicht dieselbe Regel, nur muß man dabei die Resistenzverschiedenheiten der Infusorien in Betracht ziehen und die Diagnose „Tod“ erst dann stellen, wenn die Mehrzahl der Infusorien nicht allein unbeweglich ist, sondern sich bereits auf den ersten Stadien der Aufblähung und Cavulation befindet. Von diesen Voraussetzungen ausgehend, konnte nachgewiesen werden, daß in den meisten Fällen Colpidien aus mittelalten Kulturen bei 30° C nach 10, bei 20° C nach 30, bei 10° C nach 50, bei 0° nach 100 Minuten absterben. Da es sich um Mittelzellen handelt, wurde  $Q_{10}$  nicht bestimmt. Das Ergebnis dieser Untersuchungen deutet darauf hin, daß bei der Alkaloidwirkung auf das Protoplasma neben hauptsächlich physikalischen Vorgängen chemische Prozesse, wenn auch nur in zweiter Linie, eine Rolle spielen. —

Die Theorie von OVERTON und MEYER bezüglich der Wirkung der lipoidlöslichen Alkaloide berücksichtigt mehr die physikalische Seite

<sup>1)</sup> HERTWIG, OSKAR: Über den Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung von *Rana fusca* und *Rana esculenta*. Arch. f. mikr. Anat. 51 1898..

<sup>2)</sup> HERZOG: Zeitschr. f. Elektrochem. Bd. 11 1905.

<sup>3)</sup> ABEGG: Zeitschr. f. Elektrochem. Bd. 11 1905.

<sup>4)</sup> SNYDER, CHARLES: D. Amer. Journ. Physiol. Vol. 22 1908.

<sup>5)</sup> KANITZ, A.: Biol. Centralbl. 1907.

des Problems, indem angenommen wird, daß die fraglichen Substanzen sich in Fett oder fettähnlichen Stoffen (Lipoiden) der Zelle lösen. „Ist das geschehen, so verändern sie den physikalischen Zustand dieser Stoffe entweder dadurch, daß letztere ihre normalen Funktionen innerhalb der Zelle nicht mehr vollziehen können oder durch Störung der Funktionen anderer Zellenbestandteile wirken.“

Daß von den „Lipoiden“ der Zelle Atropin und Strychnin in erster Linie rein physikalisch aufgenommen werden, dafür sprechen folgende Versuche:

1. Lecithin ( $\frac{1}{2}$  Proz.) bindet Atropin (1:200 in Leitungswasser) so stark, daß Colpidien, die 4 Tage (19.—22. März) in solchen Lösungen gehalten wurden, durch die Atropinlösung selbst bei 30° nicht abgetötet werden.

2. Züchtet man Colpidien etwa 16 Tage in einer Lecithinlösung, so treten im Zelleib zahlreiche dunkle „lipoidartige“ fettige Körnchen auf. Befreit man diese Infusorien von dem freien Lecithin, das Atropin an und für sich bindet, so sterben die lecithinierten Colpidien früher ab, als die Colpidien in den diesbezüglichen Kontrollen. Dabei verschmelzen die Lipoidtröpfchen zu größeren Kugeln zusammen, die nach früheren<sup>1)</sup> Untersuchungen leichter das Atropin an das eigentliche Protoplasma abgeben, als die kleinen Tröpfchen. Auch hier besitzt die allgemeine Regel: „Große Lecithintropfen mit geringerer Oberflächenspannung geben das Gift von ihrer Oberfläche leichter ab als kleine Tropfen mit großer Oberflächenspannung“ ihre Geltung. Strychnin (1:200) erniedrigt die Oberflächenspannung mehr als das Atropin in derselben Lösung; bestreut man in Reagenzröhren a) Infusionswasser (filtriert), b) Atropin 1:200, c) Strychnin 1:200 mit Schwefelblumen, so sedimentiert infolge der Erniedrigung der Oberflächenspannung nach 4 Stunden Strychnin am meisten die Schwefelblüte. Auffallenderweise sterben aber die mit Lecithintröpfchen beladenen Colpidien bei Strychninzusatz 1:200 später ab als die Kontrollcolpidien. Strychnin ist nämlich ein heftigeres Gift als Atropin und tötet so früher die unbeladenen Kontrollcolpidien ab, während es in den in Lecithinlösungen gezüchteten Colpidien zuerst von den Lipoidtröpfchen aufgenommen wird, sodann deren Oberflächenspannung erniedrigt und erst auf diesem Umwege auf das Protoplasma wirkt. Das Atropin (1:200) beeinflußt die Kontrollcolpidien sehr langsam und wirkt daher bei den Lecithincolpidien selbst auf dem

<sup>1)</sup> Biol. Centrabl. 1909 Bd. XXIX.

Umwege einer Speicherung durch die Lipoidtröpfchen und einer sekundären Abgabe durch diese trotzdem noch schneller ein und tötet die vorbehandelten Infusorien früher ab. So starben bei 30° C in einem Versuch bei Atropinzusatz 1:200 die Colpidien allein nach 20 Minuten, die Lecithincolpidien bereits nach 10 Minuten, bei Strychninzusatz 1:200 waren die Lecithincolpidien nach 8 Minuten erst gelähmt, einzelne lebten noch nach 15 Minuten, während in der Strychninkontrolle alle Infusorien nach 8 Minuten tot waren.

3. Wurde eine Gehirnemulsion einer Maus mit 1 Proz. Atropin zu gleichen Teilen vermischt und dann das Ganze centrifugiert, so tötete die über dem Sediment befindliche Flüssigkeit, in der noch wirksames Atropin war, die Infusorien ab, während sich in dem Sediment, das den Giftstoff speicherte, die Colpidien vermehrten. Erwärmte man den sedimentierten Rückstand auf 60° C, so gaben die zusammentretenden Lipoidtröpfchen von ihrer geringer gespannten Oberfläche das Gift ab und die frisch hineingebrachten Infusorien gingen zugrunde, während kleine Flagellaten am Leben geblieben sind.

4. Das Atropin (1:200) wird bei 20° C nicht sofort etwa chemisch gebunden, man kann es vielmehr noch innerhalb von 10 Minuten seiner Einwirkung aus der Colpidiumzelle auswaschen. Centrifugiert man nämlich die mit Atropin beladenen Infusorien ab und ersetzt die darüber befindliche Flüssigkeit durch eine Lecithinemulsion, so leben in vielen Fällen die Infusorien noch nach 24 Stunden, während die Kontrollcolpidien innerhalb der üblichen Frist abgestorben sind. Der Versuch gelingt nicht immer in eindeutiger Weise, sofern man statt Lecithin nur gewöhnliches Wasser zum Auswaschen nimmt.

5. Belädt man die Zelllipide vorher mit mehr indifferenten, aber gleichfalls lipoidlöslichen Substanzen wie Methylenblau, so sterben die Infusorien bei Atropinzusatz 1:200 später ab, als wenn man Atropin allein anwendet. Allerdings muß hervorgehoben werden, daß nicht alle Versuche im letzteren Sinne eindeutig ausgefallen sind. Colpidien, die vorher mit Methylenblau 1:10000 behandelt worden sind, sterben auch bei Chininzusatz 1:6000 nach 25 Minuten, während die Chininkontrolle 1:6000 sie in 10 Minuten tötete.

Bezüglich des Strychnin gelten dieselben Regeln.

Versuche	Zusatz	0° C	10° C	20° C	30° C
I.	Strychnin 1:200	43' +	28' +	14' +	8' +
	Methylenblau mehrere Stunden vorher + Strychnin 1:200	55' +	30' +	15' +	10' +
	Neutralrot, dasselbe + Strychnin 1:200	50' +	30' +	15' +	9' +

Infusorien, die vorher mit Atropin 1:200 und dann nach dem Auswaschen des Atropins mit Strychnin 1:200 behandelt worden sind, sterben später ab als in Strychnin 1:200 allein.

Versuche bei 20° C.

Strychnin 1:200	Atropin 1:200, später Strychnin 1:200.
I. 13' +	nach 25' leben einzelne
II. 14' +	" 30' " "
III. 14' +	" 27' " "
IV. 15' +	" 27' Mehrzahl tot

Wendet man Strychnin (1:200) und Atropin (1:200) dagegen gleichzeitig an, so sterben die Colpidien zu derselben Zeit ab, als wenn Strychnin (1:200) allein zugesetzt wird. Dieses Experiment spricht dafür, daß durch das Atropin, das allein bei 20° C erst nach 30 und mehr Minuten die Infusorien tötete, die giftempfänglichen Teile des Protoplasmas vor dem Strychnin besetzt und so für eine Zeitlang gleichsam geschützt wurden, während bei einer gleichzeitigen Anwendung beider Gifte von diesen das Plasma auch gleichzeitig besetzt wurde.

Alle diese Versuche, die wesentlich auf dem Prinzip einer physikalischen Substitution, Verdrängung und Auswaschung beruhen, weisen darauf hin, daß bei der Giftwirkung der genannten Alkaloide physikalisch erklärbare Strukturänderungen und Entmischungen im Protoplasma die Hauptrolle spielen, dadurch aber eben diese Gifte als eigentliche plasmatische Lebensgifte gelten, da nach früheren Darlegungen der Charakter des Lebens einerseits durch eine physikalisch deutbare Struktur (Zellspannung), andererseits durch eine typische

Morphearchitektur bedingt wird. Erst in zweiter Linie melden sich auch die chemischen Prozesse zu Wort, deren Walten die VAN T'HOFF'sche Regel anzeigt.

### Wirkung der Alkaloide auf das Protozoenplasma.

Die genannten Alkaloide beeinflussen in tödlichen Lösungen in ziemlich gleichartiger Weise das Protoplasma der Colpidien; geringfügige Unterschiede sind zwar beobachtet worden, doch sind sie nicht konstant und ich will bei dieser Darstellung nicht näher auf sie eingehen.

Zunächst gewinnt das Protoplasma eine deutlichere Alveolarstruktur, die nach einiger Zeit wiederum undeutlich wird, worauf im Zellinneren ein lebhaftes Hin- und Herwogen der Granulationen stattfindet. Hernach vollzieht sich eine tropfige Entmischung des Protoplasmas und man nimmt im Inneren etwas lichtbrechende „lipoidartige“ Tröpfchen wahr, die sich unter Aufblähung vergrößern, indem im Centrum ein heller Hohlraum erscheint. Das „Lipoidgebilde“ wandelt sich in ein Cavulum um. Diesen Vorgang bezeichne ich als den Cavulationsprozeß des Protoplasmas.

Gleichzeitig bläht sich die Zelle auf, da sie ihrer Strukturspannung beraubt wurde. Auf diesen Stadien kann man Colpidien, die unter einem Druck von ca. 65 ccm durch Filterpapier (grau, vorher benetzt) filtriert werden können, nicht mehr vollständig durch das Filterpapier hindurchsaugen; im Filtrat findet man nur wenig Individuen.

In vielen Fällen erleidet die Cavulation (z. B. Kaliumkarbonat 1:200 und Atropin 1:200) eine Verzögerung, während in der Zwischenzeit die sich aufblähende Zelle platzt und ihren Inhalt frei läßt. Sofort wird aber die Konzentration im Entoplasma stufenweise in der Richtung des Risses verändert und die Cavula bilden sich nicht mehr gleichmäßig aus, vielmehr erleiden sie in der Richtung des geringeren osmotischen Druckes, also auf der dem Riß abgekehrten Seite, eine Verdickung. Im optischen Querschnitt rufen sie nicht mehr die Impression eines Lipoidringes hervor, sondern besitzen die Gestalt einer Lunette. Auf ähnliche Erscheinungen haben bereits N. PRINGSHEIM und H. BECHOLD hingewiesen. Die isolierten bzw. frei gewordenen Cavula und Lunetten vergrößern sich in der Folgezeit nicht unwesentlich und stehen so unter Einfluß einer expansiven oder negativen

**Oberflächenspannung**, die unter der Herrschaft einer Oberflächenenergie zweiter Art, auf die MAXWELL, MENSBRUGGHE, WILH. u. WOLF. OSTWALD u. a. die Aufmerksamkeit gelenkt haben, steht. Auch Fragmente von Lecithin lösen sich unter Oberflächenvergrößerung, bei der sich die Oberflächenenergie in andere Energieformen umwandelt. Diese expansive Oberflächenspannung, die auch grob disperse Systeme in kolloidartige überführt, spielt wohl auch bei der Amöbenbewegung, Cilienbewegung u. a. m. eine besondere Rolle.

Die Cavulation wird besonders bei den höheren tödlichen Verdünnungsgraden deutlicher. Setzt man zu dem Deckglaspräparat wenig Atropin hinzu, so tauchen nach der typischen Entmischung solide „Lipoidglobulite“ auf, die sich erst später im freien Zustand in Lunetten umwandeln. Sehr deutliche Cavula sind bei Atropin-

und Strychninzusatz zu Hypotrichen- und Glaucomainfusorien beobachtet worden.

Fertigt man von den Infusorien, die sich auf dem ersten Stadium der Cavulation befanden, Ausstriche an, die getrocknet, in Alkohol absolut. fixiert und hernach nach GIEMSA mit Eosinazur gefärbt wurden, so nimmt man in einem blau tingierten Proteinmagma, das hier und da noch von dichten Alveolen durchsetzt ist, die rosa oder rötlich gefärbten Cavula wahr (Fig. 5). Mit Osmiumsäure kann man dieselben in besonders schöner und überzeugender Weise fixieren. Mit Hämatoxylin färben sie sich etwas dunkel — im allgemeinen sind ihre Wandungen viel zu dünn, als daß man die Tinktionen der Cavula-Membranen in einwandfreier Weise beurteilen könnte.

