



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.

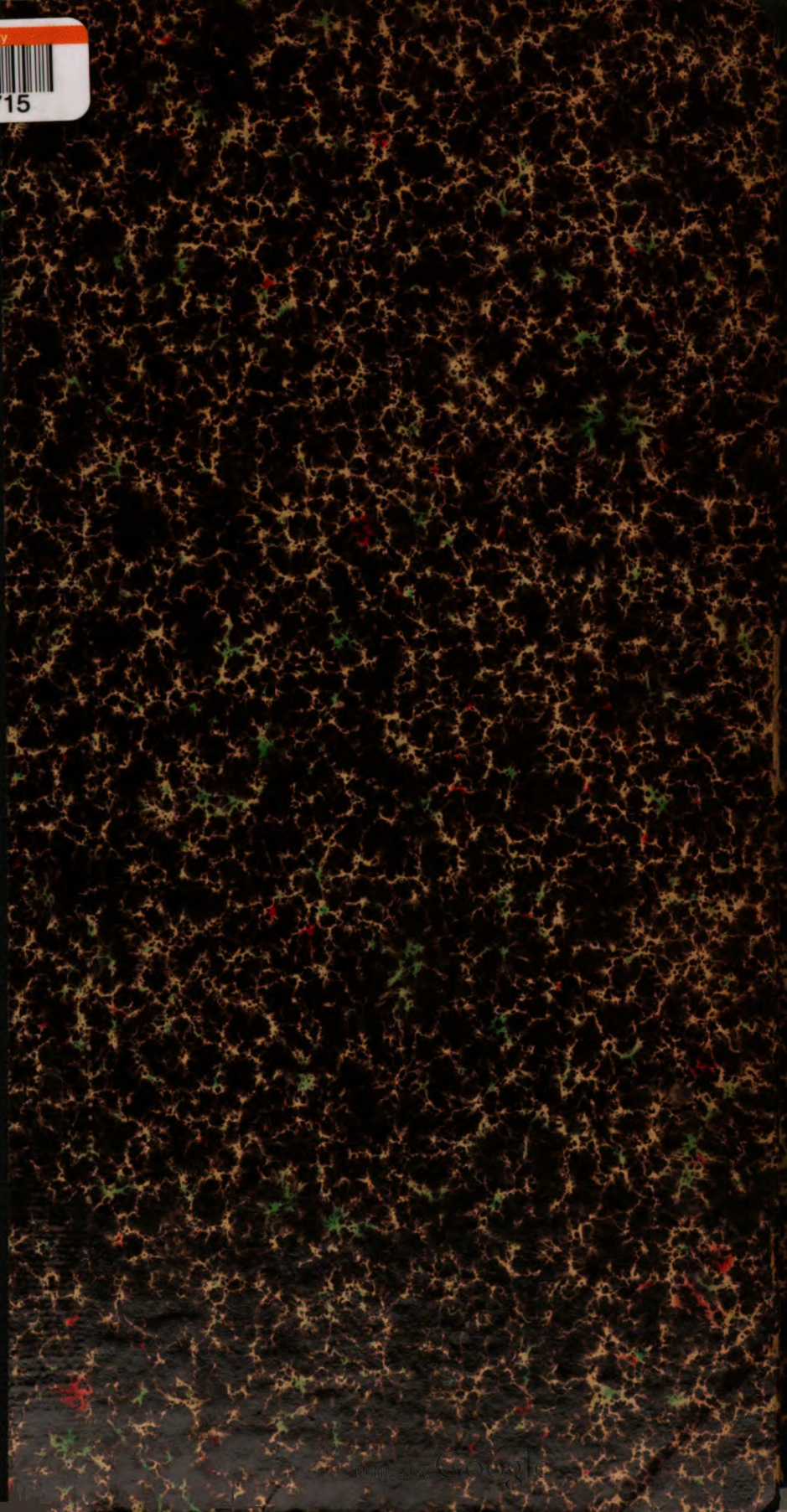
Über Google Buchsuche

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.

Princeton University Library



32101 074861715



3852
128



Library of



Princeton University.

Presented by
Charles Williston M. A. Alpin,
Class of '88.



gle

Archiv
für
Protistenkunde

Begründet von

Fritz Schaudinn

herausgegeben von

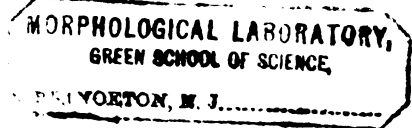
Max Hartmann und **Adolf Pascher**

Berlin

Prag

40. Band

Mit 21 Tafeln und 25 Abbildungen im Text



Jena
Verlag von Gustav Fischer

1919/20


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

Inhaltsübersicht.

Erstes Heft.

(Ausgegeben am 1. August 1919.)

Abhandlungen:

	Seite
VONWILLER, P.: Über den Bau des Plasmas der niedersten Tiere. II. <i>Lycogala epidendron</i> . (Mit Tafel 1 und 3 Textfiguren)	1
OEHLER, RUD.: Flagellaten- und Ciliatenzucht auf reinem Boden	16
SCHUURMANS STEKHOVEN jr., J. H.: Die Sexualität der <i>Myxosporidia</i> . (Mit Tafel 2 u. 3 und 5 Textfiguren)	27
SCHIFFMANN, OLGA: Über die Fortpflanzung von <i>Gregarina blattarum</i> und <i>Gregarina cuneata</i> . (Mit Tafel 4 und 5 Textfiguren)	76

Kleinere Mitteilungen:

HIRSCH, C. A. ERWIN: Für Haeckel!	97
---	----

Besprechungen:

PASCHER, A.: Über die <i>Myxomyceten</i>	103
—: Über amöboide Gameter, Amöbozygoten und diploide Plasmodien bei einer <i>Clamydomonadine</i>	108
DOFLEIN, FRANZ: Zell- und Protoplasmastudien. II. Untersuchungen über das Protoplasma und die Pseudopodien der Rhizopoden	109
BRESSLAU, E.: <i>Systytis Hoffi</i> n. gen. n. sp., eine neue Vorticellide. 1. Mitteilung über die Tierwelt kurzfristiger Wasseransammlungen („Rasenaufgüsse“)	110
NOCHT, BERNHARDT und MAYER, MARTIN: Die Malaria	111
ZUELZER, MARGARETE: Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Entwicklung der WEIL'schen Spirochäte	111

Zweites Heft.

(Ausgegeben am 20. November 1919.)

Abhandlungen:

STEMPELL, W.: Untersuchungen über <i>Leptotheca coris</i> n. sp. und das in dieser schmarotzende <i>Nosema marionis</i> THÉL. (Mit Tafel 5—12 und 1 Textfigur)	113
--	-----

SEP 30 1920 438621

(RECAP)
 82
 83.52
 112.9.21.1
 29.40
 112.9.21.1

	Seite
SCHUURMANS STEKHOVEN jr., J. H.: Die Teilung der <i>Trypanosoma brucei</i>	
PLIMMER u. BRADFORD. (Mit Tafel 13 u. 14)	158
SPEETH, CAROLINE: Über Kernveränderungen bei <i>Actinosphaerium</i> in Hunger- und Encystierungskulturen. (Mit Tafel 15 u. 16 und 5 Textfiguren)	181

Drittes Heft.

(Ausgegeben am 26. Januar 1920.)

Abhandlungen:

BUSCH, WERNER: <i>Quasillagilis</i> , ein neues Ciliatengenus aus dem Schwarzen Meer. (Mit Tafel 17 u. 18)	221
SCHMIDT, W. J.: <i>Sphaerobactrum Warduae</i> , ein kettenbildender Ciliat. (Mit Tafel 19)	230
SCHMIDT, WILHELM: Untersuchungen über <i>Octomitus intestinalis truttae</i> . (Mit Tafel 20 u. 21)	253

Kleinere Mitteilungen:

MAYER, MARTIN: Zur Cystenbildung von <i>Trichomonas muris</i> . (Mit 6 Textfiguren)	290
---	-----

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Über den Bau des Plasmas der niedersten Tiere.

II.

Lycogala epidendron.

Von

Dr. med. et phil. **P. Vonwiller**, Privatdozent,
Prosektor am anatomischen Institut der Universität Würzburg.

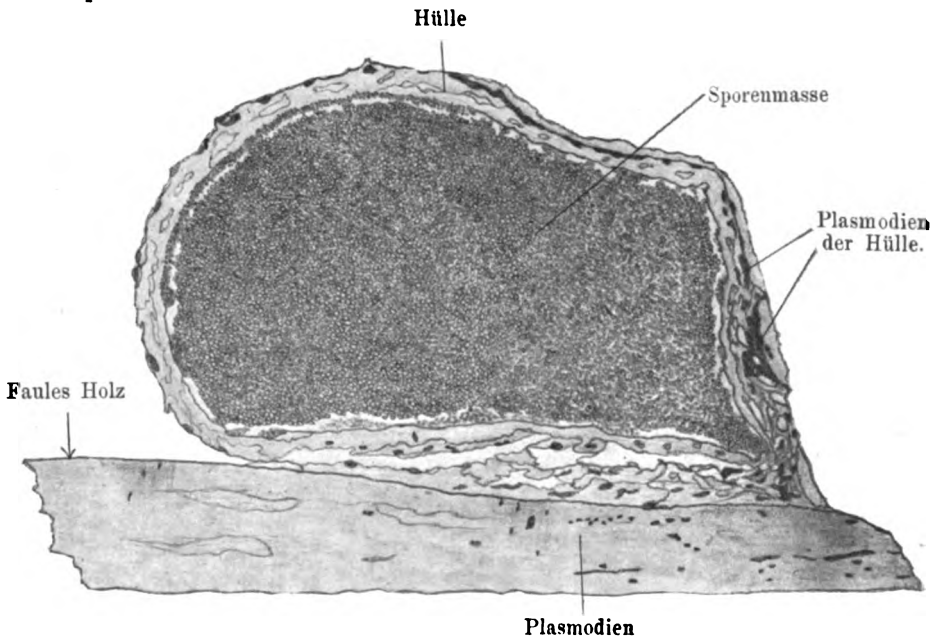
(Hierzu Tafel 1 und 3 Textfiguren.)

Dieser nicht seltene Schleimpilz bot in mancher Hinsicht bemerkenswerte Eigenschaften, die unser Bild vom Plasma der niedersten Tiere zu vervollständigen geeignet sind. Einmal gelang es mir auch junge noch fleischrote Sporangien aus dem Zellerwald bei Würzburg frisch zu fixieren. In Formol verloren sie bald ihre rote Farbe und wurden rein weiß. Reife Exemplare fand ich häufiger in den Wäldern um Würzburg und erhielt auch weiteres Material von Herrn Dr. von SCHOENAU in München und Herrn Lehrer MEYLAN in St. Croix.

In der Regel auf einer Unterlage von faulem Holz sitzt das halbkugelige bis kugelige Sporangium breit auf, meist zu mehreren in Gruppen vereint, und schon makroskopisch können wir die Hülle und ihren Inhalt, die Sporenmasse, unterscheiden. VAN BAMBECKE¹⁾ meist darauf hin, wie wenig anatomische Einzelheiten von diesem Schleimpilz bekannt und abgebildet worden sind, welchem Mangel die vorliegende Schrift teilweise abhelfen soll.

Zuerst wollen wir uns an Hand eines senkrechten Durchschnit-tes durch ein ganzes, reifes Sporangium eine Vorstellung von seinem Bau machen. Auch die Unterlage ist in

unserem Objekt mitgeschnitten (Textfig. A.). Dort finden sich in den im Übrigen leeren Zellen des vermoderten Holzes reichlich kleine Plasmodien einzeln oder in Reihen in den länglichen Holzzellen angeordnet, und die nach ihrer großen Übereinstimmung mit den gleich zu beschreibenden Plasmodien der Hülle ebenfalls als *Lycogala*-Plasmodien betrachtet werden müssen. Der Unterlage aus faulem Holz sitzt das Sporangium auf, das von einer dicken Hülle bekleidet wird, in deren äußerer Schicht wir wieder kleine Plasmodien finden. Eingeschlossen von der Hülle finden wir die zahllosen kleinen Sporen und zwischen ihnen, bei stärkerer Vergrößerung, eine Anzahl von verzweigten und teilweise kolbig endenden Capillitiumfasern.



VAN BAMBECKE ¹⁾ veröffentlichte 1912 eine hauptsächlich mit der Hülle von *Lycogala* sich beschäftigende Abhandlung. Zwar handelt es sich um die seltenere Art *flavo-fuscum* und es standen ihm nur wenige, reife Exemplare zur Verfügung. Aber man darf aus seinen Ausführungen entnehmen, daß tiefgreifendere anatomische Unterschiede im Bau der Hülle der beiden Arten *epidendron* und *flavo-fuscum* nicht vorkommen.

Unter Hinweis auf die Seltenheit guter Bilder von den Bauteilen von *Lycogala* (solche finden sich bei EHBENBERG, ZOPF, LISTER, ROSTA-

Nach ZOPF soll das Vorhandensein dieser „Excretblasen“ in großer Zahl *flavo-fuscum* vor *epidendron* auszeichnen, und sie sollen gelben bis braunen Farbstoff enthalten. LISTER nennt sie „gelbe Blasen“, ebenso TORREND.

Dagegen hat MACBRIDE⁹⁾ protoplasmatische Massen darin gesehen, bald einfach körnig, bald mit einem oder mehreren Kernen, zuweilen in zahllose kleine Zellen zerfallen, die in Größe und Aussehen den gewöhnlichen Sporen gleichen, „die Protoplasmamassen, welche die sogenannten Bläschen erfüllen, sind einfach Sporenplasma in verschiedenen Phasen von aufgehaltendem Wachstum“. Nach LISTER 1911 degenerieren diese Plasmodien.

VAN BAMBECKE hingegen fand in seinen Präparaten nichts, was eine solche Vielgestaltigkeit der Blasenschicht angedeutet hätte. Er findet dafür eine Spur Glykogen, — wie ja auch ERRERA und seine Schüler Glykogen in verschiedenen Myxomyceten, besonders in Plasmodien und Sporen, auch bei *Lycogala epidendron*, festgestellt hatten. VAN BAMBECKE nennt die Gebilde „Excretblasen“.

3. Schicht: Innere Röhrenschicht; nach innen von der Blasenschicht sah VAN BAMBECKE röhrenförmige Bildungen, welche in gewisser Beziehung an diejenigen der äußeren Röhrenschicht erinnerten; aus diesen bildete er die innere Röhrenschicht, die im allgemeinen weniger dick ist als die äußere. Die Blasenschicht trennt die innere und die äußere Röhrenschicht von einander.

4. Schicht: Innere Schicht 18—30 μ dick, nach LISTER homogen, nach VAN BAMBECKE homogen bis auf eine 1—2 μ starke, sich mit Safranin stark färbende Schicht. Mittelst AMMANN'S Lactophenol konnte er darin eine feine Tüpfelung mit Ausnahme der innersten homogenen 3—6 μ dicken Schicht erkennen. Diese Schicht wird vom Capillitium durchsetzt, dessen Fasern sich in der inneren Röhrenschicht einpflanzen.

DE BARY²⁾ entnehme ich (S. 71, und Fig. 3, Taf. 6), daß schon die zum Plasmodium zusammentretenden Stränge von einer „strukturlosen derben Haut umzogen“ sind, von der wir vermutlich die innerste Schicht der Rinde ableiten müssen. DE BARY sagt weiter: die nächstälteren zur Untersuchung gekommenen Exemplare zeigten schon Rinde und Capillitium von gleicher Zusammensetzung wie bei der Reife, wenngleich noch aus zarteren Elementen bestehend“ — — — „Die Zwischenstufen von dem gleichförmigen Geflecht bis zu dem letztbeschriebenen Zustand scheinen sehr schnell durchlaufen zu werden. Nach den gefundenen Tatsachen läßt sich vermuten, daß die peripherischen Stränge des primitiven Geflechts teils zu den großen

warzenförmig vorspringenden Blasen der reifen Außenrinde, teils indem sie den Inhalt verlieren und ihre Membran eigentümlich verdicken, zu den Röhren werden, aus denen jene zum größeren Teile besteht und welche sich als Capillitium in das Innere des Fruchtkörpers fortsetzen.“

Die auseinandergehenden Beschreibungen der Autoren erklärt VAN BAMBECKE als das Ergebnis der Untersuchung verschiedener Varietäten.