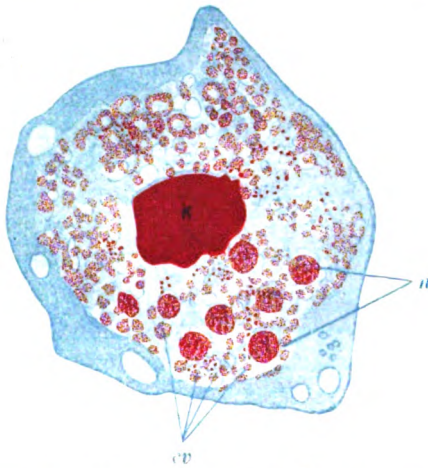


Fig. 5. Colpidium vorher mit Alkali, dann Atropin 1:200 behandelt. *cv* = Cavula, *n* = Nahrungsvacuolen, *K* = Kern.

### Wirkung der Alkaloide unter Einfluß von Alkali und Säuren.

Colpidien sterben bei Atropinzusatz 1:200 im Vergleich zu den jedesmal angestellten Kontrollen (Atropin 1:200 und die fragliche

Substanz allein) unter Einfluß von folgenden alkalisch reagierenden Substanzen sehr bald ab: zweibasisches Calciumphosphat (1:10 000 +), Lithiumkarbonat (1:20 000) und Kaliumkarbonat (1:4000 bzw. 1:8000 +).

Dasselbe Resultat wird erreicht, sofern man die Versuchscolpidien im Kalkwasser, das auf Lackmuspapier deutlich alkalisch reagiert, züchtet. Es ist für diese Versuche notwendig, frisches Alkaloid, das man nur für einige Zeit in einem Eiskasten aufbewahren kann, zu verwenden.

Ähnlich, wenn auch nicht so deutlich, ist die Wirkung von Strychnin und Chinin (1:6000).

Kalkwasserinfusorien sterben bei Atropinzusatz 1:200 bei 30° C in 5 Minuten (Kontrolle 10 Minuten), bei 20° C in 15 Minuten (Kontrolle 30 Minuten), bei 10° C in 25—30 Minuten (Kontrolle 50 Minuten), bei 0° C in 45—48 Minuten (Kontrolle 100 Minuten) ab. Das Absterben erfolgt früher, wenn man die Infusorien etwa 15 Minuten vor dem Hinzufügen des Atropins (1:200) in den bezeichneten Lösungen hält, als wenn man sie gleichzeitig mit den Alkaloiden anwendet.

Ähnlich wie die genannten Alkaloide wirken Äther (etwa 1:2000), Saponin (1:2000, 3000), sowie Benzol (mit Wasser geschüttelt und das Filtrat verwendet). Die letztgenannten Substanzen gehören in die Gruppe der lipoidlöslichen Stoffe.

Im Gegensatz zu den erstgenannten alkalischen Substanzen werden die Colpidien unter Einfluß von schwachen organischen und Mineralsäuren durch die erwähnten Alkaloide nicht beeinflußt, ja man konnte sie in vielen Fällen selbst bei Atropinzusatz 1:200 einen Tag und mehr am Leben erhalten. Zur Verwendung kamen Salzsäure (1:16 000, 20 000, 40 000) Citronensäure (1:4000, 6000, 10 000, 24 000), ferner Natriumpicrat (1:1000), das einbasische Calciumphosphat und Calciumcitrat; teilweise ähnlich verhielt sich Säurefuchsin und Orcein.

Die Colpidien wurden vorher jedesmal aus ihrer Infusion centrifugiert, das alkalische Infuswasser wurde durch das Wasser der Hamburger Wasserleitung ersetzt und jedesmal der Säuregrad durch Lackmuspapier geprüft.

Schließlich kamen statt der Alkaloide auch Farbstoffe: Methylenblau (in Leitungswasser 1:20 000), Azur (1:20 000 und 1:10 000), sowie Neutralrot (1:10 000, 20 000) zur Anwendung.

Mit Eosin (im Dunklen) wurden weder bei Alkali noch Säurezusatz bemerkenswerte Resultate erzielt. Bei Gegenwart von



Methylenblau, Azur und Eosin wurden die Zellen unter Anwesenheit von Alkali bald abgetötet, die Colpidien rundeten sich ab und blähten sich auf, der Kern färbte sich intensiv und das Protoplasma nahm gleichfalls eine Tinktion an. Auf denselben Prinzipien beruht wohl auch die sog. „vitale“ Färbung der *Treponema pallidum* bei Alkaligegegenwart mit Methylenblau oder Brillantkresylblau. Bei Zusatz von einbasischem Calciumphosphat (sauer) färben sich die Protozoen mit Neutralrot kaum, und man kann in ihnen nur eine Tinktion der Nahrungsvacuolen und weniger Granula nachweisen, im zweibasischen Calciumphosphat färbt sich dagegen der Kern rot, Granula dunkelrot und die Infusorien werden abgetötet. Bei den Kalkwasserinfusorien nimmt mit Neutralrot das Protoplasma einen gelblichen Farbenton an, außen treten an der Pellicula gelbrote winzige Protuberanzen hervor, die mit den Excrettröpfchen der Paramäcien zu vergleichen sind; vor dem Absterben tritt noch eine rote Phase der Tinktion auf, worauf sich die Colpidien entfärben.

Zusammenfassend kann man aus diesen Versuchen den Schluß ziehen, daß alkalische Substanzen bei Gegenwart der genannten Alkaloide sowie einiger Farbstoffe, die durch den Charakter der sog. Vitalfarbstoffe ausgezeichnet sind, den Eintritt des Todes der Colpidien beschleunigen, während bei Gegenwart von schwachen organischen und Mineralsäuren sowie einigen sauren Substanzen die Infusorien unter Einfluß der genannten Pharmaka am Leben bleiben, zum mindesten weniger geschädigt werden.

Diese Beobachtung steht im Widerspruch zu den Angaben von H. LOEB (Archiv f. Physiol. Bd. 73 1898). LOEB gibt an, daß schwaches Alkali die Widerstandsfähigkeit der Paramäcien gegen Atropin vermehrt, daß aber Säuren dieselbe vermindern.

Die Erklärung für diese Erscheinung, die vom besonderen theoretischen Interesse ist, ist nicht leicht zu liefern.

Mit OVERTON (citiert nach HÖBER, Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe 1906) müßte man annehmen, daß die Alkaloidsalze weniger giftig sind als die freien Basen. Bei den Salzen starker Säuren hört die hydrolytische Dissoziation, durch die die freie Base entsteht, nach kurzer Zeit auf, indem die Hydroxylionen des Wassers von den Alkaloidkationen besetzt werden und die Wasserstoffionen frei bleiben, ohne sich mit den Säureanionen zu vereinigen. Die Dissoziation des Wassers wird zurückgedrängt und die Bildung freier Base hört auf. Fügt man dem-

nach Wasserstoffionen durch Säurespuren dem Infusorienwasser mit Atropin 1:200 hinzu, so wird die Hydrolyse unterbrochen, die freie Base wird nicht abgespalten und die Giftwirkung erleidet derart eine Einbuße. Aus demselben Grunde leben Froschlarven einige Zeit in 1proz. Strychninnitrat, sterben jedoch bei Zusatz von Natriumkarbonat ab. Demnach wären durch Säurezusatz nicht die Infusorien giftfest bzw. bei Alkaligenwart giftempfindlich, sondern das eigenartige Phänomen wäre allein aus dem Ausbleiben bzw. Eintreten der Hydrolyse im Lösungsmittel des Alkaloids zu erklären. Dieser Erklärung scheinen einige Schwierigkeiten sich entgegenzustellen. Zunächst ist zu betonen, daß dieselbe Erscheinung auch bei Zusatz von Farbstoffen, besonders von Neutralrot, das nicht mehr mit Alkaloiden eigentlich zu vergleichen ist, eintritt.

Ferner hatte BARRATT<sup>1)</sup> gezeigt, daß lebendes Paramäcienprotoplasma mit Säuren (HCl und H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sowie Alkalien (KOH und NaOH) tatsächlich Verbindungen eingeht, wobei H<sup>+</sup>- und OH<sup>-</sup>-Ionen verschwinden; die Säuremenge, die an dieser Reaktion teilnimmt, ist geringer als die Alkalimenge. Auch die Alkaloide werden sowohl bei Säure- als Alkalizusatz von dem Zellprotoplasma selbst aufgenommen. Dafür sprechen annähernd folgende Beobachtungen:

Die Empfindlichkeitsgrenze der Thalleiochinreaktion für Chinin liegt bei einer Verdünnung von etwa 1:7500. Setzt man zu den alkalisierten Infusorien einerseits sowie zu den unter Säureeinfluß stehenden Colpidien andererseits 1proz. Chinin hinzu, so kann man sich in beiden Fällen beim Abtöten der Infusorien durch die Thalleiochinreaktion von der Anwesenheit des Alkaloids in der Zelle selbst überzeugen — in beiden Fällen sind die Zellen für eine Zeitlang grün gefärbt, allerdings ist die Grünfärbung im ersten Falle viel bedeutender und ausgesprochener. Die mit Säure (Citronensäure 1:2000 oder Salzsäure 1:4000) vorbehandelten Infusorien färben mit Neutralrot (1:10000) ihre Nahrungsvacuolen und Entoplasmakörnchen rot und bei Zusatz von Ferrichlorid färbt sich das ganze Protoplasma hell anthocyanrot, um erst später gelbrot zu werden. Alles dieses sind Beweise für die Annahme, daß sowohl die Alkaloide als auch die Farbstoffe bei Säurezusatz in das Innere des Plasmas Aufnahme finden. — Im Anschluß an einige Erscheinungen aus der Färbetechnik könnte man zu der Annahme verleitet werden, dieses eigenartige Phänomen aus dem Vergleich der Alkaloide mit basischen Farbstoffen, die nur in einer

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. allg. Physiol. Bd. 5 1905.

alkalischen Farbflotte färben, zu erklären. Demnach würden die Alkaloide und die erwähnten Farbstoffe in einer saueren Farbflotte nicht an die Zelle herangehen, sie im übertragenden Sinne nicht anfärben. Bei weiteren Verfolgen dieses Gedankens versuchten wir, mit saueren Farbstoffen wie Säurefuchsin und Methylorange in den saueren Medien die Colpidien abzutöten — doch mußten wir im letzteren Falle so hohe Säurekonzentrationen anwenden, daß uns in diesem Sinne der Vergleich im Stiche ließ. — Die Erklärung scheint vielmehr in einer physikalischen Ursache zu suchen zu sein, indem eben die Säuren der typischen Entmischung und Cavulation, die die Alkaloide vorwiegend in dem Einfluß von Alkali ausgesetzten Protoplasma hervorrufen, entgegenarbeiten. Bei Säure- und 1proz. Atropinzusatz blähen sich die Colpidien nicht auf, der Kern verkleinert sich eher etwas, das Plasma gewinnt mehr eine balkenartige gerinnselige Struktur, in der nur hie und da solide Lipoidtröpfchen auftreten. Bei Gegenwart von Säure und Chinin tritt im Plasma zuerst eine Vacuolisierung, die für Chinin charakteristisch ist, auf, bald weicht sie einer schwammartigen Architektur, wobei kleine fettartige, später durch Zusammentritt sich vergrößernde Tröpfchen sichtbar werden.

Azur tritt in die der Säure ausgesetzten Colpidien zuerst am Vorderende der Zelle ein, der Kern färbt sich schmutzig grün, die Entoplasmakörnchen rötlich. Auch in diesen Fällen erfolgt keine Aufblähung der Zelle und das Protoplasma scheint eine schwammartige Struktur anzunehmen.

Fassen wir die Ergebnisse dieser orientierenden Versuche zusammen, so kommen wir zu dem Resultat, daß die Säuren im physikalischen Sinne Antagonisten der Alkaloide in bezug auf die Protoplasmastruktur sind, und aus diesem Umstande kann man wichtiges Material für eine Erklärung des hier ausführlich geschilderten Phänomens schöpfen, ohne außer acht zu lassen, daß eine Erklärung dieser Verhältnisse, die sich allein auf die physikalischen Gesetze stützt, in diesem Falle doch nicht erschöpfend sein kann. — Unter Einwirkung von alkalischen Substanzen kommen die negativen Oberflächenenergien der Zelle, die das übrige chemisch-physikalische Geschehen in den Hintergrund drängen, mehr zur Geltung und äußern sich in Aufblähungserscheinungen, tropfigen Entmischungen und Cavulationen des Protoplasmas.

### Wirkung von Gift und Gegengift.

Pilocarpin wird als Gegengift zu Atropin aufgefaßt. Es schädigt Colpidien in keiner Weise. Setzt man zu Colpidien, bei denen die Atropinwirkung (1:200) in beginnender Cavulation sich bemerkbar macht, Pilocarpin hinzu, so weicht nach einiger Zeit die letztere Erscheinung einer feinen Vacuolisierung, die beginnende Aufblähung der Zelle wird zurückgehalten, der Kern schrumpft, und zwischen seiner Membran und dem eigentlichen Inhalt tritt oft ein heller Zwischenraum auf. Meistens „zieht“ sich der Kern rascher als das Protoplasma zusammen, seine Membran platzt in der Mehrzahl der Fälle seitlich oder auf der Gegenseite von dem Micronucleus und der körnige Chromatininhalt zerstiebt raketentartig im Plasma (Fig. 6 a u. b). Interessanterweise färben sich die im Protoplasma von der Rißstelle aus sich verbreitenden Kernmassen nach einiger Zeit nicht mehr so intensiv (Fig. 6 b) mit Hämatoxylin und scheinen an Ort und Stelle einer chemischen Umwandlung zu unterliegen. Diese Erscheinung spricht teilweise gegen die allgemein verbreitete Anschauung, daß die Chromidien als solche aus dem Kern in das Protoplasma übertreten. Das Ergebnis des geschilderten Versuches spricht dafür, daß die Chromidien im

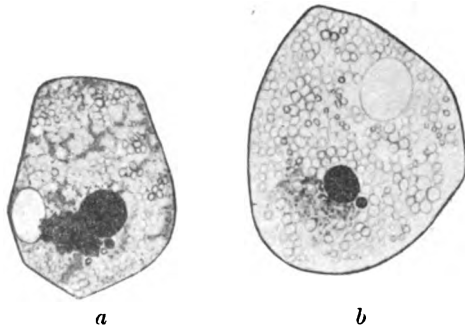


Fig. 6. Zwei Stadien von Colpidien, die zuerst Atropin 1:200, dann Pilocarpin 1:200 ausgesetzt waren.