Meine Erklärung ist nun allerdings eine andere. Ich führe diese Verschiedenheiten darauf zurück, daß verschiedene Stadien desselben Objekts, dazu allerdings noch mit reichlich verschiedenen Methoden untersucht wurden, — und ich werde im Folgenden zeigen, daß alle diese verschiedenen Bilder in eine Entwicklungsfolge hineingehören. Jedenfalls geht aus alledem hervor, daß eine wirkliche Erklärung dieser komplizierten Hülle nur auf entwicklungsgeschichtlicher Grundlage möglich ist. Dies zu zeigen und einiges neue Material beizusteuern ist der Zweck der folgenden Zeilen.

Mir scheint es nun zweckmäßig, diese komplizierte Hülle folgendermaßen zu zerlegen: Wir unterscheiden eine innere und eine äußere Grenzschicht. Die äußere bildet die Grenze des ganzen Pilzes gegen die Außenwelt und die innere die Grenze gegen den Inhalt, die Sporenmasse. Zwischen diesen beiden Grenzschichten liegt eine Mittelschicht, die selber wieder in mehrere Unterabteilungen zerfällt.

Nun wollen wir an Hand eines senkrechten (Fig. 1.) Durchschnittes durch die Hülle eines makroskopisch noch rot gefärbten, unreifen *Lycogal*-pilzes die einzelnen Schichten beschreiben, in der Reihenfolge von außen nach innen. Zunächst finden wir die

A. Äußere Grenzschicht. Sie fehlt in den früheren Beschreibungen. Bei ROSTAFINSKI tritt sie uns in Fig. 1 Tafel 1 nur als dunkler, dicker Rand entgegen. Tatsächlich aber zeigt sie bei unserem Objekt einen sehr deutlichen typischen Bau, den wir, da ja die Oberfläche an vielen Stellen, besonders wo Rindenplasmodien darunter liegen, uneben und bucklig vorgewölbt ist, — auf dem gleichen Schnitt an senkrechten, schrägen und wagrechten Durchschnitten untersuchen können. Sie erweist sich dann als zusammengesetzt aus kleinen, in einer Schicht angeordneten, im senkrechten Durchschnitt viereckig begrenzten Kämmerchen; im Schräg- und Flachschnitt entsteht eine bienenwabenartige Anordnung. Ihre Dicke beträgt etwa 8μ .

Bei älteren Sporangien verschwindet diese Anordnung und es entsteht das von ROSTAFINSKI wiedergegebene Bild.

Dieser Schicht liegen mit ihrer nach außen gewendeten Seite die oberflächlichsten Plasmodien so eng an, daß man die Entstehung dieser Grenzschicht mit großer Wahrscheinlichkeit auf diese Plasmodien zurückführen kann.

B. Mittelschicht. Sie umfaßt das Gebiet zwischen äußerer und innerer Grenzschicht und zerfällt in mehrere Unterabteilungen die wir in der Reihenfolge von außen nach innen durchmustern wollen.

a) Die Schicht der Hüllenplasmodien. Sie liegen zum Teil, wie wir schon sagten, oberflächlich nur von der äußeren Grenzschicht bedeckt, zum Teil auch etwas tiefer, in Hohlräumen mit scharf ausgesprochenem Rand. In vielen Fällen füllen sie diese Hohlräume völlig aus, in anderen bleiben Spalten oder größere Räume frei. Die Dicke dieser Schicht mißt 20—50 μ . Diese Plasmodien, die auch schon von MACBRIDE und LISTER gesehen worden waren, bilden ein äußerst fesselndes Objekt für Plasmastudien. Sie finden sich auch in der Fußplatte, welcher Teil der Hülle überhaupt keine grundsätzlichen Unterschiede von der übrigen Hülle zu zeigen scheint. Sie enthalten Kerne, welche sich leicht und sehr dunkel färben und ein Plasma, das die Farben, z. B. Eosin und Eisenhämatoxylin kräftig festhält. Bei den kleinsten Plasmodien fanden sich wenige bis zu 20 Kernen, bei mittleren 20—50, bei den größeren übersteigt ihre Zahl oft 100, wie Zählungen an Flächenpräparaten der Hülle ergaben.

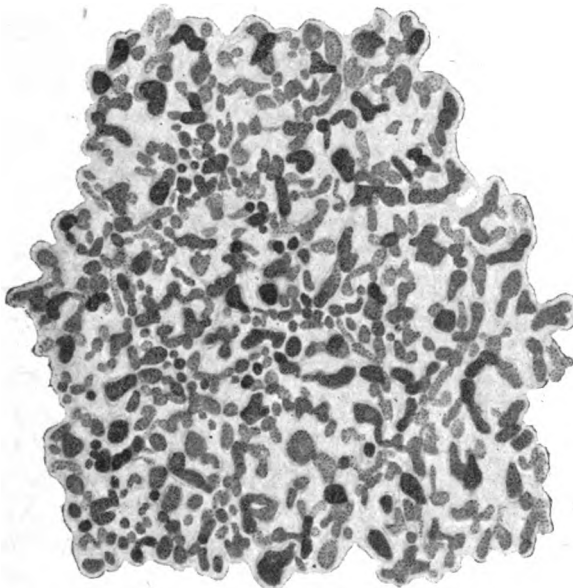
Im Plasma beobachtet man verschiedene körnerartige Einschlüsse, die mit geeigneten Färbemethoden sich näher erkennen lassen. Einmal erkennen wir mit Hilfe der Osmiumsäure einen überaus starken Gehalt an fettartigen Stoffen, so reichlich, daß die Plasmodien schwarz erscheinen. Fixieren wir dagegen die Pilze mit Kalibichromatformol und befreien sie durch Alkohol von ihrem Fett, so können wir mit geeigneten Methoden die Sphäroplasten leicht auffinden, die in großer Zahl und von rundlicher Gestalt das Plasma erfüllen.

An Schnitten von älteren Sporangien beobachtet man abnehmende Färbbarkeit der Kerne, und das Plasma fällt der von LISTER beschriebenen Degeneration anheim, wobei es sich in die auch von VAN BAMBECKE gesehene gelbbraune Masse verwandelt.

Flächenbilder vom gleichen unreifen Material (Textfig. B) geben weiteren Aufschluß. Sie zeigen die große Menge der Plasmodien und ihre genauere Form. Manche sind rundlich-oval, andere

aber deutlich langgestreckt und zum Teil auch dreiteilig gegabelt. Viele liegen zu zweit oder zu dritt reihenförmig dicht aneinander. Die kleinsten maßen $9\ \mu$ im Durchmesser, die größten waren bis zu $160\ \mu$ lang. Oft überdecken sie sich gegenseitig. (Textfig. B und Fig. 2.)

Diese Flächenpräparate wurden so hergestellt, daß die Hülle abgezogen und unter dem Doppelmikroskop mit einem feinen Pinsel sorgfältig von den anhaftenden Capillitiumfäden und Sporen gereinigt wurde. Darauf wurde das in Formol konservierte Objekt mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt und in Balsam untersucht.



Textfig. B.

Bei zum Vergleich herangezogenem reifem Formolmaterial gelang es die Hülle unter Zurücklassung der inneren Grenzschicht ab-zuziehen und sie auf obige Weise weiter zu behandeln. Es zeigte sich, daß die „Excretblasen“ viel weiter auseinanderliegen ($100\text{--}200\ \mu$) und viel weniger zahlreich sind als die Plasmodien der unreifen Hülle. Bei den von VAN BAMBECKE untersuchten *flavo-fuscum* Exemplaren dagegen stehen sie ziemlich dicht beisammen (vgl. seine Fig. 1 auf Taf. III).

b) Röhrenschicht. Sie besteht vor Allem (Fig. 1) aus einem röhrenförmigen System von Lufträumen mit doppelter Wand, und

die äußeren Wandschichten sind außerdem durch eine homogene Masse vereinigt. Die innere dünne Wandschicht gibt sich als scharfer Rand zu erkennen und gleicht der Wand, welche die Plasmodien der vorigen Schicht umgibt.

Sie ist vermutlich auch gleichen Ursprungs. Die äußere Wandschicht der Röhren ist dicker, etwa vom Durchmesser des Lumens, homogen, schwach färbbar, aber immer noch stärker als die verbindende Zwischensubstanz. In der reifen Hülle ist die äußere Wandschicht noch deutlicher (siehe z. B. die Abbildung von ROSTAFINSKI, Taf. 1, und de Bary Taf. 6 Fig. 3 und 4) und die Innenschicht zeigt nicht mehr einen glatten Rand sondern ist gekerbt. Bei der unreifen Hülle war ihre Dicke etwa 50—70 μ .

c) Feinkörnige Schicht. Scharf abgesetzt gegen die Röhrenschicht und die innere Grenzschicht besteht sie aus gleichmäßig verteilten feinen Körnern ohne irgendwelche weitere sichtbare Struktur. In der unreifen Hülle scheint sie dicker zu sein als in der reifen. Ich maß an der unreifen Hülle eine Dicke von 60—100 μ .

C. Innere Grenzschicht. Als dünner, scharfer, dunkler Saum bildet sie die innerste Hüllenschicht und die Grenze zwischen Inhalt der Hülle, der Sporenmasse, und der feinkörnigen Schicht (vgl. de Bary S. 71 und Taf. 6 Fig. 3 und 15).

Die Capillitiumfasern durchdringen ja in der Tat die feinkörnige und die innere Grenzschicht um in das Innere des Sporangiums zu gelangen. Dort finden wir sie schon in Stadien, wo der ganze Inhalt noch die Form eines Plasmodiums hat und dann selbstverständlich auch zur Zeit, wo das Sporenplasma in Sporen zu zerfallen beginnt. In diesem letzteren Stadium bemerkte ich an der Oberfläche der Capillitiumfäden mit Eosin stark färbbare Körnchen in einfacher Schicht. Auch im reifen Sporangium bildet das Capillitium einen wesentlichen Anteil des Inhalts.

Wenn wir nun einen Rückblick auf den Bau dieser komplizierten Hülle werfen, so können wir gewisse Ansichten über ihre Entstehung uns bilden.

Das Verhalten der Plasmodien, ihre Lage zur äußeren Grenzschicht, ihre anfänglich offenbar langgestreckte Gestalt, ihr nicht seltenes dreizipfliges Bild, die morphologisch offenbar nah mit den Hohlräumen, worin die Plasmodien stecken, zusammengehörenden Röhren der Röhrenschicht, aus welchen wieder die Capillitiumfasern hervorwachsen, selber wieder hohle Röhren mit häufiger Gabelung, verbunden mit der von DE BARY oben zitierten Ansicht, machen es äußerst wahrscheinlich, daß die ganze Außenrinde samt Capillitium

von den Rindenplasmodien aufgebaut wird, d. h. von der äußeren Grenzschicht bis und mit der Röhrenschicht. Die innere Grenzschicht leiten wir mit großer Wahrscheinlichkeit von DE BARY'S ursprünglicher Haut des Hauptplasmodiums ab.

Die Herkunft der feinkörnigen Schicht ist unsicher.

Im ganzen aber könnten wir eine Arbeitsteilung feststellen in dem Sinne, daß die Rindenplasmodien im wesentlichen die Stützsubstanzen, Hülle und Capillitium, und das Hauptplasmodium im wesentlichen die Sporen bildet, was hier besonders einleuchtend erscheint, weil die beiden Arten des Plasmodiums topographisch verschieden gelagert sind: Stützplasma und Sporenplasma sind deutlich unterschieden.

Jedenfalls geht aus alledem hervor, daß eine wirkliche Erklärung dieser komplizierten Hülle nur auf entwicklungsgeschichtlicher Grundlage möglich ist.

Diese Art der Entstehung des Capillitiums steht in einem Gegensatz zu der von KRÄNZLIN ⁶⁾ beobachteten Entstehung desselben bei den Trichiaceen und Arcyriaceen. Der Ort der Entstehung und die morphologisch gänzlich verschiedene Art der beiden Gebilde läßt aber auch eine Verschiedenheit der Entstehung verstehen. Nach unserer Auffassung wäre das Capillitium von *Lycogala* aufzufassen als eine — allerdings stark komplizierte Hüllenbildung des Stützplasmas, wie ja die Tatsache einer Hüllbildung auch beim Sporenplasma schon von DE BARY festgestellt worden ist.

Auch MASSEE ⁹⁾ ist der Ansicht, daß das Capillitium von den Hüllenplasmodien gebildet wird (S. 120) und regt auch eine systematische Berücksichtigung dieses Merkmals an (S. 121); er schlägt vor, wenn das Capillitium eine Fortsetzung der Rinde ist oder seine Entwicklung von der Rinde nimmt, die betr. Gruppe als PERITRICHEAE zu bezeichnen.

Der in der Hülle eingeschlossene Raum ist erfüllt von der Sporenmasse und den spärlichen Pseudocapillitiumfasern, welche von der Röhrenschicht herkommen und von der inneren Grenzschicht ihre äußere Hülle bekommen. Nach Entfernung der Sporen wird dieses Netzwerk besonders deutlich (siehe ROSTAFINSKI Taf. 1 Fig. 11).

Sporen.

Die Sporen sind oval und messen etwa 7 μ im längeren und etwa 4—5 μ im kürzeren Durchmesser. Sie keimen nur schwer.

DE BARY gelang es sie zur Keimung zu bringen. Auf Tafel 6 bildet er keimende Sporen und die Schwärmer ab.

Ihre Haut ist doppelt konturiert und durch feine Leisten, welche die beiden Konturen verbinden, in polygonale Felder eingeteilt. Die durch die Leisten hervorgerufene Felderung wird noch sehr viel deutlicher, wenn man frische Sporen mit Neutralrot oder tote und fixierte Sporen mit Eosin färbt. Beide Farbstoffe heben das aus polygonalen Maschen bestehende Netz besonders deutlich hervor.

Im Inhalt dieser Hülle, in der eigentlichen Zelle, können wir einen Kern nachweisen, dessen Durchmesser 2—3 μ beträgt und worin oft ein winziges, zuweilen auch mehrere Kernkörperchen sichtbar gemacht werden können, z. B. mit der Eisenhämatoxylinmethode. (Fig. 5.)

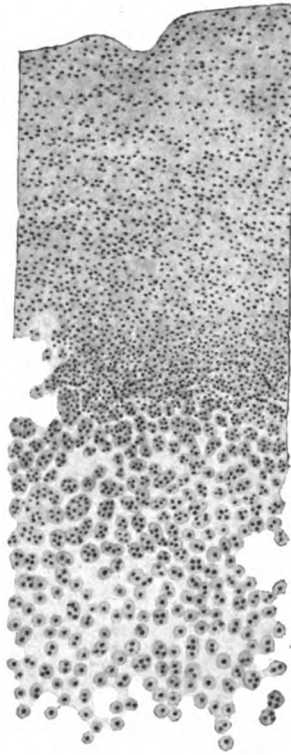
Neben dem Kern findet man hie und da eine Vakuole von etwa 2 μ Durchmesser.

Untersucht man frische Sporen von *Lycogala*, so findet man das Plasma von sehr zahlreichen kleinsten Körnchen getrübt, so daß man nur mit einiger Mühe im optischen Schnitt eine körnchenfreie Stelle, die Kerngegend, auffindet. Läßt man Osmiumsäure auf solche Sporen wirken, so färben sich die Körnchen schwarz und verdecken alle übrigen Einzelheiten. Ebenso werden auch ganze Stücke eines Fruchtkörpers, mit Osmiumsäure behandelt, völlig schwarz. Erst auf dünnsten Schnitten treten andere Einzelheiten wieder hervor. Auch in den Rindenplasmodien fanden wir mit Osmiumsäure sich schwarz färbende Körner. Dieses Verhalten gegen Osmiumsäure legt es nahe, an Fett zu denken. Diese Ansicht wird bestätigt durch das Verhalten der Körnchen in den Sporen gegen Alkohol und Aceton. In Alkohol absolutus lösen sie sich langsam, in Aceton sogleich. Namentlich bei Aceton tritt dann der Kern sofort scharf hervor und wird dabei auch der meist nur in der Einzahl vorhandene Sphäroplast sichtbar. Mit Sudan erzielt man leichte Gelbfärbung.