Protoplasma selbst einer Metagenese unterworfen sind. Die Entmischung des Protoplasmas, sofern es sich in den ersten Anfangsstadien befunden hatte, weicht einer Schaumstruktur, die über den Zustand einer Art von „Netzstruktur“ das übliche Aussehen des Protoplasmas gewinnt.

Die der Atropinwirkung ausgesetzt gewesenen Colpidien kann man durch Centrifugieren, Waschen und Pilocarpinzusatz noch retten, falls die Morphe der Zelle nicht weitgehend entspannt worden ist — es gelingt dieses selbst auf Stadien, da die mit Neutralrot gefärbte Granula sich bereits entfärbt hatte. Auch in diesen Fällen trifft

also das Todesphänomen mit einer Zerstörung der individuellen Morphe zusammen. Bereits im Biologischen Centralblatt 1909 Bd. 29 wurde auf die Tatsache die Aufmerksamkeit gelenkt, daß mit der Vernichtung der inneren Zellspannung, die zum Teil durch die „Zelllipide“ und ihre physikalische Struktur bedingt wird, das Todesphänomen sich Geltung verschafft. In Fig. 7a wurde bei schwacher Vergrößerung (Obj. 3 Oc. 4) ein dem Atropin ausgesetzt



Fig. 7.

gewesenes Colpidium abgebildet, das trotz der Neutralrotentfärbung (chemischer Prozeß) unter Pilocarpineinfluß sich noch erholte. Das Colpidium in Fig. 7b blühte sich dagegen auf (physikalische Entmischung), der Kern wurde lichtbrechend, im Inneren traten größere „fettartige Tröpfchen“ auf — das Infusor war tot. In allen Fällen koinzidierte der Eintritt des Todes mit der Vernichtung der individuellen Cytomorphe.

Colpidien, die 15—30 Minuten Atropin 1:200 ausgesetzt waren, können ohne Entfernung des Atropins durch Pilocarpinzusatz 1:200 gerettet werden, umgekehrt verdrängte in vielen Fällen das Atropin 1:200 nach 15—30 Minuten das Pilocarpin 1:200 aus der Colpidienzelle und die Infusorien starben ab. Dieses letztere Experiment gelang aber aus mir unbekanntem Gründen nicht immer.

Alle diese Versuche sprechen abermals für eine mehr physikalische Ausdeutung der Phänomene.

Herrn GIEMSA spreche ich für manche Ratschläge meinen besten Dank aus.

Hamburg, Oktober 1909.

Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.

## Sporozoenstudien. Zur Auffassung der Myxocystiden.

Von  
Prof. Dr. **Al. Mrázek** in Prag.

(Hierzu Tafel XIV u. XV und 5 Textfiguren.)

Im Jahre 1897 beschrieb ich unter dem Namen *Myxocystis ciliata* eine eigentümliche Sporozoenform aus dem Tubificiden *Limnodrilus*. Ich habe seither aus der die Süßwasseroligochäten behandelnden Literatur ersehen, daß ganz ähnliche Gebilde vereinzelt bereits früher von den älteren Oligochätenforschern gefunden und erwähnt wurden. Sicher ist aber, daß diese Autoren weit davon entfernt waren, die wahre Natur der von ihnen beobachteten Objekte zu erkennen, und dieselben eher für etwa abnorme oder dimorphe Spermatogenese, als für eine mit einer parasitären Infektion zusammenhängende Erscheinung hielten (z. B. VEJDOVSKÝ, System u. Morphol. d. Oligochäten S. 139 und Tafelerklärung IX). Über die näheren systematischen Beziehungen der *Myxocystis* blieb ich im Unklaren, da mir die eigentlichen Sporen unbekannt geblieben sind. In verschiedenen zusammenfassenden Übersichten (LABBÉ, MINCHIN) wurde dieselbe als eine Form incertae sedis angeführt. In neuerer Zeit beschrieb HESSE eine zweite Form *Myxocystis mrázeki*, und es wird jetzt diesen Formen ein Platz in der Gruppe der Microsporidien unter den Plistophoriden eingeräumt.

Ich selbst habe im Laufe der letzten Jahre neben verschiedenen anderen Sporozoen (Coccidien, Actinomyxidien usw.) in fast allen unseren Tubificiden (vornehmlich natürlich in *Limnodrilus*, welcher

als ein wahres Parasitendorado bezeichnet werden könnte) und ebenso auch im *Lumbriculus* eine Anzahl von Formen gefunden, die sich eng an die ursprünglich von mir beschriebene *Myxocystis* anschließen. Diesen Formen ist diese Arbeit gewidmet. Es darf jedoch keine systematisch deskriptive Arbeit erwartet werden. Meine diesbezüglichen Untersuchungen, zu welchen noch zahlreiche Züchtungsversuche, die auch über die eventuelle Spezifität der Wirtstiere entscheiden sollen, nötig sein werden, sind noch lange nicht geschlossen, und ich bin noch nicht zu einer sicheren Unterscheidung der Arten gelangt. Von einzelnen Formen konnte ich nur einen kleinen Teil des ganzen Entwicklungszyklus verfolgen und insbesondere blieben mir die für die systematische Abgrenzung der Formen höchst wichtigen Sporen oft unbekannt. Die Sporen selbst sind zwar nicht gerade klein, ja viel größer als sonst gewöhnlich bei den Microsporidien, aber nichtsdestoweniger sind die Vorgänge der Sporenbildung äußerst schwer zu verfolgen. Eine Anzahl verschiedener Fragen muß also späteren Untersuchungen vorbehalten werden. Wenn ich trotzdem einige Ergebnisse meiner Studien schon jetzt publiziere, so hat dies seine Ursache in dem Umstand, daß ich zu Ansichten gelangt bin, welche für die morphologische Auffassung der Microsporidien resp. Cnidosporidien überhaupt von großer Bedeutung sind. Außerdem drängt mich dazu auch die jüngst erschienene Arbeit SCHRÖDER'S.

Innerhalb einer herangewachsenen „*Myxocystis*“ (Taf. XIV Fig. 3) finden wir außer den überaus zahlreichen kleinen Kernen, von welchen es sich leicht nachweisen läßt, daß sie an der Sporenbildung beteiligt sind, noch eine Anzahl viel größerer Kerne, die sich offenbar auf amitotischem Wege, durch einfache Fragmentation vermehren. Diese Gebilde erinnern sofort an ähnliche Erscheinungen bei vielen Microsporidien, z. B. Nosematiden, an die sog. vegetativen Kerne neuerer Autoren, und sie wurden auch tatsächlich in dieser Weise gedeutet. Nun hat SCHRÖDER in seiner jüngsten Arbeit auch diese Frage berührt. Im Anschluß an seine Zurückweisung der Deutung STEMPPELL'S bei *Nosema anomalum* fährt der erwähnte Autor folgendermaßen fort: „Ob die großen bläschenförmigen Kerne, die MRÁZEK (1897) bei *Myxocystis ciliata* beschrieb, die neuerdings auch HESSE (1905) bei *Myxocystis hoffmeisteri*<sup>1)</sup> fand, als vegetative Kerne der Parasiten, wie es die Verfasser tun, oder als die vom Parasiten umschlossenen Wirtszellenkerne aufzufassen sind, bedarf ebenfalls

<sup>1)</sup> *Hoffmeisteri* wohl nur ein Schreibfehler statt *mrázeki*.

noch genauerer Untersuchungen. HESSE'S Darstellung spricht allerdings sehr zugunsten der ersten Möglichkeit.“ Dieser Passus bewog mich zur Publizierung der nachfolgenden Arbeit, denn ich bin schon längst in dieser Beziehung zu einem positiven Resultat gelangt, welches sehr wichtig ist.

Ich habe bereits vor mehr als zwei Jahren auf dem Zoologenkongreß in Boston meinen Standpunkt auseinandergesetzt. Ich habe da ausgeführt, daß das, was ich seinerzeit als „Myxocystis“ beschrieb, eigentlich überhaupt kein selbständiger Organismus sei, sondern einfach eine von Microsporidien infizierte Wirtszelle, speciell ein Lymphocyt! Natürlich eine unter dem Einflusse des Parasiten sehr veränderte hypertrophische Zelle! Zur näheren Begründung dieser meiner Ansicht sollen die folgenden Zeilen dienen.

Die von den Myxosporidien infizierten Oligochätenindividuen unterscheiden sich von gesunden Tieren schon äußerlich durch ihre Körperfarbe. Bei solchen Formen, welche wie die Actinomyxidien auf den Darmsinus beschränkt bleiben, ist diese Veränderung nur unbedeutend, und es gehört schon eine gewisse Erfahrung dazu, wenn unter einer Lupenvergrößerung die infizierten Individuen aus dem gesammelten Material herausgesucht werden sollen. Es erscheint nur die Farbe des Darmkanals etwas verändert, gelblich weiß getrübt. Recht auffallend sind die Veränderungen bei solchen Tieren, wo die Farbe des gesunden Tieres ziemlich lebhaft ist, rot oder violett wie z. B. bei *Limnodrilus*. Bei einer starken Infektion, wo der Parasit im ganzen Körper verbreitet ist, nehmen die Tiere einen schmutzig gelben Ton an. Sehr oft sind die Parasiten jedoch auf die Genitalgegend des Wirtstieres lokalisiert, oder doch wenigstens hier am zahlreichsten vorhanden. In solchen Fällen sind dann die Samensäcke des Wurmes sehr distendiert und durch zahlreiche weiter unten zu beschreibende Gebilde („Cysten“) prall angefüllt. Die betreffenden 4–5 Genitalsegmente fallen dann durch ihre oft kreideweiße Farbe sehr auf. Eine eventuelle Verwechslung mit normalen reife Eier führenden Individuen ist bei einiger Erfahrung kaum möglich.

Als Ursache der erwähnten Veränderung der Körperfarbe des Wirtstieres erkennt man, falls es sich um die *Myxocystis*-artigen Formen handelt, schon bei einer näheren Untersuchung mittels der Lupe eine Menge eigentümlicher Gebilde, welche als gelblich-weiße Pünktchen durch die Körperwand hindurchschimmern. Die Zahl derselben ist manchmal eine ungeheure. Die ganze Leibeshöhle ist von diesen Gebilden beinahe vollgepfropft.



Die Größe und Gestalt dieser Gebilde ist je nach dem Alter und teilweise auch je nach der Art des Wirtstieres recht verschieden, aber es lassen sich immerhin gemeinsame Züge feststellen. Da wo diese Gebilde frei im Coelom flottieren können, sind sie gewöhnlich kugelig oder sphäroidaler Gestalt (Taf. XIV Fig. 1,3), aber da wo eine größere Anzahl solcher Gebilde auf relativ engen Abschnitt der Leibeshöhle zusammengedrängt ist, wie z. B. dies in den Samensäcken der Fall ist, sehen wir, daß dieselben eine polyedrische Form annehmen (Taf. XIV Fig. 1, 2, Textfigur 3).

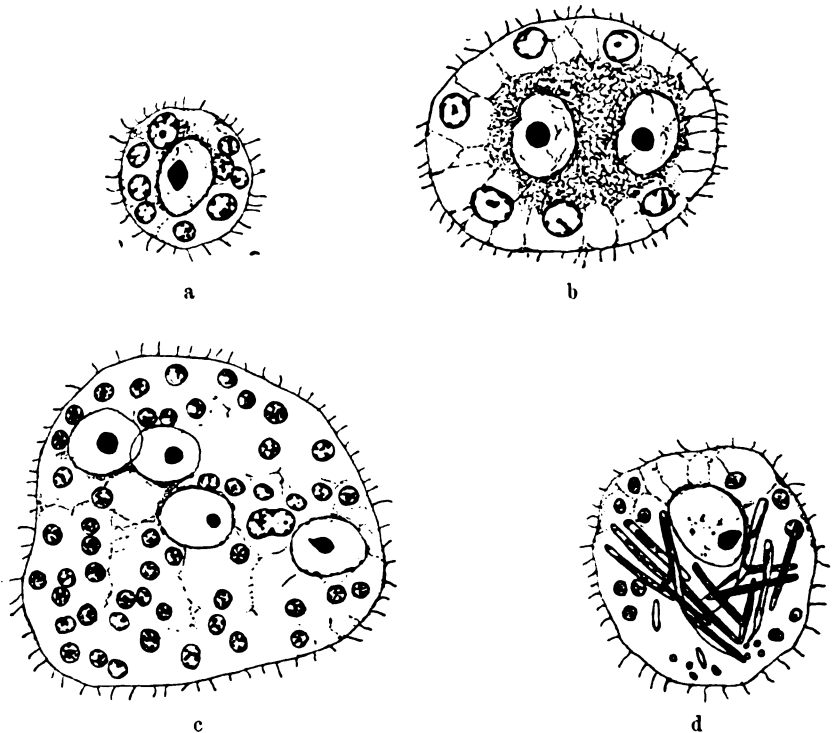


Fig. 1a—d. Vier verschiedene Stadien einer *Myxocystis*-Form aus *Limnodrilus*.

Zerzupft man einen mit Myxosporidien stark infizierten Wurm, so fließt eine Unmasse der erwähnten Gebilde heraus. Im Anfange der Infektion, bei jüngeren Entwicklungsstadien, wo noch gar keine Sporen gebildet wurden, machen die in Rede stehenden Gebilde bei einer Untersuchung des frischen lebenden Objectes ganz den Eindruck Amöben- oder oft besser Heliozoen-artiger Organismen. Es sind dies hyaline Kügelchen, deren Körper in eine deutliche äußere

und innere Protoplasmaschicht gesondert ist, und an seiner Oberfläche oft zahlreiche Pseudopodien oder pseudopodienartigen Gebilde trägt. Bei der ursprünglich von mir als *Myxocystis ciliata* beschriebenen Form ist ein niedriger Saum wirklicher, feiner starrer Cilien vorhanden (Taf. XIV Fig. 3). In anderen Fällen waren die Cilien nicht so zahlreich und machten mehr den Eindruck kleiner Pseudopodien, was auch zu der Heliozoenähnlichkeit dieser Gebilde beiträgt (Textfig. 1). An den alten reifen „Cysten“, wo das Innere schon von zahlreichen Sporen angefüllt ist, wird der Ciliarsaum oft recht undeutlich. Einige Male fand ich etwas veränderte Verhältnisse. Hier war die äußere Zone wieder fein gestreift, aber es handelte sich nicht um freie Cilien, sondern vielmehr um einen modifizierten Alveolarsaum (Textfig. 2). Betrachtet man ähnlich gestaltete Gebilde, so erscheint es bei ihrer außerordentlichen Protozoenähnlichkeit ganz natürlich, wenn man dieselben, wie ich es

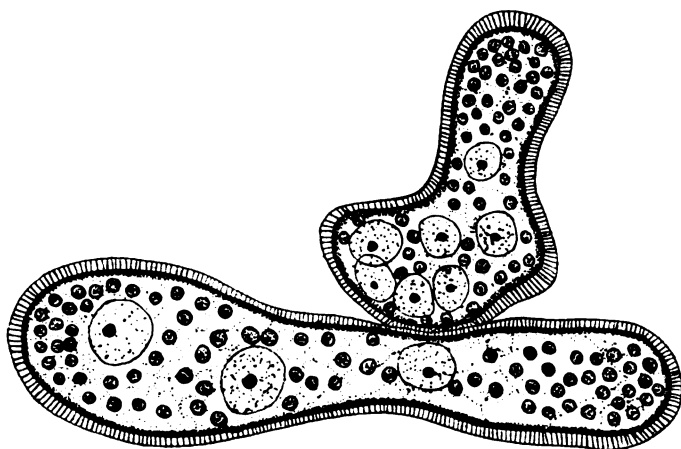


Fig. 2. Eine andere „*Myxocystis*“ ebenfalls aus *Limnodrilus*.

auch seinerzeit getan habe, als selbständige Organismen, als Parasiten ansieht. Und dies um so mehr, als auch die Verhältnisse der gesamten Organisation, insbesondere auch die Kernverhältnisse zunächst ganz gute Anhaltspunkte für eine solche Deutung zu bieten scheinen.

Die erwähnten Gebilde sind sämtlich mehrkernig. Einkernige habe ich niemals angetroffen. Doch dies ist ohne Bedeutung für die Auslegung. Man muß von dem angenommenen Standpunkt Bilder wie die Textfigur 1 a (das kleinste Individuum mit einem großen und neun kleinen Kernen) doch für ein bereits ziemlich weit vor-

geschrittenes Entwicklungsstadium halten. Kleine einkernige Individuen dürften vielleicht noch im Darmepithel des Wirtstieres zu suchen sein. Die Kerne des „Parasiten“ sind deutlich in zwei ganz verschiedenen Kategorien vorhanden. Wir sehen zunächst große, oft bläschenförmige Kerne, regelmäßig mit großen Binnenkörpern, aber sonst offenbar recht chromatinarm und deshalb selbst mit eigentlichen Kernfarbstoffen färbbar und blaß, obzwar sonst von ganz deutlichem scharfen Kontur. Man findet eine wechselnde Zahl solcher Kerne, die sich nur auf amitotischem Wege vermehren. Außerdem findet man kleinere dunklere chromatinreiche Kerne. Die Zahl dieser Kerne, die sich auf mitotischem Wege vermehren, vermehrt sich mit der Größenzunahme des ganzen Gebildes recht bedeutend (Textfig. 1 a—c), wobei die Kerne immer kleiner und kleiner werden, bis sie endlich winzig klein erscheinen. Nur diese Kerne gehen in die Sporenbildung ein. Sie häufen sich größtenteils an der Peripherie (Taf. XIV Fig. 7). Und wenn dann später schon fertige Sporen gebildet wurden, so häufen sich dieselben im Innern des ganzen Gebildes. Das ganze Gebilde verwandelt sich gewissermaßen zu einer Cyste, indem der frühere Plasmaleib entweder zerstört, oder vielleicht auch nur durch die bedeutende Größenzunahme gelockert wird. Alte große Cysten sind von vielen Tausenden reifer Sporen erfüllt, wobei immerhin noch weiter an der Peripherie Sporenbildung vor sich geht. Manchmal läßt sich in der Anordnung der Sporen innerhalb der Cyste scheinbar keine Regelmäßigkeit wahrnehmen, das andere Mal sind dieselben deutlich in Zügen oder Wirbeln (Taf. XV Fig. 20 oder Textfigur 3) angeordnet. Sehr typisch kommt aber eine ganz regelmäßige Anordnung in konzentrische Reihen vor. Innerhalb einer jeden Reihe sind die einzelnen Sporen wieder ganz regelmäßig nebeneinander dicht parallel, resp. radiär gegen die Mitte der Cyste gestellt, und zwar mit dem Polende gegen die Peripherie, und dem verjüngten Schwanzende gegen das Centrum gerichtet. Die größeren Kerne liegen dann gewöhnlich zu einem einzelnen Ballen zusammengedrängt zwischen den Sporen, jedoch in wechselnder Lage, bald in der Mitte, bald jedoch auch mehr zur Seite gedrängt (Taf. XIV Fig. 7). Sie haben zu dieser Zeit ihre Färbbarkeit gewöhnlich vollkommen eingebüßt, entfärben sich z. B. bei der Eisenhämatoxylinmethode sehr rasch und lassen sich dagegen gut mit Plasmafärbemitteln färben.

Betrachtet man die beschriebenen Gebilde als eine wirkliche organische Einheit, so ist im Anschlusse an die neuen Ergebnisse der Protozoenforschung, die Auslegung der erwähnten Kernformen

recht einfach. Wir können mit den neueren Autoren (LÉGER, HESSE, STEPELL usw.) einfach Differenzierung des Kernmaterials in vegetative- und Geschlechtskerne annehmen. Mit dieser Deutung läßt sich sehr gut eine Erscheinung in Einklang bringen, die ich freilich nur in sehr seltenen Fällen feststellen konnte, die aber vom cytologischen Standpunkte eine größere Beachtung verdient.

Einmal fand ich bei *Limnodrilus*, daß der vegetative Kern (es kam hier nicht zu einer Vermehrung der Kerne dieser „Kategorie“) schließlich zugrunde geht, indem er seine Abgrenzung gegen den Zelleib verliert, so daß schließlich an Stelle des alten Kernes nur noch eine Anzahl im Cytoplasma zerstreuter, mit Eisenhämatoxylin tief schwarz gefärbter Körner zurückbleibt. Dasselbe konnte ich auch bei der „Myxosporide“ aus *Potamothrix* beobachten. Diese Form, obgleich sie scheinbar etwas abweichende Verhältnisse bietet, so z. B. relativ große Vermehrung der „vegetativen“ Kerne zu einer Zeit, wo noch nur spärliche „Geschlechtskerne“ vorhanden sind (vgl. Taf. XIV Fig. 4), schließt sich doch sonst eng an die „Myxocystis“ aus *Limnodrilus* an, und auch hier fand ich als eine Ausnahme einen vollkommenen Zerfall der vegetativen Kerne. Solche Bilder sind

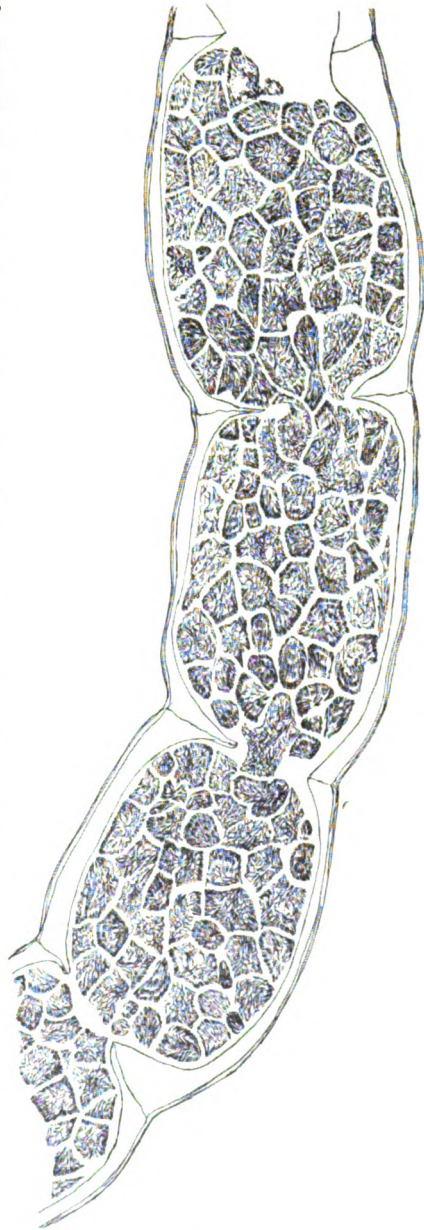


Fig. 3.  
Längsschnitt durch den Vorderkörper eines „*Limnodrilus*“. Samensäcke mit zahlreichen reife Sporen enthaltenden Cysten gefüllt.

wohl ähnlichen, neueren Beobachtungen AWERINZEW's zur Seite zu stellen.

Die Annahme einer Differenzierung der in der Zelle vorhandenen Kernsubstanz in zweierlei verschiedene Kernkategorien, vegetative und Geschlechtskerne erscheint ganz plausibel, die neueren Ergebnisse drängten ja förmlich zu einer solchen Auffassung, und so ist es nicht zu verwundern, daß ich selbst zu Anfang meiner Untersuchungen zu dieser landläufigen Ansicht mich neigte. Einige Schwierigkeiten boten sich nichtsdestoweniger dar. In der erwähnten Deutung verbirgt sich doch sehr viel Hypothetisches. Auch z. B. in den neuesten diesbezüglichen Arbeiten (STEMPELL) fanden sich Lücken, nirgends wurde eigentlich direkt vom zweikernigen Stadium an, beginnend bei den Microsporidien der genetische Zusammenhang beiderlei Kernformen überzeugend dargestellt. Auch die Unregelmäßigkeit in der relativen Zahl der beiderlei Kerne in den jüngsten von mir beobachteten Stadien war bedenklich. Aber immerhin hatte die angeführte Auffassung recht viel für sich. Bei Fortschreiten meiner Untersuchungen kam ich aber allmählich zu ganz abweichenden Ergebnissen. Zuerst machte mich stutzig das im *Lumbriculus* beobachtete „Microsporidium“. Unter den zahlreichen geschlechtsreifen Individuen, die ich für meine *Lumbriculus*-Arbeit in Schnittserien zerlegte, fanden sich auch einige Exemplare, die von eigentümlichen Parasiten befallen waren. Solche Formen oder Gebilde, wie etwa das kleinere auf Taf. XV Fig. 10 abgebildete, reihen sich ganz natürlich zu dem früher aus *Potamothrix* und *Limnodrilus* dargestellten, obgleich auch hier schon die vier großen Kerne recht verdächtig erscheinen. Die Mehrzahl der in *Lumbriculus* gefundenen Gebilde war aber ganz anders beschaffen, nämlich „einkörnig“, d. h. mit einem einzigen großen „vegetativen“ Kern versehen. Es waren dies vielgestaltige riesenhafte Bildungen, die teilweise wieder vereinzelt in der Leibeshöhle des Wurmes (Taf. XV Fig. 9) oder in den Samensäcken desselben angehäuft (Fig. 8) vorkamen. Einige waren von noch ziemlich regelmäßiger Gestalt, oval (Taf. XV Fig. 11). Der große Kern nahm die mittlere Partie des Körpers ein und wies eine ganz charakteristische Gestalt auf, wie dieselbe auf unserer Abbildung getreu wiedergegeben ist. Der Kern war noch scharf konturiert, d. h. von dem eigentlichen Zelleib deutlich differenziert, aber offenbar schon ohne eine festere dickere Kernmembran. Es machte das ganze Gebilde mehr den Eindruck, als ob ein großer Hohlraum vorhanden wäre.

Dicht an der Peripherie, dem äußeren Kernkontur angeschmiegt und in das Kerninnere hineinragend, fanden sich unregelmäßig gestaltete, mit Kernfarbstoffen sich intensiv färbende Klumpen. Sonst ließen sich im Innern des Kernes nur Spuren eines Inhaltes, in Form eines spärlichen gerüstartigen Niederschlages nachweisen. Offenbar haben wir hier einen pathologisch veränderten, hypertrophierten und degenerierten Kern vor uns, und zwar den Kern einer Metazoenzelle. Zu derselben Auffassung sind wir noch zwingender gedrängt bei der Betrachtung der oft ganz bizarren proteusartigen Gebilde unserer Fig. 9 (Taf. XV). Diese verschiedenartig gekrümmten und gelappten Zellen besitzen wieder einen einzigen großen centralen Kern, der beinahe alle die Gestaltsveränderungen des Körpers mitmacht und in die einzelnen Lappen längere oder kürzere Ausläufer sendet. Die färbbare Masse ist wieder größtenteils an der Peripherie angeordnet, aber zeigte eine mehr netzförmige Anordnung (Taf. XV Fig. 12 u. 13). Stellenweise, da wo der Kern nur eben ausgeschnitten wurde (Taf. XV Fig. 13 oben), verursachte die verschiedenartig gekrümmte Kernoberfläche den Eindruck, als ob der Kern in mehrere Kerne fragmentiert wäre. Ich habe bereits früher bei *Lophius* die Gelegenheit gehabt, aus eigener Anschauung die degenerativ-hypertrophisierende Einwirkung der Myxosporidieninfektion auf die Zellen, resp. Zellenkerne des Wirtstieres (cf. meine *Glugea*-Arbeit) kennen zu lernen, und eben die seiner Zeit an *Glugea lophii* gewonnenen Erfahrungen waren zum Teil mitbestimmend für die Ansicht, die ich mir gebildet habe.