Man kann also mit gutem Grund behaupten, daß alle lebenden Teile des Pilzes, Sporen- und Stützplasma, sehr reichlich mit Fett beladen sind. Andererseits wissen wir durch die Untersuchungen von JAHN, daß man Myxcomycetensporen besonders leicht in Zuckerlösungen kultivieren kann. Ich habe unter Mitarbeit von Fräulein stud. med. M. CUYLEN sehr zahlreiche Kulturen von *Aethalium septicum*, *Reticularia* und *Stemonitis splendens* lange Zeit beob-

achtet und kann die Ergebnisse JAHN's bestätigen. Wenn dies auch bei *Lycogala* möglich sein sollte, so ständen wir vor der bemerkenswerten Tatsache, daß der Pilz auf einem Substrat, das keine nennenswerten Mengen von Fett enthält, dagegen verschiedene (sog. Lignosane) Zuckerarten, — aus diesem Zucker Fett in großer Menge bildet.

Schnitte aus einem Sporangium (Textfig. C) im Stadium der Sporenbildung zeigten teilweise noch unverändertes Plasmodium. Dann folgen Zonen eines etwas stärker färbbaren Plasmas mit zunehmender Gruppierung in Stränge und größere vielkernige, rundliche Ballen und darauf eine neue Zone mit sich nur wenig färbendem Plasma, die aus Zellballen mit nur noch wenigen Kernen zusammensetzt ist, aus welchen zuletzt die einkernigen Sporen hervorgehen, die sich alsbald mit der charakteristischen Hülle umgeben. In allen diesen Zonen finden wir im Plasma zahlreiche Sphäroplasten von sehr kleinen Dimensionen besonders reichlich in der stark färbbaren Zone. Die Arbeit von CONRAD³⁾ über die Sporenbildung bei *Lycogala* war mir leider trotz langen Suchens nicht zugänglich.



Textfig. C.

An der Oberfläche der Capillitiumfäden liegen in dichter Lage stark mit Eosin färbbare Körnchen.

Nun haben wir in der ersten Mitteilung über unseren Gegenstand (1918) gesehen, daß in allen Stadien des Entwicklungskreises von *Aethalium septicum* Sphaeroplasten vorhanden sind, woraus wir schon schließen durften, daß sie offenbar einen wesentlichen Teil des Plasmas ausmachen, wie das für alle Protozoen und das Plasma überhaupt auch aus der Arbeit von FAURÉ⁵⁾ hervorgeht. Die nähere Untersuchung von *Aethalium*sporen und Schwärmern hatte uns zur Vermutung Anlaß gegeben, daß in diesen Gebilden die Zahl der Späroplasten eine feststehende sei. Allein es fehlte uns dabei die Möglichkeit, diese Vermutung zur Sicherheit zu steigern, weil die

Sphäroplasten in ziemlicher Anzahl vorkommen und sich deswegen im mikroskopischen Bilde gegenseitig überdecken können, besonders bei den Schwärmern, wobei dann die Zählung unsicher wird.

Auch FAURÉ vermutet, daß die Menge der Sphaeroplasten in bestimmten Zellen eine bestimmte sei.

Bei der Untersuchung von *Lycogala epidendron* ergaben sich nun überraschend viel günstigere Verhältnisse. Jede reife Spore der untersuchten *Lycogala*-exemplare enthielt nämlich nur einen einzigen Sphäroplasten. Dieser Sphäroplast ist gegenüber den sehr kleinen Sphäroplasten der vorangehenden Stadien von der ansehnlichen Größe von $1\ \mu$, von rundlicher Gestalt, nach KULL leuchtend rot, mit Eisenhämatoxylin tief schwarz zu färben. So findet man über weite Strecken des Präparates in jeder Spore die gleiche Zahl, je einen Sphäroplasten in jeder Spore. (Fig. 5.)

Damit sind wir im Besitz eines wertvollen Beispiels dafür, daß in gewissen Fällen und zu bestimmten Zeiten die Zahl der Sphäroplasten eine bestimmte, in allen Zellen die gleiche und zwar eins sein kann. Unsere bei *Aethalium* erhobene Vermutung ist jetzt zur Sicherheit geworden; und übrigens werden wir außerdem alsbald ein neues Beispiel ähnlicher Art kennen lernen.

Es bedeutet zweifellos immer einen Fortschritt, wenn es uns gelingt, eine Naturerscheinung zahlenmäßig zu fassen. Die Zahl eins bedeutet außerdem einen Grenzfall. Nach Allem was wir bisher von Mitochondrien-Sphäroplasten wissen, kann man daher jetzt sagen, daß offenbar alle Zellen solche enthalten müssen und daß ihre Zahl bis auf 1 heruntergehen kann, — ferner daß unter gewissen Umständen die Zahl der Sphäroplasten in allen gleichwertigen Zellen dieselbe ist. Diese zahlenmäßige Bestimmtheit läßt vielleicht auch systematische Verwertung zu.

Nun müssen wir suchen, wie diese Einzahl der Sphäroplasten zustande kommt. Denn daß sie nicht von Anfang an dagewesen sein kann, geht ja aus unserer Untersuchung der Sporenbildung hervor.

Durchsucht man Präparate mit „monosphäroplastischen“ Sporen, so findet man ausnahmsweise auch solche mit zwei und noch seltener mit drei Sphäroplasten. Es galt ein jüngeres Material zu durchsuchen und dabei bewährten sich die schon oben erwähnten im frischen Zustande noch roten Sporangien. In diesen jüngeren Sporangien enthielt jede Spore mehrere Sphäroplasten (Fig. 3). Damit war klar, daß der „monomitochondriale“ („monosphäroplastische“) Zustand aus einem „polymitochondrialen“ („polysphäroplastischen“) hervorgeht.

Die Sphäroplasten eines schon von der typischen Hülle umschlossenen *Lycogalaplasmodiums* waren sehr klein und in zahlloser Menge im Plasma zerstreut. Ähnliche Bilder trafen wir im Stadium der Sporenbildung, ebenso sind die Sphäroplasten der jungen Sporen sehr klein, ebenso die der Hüllenplasmidien. Zuletzt gelang es auch noch ein Stadium aufzufinden, in welchem die große Mehrzahl der Sporen zwei Sphäroplasten enthielt; und zwar sind diese zwei Sphäroplasten gleich groß unter sich, dagegen größer als die Sphäroplasten jüngerer Stadien und kleiner als in monosphäroplastischen reifen Zellen (Fig. 4).

Wir stellen also fest, daß die Sphäroplasten mit zunehmender Reife größer werden, sie wachsen.

Wie geschieht nun dieses Wachstum? Wir haben gesehen, daß gleichzeitig mit dem Wachstum eine Reduktion der Zahl der Sphäroplasten einhergeht. In reifen Stadien fanden sich selten neben den monosphäroplastischen bisphäroplastische Sporen, und in diesen waren die zwei Sphäroplasten einander sehr genähert und gleich groß. Im Stadium in welchem zwei Sphäroplasten die Regel bilden, findet man sie auch gleichgroß, aber nicht immer einander so stark genähert. Wenn die Reduktion der Zahl durch Verschwinden des einen von ihnen erfolgen würde, so müßte offenbar an einem von ihnen eine Veränderung der Form, Verkleinerung oder Vergrößerung (Quellung) oder veränderte Färbbarkeit auf dieses Verschwinden hindeuten, kurz Vorgänge wie sie FAURÉ bei Einwirkung von Schädigungen auf die Sphäroplasten als typisch nachgewiesen hat. Das ist nicht der Fall. Auch konnten wir die so typische Aneinanderlagerung im letzten Stadium vor der Reduktion auf eins nicht erklären. Sichere Verschmelzungsstadien konnten zwar nicht gefunden werden, allein die Reihenfolge der Stadien deutet doch viel eher auf eine Verschmelzung: in den jüngsten Sporen finden wir viele kleine Sphäroplasten unregelmäßig (Fig. 3) in der Zelle verteilt. Später treffen wir auf Zustände mit nur zwei Sphäroplasten (Fig. 4), zunächst auf solche mit noch weit von einander entfernten, dann solche mit einander genäherten und schließlich solche, in welchen sich die beiden Sphäroplasten zu berühren scheinen. Im nächsten Stadium finden wir in der Regel nur noch einen einzigen Sphäroplasten in jeder Spore (Fig. 5). Es liegt nahe anzunehmen, daß die Verschmelzung der beiden sehr rasch erfolgt, was die auffallende Seltenheit typischer Verschmelzungsbilder erklären würde.

Bei reifen Sporen von *Trichia persimilis* fand ich ähnliche Bilder, so daß offenbar die zahlenmäßig geregelte Verteilung von Sphäro-

plasten eine nicht allzuseitene Erscheinung bei den Schleimpilzen darstellt (Fig. 6). Auch hier zeigten wieder einige Sporen zwei dicht einander genäherte Sphäroplasten, woraus man wahrscheinlich auf deren nachherige Verschmelzung schließen darf.

Literaturverzeichnis.

- 1) VAN BAMBECKE: Contribution pour servir à l'histoire de *Lycogala flavo-fuscum* etc. Mém. de l'Acad. roy. de Belgique. Collect. in 8°. 2. série T. III. 1912, Juni. 22 S.
- 2) DE BARY: Die Mycetozen (Schleimpilze). Leipzig 1864.
- 3) CONRAD, HENRY, S.: Spore formation in *Lycogala exiguum* MORG. Proc. Jowa Ac. Science VIII 1910. (War mir nicht zugänglich.)
- 4) COOK: The Myxomycetes of Great Britain. 1877.
- 5) FAURÉ: Etude sur les mitochondries des protozoaires et des cellules sexuelles. Arch. d'Anat. microsc. T. 11, 1909/10.
- 6) KRÄNZLIN, H.: Zur Ertwicklungsgeschichte der Sporangien bei den Trichien u. Arcyrien. Arch. f. Protistenk. Bd. 9 1907.
- 7) LISTER: A monograph of the Mycetoza. London 1911.
- 8) MACBRIDE: The North American Slime-Moulds. New-York 1899.
- 9) MASSEE, G.: A monograph of the Myxogastres. London 1892.
- 10) ROSTAFINSKI, J., Sluzowce (Mycetoza). Paris 1875.
- 11) SCHINZ, H.: Myxogasteres in Rabenhorst's Kryptogamenflora. Lieferung 121 ff. 1912—14.
- 12) VONWILLER, P.: Über den Bau des Plasmas der niedersten Tiere. Arch. f. Protistenk. 1918.
- 13) TORREND: Flore des Myxomycètes. S. FIGL. 1909. (War mir nicht zugänglich.)
- 14) ZOPF: Die Pilztiere oder Schleimpilze (in Enzyklopädie der Naturwissenschaften) 1885.

Tafelerklärung.

Fig. 1. Senkrechter Durchschnitt durch Hülle und anliegende Sporenmasse eines unreifen Exemplars von *Lycogala epidendron*. Formol. 5 μ . Eisenhämatoxylin.

Fig. 2. Flächenpräparat von der Hülle eines unreifen Exemplars von *Lycogala epidendron*. Formol. Hämatoxylin-Eosin. Hüllenplasmodien. Vergr. 220/1.

Fig. 3. Sporen von *Lycogala epidendron*, unreif. Jede Spore enthält mehrere Sphäroplasten.

Fig. 4. Sporen von *Lycogala epidendron*, unreif. Die meisten Sporen enthalten zwei Sphäroplasten.

Fig. 5. Reife Sporen von *Lycogala epidendron*. Die meisten Sporen enthalten nur einen Sphäroplasten.

Fig. 3—5 bei genau gleicher Vergrößerung (1000:1) bei Tubus 140, Comp. Oc. 8, homog. Immers. Zeiß 2 mm Apert. 1,3 u. Zeichenblatt auf Höhe des Objektisches gezeichnet.

Fig. 6. Reife Sporen von *Trichia persimilis*. Vergrößerung gleich wie bei Fig. 3—5.

Fig. 3—6 mit Eisenhämatoxylin gefärbt.

Die Fig. 2—6 sowie die Textfiguren B u. C stammen von Herrn Universitätszeichner FREITAG, die Fig. 1 und die Textfigur A von Fräulein stud. med. M. CUYLEN.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Hygienischen Institut Frankfurt a. M.)

Flagellaten- und Ciliatenzucht auf reinem Boden.

Von
Dr. Rud. Oehler.

Flagellatenzucht auf reinem Boden.

In einer früheren Arbeit¹⁾ habe ich die Zucht von Amöben auf Bakterienreinkulturen und auf abgetöteten Bakterien behandelt. Hier folgen Mitteilungen über Flagellaten- und Ciliatenzucht unter entsprechenden Bedingungen.

Die ersten Versuche, meine Amöbenerfahrungen auf andere bakterienzehrende Protozoen zu übertragen, machte ich an einer etwa 15 μ langen, 3 μ breiten *Bodo*-Art und einer etwa ebenso großen *Provaszekia*. Die lebhaft schlängelnden Bewegungen ließen Erfolge für die Reinzucht vom Plattenverfahren erwarten. In der Tat gelang es, den Flagellaten zu einer lebhaften, in 2—3 Tagen die ganze Platte einer Petrischale überziehenden Wucherung zu bringen. Es wurden 1 proz. Agarplatten ohne weiteren Zusatz eines Nährmittels gegossen. Auf solcher Platte wurde eine Öse einer Bakterienreinkultur + 3 Tropfen Wasser mit dem Glasspatel gleichmäßig ausgestrichen. Der bakterienhaltige wässrige Überzug bildet ein dünnes Flüssigkeitshäutchen über der Agarfläche. Hierauf werden nun die Flagellaten in kleinem Fleck an der Plattenmitte aufgeimpft. Im günstigsten Falle ist nach 24 Stunden die Wucherung der Flagellaten vom Impffleck etwa 1 cm weit nach allen Seiten fortgeschritten. Nach 48 Stunden reicht die Wucherungszone bis in die Mitte zwischen Impffleck und Schalenrand; am 3. Tage ist,

¹⁾ OEHLEK: Amöbenzucht auf reinem Boden. Arch. f. Protistenk. 1916 Bd. 37 p. 175.

wenn alles gut geht, die ganze Platte von zahllosen schlängelnden Flagellaten besetzt und beginnt innen am Impffleck schon die Cystenbildung. Platten, bei denen die wuchernde Ausbreitung in der Art gleichmäßigerweise erreicht ist, geben gute Reinzüchtungserfolge. Schon nach 2—3 mal wiederholter Plattenbeimpfung sind die wilden Begleitbakterien ausgeschaltet und kann man am Wucherungsrande die Flagellaten, begleitet, ausschließlich vom ausgestrichenen Bakterium abheben. Ich verdrängte zunächst die Begleitbakterien durch den unbeweglichen *Coccus pyogenes flavus*; in anderen Fällen nehme ich *Vibrio metschnikof*. Dann wurden die Platten mit bei $56^{\circ} \times 1\frac{1}{2}$ Stunden oder $100^{\circ} \times 1$ Stunde abgetöteten Colibakterien bestrichen und *Bodo* + *Coccus pyogenes* aufgeimpft. *Bodo* wucherte auf diesen Platten fast gerade so üppig wie auf Platten mit lebenden Colibakterien. Wenn nicht die erste, so liefert im guten Falle eine der Folgeplatten dann *Bodo* wuchernd auf abgetöteten Colibakterien in steriler Reinkultur. Dieselbe wurde in Röhrrchen übertragen, welche auf 1% wässrigen Schrägagar etwa 6 Tropfen einer bei $56^{\circ} \times 1\frac{1}{2}$ Stunden abgetöteten Colibakterienaufschwemmung enthielten. Hier konnten sie von Röhrrchen zu Röhrrchen weitergeführt werden. Entnommene Proben auf Bouillonagar ausgebreitet blieben steril, zeigten also die Reinheit der Zucht. Auch Röhrrchen mit wässriger Aufschwemmung der abgetöteten Colibakterien leisten denselben Dienst für die Fortzucht der sterilen Flagellatenkultur. *Bodo* wie *Prowazekia* gedeiht in der sterilen Zucht bei ausschließlicher Ernährung mit abgetöteten Colibakterien fast genau so gut wie bei Ernährung mit lebenden Bakterien. Die Vermehrung ist massenhaft, erreicht ihre Höhe nach 24—48 Stunden. Dann tritt Cystenbildung ein. Nach 4—6 Tagen ist die Bakterienahrung aufgezehrt, alle begeißelten Formen sind verschwunden und nur noch Cysten vorhanden. Werden solche auf ein frisches Röhrrchen mit abgetöteten Bakterien übertragen, so erwachen sie zu neuem Leben und besiedeln das Röhrrchen mit Flagellaten.

Nicht alle Flagellaten bieten sich so einfach und günstig für die Zucht auf der Platte. Nur wenn die Vermehrung rasch vorangeht und die Flagellaten sich flink über die Platte verbreiten, ist Aussicht auf gute bakterienreine Zucht. Die Gewinnung von Sterilkulturen ist immer mühsam, gibt viele Rückschläge und Mißerfolge und kostet viel Zeit und viel Geduld. Ja, auch die Fortführung der gewonnenen Sterilkultur stößt oft auf unerwartete Hindernisse.

Von den beiden gewonnenen Reinzüchten von *Bodo* und *Prowazekia* konnte ich die eine — die *Bodo*-Zucht — etwa ein halbes

Jahr weiterführen. Dann trat Verunreinigung und schlechtes Wachstum ein, so daß die Zucht verfiel. Die sterile *Prowazekia*-Zucht ist jetzt über Jahresfrist im Gange und konnte zu Ernährungsversuchen verwendet werden, worüber unten berichtet werden soll.

Es treten manchmal unerwartete, unübersehbare Störungen ein. Die Übertragung von einem wohlbewachsenen Röhrchen von Wasser + Coli 56° \times 1 $\frac{1}{2}$ Stunden + *Bodo* auf ein ganz entsprechendes Folgeröhrchen will ab und zu einmal nicht gelingen. Manchmal mögen Fehler in der Überimpfung vorliegen. Die zur Übertragung verwendete Pasteurpipette muß natürlich vor jedem Gebrauch abgeflammt werden. Ist sie nicht genügend erkaltet und wird sie nicht bei der Übertragung erst kühl gespült, dann kommen die Flagellaten in das heiße Glasrohr und werden so abgetötet. Dann können sie im Folgeröhrchen natürlich nicht angehen.

Manche mißlungene Übertragung mag auch auf Wasserfehler zurückzuführen sein. Ich benutzte anfangs Leitungswasser zur Herstellung der sterilen Bakterienaufschwemmung, bin aber, weil manche Aufschwemmungsansätze gar so schlecht züchteten, dazu übergegangen, alle Aufschwemmungen nur noch aus destilliertem Wasser herzustellen. Die Übertragungen von Röhrchen zu Röhrchen gelingen seitdem viel sicherer.

Natürlich muß immer und immer wieder auf Sterilität geprüft werden. Das geschieht am besten durch Entnahme eines Tropfens Flüssigkeit aus dem Zuchtröhrchen mittels der Pasteurpipette und Übertragung auf die schräge Fläche eines Bouillonagarröhrchens. Nur geprüfte sterile Röhrchen werden zur Weiterzucht verwendet.

Ciliatenzucht auf reinem Boden.

Um Ciliaten auf dem Wege des Plattenverfahrens der Zucht in reinem Nährmedium zuzuführen, muß man sich zunächst ein günstiges Versuchstier beschaffen. Denn nicht alle Ciliaten sind für das Plattenverfahren geeignet. Ungeeignet sind die großen Formen mit starrem Leib. Gut eignen sich kleine Formen mit weicher, schmiegsamer Leibmasse, welche auf der feuchten Plattenoberfläche platt aufliegen und sich wie kriechend und schlängelnd fortbewegen. Sie erfordern bei ihren Bewegungen nur eine minimale Flüssigkeitsschicht, welche fest auf der Platte haftet, so daß Strömungen nicht mehr vorkommen.

Colpoda steinii ist eine solche Art. Sie findet sich überall im Wasser, in Gartenerde und auf moderndem Laub und in Aufgüssen.

Sie kriecht auf der mit dünnem Überzug von Wasser + Bakterien überstrichenen 1proz. Wasseragarplatte langsam weiter, vermehrt sich bei Fütterung mit jeglicher Bakterienart, auch bei Zucht auf abgetöteten Bakterien, reichlich. Auf die Mitte einer bakterienbeschickten Zuchtplatte in Petrischale aufgeimpft überzieht sie, reichlich wuchernd, die Fläche in 3—4 Tagen und kann am Rande der Wucherungszone gereinigt oder steril abgehoben werden.

Auch hier ist es am besten, man verschafft sich zunächst eine Sterilkultur auf bei $56^{\circ} \times 1\frac{1}{2}$ Stunden oder $100^{\circ} \times 1$ Stunde abgetöteten Colibakterien, welche in Röhrchen überführt und hier steril weiter gezüchtet wird.

Colpoda steinii gedeiht in der Sterilkultur auf abgetöteten Colibakterien sehr gut. Nach 4 Tagen tritt Cystenbildung ein und die schwärmenden Ciliaten verschwinden, da der Nahrungsvorrat aufgezehrt ist.

Außer *Colpoda steinii* gelang es mir auch, *Colpidium colpoda* durch Zucht auf der Platte von lebenden Begleitbakterien zu reinigen und in steriler Aufschwemmung von Wasser + Coli 56° von Röhrchen zu Röhrchen weiterzuführen. Leider aber wurde die Zucht, bevor sie noch zu weiteren Versuchen verwendet werden konnte, verunreinigt. Trotz zahlloser Ansätze ist es mir bis jetzt, nach Jahresfrist, nicht gelungen, den genannten Ciliaten neuerdings in Sterilzucht zu gewinnen. Alle Plattenversuche und auch andere Bemühungen schlugen fehl. Das einzige, was ich erreichte, war eine Zucht von *Colpidium colpoda* mit Heubacillus lebend, rein, ohne weitere Beimengung von Fremdbakterien. Aber das ist eben keine Sterilzucht. Auch bei einer anderen *Colpoda*-Art war ich viel bemüht, durch das Plattenverfahren die Sterilzucht zu gewinnen. Der Ciliat wächst gut auf der Platte. Aber zur Sterilität war er bis jetzt nicht zu bringen.

Das Plattenverfahren ist also gewiß kein wünschbar bestes Verfahren zur Erzielung von Sterilkulturen der Ciliaten und Flagellaten. Ist doch mein ganzer derzeitiger Vorrat von so gewonnenen Zuchten eine Ciliatenzucht (*Colpoda steinii*) und eine Flagellatenzucht (*Prowazekia*). Gewiß müssen andere, bessere Verfahren ausgearbeitet werden, um Sterilzuchten zu erreichen und weitere sterile Ciliaten und Flagellatenzuchten müssen nach den bisherigen Verfahren gewonnen werden. Inzwischen sind immerhin die von Platten abgenommenen wenigen Sterilkulturen da. Sie lassen sich von Röhrchen zu Röhrchen weiter führen, und man kann mit ihnen arbeiten.

Wachstumsverhalten in klaren Nährlösungen.

Als erste und vielleicht wichtigste Feststellung sei erwähnt, daß es nicht gelingt, die steril gezüchteten Ciliaten und Flagellaten in flüssigen Nährlösungen am Leben zu erhalten. Es ist dasselbe Verhalten, das auch bei den Amöben festgestellt werden konnte. Die genannten Protozoen sind auf körnige Bakteriennahrung eingestellt. Gelöste Nahrung wird nicht oder wenigstens nicht in genügender Menge aufgenommen, um das Leben zu fristen und eine gedeihliche Weiterzucht zu ermöglichen.

Zum Nachweis dieser wichtigen Tatsache sind folgende Vorrichtungen zu beachten.

Wenn man eine Sterilkultur von *Colpoda* + *Coli* 100° × 1 Stunde in ein Röhrchen von 1 Proz. Pepton + 1 Proz. Traubenzuckerlösung überimpft, so gehen, wenn die im Röhrchen befindliche Flüssigkeitsmenge groß und die aus dem Coliröhrchen mitübertragene Überimpfungsmenge gering ist, die Ciliaten nicht an. Bei der Untersuchung nach 3 Tagen finden sich in dem Traubenzucker-Peptonröhrchen meist keine Ciliaten, während eine Überimpfung auf ein Röhrchen von Wasser + *Coli* 100° × 1 Stunde reichlich angeht. Manchmal aber findet man in dem Traubenzucker-Peptonröhrchen doch einige lebende Ciliaten; meist kleine Kummerformen. Sind dieselben etwa auf Kosten der Traubenzucker-Peptonlösung gewachsen? Nein. Sie fanden in der flüssigen Nährlösung auch noch abgetötete Colibakterien, stammend aus dem Ausgangszüchtröhrchen, mit übertragen bei der Beimpfung des Traubenzucker-Peptonröhrchens. Daß dem so ist, sieht man leicht, wenn von einem solchen angegangenen Röhrchen auf ein Folgeröhrchen mit Traubenzucker-Peptonlösung überimpft wird. Das Folgeröhrchen geht sicher nicht an, während eine Vergleichsübertragung aus Wasser + *Coli* 100° sicher angeht.

Diese Verhältnisse kommen besonders zum Austrag bei den Sterilitätsproben, die immer und immer wieder von allen Zuchten gemacht werden müssen. Es werden Agarschrägröhrchen verwendet, weil hier am deutlichsten zu sehen ist, ob Bakterien heranwachsen oder nicht. Von allen Sterilzuchten z. B. von *Colpoda* + Wasser + *Coli* 100° werden mit der Pipette einige Tropfen auf ein Bouillon-Agarröhrchen übertragen. Die übertragenen Tropfen fließen über die Agarfläche und sammeln sich im Grunde des Röhrchens, eine Art Condenswasser bildend. In dieser kleinen Flüssigkeitsmenge wachsen nun die Ciliaten und Flagellaten besonders reichlich. Nährende Bakterien sind ja mit der Probe mit übertragen worden. Daß

auch hier das Wachstum auf Grund der mit überführten abgetöteten Bakterien statthat, und nicht auf Grund der flüssigen Nährstoffe des Kondenswassers, das zeigt sich, wenn man auf Folgeröhrchen von Bouillon-Agar in das Kondenswasser überimpft. Im zweiten Röhrchen wachsen noch Ciliaten oder Flagellaten in Sterilzucht heran. Im dritten Folgeröhrchen schon nicht mehr. Niemals habe ich vom Kondenswasser einer Sterilitätsprobe auf Bouillon-Agar-Kondenswasser überimpfend eine fortlaufende Weiterzucht der Sterilciliaten oder Flagellaten erreicht; ein Beweis, daß nicht die flüssigen Nährstoffe des Kondenswassers, sondern die bei der Probeentnahme mit überschleppten abgetöteten Bakterien das Leben in den ersten Bouillon-Agarröhrchen fristen.

Was vom Kondenswasser der Bouillon-Agarröhrchen, was von der Traubenzucker-Peptonlösung gilt, das gilt von Eiweißlösungen, von Albumosenlösungen, von Fleischextrakt, von Aminosäuren mit und ohne Zucker; alle diese flüssigen Nährlösungen vermögen nicht das Leben der untersuchten Sterilciliaten und Flagellaten zu fristen. Fortlaufende Züchtung von Röhrchen zu Röhrchen ist nur möglich, wenn man gekörnte Nahrung bietet, seien es lebende oder abgetötete Bakterien, seien es andere, feinst verteilte körnige Eiweißmassen. Auch Milch $\frac{1}{10}$ verdünnt wurde geprobt: Es findet kein Ciliatenwachstum statt. Über das warum und wieso dieser Tatsache möchte ich mich nicht weiter verbreiten, da ich nur Vermutungen und Erwägungen, keine irgendwie beweistragenden Befunde mitteilen kann. Ich vermute, die flüssigen Nährstoffe dringen wohl in den Ciliaten- und Flagellatenkörper ein; sie sind aber nicht dicht und gehaltreich genug um das Leben dieser sehr gefräßigen Tiere zu fristen. Flagellaten, wie *Polytoma*, die in klaren Nährlösungen rein gezüchtet und unbegrenzt von Röhrchen auf Röhrchen weiter geführt werden können, müssen besondere Anziehungseinrichtungen haben, welche die flüssigen Nährstoffe fassen und binden. Solche fehlen offenbar den untersuchten Ciliaten und Flagellaten. Sie sind auf Erfassung dichter, gekörnter Nahrung eingestellt; ihnen fehlen Einrichtungen, die dünnere flüssige Nahrung an sich zu fesseln. Darum verkommen sie in den klaren Nährlösungen.

Art der verzehrbaren Bakteriennahrung.

Was die Art der verzehrbaren Bakteriennahrung betrifft, so sind *Colpoda steinii* sowie die beiden Flagellaten *Bodo* und *Prowazekia* Allesfresser. Was verschlungen werden kann, wird auch verdaut.

Es ist also anders, wie bei den damals untersuchten Amöben. Da fanden sich Unterschiede. Die kleinen Amöben wollten am liebsten Gram-negative Bakterien. Gram-positive Sorten gaben schlecht gedeihliche Nahrung. Und auch die mittelgroßen Amöben, wie *Hartmannella*, welche diesen Unterschied zwischen Gram-positiven und Gram-negativen Bakterien nicht mehr machten, schalten bestimmte Bakterienarten z. B. *Timothebacillus* aus, so daß sie mit ihm nicht ernährt werden konnten. All das fällt bei unseren Ciliaten und Flagellaten weg. Sie machen keinen Unterschied zwischen Gram-positiven und Gram-negativen Bakterien und sie ernähren sich in Aufschwemmungen von *Bacterium timothea* so gut wie mit irgend einem anderen Bakterium.

Auch Pilzsporen und Hefen werden vom Ciliat *Colpoda steinii* aufgenommen und verzehrt. Man kann unbegrenzt fortgeführte Zuchten dieses Ciliaten nur mit *Saccharomyces exigenes* unterhalten. Was den Schlund passiert, wird verdaut und fristet das Leben.

Was die Weite des Schlingorganes betrifft, so scheint für *Colpoda steinii* der *Saccharomyces exigenes* etwa das Maximum dessen zu sein, was gerade noch aufgenommen werden kann. Zuchten mit *Saccharomyces exigenes* gedeihen, während die etwas größere Bierhefe die Zucht von *Colpoda steinii* nicht zu unterhalten vermag.

Die beiden Flagellaten bewältigen alle Bakterien, Heubazillen z. B. mit Leichtigkeit. *Saccharomyces exigenes* ist ihnen aber zu groß. Mit ihm kann die Flagellatenzucht nicht gefristet werden.

Auch macht es keinen merklichen Unterschied, ob die Bakterien lebend oder abgetötet geboten werden. Und gar ob die Bakterien bei $56^{\circ} \times 1\frac{1}{2}$ Stunde oder bei $100^{\circ} \times 1$ Stunde abgetötet wurden, ist gleichgültig. Alles Punkte, die für die Amöbenzucht von Bedeutung waren.

Ernährung mit Organbreiaufschwemmung, mit Eiweißpulver und mit Niederschlägen.

Es hat ein entschiedenes Interesse, die Ernährungsversuche auf nichtbakterielles Eiweiß auszudehnen. Je naturfremder die Nahrung, um so genauer die Einsicht in deren Wert und Aufbau.