Die abenteuerlichen Gebilde aus *Lumbriculus* sind weiter nichts anderes als unter dem Einflusse der darin lebenden Parasiten pathologisch veränderte und riesenhaft hypertrophierte Zellen des Wirtstieres. Es gibt zwei Möglichkeiten, entweder sind es infizierte Geschlechtszellen (Samenmutterzellen) oder Lymphocyten. Welche von beiden Möglichkeiten zutrifft, ist jedoch für die uns hier interessierenden Fragen ohne Belang. Die Parasiten liegen ja auch zu Tausenden in dem Zelleib herum. Leider sind dieselben so winzig klein, und ihre Details wenigstens bei den mir zu Gebote stehenden optischen Hilfsmitteln an der Grenze der optischen Wahrnehmung, daß ich keine näheren Angaben über deren Organisation machen kann. Natürlich lag es ganz nahe, nachdem in einem konkreten Falle die wahre Sachlage erkannt wurde, die Sache auf andere ähnliche Fälle, zunächst also vielleicht auf sämtliche in Oligochäten vorkommenden *Myxocystis*-artigen „Formen“ auszudehnen. Ist dies aber so ohne weiteres erlaubt? Wäre es ja auch nicht möglich,

daß Fig. 11 Taf. XV wirklich eine infizierte Wirtszelle, Fig. 3 Taf. XIV aber nichtsdestoweniger doch einen selbständigen Organismus darstellt. Stellt die erstere Figur vielleicht nicht die Anfänge des Entwicklungscyclus der Parasiten vor, der sich zunächst intracellulär vermehrt, um dann zu der frei in der Leibeshöhle flottierenden großen sporenbildenden Form heranzuwachsen?

Daß wir in beiden Fällen identische Bildungen sehen, zeigt uns zunächst der Umstand, daß bei den in *Lumbriculus* gefundenen Bildungen der früher als für *Myxocystis* so charakteristisch dargestellte feine Ciliensaum wiederkehrt (vgl. die Abb.).

Aber viel zwingender ist in Verbindung mit dem schon oben Dargestellten der Vergleich einer in *Potamothrix* gefundenen Parasitenform mit einer zweiten aus *Limnodrilus*. Außer den schon



Fig. 4.  
Ein von Parasiten befallener Lymphocyt von  
*Potamothrix*.

früher beschriebenen Gebilden fand ich in *Potamothrix* nämlich noch Bildungen, wie sie die beifolgende Textabbildung 4 wiedergibt. Es ist ohne weiteres klar, daß hier ein infizierter Lymphocyt vorliegt. In der Mitte des von dem hufeisen- oder ringförmig gekrümmten Kernes umschlossenen Raumes liegt die Sphäre mit deutlichem Centriol, und im Zelleib finden sich die einzelnen Individuen des Parasiten.

Dieselben waren wieder winzig klein, so daß ich leider nur wenig über dieselben berichten kann. Ein jeder war von einer deutlichen, größtenteils an einer Seite sichelförmig verdichteten Hülle umgeben. Manchmal lagen innerhalb einer Hülle zwei solcher kleinen kugeligen Gebilde, aber über die Kernverhältnisse usw. kann ich nichts Sicheres mitteilen.

Fig. 5 zeigt eine Serie solcher infizierter Lymphocyten. Bei *a* ist der Lymphocyt noch klein, der Kern ziemlich einfach, und in seichter Einbuchtung desselben liegt die Centrosphäre. Bei *b* nahm der Kern eine hufeisenförmige Gestalt an, die im weiteren Verlauf parallel mit der Größenzunahme des Körpers zu einer Fragmentierung des Kernes führt. In *d* und *e* sind schon zwei selbständige Kerne vorhanden.

Die Sphäre ist in *d* ziemlich gewachsen und enthält statt des einfachen Centriols vier Microcentren. Interessant ist Fig. 5c. Dieselbe zeigt einen Lymphocyten im Endstadium einer von amitotischer Kernteilung begleiteten Zweiteilung. Eine Art Zwischenkörper, ein mit Eisenhämatoxylin tiefschwarz sich färbender Ring oder eine Platte hat sich in der Einschnürungsebene gebildet. Man sieht, daß die Lymphocyten, noch nachdem sie infiziert sind, sich teilen können.

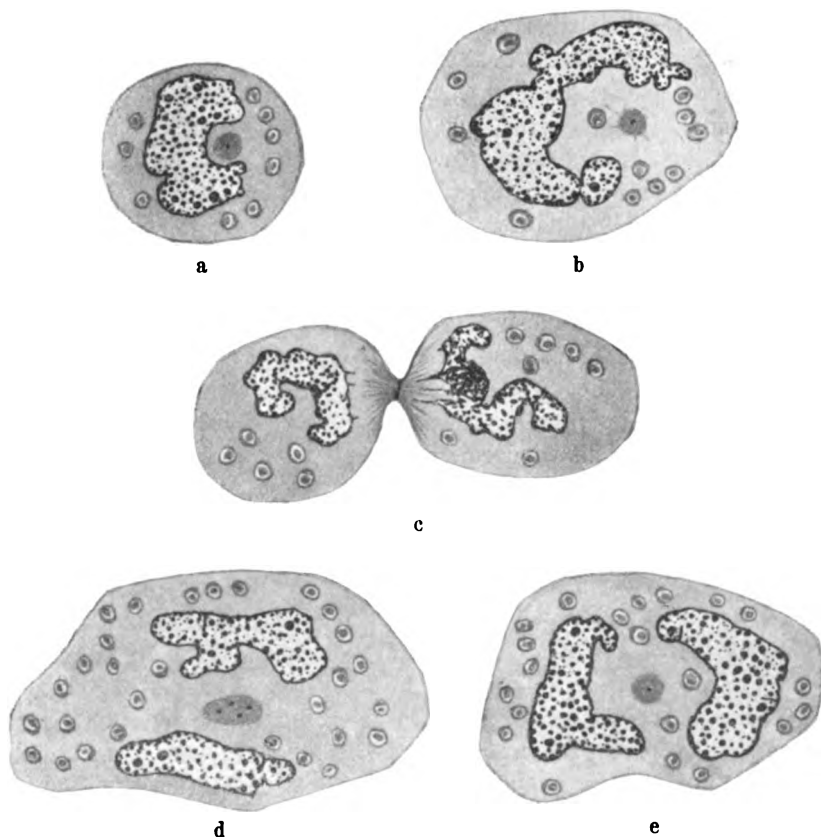


Fig. 5a—e. Fünf verschiedene infizierte Lymphocyten aus *Potamothenic*.

Die starke Vermehrung der Parasiten, die in dieser Arbeit an einer früheren Stelle erwähnt wurde, kann vielleicht auch durch eine solche Vermehrung der Lymphocyten bedingt sein, resp. wieder selbst zu dieser letzteren führen. Die infizierten Lymphocyten erleiden, wie schon die angeführten Abbildungen zeigen, verschiedene Modifikationen. Sie wachsen bedeutend heran, ihr Kern erfährt be-



deutende Gestaltsveränderungen und zerfällt sogar in selbständige Fragmente. Daß es wirklich nur Lymphocyten sind, darüber kann aber nicht der leiseste Zweifel bestehen. Solche Lymphocyten wurden nun aber in demselben *Potamothrix*-Individuum beobachtet, aus welchem auch die auf Taf. XIV Fig. 2, 4, 5 abgebildeten Gebilde stammen. Ich stehe nicht an, die genetische Zusammengehörigkeit beiderlei Bildungen zu proklamieren. Die infizierten Lymphocyten hypertrophieren endlich zu den großen Gebilden der Fig. 4 (Taf. XIV).

Vergleichen wir aber damit einige Bilder aus *Limnodrilus*. Von einer großen Cyste der Fig. 20, welche mit reifen Sporen angefüllt ist, läßt sich ein kontinuierlicher Übergang bis zu dem noch ziemlich normalen Lymphocyten der Fig. 14 oder 16 verfolgen.

Aus allen diesen Beobachtungen ergab sich also der Schluß, daß dasjenige, was ich ursprünglich als vermeintlichen Parasiten beschrieb, eigentlich kein selbständiger Organismus ist, sondern nur eine von Parasiten befallene Gewebszelle, resp. ein Lymphocyt des Wirtstieres.

Der eigentliche Parasit bleibt zeitlebens ein intracellulärer Parasit, welcher im Innern der Wirtszelle auch zur Sporenbildung schreitet. Der Kleinheit der Kernverhältnisse wegen konnte ich die feineren Vorgänge der Sporenbildung bisher nicht genauer verfolgen, und habe aus diesem Grunde meine diesbezüglichen Zeichnungen vorderhand hier nicht wiedergegeben. Soviel ich aber sehen konnte, wird sich der ganze Prozeß konform den neueren Angaben STEPELL's resp. SCHRÖDER's verhalten. Eine *Myxocystis* kann also keineswegs durch das vermeintliche negative vielkernige Stadium charakterisiert werden. Wir können den einmal von mir angewandten Namen ja wohl auch weiter anwenden für den eigentlichen Parasiten, und ich halte für das wichtigste Merkmal der Myxocystiden die eigentümliche Form der schmalen Sporen (Taf. XV Fig. 21 a b).

Die Sporenbildung der Myxocystiden gestaltet sich also nach unserer Auffassung ganz anders als bisher angenommen wurde. Dieselbe ist keineswegs endogen, es entstehen nicht (um die Nomenklatur STEPELL's anzuwenden) innerhalb des mehrkernigen Meronten durch endogene Knospung viele Sporen, sondern aus jedem Meronten geht eine Spore hervor, ebenso wie z. B. bei *Nosema*.

Diese Tatsache ergibt aber weitere wichtige Schlußfolgerungen, die besonders für die Auffassung der Systematik und Phylogenie der sog. Cnidosporidien resp. Sporozoen überhaupt von ganz eminenter Bedeutung sind.

Zunächst wird die Frage nach der morphologischen Bedeutung der vermeintlichen „vegetativen“ Kerne der Microsporidien wohl

definitiv gelöst, und zwar im Sinne der älteren Angaben KOROTNEFF'S, resp. konform der neueren Ansicht SCHRÖDER'S und gegen die neueren Auslegungen STEMPPELL'S. Es sind dies einfach Kerne der Wirtszelle. In einzelnen Details weichen natürlich meine Befunde von der Auffassung KOROTNEFF'S und SCHRÖDER'S ab. Es vermischt sich weder das Plasma des Parasiten und der Wirtszelle vollkommen, noch umwächst der Parasit den Kern der Wirtszelle, so daß schließlich dieser Kern bis in die Cyste aufgenommen wird.

Die an Myxocystiden festgestellten Verhältnisse lassen sich wohl ohne weiteres auf Microsporidien überhaupt übertragen, so daß es hier wohl nirgends eine endogene Sporenbildung innerhalb mehrkerniger Meronten gibt und die *Plistophoriden* und *Glugeiden* sich ganz ähnlich den *Nosematiden* verhalten. Der Zusammenhang der als Microsporidien zusammengefaßten Formen wird natürlich dadurch auf den ersten Blick noch fester begründet als zuvor, aber nur scheinbar.

Ich kann nicht einsehen, daß zwischen den Myxosporidien einerseits und Microsporidien andererseits eine Kluft bestehen soll. Im Gegenteil, ich finde es fast unbegreiflich, wenn man zuerst, wie z. B. STEMPPELL in seiner soeben erschienenen Arbeit es tut, zunächst beide Gruppen voneinander trennt und sie dann doch wieder zusammen mit den Actinomyxidien zu einer gemeinsamen höheren Gruppe der Cnidosporidia vereinigt. Es wird hier einfach dem auch sonst sehr oft in der neueren Systematik sich offenbarenden Triebe nach dem Aufstellen möglichst vieler Kategorien höherer Ordnung gefolgt, in der Meinung, daß dadurch die natürlichen Verwandtschaftsbeziehungen am besten zum Ausdruck kommen.

Und doch ist es ja vollkommen klar, daß auf einem solchen „linearen“ Wege die verwandtschaftlichen Beziehungen nicht gut darstellbar sind, und dies um so weniger, je mehr höhere Unterabteilungen, Klassen, Unterklassen oder Ordnungen man kreiert. Man vergißt, daß alle die höheren Kategorien größtenteils nur leere Schemata sind, daß allenfalls noch die Familien leidlich natürliche, gut umschriebene systematische Einheiten darstellen, aber schon die wechselseitigen Beziehungen der einzelnen Familien einer Ordnung untereinander, geschweige denn zu einzelnen Familien nächstverwandter Ordnung auf diesem Wege mittels der Nomenklatur nicht festzuhalten sind.

Ich glaube, daß die Cnidosporidia eine ziemlich natürliche Gruppe sind, und daß wir am besten nicht von Ordnungen wie Myxosporidia, Actinomyxidien, Microsporidia innerhalb derselben reden sollten. Viel

angemessener wäre es, eine Anzahl von gleichmäßigen Familien-Myxobolidae etc. anzunehmen. Ich bin der Ansicht, daß z. B. die neueren Erfahrungen über Actinomyxidien, ebenso wie auch unsere Beobachtungen an Myxocystiden zugunsten einer solchen Auffassung sprechen.

Soviel steht fest, und ich habe dies ebenfalls auch bereits in Boston betont, daß die hier vorgetragene Deutung der Myxocystiden gegen die Natürlichkeit der von SCHAUDINN angeführten systematischen Zweiteilung der „Telosporidia“ und „Neosporidia“ spricht. Diese Frage berührt auch STEPELL, aber ich möchte noch weiter gehen, die ganze Angelegenheit noch anders ansehen. Ist es so über jeden Zweifel erhaben, daß es neospore Myxosporidien gibt? Existiert überhaupt eine Neosporidie? Würde man diese Frage im negativen Sinne entscheiden, so wäre dadurch die natürliche Gruppierung der Sporozoen bedeutend vereinfacht. Und es will mir scheinen, daß, falls meine Darstellung der *Myxocystis* richtig ist, eine Skepsis bezüglich anderer Cnidosporidien wohl begreiflich wäre. Stünden ja nicht die bisherigen Angaben über die oligosporigen Myxosporidien im Wege, so wäre es naheliegend, die großen Cysten der Myxoboliden ganz ähnlich wie die Myxocystiden zu erklären. Die eigentümlichen bekannten Erscheinungen des Polymorphismus der Myxosporiden, besonders der Myxoboliden, die je nach der Gewebsart oder Organ, in welchen sie schmarotzen, ganz verschiedene Formen annehmen, wäre dadurch sehr einfach erklärt.