Da es darauf ankommt, die Nährstoffe in so feinkörnigem Zustand zu bereiten, daß die Korngröße nicht über die Größe der eben verzehrbaren Bakterien und Hefekörner hinausgeht, ging ich zuerst daran, durch Fällungen die gewünschte Körnchenaufschwemmung zu erzielen. Dünne Eiweiß-, Gelatine- und Peptonlösungen wurden

durch Zugabe von 1—2 Tropfen 1 Proz. Tanninlösung zur Fällung gebracht. Es gab eine feine Trübung, ganz vom Aussehen einer Bakterienaufschwemmung, und das Mikroskop zeigte, daß die Korngröße vom Ausmaß feiner Kleinbakterien war, und noch kleiner. Wurden die Lösungen vor dem Ansatz sterilisiert, die Fällung also im Einzelröhrchen vorgenommen, so waren die Röhrchen für den Versuch wohl verwendbar. Sie wurden mit *Colpoda steinii*, mit *Bodo* und *Prowazekia* in Sterilzucht beschickt; gingen aber meist gar nicht oder äußerst spärlich an. Jedenfalls gelang es nicht, mit diesen Eiweiß-, Gelatine- und Peptonfällungen gedeihliche Zuchten über viele Folgeröhrchen weiter zu führen. Ich bin heute der Ansicht, daß diese Fällungsaufschwemmungen zwar gewiß die richtige Korngröße haben, um von den Ciliaten und Flagellaten verzehrt zu werden; nicht aber haben sie den nötigen Nährgehalt. Dem Auge fällt bei der Prüfung unter dem Mikroskop schon der zarte, schattenhafte Umriß der Fällungskörner auf. Bakterien sind viel schärfer, härter im Umriß. Die Fällungskörner sind alle kreisrund. Es sind eben feinste Tröpfchen der Eiweiß-, Gelatine- und Peptonlösung, umhüllt von einer Tannin-Eiweißhaut. Da die Eiweißlösungen ganz dünn genommen werden müssen, etwa 1 Blutserum + 100 Wasser, weil sonst die Fällungen klumpig werden, so ist es klar, daß der Nährgehalt dieser Tröpfchen nur sehr gering sein kann; wesentlich minder, als der Nährgehalt eines gewachsenen Bakteriums. Das dürfte der Grund sein, warum mit den Fällungsaufschwemmungen die Zucht der Sterilciliaten und Flagellaten nicht gelang. Denn mit Aufschwemmungen von zerriebenem Organeiweiß, sowie mit ebenso hergerichteten Eiweißpulver gelingt die Ernährung der Ciliaten und Flagellaten ganz wohl.

Die ersten Erfolgversuche der Art machte ich mit zerriebenem Muskelfleisch. Gut gewässerter Stockfisch, der sich schön weich kochte, wurde mit Glaspulver im Mörser zerrieben, die Aufschwemmung in der Handzentrifuge von den dicken Restmassen und Glassplintern befreit, mit Wasser soweit verdünnt, daß eine schwach getrübe Flüssigkeit, ähnlich einer Bakterienaufschwemmung entstand. Das Mikroskop zeigte Körner von Bakteriengröße, die BROWN'sche Bewegungen machten; daneben auch größere Körner und Schollen. Die Aufschwemmung wurde in Röhrchen abgefüllt, bei 100° × 1 Stunde sterilisiert und ward so verwendungsfähig. Mit *Colpoda steinii*, mit *Bodo* und *Prowazekia* steril beschickt gaben sie gutes, ausgiebiges Wachstum der Ciliaten und Flagellaten; und abgenommene Proben auf Bouillon-Agar erwiesen die Sterilität der Zucht. Auf

Folgeröhrchen weitergeführt gingen die Züglinge gut an. Die Zuchten sind mit diesen Aufschwemmungen von zerriebenen Organeiweiß unbegrenzt weiterführbar.

Dasselbe was zerriebenes Organeiweiß leistet, das leisten auch Aufschwemmungen von zerriebenem Eiweißpulver.

Ich habe mit Nährstoff Haiden meine Versuchsciliaten und Flagellaten durch viele Folgeröhrchen hindurch unbegrenzt weiter züchten und steril erhalten können.

Hier eröffnet sich nun die Möglichkeit, verschiedene Eiweißkörper von bekanntem Aufbau auf ihre Nährfähigkeit für die Versuchsciliaten und Flagellaten durchzuprobieren, und Aufschlüsse über deren Bedarf an bestimmten Aminosäuren und Eiweißkonstituenten zu gewinnen.

Es wurden geprobt: Casein und Edestin. Das genannte Eiweißpulver im Mörser mit Glassand verrieben, abzentrifugiert, verdünnt, in Röhrchen abgefüllt sterilisiert, steril mit *Colpoda steinii* und *Prowazekia* beschickt. Casein- und Edestinaufschwemmung erwies sich als gute Nahrung. Die Ciliaten und Flagellaten gediehen reichlich in den Röhrchen, konnten auf viele Folgeröhrchen weiter übertragen werden; Proben waren steril.

Weitere Eiweißkörper konnte ich nicht auftreiben. Aus den vorliegenden Versuchen lassen sich darum noch keine Schlüsse auf den Bedarf an Eiweißkonstituenten ziehen.

Die Bakterien im Ciliaten- und Flagellatenkörper.

Es ist nicht leicht, die in den Ciliaten- und Flagellatenkörper aufgenommenen Bakterien genau zu Gesicht zu bekommen. Was man am lebenden Tier oder am ungefärbten Objekt sieht, ist dürftig, ungewiß und schattenhaft. Erst wenn es gelingt, die Bakterien durch Färbung abzuheben, bekommt man klare Bilder, die eine gute Darstellung von der Massenhaftigkeit und Schnelligkeit der Bakterienaufnahme ermöglichen.

Die aufgenommenen Bakterien im Ciliaten- und Flagellatenleib zu färben gab mir zuerst der *Bacillus amylobacter* Gelegenheit. Sein Gehalt an mit Jod färbbarer Granulose ermöglicht ihm im Leib der Ciliaten und Flagellaten gut und augenfällig zur Darstellung zu bringen.

Eine Aufschwemmung von granulosehaltigen Amylobakterbazillen (im Traubenzucker-Bouillon-Agarröhrchen als Schichtröhrchen gezogen, weil Zucht im flüssigen Medium wenig Granulose bildet) in

Wasser wird mit Ciliaten oder Flagellaten beschickt. Schon nach 10 Minuten und weniger kann man durch Zusatz von Jod-Jodkali-lösung die Ciliaten abtöten und gleichzeitig die Granulosefärbung der Amylobakter bazillen bewirken. Die Bazillen treten zum Greifen deutlich in den Ciliatenleibern hervor. Man kann ihre Zahl und Lagerung beobachten. Erstaunlich ist die Menge der in so kurzer Zeit aufgenommenen Bazillen.

Dann ist es möglich, Bakterien in Farblösungen zu färben, sie durch mehrmaliges Waschen und Zentrifugieren vom Überschuß der Farbe zu trennen und so zu verfüttern. Dieselben klaren, handgreiflichen Bilder. Dasselbe Ergebnis hinsichtlich der Schnelle und Menge der aufgenommenen Bakterien.

Schwer ist die Färbung der aufgenommenen Bakterien im Bakterienleib mit den gangbaren Bakterienfärbemitteln.

Es ist erstaunlich wie wenig man sieht, wenn man abgetötete Ciliaten oder Flagellaten mit Methylenblau oder Carbolfuchsin färbt. Unmöglich so ein Urteil zu gewinnen, was und wieviel ein Ciliat oder Flagellat an Bakterien aufgenommen hat.

Auch die Verfütterung von Gram-positiven Bakterien und die Färbung nach GRAM ändert nicht allzuviel an dem Befund. Ja, es gelingt so z. B. Heubazillen im Ciliaten- und Flagellatenleib nachzuweisen. Die Bilder werden ganz gut; man sieht deutlich genug einige schwarze Stäbchen im Zelleib. Aber kein Vergleich zu den eben genannten Fütterungsversuchen mit Amylobakter oder gefärbten Bazillen.

Auch die vorzügliche Fibrinfärbung nach WEIGERT, die noch klarere Bilder liefert als die Färbung nach GRAM, ändert nicht allzuviel an der Tatsache, daß man mit nachträglichen Färbungen abgetöteter Ciliaten nur etwa $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$ soviel Bakterien im Zelleib darstellen kann, wie bei den genannten Fütterungsversuchen.

Offenbar halten sich die im Ciliaten- und Flagellatenleib aufgenommenen Bakterien nur ganz kurze Zeit färbbar. Schon nach knapper Frist setzt die Wirkung der Verdauungssäfte ein; die Bakterien schmelzen ein, verbacken in den Verdauungsvakuolen, wo solche vorhanden sind, und sind in diesem Zustand nur noch als Krümel und Schollen färbbar; sehr bald auch das nicht mehr. Die Ciliaten und Flagellaten sind Verdauungskünstler. Sie bewältigen in kürzester Zeit eine unglaubliche Menge von Bakterien-nahrung; wie aus den Untersuchungen über die Reinigung der Schmutzwässer bekannt ist.

Bemerkt sei, daß bei der Vitalfärbung mit Neutralrot weniger die aufgenommenen Bakterien als die Flüssigkeit der Verdauungsvakuole gefärbt erscheint.

Vorstehende Untersuchungen wurden im Hygienischen Institut Frankfurt a/M. ausgeführt. Alle Hilfsmittel des Institutes standen mir ausgiebig zur Verfügung, wofür ich dem Direktor der Anstalt, Herrn Geh.-Rat Dr. M. NEISSER, sowie den Abteilungsleiter, Dr. BRAUN, zu Danke verpflichtet bin. Die morphologische Untersuchung der verwendeten Flagellaten konnte ich unter Leitung von Dr. JOLLOS in der protozoologischen Abteilung des Kaiser-Wilhelm-Institutes, bei Prof. HARTMANN, durchführen, weshalb ich genannten Herren meinen Dank ausspreche. Die Bestimmung der Ciliaten verdanke ich Fr. Dr. Cl. HAMBURGER in Heidelberg.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Aus dem Institut für Tropenhygiene, Abteilung des kolonialen Instituts
in Amsterdam (Direktor: Prof. Dr. J. J. VAN LOGHEM)
und dem Zool. Institut der Universität in Utrecht (Dir. Prof. Dr. H. F. NIERSTRASZ)

Die Sexualität der Myxosporidia.

Von

Dr. J. H. Schuurmans Stekhoven jr.
stellvertretender Zoolog am Institut für Tropenhygiene.

(Hierzu Tafel 2—3 und 5 Textfiguren.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	27
Material und Methoden. Allgemeines histologisches Bild	28
Die Sporen	30
Das junge Amöboid	39
Die weitere Entwicklung des Amöboids	43
Die Pansporblastenbildung	44
Die Sporenbildung	50
Die Myxosporidia und das System der Protozoa	63
Zusammenfassung der wichtigsten Resultate	67
Literaturverzeichnis	68

Einleitung.

Beim Studium der Myxosporidia stoßen wir wiederholt auf eine Menge ganz, oder teilweise ungelöster Fragen. Insonderheit veranlassen die geschlechtlichen Vorgänge dieser Tiere uns zu allerhand Diskussionen und braucht es uns bei der Kompliziertheit der

Erscheinungen nicht zu wundern, daß eben auf diesem Gebiete die Untersuchungen der verschiedenen Beobachter sich in den wesentlichsten Punkten widersprechen.

Es ist wohl überflüssig, an die von KEYSSELITZ (54) und MERCIER (61, 62, 63) über die Sexualität von *Myxobolus pfeifferi* THÉL geäußerten Meinungen zu erinnern. Sei es, daß, wie die meisten Untersucher annehmen, Autogamie oder Pädogamie den vorherrschenden, ja vielleicht den einzigen Kopulationsmodus darstellt, oder im Gegenteil, Heterogamie die Grundlage der sexuellen Vorgänge bildet, das Geschlechtsproblem ist trotz der großen, diesen Punkt berührenden Literatur, eine fast ganz offene Frage geblieben.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit ist nun, an der Hand einer mir von Dr. N. H. SWELLENGREBEL freundlichst zur Beobachtung überlassenen, zu den *Myxoboliden* gehörenden Myxosporidienart:

1. zu erforschen, ob diese Art vielleicht nicht imstande sein könnte, in dieser oder jener Hinsicht den bis heute so dunklen Geschlechtsprozeß zu klären;
2. wenn möglich, ein für die Myxosporidien mehr allgemein geltendes Bild ihres Lebenszyklus zu entwerfen, nachdem ich die Resultate meiner Arbeit mit den Ergebnissen anderer Beobachter verglichen hatte.

Schließlich wird der Platz der Myxosporidien im System der Protozoa kurz diskutiert werden.

I. Material und Methoden.

Allgemeines histologisches Bild.

Bei seiner Abreise nach Niederländisch Ost-Indien im November des Jahres 1916 gab Dr. N. H. SWELLENGREBEL mir ein Exemplar von *Rhodeus amarus* L., das offenbar mit einer Myxosporidiose behaftet war.

Das aus dem Aquarium des Amsterdamer Tiergartens (Artis) stammende Tier zeigte auf der ventralen Seite seines Körpers eine Anzahl etwa erbsengroßer, weißer, ziemlich stark hervorstehender Geschwülste. Im ganzen zählten wir vier solcher weißen Höcker, einen gerade hinter dem Kopfe, zwei mehr in der Mitte des Körpers und einen vierten im Schwanzteil.

Das Tier befand sich in Alkohol.

Einige bereits von SWELLENGREBEL vom Inhalte einer dieser Geschwülste angefertigten Ausstriche wiesen eine Menge typischer Myxosporidiensporen auf. Sie waren mit einer Polkapsel und einem zweikernigen Amöboidkeim ausgestattet. Außer diesen Ausstrichen, welche nur zum Stellen einer vorläufigen Diagnose dienten, studierten wir eine große Anzahl Querschnitte durch das cystenenthaltende Gewebe des Wirtes. Die meisten Querschnitte waren $5\ \mu$ dick, nur wenige dicker.

In allgemeinen ergaben die mit Hämatoxylin DELAFIELD gefärbten Präparate die schönsten und klarsten Bilder, wobei besonders die feinere Kernstruktur mehr in den Vordergrund trat. Auch die Farbmethode nach HEIDENHAIN gewährte gute Resultate. Die Differenzierung bot jedoch hierbei in manchen Fällen erhebliche Schwierigkeiten. Da man diese unter dem Mikroskop kontrollieren muß, war es wegen der Kleinheit der Objekte nur annähernd möglich, den Zeitpunkt, an dem die Differenzierung beendet sein soll, zu bestimmen.

Demzufolge blieb es in vereinzelt Fällen fraglich, ob die gefundenen Stadien genügend differenziert worden waren oder nicht. Gelegentlich werden wir hierauf zurückkommen. Schließlich probierten wir noch einige andere Farbmethode, unter denen nur die Methode von HENNEGUY schöne Präparate ergab.

Allgemeines histologisches Bild.

An denjenigen Stellen, wo äußerlich die weißen Geschwülste sichtbar werden, befinden sich im Innern des Muskelgewebes die rundlichen Myxosporidiencysten, welche durch eine Anzahl dem Gewebe des Wirtes angehörender Zellstränge in gleich viele, nach der Mitte der Cysten hin offenbleibende Fächer verteilt sind. Hier trifft man die reifen Sporen zusammengelagert an. Zwischen ihnen sehen wir hier und da einzelne Protoplasmafetzen, auf welchen verstreute kleine Kerne zerstreut liegen.

Übrigens ist in der Mitte der Cysten alles Protoplasma bei der Sporenbildung benutzt.

Mehr nach dem Rande zu und besonders an den Zellsträngen des Wirtes hat das Protoplasma eine dichtere Struktur und hier haben wir nach den ersten Sporentwicklungsstadien zu suchen.

Freiliegende Kerne nebst Propagationszellen (sowohl erster als zweiter Ordnung), zwei- und mehrzellige Pansporoblasten sehen wir da in bunter Mannigfaltigkeit zusammenliegen.