---

### Literaturverzeichnis.

- AWERINZEW: Studien über parasitische Protozoen. Trav. Soc. Nat. St. Petersburg und Arch. f. Protistenk. Bd. 14 1909.
- HESSE: Sur *Myxocystis mrázeki* HESSE microsporidie parasite de *Limnodrilus hoffmeisteri* CLAP. C. R. Soc. Biol. Paris Vol. 58 1905.
- KOROTNEFF: *Myxosporidium bryozoides*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 53 1892.
- MRÁZEK: Über eine neue Sporozoenform aus *Limnodrilus*. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Wiss. Prag 1897.
- : Sporozoenstudien. II. *Glugea lophii* DOFLEIN. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Wiss. Prag 1899.
- SCHRÖDER: *Thelohamia chaetogastris*, eine neue in *Chaetogaster diaphanus* GRINTH schmarotzende Microsporidienart. Arch. f. Protistenk. Bd. 14 1909.
- STEMPELL: Über *Nosema anomalum* MONZ. Arch. f. Protistenk. Bd. 4 1904.
- : Über *Nosema bombycis* NÄGELI. Arch. f. Protistenk. Bd. 16 1909.
-

### Tafelerklärung.

Fig. 1. Längsschnitt durch einige Segmente des Vorderkörpers eines *Limnodrilus* bei schwacher Vergrößerung. Im Cöloflottieren frei, zahlreiche „*Myxocystis*“-Individuen. Andere, polygonal abgeplattete, füllen die Samensäcke (links).

Fig. 2. Längsschnitt durch die entsprechende Gegend von *Potamothenix*.

Fig. 3. Ein freies Individuum der *Myxocystis ciliata*, stark vergrößert (Schnitt).

Fig. 4. *Myxocystis* aus *Potamothenix*.

Fig. 5. *Myxocystis* aus *Potamothenix*. Schnitt durch ein anderes Exemplar, Zerfall der „vegetativen“ Kerne (d. h. eigentlich der fragmentierten Kerne der Wirtszelle) zeigend.

Fig. 6. Beginn der Infektion bei *Limnodrilus*. Die Kerne der Wirtszelle schon teilweise fragmentiert. Die Kerne des Parasiten noch nicht allzu zahlreich.

Fig. 7. Mit reifen Sporen gefüllte Cysten aus *Limnodrilus* (vgl. auch Textfigur 3). Die Fragmente des ursprünglichen Kernes der Wirtszelle dicht zusammengehäuft.

Fig. 8. Querschnitt durch einen Samensack von *Lumbriculus* mit infolge parasitärer Infektion hypertrophierten Zellen.

Fig. 9. Zwei solcher Zellen frei in der Leibeshöhle desselben Wurmes flottierend.

Fig. 10. Eine kleinere infizierte Zelle mit 4 Kernen (*Lumbriculus*).

Fig. 11. Eine andere Zelle mit einem einzigen hypertrophisch-degenerierten Kern bei starker Vergrößerung.

Fig. 12—13. Zwei Schnitte durch eine und dieselbe infizierte Zelle (ähnlich den Bildungen der Fig. 9) bei stärkerer Vergrößerung.

Fig. 14—20. Infizierte Lymphocyten aus *Limnodrilus*. In Fig. 17 vollständiger Zerfall des Kernes der Wirtszelle, in Fig. 19 u. 20 reife Sporen.

Fig. 21. Reife Sporen der *Myxocystis* aus *Lumbriculus*. *a* mit Eisenhämatoxylin, *b* mit DELAFIELD's Hämatoxylin gefärbt.

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(From the Gov. Inst. for Infect. Diseases, Tokyo, Japan.  
Director: Prof. Dr. S. Kitasato.)

**On the Development of *Haemogregarina* sp.  
Parasitic in Common Japanese Tortoise, *Clemmys japonicus*.**

By  
**Dr. M. Koidzumi.**

(With Plate XVI.)

---

**Introduction.**

As is generally recognised, *Haemogregarines* and their allied forms occupy one of the uncultivated fields in protozoology. Despite of an enormous number of works hitherto published, the depth of our knowledge concerning them is extremely limited. Not only the specific distinction of reported forms are in the state of confusion but also the generic characters are not as yet established. What is more, the study of their life history has been done only in a few cases. I had, therefore, in mind for a long time to carry out a comparative study of *Haemogregarines* and their allies. In summer of 1908, it happened to find that *Clemmys japonicus*, the most commonest Japanese tortoise, harbors richly a *Haemogregarina* species and furnishes sufficient material for my work. The present paper is an outcome of the study on that species of the past ten months.

Thirty six tortoises were procured from market, at various intervals during the course of the investigation. All of them harbored the parasite. Most of them were found heavily infested, while the rest had considerably few parasites. In the most severely infested cases nearly one third of the blood corpuscles had the para-

sites. Not only in the red blood corpuscles, they are found also in the leucocytes.<sup>1)</sup>

Some of the material were stained with GIEMSA's solution after fixation with absolute alcohol. By this method the details of the cytoplasmic structure were well preserved. Having found, however, impossible to study finer structures of the nucleus by dry film method, I adopted other methods; the blood films are half dried and fixed while still moist. As fixatives I used SCHAUDINN's mixture, osmic acid and FLEMMING's fluid. Various haematoxylin methods were tried, among which that of ROSENBUSCH (1909) gave especially good results. The method tried by me is as follows: the fixed preparation is brought into 4% ironalum solution and is kept there from 10 to 20 hours. Shorter time is required for extra-corpuscular forms like *Trypanosoma*, but in our case longer time is needed to receive the effect of the mordant, because of its intraglobular situation. The staining fluid is a mixture of 1% solution of haematoxylin in 96% alcohol and saturated aqueous solution of lithiumcarbonate. The latter is added drop by drop, immediately before use, into the former, until the fluid assumes a wine color. Preparations taken out of the mordant are washed with water and stained about 15 minutes with the mixture. The preparations are differentiated with a very diluted solution of ironalum.

### Early stages.

The young parasite in the blood corpuscle is generally reniform, though some assume a somewhat elliptical shape, measuring from 7 to 10 microns in length and from 4 to 5 micron in breadth. Curvatures on both sides vary from each other and generally one end is wider than the other.

The cytoplasm consists of ground substance ("intragranular substance" of BÖRNER) and large granules embedded in it. In the youngest form the ground substance is stained faintly in blue by GIEMSA's solution and the granules remain unstained. As the parasites grow, the ground substance becomes more and more intensely stained and the structure becomes distinctly recognizable. The granule is very refractile and does not take any stains. BÖRNER (1901) has described the granules showing chromatoidal reaction. I tried

---

<sup>1)</sup> It may be remarked that on section of this paper is devoted to the leucocytozoal infection and in others it should be understood that infection means only that of the red blood corpuscles.

several common anilin dyes and various modifications of haematoxylin staining, but failed to get any positive results in it. Neither osmic acid nor iodine did not affect the granule at all, contrary to the opinion of LAVERAN (1898), LUTZ (1901) and others. SIMOND (1901) has remarked that *Haemogregarina mesnili* and *Haemogregarina laverani* have a stage showing unstainable granules distributed throughout the body. These granules may be the essential element, but he did not detect them in other stages, because perhaps of his deficient technique or some other causes. In small forms the granules are found distributed uniformly throughout the body, but in larger forms the thicker end is usually found free from them. The ground-substance is of a finely granulated structure and in the adults shows the chromatoidal character.

The nucleus is large, sometimes occupying even one third of the whole body. Its outline is irregular and no membrane is to be found. In good preparations I could distinguish clear network of achromatic substance and large chromatin granules lying on it. The threads of achromatic network are thick and uneven, and show marked variations in their mode of arrangement. The chromatin is comparatively large in quantity and occupies greater part of the nucleus. No regular arrangement of the chromatin granules is to be seen (Fig. 48). It is true that in some individuals they are found situated radially around the central one, resembling the nucleolus. But it is not always the case.

The young parasite multiplies by simple division. Individuals assuming rather round shape with a nucleus elongated transversely crossing the body, as shown in Fig. 3, is at the prophase of the division. Then the nucleus divides amitotically and later the body is constricted off (Figs. 4 and 5). CHRISTOPHERS (1905) has reported that "tailed" forms of *Haemogregarina gerbilli* multiply by division but I could not find any individuals of more advanced stages undergoing division. A specimen of *Haemogregarina hankini* taken after by SIMOND (1901) at the beginning of conjugation (Fig. 12 in his plate) seems decidedly divided forms.

It is not seldom that two, three or sometimes more parasites are found in a single corpuscle (Fig. 6). Sometimes they are of same structure but in other cases they show enormous differences in their development and some are found belonging quite different series of metamorphosis (vide infra). It is doubtless that majority of them are not due to division but to double or sometimes triple infections.

Mature forms are of reniform or crescent shape, measuring

10 microns in length and 5 microns in breadth. They are snugly situated in a cavity in the blood corpuscle, leaving no space between. It may be stated that a clear space surrounding the parasite frequently seen in preparations is nothing than an artifact. Contrary to the observations by DANILEWSKY (1885), LAVERAN (1898) and POPOVICI-BAZDOSANU (1907), the parasite is covered by a thin membrane and remains quiescent in the corpuscle and shows no particular motile layer. The mature organism always lies in the blood corpuscle and never escapes from it, as remarked by some authors in the case of allied forms. As the parasites grow large, the host cells become hypertrophied and haemoglobin is gradually diminished; finally, the cytoplasm of the corpuscle become almost colorless and hard to detect its existence in unstained preparations. In such cases the parasite is likely to be taken for free form in the plasm. I did not, however, met with any individuals, except vermiform ones, which abandoned the blood corpuscle and floated in the plasm.

Very frequently the mature individual has an indentation cut in obliquely into the cytoplasm from the concave side of the body (Figs. 7 and 8). This is a well known form, called by various names, such as "tailed form", "knife form", "doubled form" etc. and is considered by various authors as one of the characteristics of members of the genus *Haemogregarina*. The origin and mode of formation of this form is taken rather simple by authors and interpreted more or less in a simple manner. They simply state that the one end of the body bends on itself to form a "tail". In our species, however, the mode of formation is more complicated and such process is met with at a quite different occasion. Forms with one end bent, as shown by BÖRNER (1901) in the case of *Haemogregarina stepanowi* (Fig. 16 in his plate) are often observed in our species (Fig. 25). But it is not a stage towards the "knife form" formation, on the contrary, an early phase of asexual multiplication or schizogony. If one looks at result only, he can find less difference from the cases described by previous writers but as to details of the process it differs decidedly from them. In this case the mode is not simple and some modifications are found in different stages.

No accurate process of bending, as remarked by authors, is not usually observed in early stages. In most cases the parasite do not change its form, and a slit makes its appearance in its proper position; in other words, its external form remains unchanged, but special movement of the cytoplasm takes place in the cavity at the host cell and a fold is formed at that end. An individual shown



in Fig. 9 is a good example to explain the mode of folding. There the anterior end of the parasite is bending upon itself, leaving a narrow gulf between the main body and the newly formed arm. In this case, the cavity in the blood corpuscle retains its form but the parasite contracted, allowing itself to fold the anterior part of the body in a comparatively spacious cavity. Such, however, belongs to exceptional cases and the large majority of the parasites are confined tightly in the cavity and do not contract; thus they have to fold itself in that confined area. The bent end is commonly designated as the "tail", but it is not the hind end but the head.

As smears of the liver, spleen and bone marrow are examined, there are several individuals of peculiar forms are met with. Some of them are provided with a deep notch at the concave side and resemble a pen knife with a blade half out (Fig. 11); some are of comma shape and some others resemble a fish-hook (Fig. 10). A specimen shown by CASTELLANI and WILLEY (1904) as a form occasionally observed (Fig. 19 in their plate) is probably identical with one of these forms. They are the parasites in "knife form", unbending their folded end. These forms are only observed in the organs. As these individuals come again into the circulatory blood the narrow part is thickened and assume more elongated form with an attenuated end. Such forms, frequently observed in the circulatory blood, gradually grow broader, and finally regain their original form. Thus, passing through that special series of changes, they are somewhat elongated. This may be taken for a mean of growth.

As the parasites grow large, the invaded cells become hypertrophied and sometimes strongly deformed, but no signs of protoplasmic change, such as described by LAVERAN (1898) and BÖRNER (1901) by the name of "Degenerationszone" are observed.

### Asexual multiplication or schizogony.

Multiplication by schizogony has already been observed by LAVERAN (1898) in *Haemogregarina stepanowi*, but our present knowledge of that phenomenon is as yet very scanty. A resembling schizogony has been reported by LUTZ (1901) in the case of *Karyolysus serpentis* but it differs from those described by HINTZE (1892), BILLET (1904), FANTHAM (1906) and FRANÇA (1908) in species of the most closely allied genus *Lankesterella* and, on the contrary, shows a striking resemblance to that of some of the *Coccidium* group. I am

greatly interested that in finding that in addition to resemblance in their general features of the process, there is a special phenomenon common to our species and some of the *Coccidium* group. In the case of *Legerella nova* BONNET and EYMARD (1900), for the first time, reported the existence of two different modes in the schizogony. After them, the same phenomenon was observed by SIEDLECKI (1899) and JOLLOS (1909) in *Adelea orata*, by MOROFF (1907) in *Adelea zonula*, by SCHAUDINN (1902) in *Cyclospora caryolytica* and by PÉREZ (1903) in *Adelea mesnili*. It is very interesting that in process of the schizogony of our species two different categories as in above cases are to be distinguished. Though the morphological difference of the merozoites produced by the different kinds of the schizont is not so conspicuous in this species as in the case of *Adelea* and *Cyclospora*, the mode of formation and the number of them differ much more than in the above forms.

Schizogony producing large number of merozoite. The first sign of the metamorphosis of the schizont of this category appears in the nucleus of mature individuals. It changes its form and assumes more rounded shape and the outline becomes entire. In living condition it is found transparent and refractile, distinctly differentiated from the coarsely granulated cytoplasm. It requires much longer time for staining the nucleus by GIEMSA'S solution than in other stages. As good preparations show, chromatin is found condensed in granules of unequal sizes and irregularly distributed on the achromatic network. Another marked change is observed in the cytoplasm; its ground substance becomes easily stainable in a deep blue by GIEMSA'S solution. The nongranulated part at the hind end is still to be seen in these stages. In such young schizonts also the "knife form" formation take place. The parasite shown in Fig. 13 is a young schizont of ordinal shape in the circulatory blood, with its anterior end folded. Such individuals, entering tissues, straighten their folded arm. Then they assume, by and by, again their normal shape. (Figs. 14—17 show a series of successive changes in that process in more advanced stage of development.)

An individual shown in Fig. 14 is the schizont in a more advanced stage of development, and its nucleus represents the characteristic features of that of the schizont. It is of spindle shape, with its long axis situated perpendicularly to the long axis of the body, and small chromatin granules are found uniformly distributed on the fine achromatic network (Fig. 49). Even in such advanced stages, folding of the body is often observed, though the fold is

much modified and more inconspicuous. Some schizonts in these stages occasionally show fine chromatin granules. Sometimes a large number of them are found scattered in all the parts of the body while in others a small amount of them is situated in a restricted area. Undoubtedly they are the chromatin given off from the nucleus and soon vanishes in the plasm. Further developments are observed only in the organs, chiefly the liver, spleen and bone marrow. The largest form in the circulatory blood measures 20 microns in length and 19 microns in breadth.

These parasites complete their metamorphosis in the organs. There the reniform body is rounded; the nongranulated part at the hind end disappears and the cytoplasm assumes a homogeneous appearance. The blood corpuscle is strongly degenerated and is found usually covering the round schizont as a thin layer, with a deformed nucleus (Fig. 19). The spindle shaped nucleus with fine chromatin granules becomes large and oval in shape, and divides amitotically. The plane of the first division coincides with the direction of the long axis of the parasite, as in the case of the binary division of the young form (Fig. 20). Amitotic division is repeated until from 18 to 22 small nuclei are formed (Figs. 21 and 22). These round or oval nuclei appropriate some cytoplasm about them and become the merozoite, measuring 7 microns in length and 3 or 4 microns in breadth. Though some of the schizonts are necked, yet commonly they have a distinct membrane, and the merozoites look as though confined in a cyst, which, however, is not secretion product of the parasite itself but the deformed host cell remaining over the body.

Schizogony producing small number of merozoites. The schizont belonging to this category and the above described one are at once distinguished, early at the first step of the metamorphosis. In this case the change of the staining character of the cytoplasm, as seen in the other, is not observed. The nucleus is large and round consisting of large blocks of chromatin, connected by achromatic threads (Fig. 23). Individuals in the following stage of the metamorphosis show distinct characteristics. The nucleus is oval or elliptical with its major axis situated vertically to the short axis of the parasite and sometimes a space is observed between the bodywall and the nucleus (Fig. 24). The cytoplasm is quite homogeneous and polar differentiation is not found any longer. These parasites bend on itself at its anterior end, and assume a fish-hook shape (Fig. 25). The newly formed part is gradually elongated,

until its end comes down near the hind end of the parasite. Soon these two parts are fused together. During the above process is going on, the parasite is not increased so conspicuously in its size and, in consequence of this, the external shape is modified and assumes an isosceles triangle or rather semicircle, having its long base situated parallel to the long axis of the blood corpuscle. The mode of bending of the anterior end resembles the early part of the change described by SIMOND (1901) in the "stades vermiculaires proprement dits" of *Haemogregarina mesnili*, and still more strong resemblance to this process is found in the "doubled form" formation of *Haemogregarina stepanowi* described by BÖRNER (1901). Soon after the above process is completed, the nucleus divides amitotically. The plane of the first division is vertical to the long axis of the body, in opposition to the case of the schizont belonging the other category (Figs. 26 and 27). Repeated amitotic divisions give rise to small nuclei, varying from 5 to 10 (most commonly from 6 to 8) (Figs. 28 and 29). They appropriate some cytoplasm and become merozoites (Fig. 30). As the size and shape are concerned, the merozoite is not distinguished from that of the other category, but in this case the nucleus is much larger and occupies greater part of the body.

The merozoite soon infest the new blood corpuscle, and each of these two kinds follows their own series of development, differing from each other, and become sexually differentiated vermiform bodies. The merozoite with a small and round nucleus, produced by the schizont of the former category, develops to that with round nucleus and granulated cytoplasm (female form), and the merozoite with a large and elongated nucleus produced by the latter, develops to that with club shaped nucleus and homogeneous cytoplasm (male form). As compared with that of dimorphic schizogony of the *Coccidium* group, morphological difference of two merozoites is somewhat inconspicuous in this case, but the difference in the number and sexual relation of them closely resemble that of *Adelea ovata*, *Adelea mesnili* and *Adelea zonula*. As to the process of formation of the schizont and its nuclear division are found much complicated and more decidedly differentiated forms than in any other hitherto reported cases.

### Vermiform body and its development.

When severely infested blood is examined in fresh condition, worm like bodies are observed, moving actively in the plasm and

threading among blood corpuscles. More carefully examined, two different kinds of the bodies are distinguished. In stained preparations, the difference is demonstrated strikingly clear; one is provided with a club-shaped nucleus while the other with a round one.

Vermiform body with round nucleus. The free merozoite is found very rare in circulatory blood but is common in the organs, where their invading into the corpuscles seems to take place. As the merozoites with round nucleus, grow in the blood corpuscles and reach the size of the mature form, they show some characteristic features. The cytoplasm is finely granular and is stained grayish blue by GIEMSA'S solution. The granule is very inconspicuous, and the body seems stiffer than in indifferent forms. It is not seldom that the hind end is more faintly stained than the rest of the body, but there is usually no clear boundary between two parts as seen in other stages. The nucleus is round and resembles that of the young schizont producing small number of merozoites, consisting of large chromatin grains connected by achromatic threads (Fig. 40). Then, the final folding of its anterior end of the body takes place (Fig. 41). At this stage the body appears somewhat rigid, and the mode of bending is different from that seen in early developmental stages. As they are not confined snugly as before, they actually bend their anterior end of the body within the cavity of the host cell. The form of the host cell is retained unchanged and the fish-hook form as seen in the young schizont is never observed. Finally they straighten themselves, get out of the corpuscle and begin to wriggle in the plasm (Fig. 42). They usually measure 15 microns in length and 4 or 5 microns in breadth (Figs. 43 and 44). Some of these vermiform parasites continue their growth in the plasm and become thicker and assume a pear shape, measuring some 8 microns in breadth.

As observed in fresh state, the cytoplasm appears gray in its color and shows no glittering granules, with a round and somewhat refractile nucleus at the middle part of the body. They move actively in the plasm. While resting, the anterior end is more pointed than the hind end, but during their locomotion either end may be wider. As in the case of the sporozoit of *Coccidium* and *Plasmodium*, two kinds of motion are distinguished, *i. e.*, peristaltic movement and advancing motion. The vermicule slightly twists itself and rolls on its axis at the same spot, but never assumes strongly curved C or S shape as commonly observed in the case of

*Plasmodium* and *Lankesterella*. As they move forward they also wriggle. It is not seldom that, in the moving vermicle, a hyaline rostrum of spherical shape is found at the anterior end, as described by SIMOND (1901) in *Haemogregarina hankini*. It appears suddenly and soon disappears. An interesting phenomenon observed in the moving parasite is the constriction of the body, as described accurately by DANILEWSKY (1885) in *Haemogregarina stepanowi* and by SCHAUDINN (1902) in the sporozoit of *Plasmodium vivax*. The constriction makes its appearance at the anterior end of the body and gradually glides down toward the hind end as the parasite moves forward. It is, however, very seldom to see two or more of them at a time as in the above cases.

Vermiform body with club shaped nucleus. Soon after its entrance into the blood corpuscle, the merozoite with the large and elongated nucleus is found differentiated from other forms (Fig. 32). The ground substance of the cytoplasm is stained deep blue with GIEMSA's solution, and a small number of large granules are found embedded in it. The structure of the nucleus is the most conspicuous characteristic of this form; it is intensely stained and fills up some two thirds of the body (Fig. 33). It consists of thick clumps of chromatin of irregular shape, loosely aggregated. With haematoxylin it stains homogeneously and not a sign of differentiation to chromatic and achromatic substances is to be found. As the parasites reach the adult size, the granules are dissolved in the cytoplasm, giving it a more homogeneous appearance. The cytoplasm is refractile and stained in a faint blue, showing usually a few large granules remaining at the hind end, and large clumps of the nuclear substance is found more diffusely situated in the middle part of the body. As it develops further, the nucleus becomes organized and assumes a network, consisting of thick threads neatly arranged to form several openings (Figs. 44—46). Subsequently the threads are united each other and the nucleus is elongated or stretched in the long axis of the body; thus openings of the network gradually disappear and the nucleus becomes club shaped rod, provided with a few openings in broader part of it (Fig. 47). Then for the last time, folding of the anterior end of the body takes place. In this case, the folded end is not so long as in the other kind of the vermicular body (Fig. 48). These parasites, when completed their development, lift up the bent end, stretch themselves and go out of the corpuscle. The vermicle is hardly distinguished from that provided with round nucleus, in the behavior in the plasm.

But the body seems more refractile and devoid of distinct outline of the nucleus. The constriction of the body, while in motion, is observed here also. They are measured from 18 to 22 microns in length and 4 or 5 microns in breadth. As observed in stained preparations, the body is clear and quite homogeneous and an enormous nucleus in a shape of thick and twisted rod is observed running lengthwise the body (Fig. 49). Sometimes a few chromatin granules are observed in the body, but they are variable in several points and not so constant element of the parasite as that described by PROWAZEK (1907) and FRANÇA (1908) in allied forms.

It is of my opinion that these two represent sexually differentiated forms and each of them shows the character of the female and the male respectively. Though the vermiform stage of *Haemogregarina* species is of wider occurrence and the sexual phenomenon of their allied forms was described by BILLET (1900) and PROWAZEK (1907), the polymorphism of the vermicular form, as far as my knowledge goes, is not as yet reported. The dimorphism of our case, I think, is more conspicuous and shows no close resemblance to that of these cases. It is interesting to find very analogous case of dimorphism in *Trypanosoma lewisi*. The figures of sexually differentiated trypanosomes in the body of the rat lice *Haematopinus spinulosus* given by PROWAZEK (1905) and lately by BALDRAY (1909), resemble our case strikingly.

As to the further development of these vermicular parasites I did not succeed in getting any result worth reporting. I am of opinion that the conjugation between these two differentiated vermicles will take place in a certain intermediate host. I have, however, tried fruitlessly some experiments to affirm this premise.

### Leucocytozoal infection.

In the circulatory blood invaded cells are limited to the red blood corpuscle and is very seldom to find infested leucocytes, but in the organs, especially in the liver, many of them are observed harboring parasites. They invade chiefly the mononuclear cells (in the tortoise polymorphonuclear leucocyte is extremely rare) while the infection of the eosinophilia is comparatively rare. Though the leucocytozoal infection has been already reported by LAVERAN (1898), BÖRNER (1901), CASTELLANI and WILLEY (1904) and PROWAZEK (1907) in allied forms, these authors have given no exact statement on the parasite in this state. In my case all forms corresponding each

of the developmental stages in the red blood corpuscles are found, but there are some marked differences between them. Some ones are quite identical in its shape with those in the red blood corpuscles, but in the majority the body is of pear shape, and is bilaterally symmetrical. Another difference is that there is no trace of the "knife form". Furthermore I take it rather reasonable to find no bending of the body in pear shaped parasites.

CASTELLANI and WILLEY (1904) attributed this to the phagocytosis, but I believe that these are also normal infection, and can show several reasons against their view. First, in this species there is no free form except the specially differentiated vermicular form, the merozoite and very young forms. Thus it would rather be strange that phagocytosed forms are found in several stages of development. In the second place, it is very seldom to find degenerated forms in the leucocytes. It is true that they are not strictly identical with the forms in the red blood corpuscle, but the differences are by no means signs of degeneration. The most interesting fact, supporting my view, is that they are often found in the eosinophilia.

During recent years several kinds of leucocytozoal parasites have been reported, and their systematic position is not yet decidedly fixed. To that question our case seems to throw some light upon. Let us review here the remarks of authors on comparatively well known species of these forms, *i. e.*, *Leucocytozoon canis* reported by BENTLEY (1905), JAMES (1905), WENYON (1906) and CHRISTOPHERS (1907), and *Leucocytozoon funambuli* studied by PATTON (1906). These two forms are found very much resembled the leucocytozoal form of our case. The shape of their body, their mode of multiplication (studied by CHRISTOPHERS), the characters of the vermicular form and relation to the nucleus of the host cell are quite identical to our case. As to their systematic position JAMES remarked as follows; "while it undoubtedly has affinities with the haemogregarines the fact that it is parasitic upon the leucocytes and it represents a hitherto entirely unknown form of mammalian blood infection would seem to justify its recognition as the type of a new genus." PATTON also remarked that, "the parasite is highly specialised, in that it selects the large mononuclear leucocytes for its host" and basing upon this fact, he proposed the name "*Leucocytozoon funambuli*" for his species. CHRISTOPHERS, on the other hand, did not take the fact that the parasite attacks the leucocyte, for a sufficient reason to establish a new genus, and classified his form under *Haemogregarina* of LAVERAN



(it concludes three genera of other authors, *i. e.*, *Lankesterella*, *Karyolysus* and *Haemogregarina*). Going further he pointed out the capacity of attacking the nucleus and pushing their way into it, and diagnosed it to represent the mammalian form of *Karyolysus*. In our case the parasite is observed adhering closely or sometimes thrusting into the nucleus, but it differs from the resembling fact observed in forms of *Karyolysus*. Here it is mainly due to the consistency of the cell body, the structure and forms of the nucleus, not to the invading or attacking capacity of the parasite itself, as in the case of *Karyolysus*. The figures given by JAMES, PATTON, CHRISTOPHERS and WENYON are quite similar to our case and I can not agree with above view of CHRISTOPHERS. Unfortunately I could not find any "knife form" in our case but PATTON and WENYON reported its existence in forms studied by them. Thus it is of my opinion that these forms will be classified under the genus *Haemogregarina*, until more is known of the life history of both these forms and *Haemogregarina*.