II. Die Sporen.

Will man ein richtiges Urteil über die Lebensgeschichte dieser Parasiten gewinnen, so scheint es uns am meisten erwünscht, die Sporen als Ausgangspunkt unserer Beschreibung zu wählen. Nicht nur lassen sich die verschiedenen Arten und Gattungen mittels dieser Fortpflanzungskörper ziemlich leicht erkennen, sondern mehrere Untersucher haben auch für die in diesen Körpern befindlichen Amöboidkeime Kopulationsvorgänge beschrieben. Auf mehrere Fragen, welche sich auf den Kern der uns hier interessierenden Streitfrage beziehen, wird uns also die Spore samt ihrem Inhalt eine Antwort geben müssen.

Umschreibend können wir sagen: die Spore ist das Entwicklungsstadium des Myxosporiden, wobei sich das Individuum, oder ein Teil desselben, dadurch, daß es sich nach Abrundung mit einer schützenden Membran umgibt, anschiebt, die Reise durch die Außenwelt zu einem neuen Wirte zu wagen, nachdem es aus dem ersten Wirte herausgetreten ist.

Inwieweit diese Definition eventuell eine Änderung oder Ergänzung hinsichtlich möglicherweise sich in den Sporen abspielender, geschlechtlicher Vorgänge erfordert, möge unsere Arbeit entscheiden.

Die Spore hat eine längliche Gestalt. Am zugespitzten Ende enthält sie eine Polkapsel (Taf. 2 Fig. 1 u. 2). Ein einziges Mal fanden wir eine Andeutung einer zweiten Kapsel (Taf. 2 Fig. 3—5 p. k.), selten trafen wir zwei vollständig ausgebildete Polkapseln an (Taf. 2 Fig. 6). Aus den Untersuchungen AUERBACH'S (1906), GEORGEVITSCH'S (43), PARISI'S (73) u. a. ist bekannt, daß sich vielfach bei Gattungen, deren Sporen in der Regel nur zwei Polkapseln besitzen, in einem ziemlich großen Prozentsatz Sporen bilden, in denen diese normale Anzahl vermehrt oder vermindert ist.

Die Gattung *Ceratomyxa* (43) gibt hierfür ein schönes Beispiel und auch bei *Myxobolus pfeifferi* THÉL fand KEYSSELITZ (54) mehrmals ähnliche Sporen. Solche sogenannten „Anomalien“ beschrieb bereits THÉLOHAN (87), so daß wir uns über die Anwesenheit von der Norm abweichender Sporen bei unserer Art nicht zu wundern brauchen. Bei den reifern Sporen ist von dem gewöhnlich in der Polkapselzelle befindlichen Kern (bzw. Kernen) (p. k. k.) meistens nichts anderes übrig als vereinzelte Chromatinbrocken, welche um die Polkapsel herum zerstreut liegen (Taf. 2 Fig. 7).

Die Wand- oder Schalenzellenkerne (sch. c. k.) lassen sich hingegen zu gleicher Zeit meistens noch deutlich erkennen, sodaß letztere erst später zugrunde zu gehen scheinen (Taf. 2 Fig. 8).

Was schließlich den in dem abgerundeten Teil der Spore vorhandenen Amöboidkeim betrifft, so enthält dieser fast immer außer der exzentrischen Vakuole, zwei gleich große, nicht weit voneinander entfernte Kerne. Allen Myxoboliden kommt eine Vakuole zu und die beiden zu dieser Familie gehörenden Gattungen *Myxobolus* und *Henneguya* unterscheiden sich hauptsächlich dadurch, daß bei letztgenannter Gattung die Sporen mit einer oder mehreren schwanzförmigen Fortsätzen ausgestattet sind, welche man bei *Myxobolus* nie antrifft. Unsere Art ist demzufolge zur Gattung *Myxobolus* zu rechnen.

Die richtige Artbestimmung erfordert eine Messung der Sporen. Hierbei ist zu bemerken, daß die Dimensionen der verschiedenen Sporen einer Cyste ziemlich stark wechseln können. Einen Beleg hierfür gibt die folgende Tabelle, in der die Längenmaße einer Anzahl Sporen zusammengestellt sind.

Tabelle I.
Länge der Sporen.

μ 13,44	μ 13,44	μ 12,02	μ 11,12	μ 14,11
16,20	11,22	11,43	10,57	12,28
13,30	14,34	13,45	13,93	15,57
12,43	14,54	13,93	12,28	13,12
11,54	10,45	10,38	12,29	10,65

Es zeigt sich aus der obenstehenden Tabelle, daß die Länge dieser Sporen zwischen $10,38 \mu$ und $16,20 \mu$ schwankt, während die zwischen 11μ und 14μ liegenden Maße am meisten angetroffen werden. Die durchschnittliche Länge beträgt also etwa $12,50 \mu$. Hinsichtlich der Breitenmaße der Sporen zeigte sich dasselbe wie oben.

Die kleinste Breite betrug $6,01 \mu$; die größte Spore war $9,27 \mu$ breit. Die meisten Sporen besaßen eine Breite zwischen 8 und 9μ . Durchschnittliche Breite $8,5 \mu$. Oft, aber nicht immer, fiel eine große Länge der Sporen mit einer großen Breite zusammen.

Dicke der Sporen etwa $5,5 \mu$. Die Länge der Polkapseln schwankte zwischen 3μ , welches Maß wir nur ein einziges Mal antrafen, und $7,24 \mu$. Die meisten Polkapseln maßen in der Länge $5-6 \mu$; durchschnittliche Länge $5,5 \mu$. Breite der Polkapseln $1,50$

bis $3,89 \mu$; der größte Teil der Polkapseln wies eine Breite von $2-3 \mu$ auf; durchschnittliche Breite $2,5 \mu$. Wurde mehr als eine Polkapsel gefunden, so besaßen beide meistens die gleichen Dimensionen. Auch bei den Polkapseln ging eine größere Länge mit einer größeren Breite gepaart. Aus der Literatur sind mir 4 *Myxobolus*-arten bekannt, welche sich durch den Besitz einer einzigen Polkapsel kennzeichnen.

Es sind:

1. *Myxobolus fuhrmanni* AUERBACH, der bei *Leuciscus rutilus* L. in dem Bindegewebe unter der Mundschleimhaut wuchert. Diese Art besitzt einen Amöboidkeim mit zwei ungleich großen Kernen und einer Schale, die am abgerundeten Ende vier zahnförmige Fortsätze zeigt; Länge der Spore: $18-20 \mu$, Breite derselben: etwa 8μ , Dicke: 6μ , Länge der Polkapseln $9-10 \mu$.

2. *Myxobolus piriformis* THÉLOHAN aus den Nieren, der Milz und den Kiemen der *Tinca vulgaris* L., Länge der Sporen: $16-18 \mu$; Breite: $7-8 \mu$.

3. *Myxobolus oculi leucisci* TROJAN aus dem Auge der *Leuciscus rutilus* L., Länge der Sporen: $9-10 \mu$, Breite: $4,5-5,15 \mu$, Dicke: 3μ , Polkapseln Länge: 5μ bei einer Breite von 2μ .

4. *Myxobolus unicapsulatus* GURLEY. Von dieser Art fehlen die feineren Besonderheiten und Maße, weshalb wir sie schon im voraus weglassen können. Nur mit *Myxobolus fuhrmanni* AUERBACH hat unsere Art die Breite und Dicke der Sporen gemein, aber übrigens weist sie dieser Art gegenüber so mancherlei Unterschiede auf, daß es, wie auch nähere Besonderheiten zeigen mögen, gewiß nicht zugänglich ist, sie mit der genannten Art zu identifizieren. Wir haben es hier also mit einer neuen Art zu tun. Nach dem Vorsteher des Zoologischen Laboratoriums des Institutes für Tropenhygiene Dr. N. H. SWELLENGREBEL, dem die Wissenschaft bereits so mancherlei Entdeckungen auf protistologischem Gebiete verdankt, möchte ich diese neue Art *Myxobolus swellengrebeli* nennen.

Nähere Einzelheiten in bezug auf die Struktur der Sporen und den Inhalt derselben mögen hier folgen. Wir bemerkten schon, daß der in der Polkapsel gelegene Kern (bzw. Kerne) bei reiferen Sporen zugrunde geht. Was nun beim Vergleich mehrerer Sporen besonders auffällt, ist, daß in dieser Polkapselzelle, deren Länge durchschnittlich $7,5 \mu$ beträgt, bei einer Breite von $3-5 \mu$, mehrfach zwei Kerne zu finden sind.

Das eine Mal zeigen diese Kerne eine normale Struktur und besitzen sie ein deutliches Caryosom, das andere Mal unterliegen

sie schon der Degeneration, aber immer besitzen sie Ausdehnungen, die einander ziemlich gleich kommen (Taf. 2 Fig. 1, 9, 10). Im zweiten Falle zeigen sich die Kerne weniger scharf umgrenzt und besitzen sie eine eckige Gestalt. Andere Sporen hingegen weisen nur einen einzigen, zur Polkapselzelle gehörenden Kern auf (Taf. 2 Fig. 2, 11).

Die Tatsache, daß in derselben Myxosporidiencyste einkapselige und zweikapselige Sporen nebeneinander produziert werden, während zwei Polkapselkerne in einer Polkapselzelle gefunden werden, zeigt am deutlichsten, wie viele Entwicklungsmöglichkeiten sich bei der Bildung der Sporen ergeben können. Zweikapselige Sporen findet man, wie sich aus der Literatur zeigt, bei der Gattung *Myxobolus* regelmäßig. Vermutlich ist also die einkapselige Spore aus der zweikapseligen Stammform entstanden. Wir finden deshalb immer bei den abgeleiteten Arten Reminiszenzen an den Stammtypus, wie das zeitweilige Auftreten zweikapseliger Sporen bei einer übrigens einkapseligen Art zeigt. Allen *Myxobolus*-Arten scheint die Fähigkeit eigen zu sein, gelegentlich Sporen zu bilden, welche mit einer variierenden Anzahl Kapseln ausgestattet sind.

Hierin zeigt sich eine enge Verwandtschaft zwischen den verschiedenen Arten, eine Annahme, die durch den Umstand, daß die zur Gattung *Myxobolus* gehörenden Arten alle das Muskel- oder Bindegewebe zum Wohnsitz gewählt haben, an Wert zunimmt. In diesem Zusammenhang drängt sich uns die folgende Frage unabweisbar auf: Besitzt eine und dieselbe *Myxobolus*-Art die Fähigkeit, bei mehreren Fischarten zu parasitieren? Von vornherein ist dies natürlich nicht zu leugnen; allein es läßt sich voraussehen, daß Infektionsversuche, welche uns hierüber belehren können, die technische Gewandtheit des Experimentators in hohem Maße beanspruchen werden. Doch ist es vielleicht der Mühe wert, in dieser Richtung Versuche anzustellen, und ist es zu erwarten, daß hier noch ein sehr großes Feld für weitere Forschungen fast ganz brach liegt.

Kehren wir zur Beschreibung der Spore zurück. Wir sahen, daß die beiden obengenannten Polkapselkerne sich immer gut von den Kernen der Schalenzellen unterscheiden lassen, welche in den jungen, eben gebildeten Sporen, unweit des spitz ausgezogenen Endes zusammenliegen (Taf. 2 Fig. 11, 12), um später, zur Zeit, da die Spore ganz ausgewachsen ist, zum abgerundeten Ende der Spore herabzusteigen, wo man sie aufs neue dicht nebeneinander antrifft (Taf. 2 Fig. 3, 4, 10, 14).

Anfangs rundlich von Gestalt und mit einem deutlichen Caryosom ausgerüstet, sind die hier angekommenen Kerne fast alle wurstförmig geworden (Taf. 2 Fig. 10, 13), während das Caryosom in diesem Entwicklungsstadium meistens verschwunden ist (Taf. 2 Fig. 11). Wiederum einige Zeit nachher sind die Schalenzellenkerne wie die Polkapselkerne in eine Anzahl kleiner und großer Chromatinbrocken auseinandergefallen (Taf. 2 Fig. 8). Es ist selbstverständlich, daß sich bei einer eingehenden Beobachtung ohne Mühe allerhand Übergangsformen zwischen Sporen auffinden lassen, deren Kerne alle noch vollkommen intakt sind und anderen, bei denen die Degeneration der Kerne, welche vor dem Heraustreten des Amöboidkeimes zugrunde gehen, bereits ziemlich weit fortgeschritten ist.

Der Amöboidkeim (auch Sporoplasma genannt), welcher im breitesten, abgerundeten Teil der Spore gelegen ist, erfordert nun eine eingehendere Betrachtung. Die Vakuole, welche die Gattung *Myxobolus* kennzeichnet, ist nicht immer vorhanden, was vermutlich einerseits mit dem Entwicklungsstadium, das die Spore erreicht hat, andererseits auch mit der Weise, in welcher das Mikrotommesser die Spore traf, in Zusammenhang steht. Wie dies bei den Sporen und ihren Polkapseln der Fall ist, so zeigen auch die Amöboidkeime eine ziemlich starke Variation ihrer Dimensionen.

Diese Keime sind kugelförmig, jene besitzen eine mehr elliptische Gestalt, und mit diesem Formwechsel geht, wie von vornherein zu erwarten war, eine Änderung der Ausdehnungen gepaart, während die Größe der Sporen in dieser Hinsicht gleichfalls die Form der Keime beeinflußt. Um nun die Dimensionen der Amöboidkeime einigermaßen festzulegen, teilen wir diese Körper durch zwei einander senkrecht schneidende Achsen in vier Quadranten. Eine Achse lassen wir mit der größten Länge des Keimes zusammenfallen, während die Länge der anderen Achse die größte Breite des Keimes darstellt.

Wir erhalten nun folgendes Resultat:

Größte Länge: 4,83—6,85 μ , durchschnittlich 5,5 à 6 μ

„ Breite: 3—6,04 μ „ 4,5 μ .

Auch die im Keime liegende Vakuole schwankt in ihren Ausdehnungen, in ihrer Lage im Keime, wie in ihrer Form. Ob sie jodophil war oder nicht, konnte infolge der Fixation nicht mehr kontrolliert werden. Doch unterliegt dies wohl keinem Zweifel.

Die Kerne des Amöboidkeimes, die meistens zu zweien vorkommen, sind fast immer gleich groß, sie zeigen ein deutliches Caryosom, eine dieses umringende Saftzone und an der Membran des

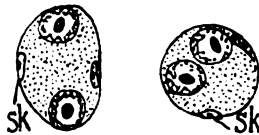
Kernes oft eine große Anzahl Chromatinbrocken, welche mit dem zentralen Caryosom mittels dunkelgefärbter Stränge verbunden sind. Nicht selten treffen wir mehr als zwei Kerne im Innern des Keimes an und mehrfach steigt die Kernzahl auf drei oder vier (Taf. 2 Fig. 7, 11, 13, 15). Nur die Amöboidkeime, welche zu gleicher Zeit die größten Dimensionen aufweisen, besitzen eine größere Anzahl Kerne.

Hierbei ist zu bemerken, daß wenn mehr als zwei Kerne in dem Amöboidkeim gefunden werden, diese nicht erheblich größer sind als die Kerne der Keime, welche nur zwei solche Zentren umschließen. Ein Blick auf die Tabelle auf Seite 37 zeigt dies am deutlichsten.

Wir sahen nie — dies sei besonders betont — einkernige Amöboidkeime innerhalb der Sporenschalen. Ebensowenig konnten wir je eine intime Annäherung und Verschmelzung der zwei im Innern der Amöboidkeime liegenden Kerne konstatieren.

Wurden bisher nur intakte und reife Sporen beschrieben, so ist es selbstverständlich, daß bei der Verfertigung der Querschnitte durch eine Myxosporidiengeschwulst immer eine wechselnde Anzahl Sporen an diversen Schnittflächen entlang getroffen wird und es ist wünschenswert, daß wir die hierbei entstehenden Bilder erkennen können. In diesem Zusammenhang machen wir auf die Mitteilung MERCIER'S (64) aufmerksam, welcher in den auf Planche I. Fig. 42 u. 43 abgebildeten Stadien des *Myxobolus pfeifferi* THÉL., u. E. ohne genügenden Grund, die Querschnitte durch Sporen sieht (Textfig. A.)