#### Systematic position.

As admitted by some authors, it seems probable that various stages of development of one species were described by different authors under different names. The life cycle of these forms is followed in only a few forms and in the majority of reports the description is limited in a few developmental stages. Moreover some authors do not pay much attention in identifying their forms. For these reasons, there are many species having no sufficient criteria for identification. In the case of *Haemogregarina* parasitic in *Chelonia* ten specific names are counted. The species reported here is decidedly different from well known species such as *Haemogregarina stepanowi*, *Haemogregarina labbei* and *Haemogregarina mesnili*, but I would rather not identify with any of imperfectly described forms, and I propose the name "*Haemogregarina* species of common japanese tortoise" for its future reference.

Before closing this report, I should like to take this opportunity of acknowledging my great indebtedness to Prof. Dr. KITASATO and Prof. Dr. MIYAJIMA for the help and advice they have so willingly given me.

Tokyo, Sept. 1909.

## References.

- 1) BALDREY (1909): Versuche und Beobachtungen über die Entwicklung von Trypanosoma lewisi in der Rattenlaus Haematopinus spinulosus. Arch. f. Protistenk. XV.
- 2) BILLET (1900): Sur un hématozoaire endoglobulaire des Platydactylus. C. R. de la Soc. de Biol. LII Paris.
- 3) — (1904): Sur le Trypanosoma inopinatum de la grenouille verte de l'Algérie et sa relation possible avec les Drepanidium. C. R. de la Soc. de Biol. LVII Paris.
- 4) BONNET and EYMARD (1900): Sur l'évolution de l'Eimeria nova. C. R. de la Soc. de Biol. Paris.
- 5) BÖRNER (1901): Untersuchungen über Hämosporidien. I. Ein Beitrag zur Kenntnis des Genus Haemogregarina. Zeitschr. f. wiss. Zool. LXIX.
- 6) CASTELLANI and WILLEY (1904): Observations on the Haematozoa of Vertebrates of Ceylon. Spolia Zeylanica II.
- 7) CHRISTOPHERS (1905): Haemogregarina gerbilli. Scient. Mem. by the Offrs. of the Med. and San. Depart. of the Gov. of India No. 18.
- 8) — (1906): Leucocytozoön canis. Scient. Mem. by the Offrs. of the Med. and San. Depart. of the Gov. of India No. 26.
- 9) — (1907): The sexual cycle of Leucocytozoön canis in the Tick. Scient. Mem. of the Offrs. of the Med. and San. Depart. of the Gov. of India No. 28.
- 10) DANILEWSKY (1885): Die Hämatozoen der Kaltblüter. Arch. f. mikr. Anat. XXIV.
- 11) FANTHAM (1906): Lankesterella tritonis n. sp., a Haemogregarine from the blood of the Newt, Triton cristatus (Molge cristata). Zool. Anz. XXIX.
- 12) FRANÇA (1908): Quelques notes sur l'Haemogregarina splendens. Archivos do Real Instituto Bacteriologico Camara Pestana II.
- 13) HINTZE (1902): Lebensweise und Entwicklung von Lankesterella minima. Zool. Jahrb. XV.
- 14) JAMES (1905): On a parasite found in the white blood corpuscle of the blood of the dog. Scient. Mem. by the Offrs. of the Med. and San. Depart. of the Gov. of India No. 14.
- 15) JOLLOS (1909): Multiple Teilung und Reduktion bei Adelea ovata. Arch. f. Protistenk. XV.
- 16) LAVERAN (1898): Contribution à l'étude de Haemogregarina stepanovi. C. R. de la Soc. de Biol. Paris.
- 17) — (1905): Haemocytozoa. Essai de classification. Bull. de l'Inst. Pasteur III.
- 18) LUTZ (1901): Über die Drepanidien der Schlangen. Centralbl. f. Bakt. XXIX.
- 19) MOROFF (1907): Untersuchungen über Coccidien. I. Adelea zonula n. sp. Arch. f. Protistenk. VIII.
- 20) PATTON (1906): On a parasite found in the white corpuscles of the blood of Palmsquirrels. Scient. Mem. of the Offrs. of the Med. and San. Depart. of the Gov. of India No. 24.
- 21) PÉREZ (1903): Le cycle évolutif de l'Adelea mesnili, Coccidie coelomique parasite d'un Lépidoptère. Arch. f. Protistenk. II.
- 22) POPOVICI-BAZNOȘANU (1907): La forme mobile des Hémogregarines des Chélonées. Zool. Anz. XXXI.

- 23) PROWAZEK (1905): Studien über Säugetiertrypanosomen. I. Arb. a. d. kaiserl. Gesundheitsamt XXII.
- 24) — (1907): Untersuchungen über Hämogregarinen. Arb. a. d. kaiserl. Gesundheitsamt XXVII.
- 25) ROSENBUSCH (1909): Trypanosomen-Studien. Arch. f. Protistenk. XV.
- 26) SCHAUDIN (1902): Studien über krankheitserregende Protozoen. I. *Cyclospora caryolitica* S., der Erreger der perniciosen Enteritis des Maulwurfs. Arb. a. d. kaiserl. Gesundheitsamt XVIII.
- 27) — (1902): Studien über krankheitserregende Protozoen. II. *Plasmodium vivax*, der Erreger des Tertianfiebers beim Menschen. Arb. a. d. kaiserl. Gesundheitsamte XIX.
- 28) SIEDLECKI (1899): Etude cytologique et cycle évolutif de *Adelea ovata*. Ann. de l'Inst. Pasteur XIII.
- 29) SIMOND (1901): Contribution à l'étude des hématozoaires endoglobulaires des reptiles. Ann. d. l'Inst. Pasteur XV.
- 30) WENYON (1906): Report on Dr. P. N. GERRARD'S preparations accompanying the foregoing communication. Journ. of Hygiene VI.

### Explanation of Plate.

#### Plate XVI.

Figs. 1—47. GIEMSA'S stain.  $\times 1200$ .

Figs. 48 and 49. Haematoxylin stain.  $\times 1600$ .

- Figs. 1 and 2. Young indifferent forms.
- Figs. 3—5. Binary division.
- Fig. 6. Four parasites in a single blood corpuscle.
- Figs. 7 and 8. Young forms in "knife form".
- Fig. 9. Parasite bending its anterior end.
- Figs. 10 and 11. Individuals in liver, unbending bent end.
- Fig. 12. Mature indifferent form.
- Figs. 13—22. Schizogony producing large number of merozoites. (Figs. 13 and 14. Forms in circulatory blood. Figs. 15—22. Forms in liver.)
- Figs. 23—30. Schizogony producing small number of merozoites.
- Fig. 31. Merozoite (male form).
- Figs. 32—39. Development of vermicule of male character.
- Figs. 40—44. Development of vermicule of female character.
- Figs. 45—47. Leucocytozoal infection.
- Fig. 48. Indifferent form.
- Fig. 49. Young schizont producing large number of merozoites.

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten.  
Leiter: Medizinalrat Prof. Dr. Nocht.)

## **Ein Parasit von *Colpoda cucullus*.**

Von

**Dr. Richard Gonder,**

Assistent am Institut.

(Hierzu 2 Textfiguren.)

Im Sommer dieses Jahres trat in einer der Heuinfusionen, die ständig im zoologischen Laboratorium unseres Instituts für Studienzwecke gehalten werden, ganz spontan ein Parasit auf, der für das Weiterleben der Colpoden verhängnisvoll wurde. Mit dem Erscheinen des Parasiten verschwanden in der infizierten Heuinfusion von einem Tag auf den nächstfolgenden die Colpoden. Von der infizierten Heuinfusion wurde das Wasser abgegossen, der Rückstand getrocknet und einer zweiten, frisch angesetzten Heuinfusion, die anfangs *Colpoda* in großer Zahl enthielt, zugefügt. Die Parasiten traten in dieser zweiten, künstlich infizierten Heuinfusion wiederum auf, und fast mit diesem Auftreten verschwanden auch die Colpoden aus der Infusion. Wir mußten also in dem Parasiten den gefährlichen Gast erblicken, der die Colpoden verdrängte, resp. vernichtete. Weitere Versuche mißlangen allerdings. Wir konnten in unseren Heuinfusionen den Parasiten auch bis jetzt nicht mehr wiederfinden.

Die Parasiten befallen, wie Fig. 1 zeigt, die Colpoden häufig in ungeheurer Anzahl. Sie besitzen eine runde bis ovale Gestalt und sind von verschiedener Größe. Die kleinsten, welche gefunden

wurden, maßen in der Länge  $4,5 \mu$ , in der Breite  $4 \mu$ , die größten  $8,5 \mu$  in der Länge und  $6-7 \mu$  in der Breite. Das Vorderende des Parasiten, womit der sich anheftende Teil des Parasiten gemeint ist, ist meist etwas zugespitzt, wie von Colpoden losgerissene Formen

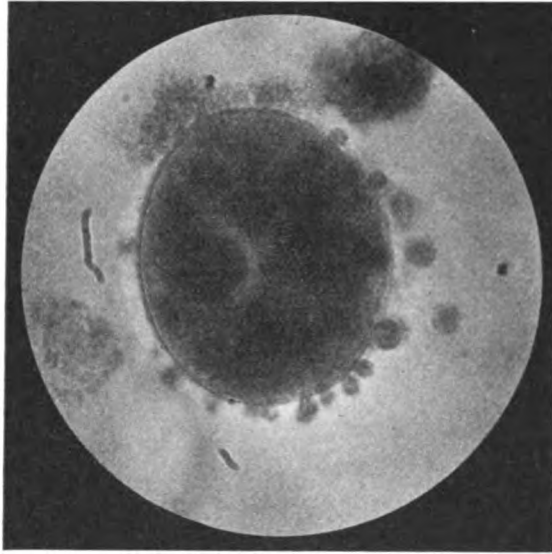


Fig. 1. *Colpoda cucullus* mit vielen Parasiten.

zeigen (Textfig. 2b). Angeheftet erscheint das Vorderende etwas abgeplattet (Textfig. 1a), der Parasit dringt mit diesem Ende durch die Pellicula bis in das Endoplasma ein (Textfig. 1a).

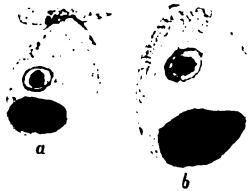


Fig. 2. Parasit von *Colpoda cucullus*. (ZEISS Apochr. Vergr. 1:1000.)

Obwohl keine freien Geißeln und Cilien nachzuweisen waren, deuten die feinen Strukturen der Pellicula auf ein Cilienkleid hin: besonders gut trat diese Streifung mit deutlich eingelagerten Körnchen in den mit Hämatoxylin gefärbten Präparaten auf. Ganz in dem Vorderende an der Spitze liegen 1 oder 2 mit Hämatoxylin

sich tiefschwarz färbende Körnchen, die möglicherweise Ausgangspunkte einer freien Geißel sind.

Der Kern ist deutlich bläschenförmig von runder Gestalt und besitzt ein großes, sich intensiv färbendes Karyosom. Von weiteren Einschlüssen ist ein im Hinterende liegender, mit Kernfarbstoffen sich ebenfalls färbender Körper zu erwähnen, dessen Natur nicht festzustellen war. Seine Größe ist proportional der Größe der Parasiten. Im Leben erscheint er sehr stark hell lichtbrechend. In Alkohol war er unlöslich, dagegen löste ihn Essigsäure ein wenig auf. Farbstoffen gegenüber verhält er sich ebenso wie der Kern, nur viel gleichmäßiger. Er ließ keinerlei Strukturen erkennen.

Zu Anfang der frisch angesetzten Heuinfusion finden sich in größerer oder kleinerer Zahl sehr häufig *Colpoda*-Cysten. v. PROWAZEK, welcher die *Colpoda*-Cysten einer der infizierten Heuinfusionen untersuchte, fand einmal in einer Cyste einen großen Einschluß, der zwischen den Kernen lag. Möglicherweise ist dieser Einschluß in Zusammenhang mit dem Ectoparasiten zu bringen.

Über die Stellung des Parasiten kann man aber, solange der Entwicklungsgang des Parasiten nicht klargelegt ist, kaum etwas sagen. RHUMBLER erwähnt von *Colpoda*-Cysten sogenannte Sporocysten, die aber von BÜTSCHLI und DOFLEIN übereinstimmend Kritik erfahren haben. BÜTSCHLI warnte vor Irrtümern, die leicht dadurch entstehen können, daß Entwicklungsstadien von Parasiten mit in den Entwicklungsgang der Infusorien hineingebracht werden. DOFLEIN erwähnt kleine Einschlüsse in den *Colpoda*-Cysten, aus denen Myxamöben und Myxoflagellaten auskrochen. Vielleicht gehören unsere Parasiten in die Gruppe der Myxoflagellaten oder Chytridien. Von letzteren sind ebenfalls Schwärmersporen bekannt. Da keinerlei Tentakel wahrgenommen wurden, werden unsere Parasiten kaum mit den von STEIN u. a. bereits beschriebenen, auf *Paramäcium* und anderen Infusorien parasitierenden Suctorien, *Sphaerophrya* und *Endosphaera* etwas zu tun haben.

---

### Literaturverzeichnis.

- BÜTSCHLI: Protozoa. in: BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreichs.  
DOFLEIN: Das System der Protozoen. Arch. f. Protistenkunde Bd. 1 1902.  
RHUMBLER: Die verschiedenen Cystenbildungen und die Entwicklungsgeschichte der holotrichen Infusoriengattung *Colpoda*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 46 1888.

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a. S.

















Princeton University Library



32101 074861483