Textfigur A. Querschnitte durch Sporen,
nach MERCIER, 1909, Pl. I, Fig. 42, 43.



Sind die Sporen an der Stelle des Amöboidkeimes quer durchschnitten, so lassen sich die gefundenen Bilder ziemlich leicht erklären, weil dann die beiden fest aneinanderschließenden, bogenförmigen Schalenzellen den kugelrunden oder elliptischen Keim mit seinen zwei bis vier Kernen, welcher gewöhnlich auch mit einer Vakuole ausgerüstet ist, umschließen (Taf. 2, Fig. 16—20).

Nicht immer jedoch kann man die gefundenen Stadien fast ohne Mühe bestimmen, aber auch dann finden wir meistens wohl einige Anknüpfungspunkte, wie z. B. die Schalenzellen, den Amöboidkeim und dessen Vakuole u. dergl. m., die es uns ermöglichen, die

wahre Natur der betreffenden Stadien ausfindig zu machen (Taf. 2, Fig. 15).

Bei der Erscheinung der Mehrkernigkeit der Amöboidkeime müssen wir noch einen Moment verweilen. Man kann sich diese Formen, welchen wir ziemlich oft begegneten, auf zwei Weisen entstanden denken. Einerseits hat man zu bedenken, daß möglicherweise der Amöboidkeim im Momente seiner Bildung drei oder vier Kerne mitbekommt.

In diesem Falle waren schon im Pansporoblasten und nachher ebenfalls in den beiden Sporoblasten alle Amöboidkeimkerne vorhanden, bevor das Plasma des Pansporoblasten und der Sporoblasten in die einzelnen Zellen zerlegt wird.

Andererseits können wir mit MERCIER (64) annehmen, daß das Vorhandensein von mehr als zwei Kernen im Keime, einer Teilung der anfangs hierin vorhandenen Kerne zu verdanken ist. Die Durchforschung unseres Materials gestattete uns nicht mit Sicherheit zwischen diesen beiden Entwicklungsmöglichkeiten zu wählen, wiewohl u. E. letzterem Bildungsmodus die größte Wahrscheinlichkeit zukommt.

Ebensowenig wie MERCIER und KEYSSELITZ (54), die für *Myxobolus pfeifferi* THÉL. das Vorkommen von Sporen mit drei- und vierkernigen Amöboiden erwähnen, konnten wir Stadien finden, in denen sich die Teilung der zwei im Keim vorhandenen Kerne verfolgen ließ. Auch den anderen Fall, in welchem der Pansporoblast eine Anzahl Kerne besaß, die über vierzehn stieg, trafen wir nie an. Bei der Beschreibung der jungen Amöboiden werden wir noch Gelegenheit haben, die Bedeutung dieser drei- und vierkernigen Amöboidkeime für den Lebenszyklus der *Myxoboliden* näher zu erörtern.

Schließlich folgt hier eine kurze Tabelle, in der die Dimensionen von drei Sporen im Besitze eines Amöboidkeimes mit zwei, bzw. drei oder vier Kernen, zum Vergleich nebeneinander gestellt wurden. (Siehe Tabelle II auf S. 37.)

Zusammenfassung und Diskussion.

Rekapitulierend können wir Folgendes in den Vordergrund stellen:

1. Den Resultaten KEYSSELITZ' gegenüber und in Übereinstimmung mit den Beobachtungen MERCIER's sahen wir bei *Myxobolus swellengrebeli* in der reifen Spore nie eine Kopulation der zwei, im Amöboidkeim liegenden Kerne, während

Tabelle II.
Dimensionen der Sporen.

Sporen mit	Amöboidkeim mit 2 Kernen	Amöboidkeim mit 3 Kernen	Amöboidkeim mit 4 Kernen
Länge Amöboidkeim	μ 5,37	μ 6,18	μ 6,58
Breite Amöboidkeim	4,90	5,64	6,45
Länge Vakuole	3,09	2,15	4,56
Breite Vakuole	1,27	0,64	3,76
Länge Kern 1	2,41	2,62	2,41
" " 2	2,08	2,28	2,28
" " 3	—	2,15	2,41
" " 4	—	—	1,94
Breite Kern 1	2,68	2,28	2,35
" " 2	3,35	2,21	2,01
" " 3	—	2,08	2,08
" " 4	—	—	2,01

2. durch die Häufigkeit der Amöboidkeime, welche mehr als zwei Kerne enthalten, eine in diesem Keime stattfindende Kernverschmelzung im voraus schon wenig wahrscheinlich ist.

Prüfen wir die Argumente, welche KEYSSELITZ (54) als Stütze seiner Voraussetzung anführt, näher.

Taf. 14, Fig. 82—86 zeigt uns eine Anzahl Abbildungen, die uns von dieser Kernverschmelzung einen Eindruck geben müssen und im Texte auf Seite 266 lesen wir: „Die Vereinigung vollzieht sich in der Weise, daß die Membran der dicht aneinanderliegenden Kerne verschmilzt und der Kerninhalt, indem das Caryosom sich auflöst, ineinander übergeht (Taf. 14 Fig. 82—87). Es wird ein grobes Gerüstwerk gebildet, aus dem sich schließlich ein neues Caryosom differenziert. Derartige Copulae beobachtet man nicht häufig. Man findet sie seltener im Myxosporid zur Zeit, da die Bildung der Dauerformen noch im Gange ist, häufiger nach Überführung der Sporen ins Wasser oder in den Verdauungstraktus des Wirtstieres“; und ein paar Zeilen weiter lesen wir Seite 267:

„Bei den übrigen Sporen zeigen die Kerne vielfach die Tendenz, sich aneinander zu legen und sich gegenseitig etwas abzuflachen. Das Caryosom ist dann öfters nicht mehr nachweisbar. Hierunter befinden sich anscheinend auch viele Degenerationsstadien.“

Bei der Beobachtung von *Myxobolus cordis*, *musculi*, *squamae* fand dieser Autor niemals zweikernige Copulae (Amöboidkeime), während er überdies auf die Wahrnehmungen SCHRÖDER'S und SCHUBERG'S (81) hinweist, die bei *Myxobolus neurobius* SCHUBERG und

SCHRÖDER und *Henneguya nüsslini* SCHUBERG und SCHRÖDER immer einkernige Amöboidkeime in den Sporen dieser Arten beobachteten (Taf. 3, Fig. 5, 7, 11—14). In Zusammenhang mit dem Obenerwähnten ist es zu bedauern, daß KEYSSELITZ nicht die Herkunft jeder Spore für sich, die er abbildet, vermeldet (Taf. 14 Fig. 82—86).

Es ist überdies sehr wahrscheinlich, daß die Mehrheit der hier abgebildeten Formen im Darmtraktus des Wirtes oder in der diesen letzteren umgebenden Außenwelt, gefunden wurde.

Eines haben diese fünf Sporen gemein, nämlich den Umstand, daß sie nur einen Kern, der bei allen mehr oder weniger geschwollen aussieht, im Amöboidkeim aufweisen. Dasselbe ist zu bemerken hinsichtlich des Kernes aus dem Amöboidkeim bei den von SCHRÖDER und SCHUBERG (81) beschriebenen Arten; siehe ihre Taf. 3, Fig. 5, 6, 11—14.

Übrigens kann man die von KEYSSELITZ gegebenen Abbildungen in zwei Gruppen einteilen: die erste Gruppe umfaßt die Sporen der Taf. 14, Fig. 83—84, deren Amöboidkeim der Vakuole entbehrt; die zur zweiten Gruppe (Taf. 14, Fig. 82, 85, 86) gehörenden Sporen zeigen eine deutliche Vakuole.

Auch in bezug auf die Struktur der Amöboidkeimkerne sind einige Unterschiede zu bemerken. Bei der ersten Gruppe ist der Kern wurstförmig, kompakt gebaut; ein deutlich wahrnehmbares Caryosom fehlt, während derselbe Kern der zweiten Gruppe eine netzförmige Struktur aufweist.

Die Tatsache, daß die übrigen zu den Sporen beider Gruppen gehörenden Kerne alle mehr oder weniger degeneriert sind, deutet darauf hin, daß wir es hier mit ziemlich alten, reifen Sporen zu tun haben.

Bei den Abbildungen Taf. 14, Fig. 83, 84 liegen u. E. Längsschnitte durch Sporen vor. Eine Vakuole und ein zweiter Kern befanden sich dort in der weggeschnittenen Sporenhälfte.

Eine eventuell unzureichende Differenzierung der beiden im Amöboidkeime vorkommenden Kerne, welche wir oft sich fast bedecken sahen, wobei man den Eindruck gewinnt, daß nur ein einziger Kern vorhanden ist, ohne daß jedoch jemals eine Kernverschmelzung eintritt, kann man außer Betracht lassen, da KEYSSELITZ nachdrücklich betont, daß er immer imstande war, diese Stadien korrekt zu diagnostizieren.

SCHRÖDER und SCHUBERG (81) fanden bei den von ihnen studierten Formen immer einkernige Amöboidkeime in den Sporen. Die übrigen Kerne und Zellen sind, wie aus ihren Figuren erhellt, frisch

und intakt und weisen darauf hin, daß wir es hier mit neugebildeten Fortpflanzungskörpern zu tun haben. Wenn wir also eine ungenügende Differenzierung der Präparate ausschließen, so sind wir gezwungen anzunehmen, daß der Amöboidkeim bei seiner Bildung nur einen einzigen Kern mitbekam.

Es darf uns bei der großen Variabilität, welche die Sporen bezüglich ihres Baues und ihrer Bildungsweise aufweisen, nicht wundern, daß bei *Myxobolus* wie bei den anderen erwähnten Myxosporidiengattungen mitunter auch einkernige Sporen gebildet werden.

Weder KEYSELITZ noch SCHUBERG und SCHBÖDER, oder AUERBACH (11) brachten also hinlängliche Argumente bei, welche uns von einer Kernverschmelzung im Amöboidkeim überzeugen können.

Auch für *Myxobolus wellengrebeli* trifft etwas Ähnliches nicht zu.

III. Das junge Amöboid.

Wenn wir auch eine Verschmelzung der Amöboidkeimkerne bestimmt in Abrede stellen können, so bleibt noch die Frage, ob vielleicht in einem anderen Abschnitt des Lebenszyklus dieser Tiere von einer Kopulation die Rede sein kann, ungelöst. An erster Stelle haben wir nun die jungen, freien Amöboide aufzuspüren.

Die meisten Forscher geben an, und nicht ohne Grund, daß der Amöboidkeim erst im neuen Wirte die Sporenhülle verläßt, um hier von neuem seinen Entwicklungsgang durchzumachen.

Demgegenüber finden LIEBERKÜHN, MERCIER (61, 64) und CÉPÈDE (21) bzw. für *Myxobolus pfeifferi* THÉLOH, *Myxobolus cycloides* THÉLOH und *Henneguya psorospermica* THÉLOH, daß in den Geschwülsten, welche diese Parasiten in ihren respektiven Wirten herbeiführen, nebst normalen, intakten Sporen auch solche Fortpflanzungskörper vorkommen, deren Schalen klaffen. Andere Sporen sind ganz leer und nicht selten finden sich freie Amöboidkeime, die eine Vakuole und zwei gleich große Kerne aufweisen.

GEORGEVITCH (39) verfolgt dann das Hervortreten der jungen Amöboide von *Henneguya gigantea* NEMECZEK aus den Sporen dieser Myxosporidienart. Auch dieser Vorgang findet im ursprünglichen

Wirte statt. Die Figuren GEORGEVITCH's Fig. 1—4 Pl. XVIII geben von diesem Vorgange ein Bild.

Bemerkenswert ist, daß in den hier abgebildeten Amöboidkeimen eine Vakuole fehlt, während genannter Autor doch das Vorkommen eines derartigen Organells erwähnt. Auch die von ihren Hüllen befreiten Amöboide zeigen von einer Vakuole keine Spur.

Wie MERCIER und CÉPÈDE, treffen wir in den von unserer *Myxobolus*-Art hervorgerufenen Geschwülsten mehrfach freie, abgerundete Amöboide an. Sie gleichen fast vollkommen den Amöboidkeimen der Sporen (Taf. 2, Fig. 21—30). Eine Vakuole ist vorhanden, wird bisweilen sehr groß und nähert sich dann dem Rande des Amöboides. Nur ausnahmsweise (Taf. 2, Fig. 25) ist die Vakuole geteilt und findet man zwei kleinere Vakuolen. Die Kerne dieser Amöboide sind gleich an Größe und zeigen ein deutliches Caryosom (Taf. 2, Fig. 22, 23); an der Kernwand sehen wir eine unbestimmte Anzahl größerer und kleinerer Chromatinbrocken; dunkelgefärbte Stränge verbinden letztere mit dem Caryosom, sodaß das Ganze ein netzähnliches Äußeres bekommt.

Im Gegensatz zu GEORGEVITCH (38, 39), der bei *Henneguya gigantea*. NEMECZEK immer zwei ungleich große Kerne im Amöboid findet, treffen wir nur ein einziges Mal eine solche Form bei *Myxobolus swellengrebeli* an (Taf. 2, Fig. 24).

Nur ausnahmsweise begegnen wir in den Cysten drei- und vierkernigen freien Amöboiden (Taf. 2, Fig. 26—30). Meistens weisen auch die in diesen Stadien vorkommenden Kerne eine Netzstruktur auf. Die Form der Fig. 27 bildet von der befolgten Regel eine Ausnahme, denn die drei hier vorhandenen Kerne zeigen eine bläschenförmige Gestalt, während man ein Caryosom vergeblich sucht. Man bekommt den Eindruck, daß sie degenerieren.

Vermutlich werden alle in den Geschwülsten des ersten Wirtes befindlichen freien Amöboide über lang oder kurz degenerieren, wenn ihnen die Gelegenheit, in einen neuen Wirt zu gelangen, fehlt. Während sie noch im ursprünglichen Wirt verbleiben, teilen sich ihre Kerne und es entstehen drei- und vierkernige Amöboide. Eine Rolle in der multiplikativen Entwicklung der Tiere ist diesen Stadien nicht zuzumuten.

Allem Anscheine nach schwankt die Anzahl der freien Amöboide, die man in den Geschwülsten findet, nach den Jahreszeiten, und so kann es geschehen, daß ein Forscher diesen Stadien begegnet, während der andere sie niemals antreffen wird. Die Fak-

toren, die das Entkeimen der Sporen beeinflussen, liegen noch vollkommen im Dunkeln.

Das Auftreten mehrkerniger, freier Amöboide macht es im voraus schon wenig wahrscheinlich, daß hier von einer Kernkopulation die Rede sein wird. Wir machen in diesem Zusammenhang auf eine in der Figur 31 abgebildete Form aufmerksam. Die zwei Kerne, welche dieser Körper umfaßt, gehen scheinbar eine Kopulation ein; aber viel wahrscheinlicher kommt es uns vor, daß es sich hier um degenerierende Kerne handelt. Mitunter finden wir einkernige Amöboide, von denen aber schwer anzunehmen ist, daß sie infolge einer Caryogamie aus den gewöhnlich zweikernigen Formen entstanden sind. Weder von einer Kernverschmelzung noch von einem Reduktionsvorgang finden wir auch nur die geringste Spur, und vermutlich wird denn auch dieses einkernige Amöboid schon bei seiner Bildung in der ihn umfassenden Spore einkernig gewesen sein.

Tabelle III gibt uns die Dimensionen einiger zweikerniger Amöboide.

Tabelle III.
Dimensionen der freien Amöboide.

Freie Amöboide mit 2 Kernen	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5
	μ	μ	μ	μ	μ
Länge Am.	7,57	5,07	5,75	6,04	4,70
Breite "	6,14	4,17	5,51	5,51	4,30
Länge Vakuole	2,85	3,70	2,68	1,34	1,94
Breite "	2	2,98	1,48	0,80	0,80
Gr. Länge Kern 1	2,85	1,94	2,01	2,15	2,28
" " Kern 2	2,42	1,49	2,35	2,41	2,08
" Breite " 1	2,57	1,26	1,94	2,01	1,94
" " " 2	2,14	1,26	2,28	2,15	1,81

Tabelle IIIA gibt dann die Ausdehnungen des einkernigen Amöboids der Fig. 32.

Tabelle IIIA.

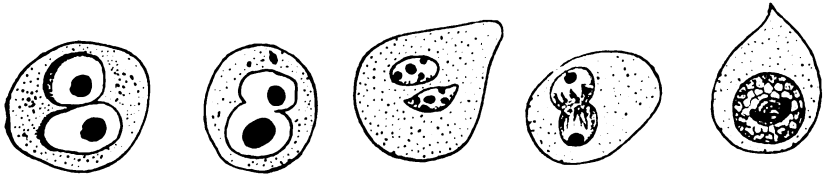
Freies Amöboid mit 1 Kerne	
	μ
Länge Am.	4,03
Breite "	3,06
Länge Vakuole	2,95
Breite "	1,41
Länge Kern 1	2,42
Breite " 1	2,28

Zusammenfassung und Diskussion.

Eins ist also festgestellt, nämlich daß in den jungen, freien Amöboiden eine Caryogamie nicht stattfindet, jedenfalls nicht im ersten Wirt.

Auch bringt keiner der übrigen Forscher, welche den Lebenszyklus der Myxosporidien eingehend studiert haben, genügende Argumente, uns von der Richtigkeit ihrer Voraussetzungen zu überzeugen.

Die Figuren GEORGEVITCH' (Fig. 5—6, Pl. XVIII, Textfig. B) können u. E. schwerlich als die Abbildungen von aus ihren Hüllen befreiten Amöboiden von *Henneguya gigantea* NEM. betrachtet werden. Ähnliches trifft für die Formen der *Ceratomyxa herouardi* GEORGEV. (43) (Pl. XI, Fig. 16, 17, 19 Textfig. B) zu, weil die herbeigeführten Stadien als Beweise einer Autogamie nicht ausreichen.



Textfig. B. Kerncopulation im Amöboid nach GEORGEVITCH 1915, Pl. XVIII Fig. 5 u. 6; 1917 Pl. XI Fig. 16, 17 u. 19.

Auch RHODA ERDMANN'S (32) Arbeit über den Lebenszyklus von *Chloromyxum leydigi* befriedigt uns in dieser Hinsicht nicht. Ihre Fig. 5—6 Taf. 17 stellen vielmehr Degenerationsstadien als Copulae dar.

Ebensowenig kann uns ihre vorläufige Mitteilung (31) über diesen Parasit und die angegebene Verschmelzung der Amöboidkeimkerne von der Richtigkeit ihrer Angaben überzeugen.

Lo GIUDICE'S Fig. 5 (45) schließlich — darüber sind wir mit RHODA ERDMANN eins — stellt gewiß kein freies Amöboid von *Myxobolus ellipsoides* THÉL. dar. Wohl finden sich in diesem Körper eine Vakuole und einige kernähnliche Gebilde, von denen wir aber schwerlich annehmen können, daß sie echte Myxosporidienkerne sind.

Auch in der Literatur gibt es — wir betonen dies nochmals — keinen einzigen sicheren Beweis für das Vorkommen einer Caryogamie im eben befreiten jungen Amöboid.

IV. Die weitere Entwicklung des Amöboids.

Naturgemäß können wir, weil das gegebene Material uns keine Infektionsversuche gestattete, über den weiteren Entwicklungsgang der zweikernigen Amöboide wenig sagen. Vermutlich wird das zweikernige Amöboid, nachdem es die Vakuole eingebüßt hat, mit seinen Kernteilungen fortfahren. Ausnahmsweise ist die Vakuole bereits aus den eben befreiten Amöboiden verschwunden (Taf. 2, Fig. 33—35).

Die zweikernigen Amöboide, deren Ausdehnungen die Tabelle IV angibt, stimmen mit ähnlichen, von GEORGEVITCH (41—43) bei *Ceratomyxa herouardi* GEORGEV. (Pl. XI, Fig. 16, 17. Textfig. B) gefundenen Stadien überein (43).

Speziell die Kerne seiner Fig. 16 zeigen fast denselben Bau wie die Kerne der betreffenden Stadien von *Myxobolus swellengrebeli*. Allem Anscheine nach haben wir in der Fig. 5, Pl. XVIII ein ähnliches Stadium von *Henneguya gigantea* NEM. (39) vor Augen.

Die weitere Entwicklung des Amöboids findet dann im neuen Wirtes statt.

Die Fig. 36—37, Taf. 2 weisen darauf hin, daß bisweilen aus den mehrerwähnten zweikernigen Amöboiden einkernige Stadien hervorgehen können. Zuvor hat sich die Vakuole geteilt und nun durchschnürt sich auch das Plasma, so daß zwei einkernige Individuen entstehen. Eine multiplikative Fortpflanzung würde demgemäß schon sehr frühzeitig bei den im neuen Wirtes angelangten Amöboide anfangen können.

Mehrere Autoren haben sich mit der multiplikativen Fortpflanzung der Myxosporidien beschäftigt. Es genüge, an die Studien COHN'S (23), DOFLEIN'S (25, 26, 29), RHODA ERDMANN'S (32) und GEORGEVITCH' (41—43) zu erinnern, von denen die Mehrzahl sich auf die Gattungen, welche die Hohlorgane bewohnen, bezieht.

Die beiden erstgenannten Untersucher konnten eine Abschnürung kernhaltiger Plasmastücke verfolgen. RHODA ERDMANN (32) meint, daß das junge Individuum des *Chloromyxum leydigi* im Anfang seiner Entwicklung schizogonisch auseinanderfällt, während GEORGEVITCH (43) den sehr verwickelten Lebenszyklus der *Ceratomyxa herouardi* GEORGEVITCH schildert, in welchem asexuelle, sich schizogonisch vermehrende Generationen, mit sexuellen abwechseln.

Tabelle IV.
Dimensionen einiger zweikerniger Amöboide
ohne Vakuole.

	μ	μ	μ	μ	μ
Länge Amöboid	5,10	5,66	5,21	5,37	5,24
Breite "	3,89	5,22	4,42	4,70	3,62
Länge Kern " 1	2,68	1,94	2,42	2,48	1,88
" " 2	2,28	2,38	2,28	2,28	1,94
Breite " 1	2,21	1,94	2,28	2,28	1,88
" " 2	2,01	1,94	2,14	2,15	1,68

V. Die Pansporoblastenbildung.

An bestimmten Stellen findet man in den Cysten, besonders an den Gewebebalken, welche die Geschwülste durchqueren und in Fächer teilen, eigentümliche Kernanhäufungen, als ebensoviele Brutstätten der Sporen (Taf. 2, Fig. 38—44).

Das Plasma ist hier ziemlich dicht und die sich hier befindlichen Kerne liegen meistens in einer Anzahl von zehn bis vierzehn beisammen (Taf. 2, Fig. 38). Eine höhere Kernzahl trifft man nicht selten an.

Betrachten wir die genannten Kernnester eingehender, so fällt uns auf, daß bei weitem nicht alle Kernnester gleichgeartet sind. Einige umfassen Kerne einer Art und Größe (Taf. 2, Fig. 38—42), aber nebenbei begegnet man auch einer sehr großen Zahl von Kerngruppen, die bestimmte Änderungen, welche die Pansporoplastenbildung zur Folge haben, aufweisen (Taf. 2, Fig. 43—44).

Die Kerne der erstgeschilderten Gruppen zeigen eine rundliche Gestalt, besitzen ein deutliches Caryosom, eine Saftzone und ein ziemlich dichtes chromatisches Netz. Die Größe des Caryosoms hängt mit der Größe der Kerne zusammen.

Vorzugsweise findet man diese Kernsammlungen in bestimmten Zonen des Entoplasmas der Tiere, während andere dazwischenliegende Plasmastreifen von diesen Kernsammlungen ganz frei sein können und nur wenige, kleine, vielfach degenerierte Kerne aufweisen; letztere (Taf. 2, Fig. 45) gehen mit dem maschigen Plasma, in dem sie eingebettet liegen, sofort nach der Beendigung der Sporenbildung zugrunde. Die Kerne der Kernnester hingegen beteiligen sich an dem Aufbau der propagativen Generation der Sporen.

Um sie herum ballt sich das Plasma zusammen, und nach wie vor entstehen in diesen Kernnestern die Propagationszellen erster Ordnung, die gegen das sie umringende Plasma scharf abgegrenzt sind (Fig. 46—50). Ob diese Zellen eine echte Zellmembran besitzen oder nicht, ist schwerlich zu entscheiden. KEYSSELTZ (54) leugnet dies bestimmt.

Allmählich entfernen sich dann in dem Augenblicke, wo die Sporenbildung anfängt, diese Propagationszellen, die im Anfang dicht zusammenlagen.

Die Form der Propagationszellen ist ziemlich veränderlich. Mehrere sind kugelförmig, während andere eine mehr langgestreckte Gestalt zeigen. Dies hängt mit dem Entwicklungsstadium dieser Zellen zusammen. Auch ihre Ausdehnungen können ziemlich großen Schwankungen unterworfen sein. Die kleinste Propagationszelle, die wir fanden, maß $2,79 \times 2,98 \mu$. Die größte war $7,12 \mu$ lang und $4,83 \mu$ breit.

Die Kerne dieser Zellen liegen vielfach exzentrisch, zeigen ein deutliches Caryosom, eine Saftzone und eine Kernmembran, welche in den meisten Fällen größere und kleinere Chromatinbrocken enthält (Fig. 46—48). Auch die Netzstruktur der Kerne zeigte sich nicht selten (Fig. 47, 49, 50).

Mit dem Entwicklungsstadium, das diese Zellen erreicht haben, ändert sich auch das Kernäußere und so wird der mehr homogene Bau der Ruhekerne mit der Netzstruktur in dem Momente, wo die Zellteilung anfängt, verwechselt werden. Die Größe der Kerne schwankt je nach der Größe der Zellen. Die kleinsten Kerne maßen $2,5 \mu$, die größten besaßen einen Durchmesser von 4μ .

Tabelle V.

Dimensionen der Propagationszellen erster Ordnung.

Propagationszelle erster Ordnung	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
Gr. Länge d. Zelle	5,57	5,91	7,82	4,43	6,45	5,24	6,58	6,77	4,56	4,16	4,23	5,19	5,73
Gr. Breite d. Zelle	4,43	4,83	4,83	4,30	4,83	5,24	4,83	5,37	4,30	4,83	4,23	3,68	5,25
Gr. Länge d. Kernes	3,56	3,62	3,89	2,82	3,83	3,89	4,30	3,89	3,09	3,62	3,55	2,23	4,09
Gr. Breite d. Kernes	2,95	3,22	3,02	2,68	4,70	3,09	3,22	2,95	2,55	3,36	2,73	3,68	3,55

Nach einiger Zeit werden aus den Propagationszellen erster Ordnung durch eine Zellteilung die Propagationszellen der zweiten Ordnung hervorgehen. Die sich teilenden Propagationszellen findet man an mehreren Stellen in den Cysten.

KEYSSELITZ (54) und MERCIER (64) sahen bei *Myxobolus pfeifferi* THÉL. diese Kernteilung mitotisch verlaufen. Erstgenannter Forscher und LO GIUDICE (45), welcher bei *Myxobolus cycloides* THÉL. ebenfalls eine mitotische Kernteilung der Propagationszellen beschreibt, geben an, daß eine Kernknospung, während welcher ein viel kleineres Sekundärcaryosom aus dem großen Primärcaryosom hervorgeht, den Kernteilungsvorgang einleitet. Das nun entstandene Sekundärcaryosom zerfällt in eine Anzahl Chromatingranula, die sich an der Kernmembran entlang anordnen. Zwei der Figuren KEYSSELITZ (54) nämlich Fig. 4–5, Taf. 13 zeigen einige Eigentümlichkeiten, deren Bedeutung diesem Forscher offenbar entgangen ist.

Auch LO GIUDICE (45) ist nicht imstande die Lücke, die hier in unseren Kenntnissen vorhanden ist, auszufüllen. Unten werden wir die Ergebnisse dieser Forscher im Zusammenhange mit den von uns gebrachten Tatsachen neu beleuchten.

Hier sei noch bemerkt, daß RHODA ERDMANN (32) meint, daß die Kerne der beschriebenen Kernnester, bevor sich um sie herum die Propagationszellen bildeten, ihren Charakter änderten, so daß sie erst vegetativ, nachher generativ sein sollten. Sie weist auf die Lücken, die sich an dieser Stelle in den Arbeiten ihrer Vorgänger finden, hin und schildert dann die Umbildung dieser Kerne folgenderweise (S. 301):

„Der Kern zeigt nicht mehr ein deutliches Caryosom und Außenchromatin, sondern ist, wie ich schon früher gesagt habe, von zarten chromatischen Fäden umspinnen. Sobald dieser Vorgang das Kerninnere verdeckt, grenzt sich dieser Kern mit einem kleinen Plasma-saum von seinem Mutterboden ab. Ein wenig später findet man Kerne, die zwei Caryosome haben und nach kurzer Zeit entstehen zwei Zellen, die einen deutlich netzartigen Kern besitzen. Solche Kerne, die ein wenig kleiner als die vegetativen Kerne sind, findet man zu zweit, dann wieder einzeln bei den vegetativen Tieren. Nachdem dieser Vorgang sich mehrfach wiederholt hat, entstehen statt zweier Kerne drei (Taf. 19, Fig. 31 u. 31 d). Der eine Kern teilt sich sofort noch einmal und die Teilprodukte drängen sich um den liegengebliebenen Kern aus der ersten Teilung.“

Und ein wenig weiter lesen wir:

„Die Kerne dieser Dreiergruppen bilden durch schnelle Teilung

gleich große Kerne, die durch ihre geringe Größe und die fehlende, höckerige chromatische Hülle kenntlich sind.“

Augenscheinlich werden mit diesen letzteren Kernanhäufungen, die obenerwähnten Kernnester gemeint, in denen die Propagationszellenbildung einen Anfang nimmt.

Wenn wir nun bei unserem *Myxobolus wellengrebeli* nach einer Umwertung der Kerne, wie sie RHODA ERDMANN (32) angibt, suchen, so zeigt es sich, daß hier nirgends, auch nicht einmal eine Andeutung eines derartigen Vorganges zu finden ist. Eine netzförmige Kernstruktur ist ja noch kein Beweis, daß die Kerne statt vegetativ generativ geworden sind. Man sieht zwar bei den sich teilenden Kernen der Propagationszellen, daß die Kernmembran eine bisweilen ziemlich große Anzahl Chromatinbrocken enthält, aber wir meinen, daß die Granula eine ganz andere Herkunft haben, als KEYSSELITZ (64) voraussetzt.

Wir neigen der Meinung zu, daß hier Reaktionsprodukte, die in einer Wechselwirkung zwischen Kern und Plasma ihren Ursprung finden, vorliegen. Und allerdings, dies stimmt vollkommen mit dem Umstände überein, daß der Kern während seiner Teilung eine erhöhte physiologische Tätigkeit zeigt. Ist diese Annahme berechtigt, so erfordert das Stadium, in welchem der Kern zwei Caryosome besitzt, eine ganz andere Erklärung als KEYSSELITZ' hierfür gibt.

Zu allererst ist nun zu bemerken, daß bei *Myxobolus wellengrebeli* nie Formen vorkommen, wie die KEYSSELITZ'schen Fig. 2—6, Taf. 13 uns zeigen. Die zwei Caryosome, welche der Kern dieser Stadien zeigt, liegen in einer einzigen Saftzone zusammen. In unseren Figuren sind die Tochtercaryosome immer weit voneinander getrennt und finden sie sich an den gegenüberliegenden Polen des Kernes (Fig. 60). Bisweilen fiel es schwer, zu entscheiden, ob ein zweites Caryosom vorhanden war oder nicht und glichen die beiden dunkelgefärbten Kernkörperchen mehr den oben beschriebenen, gewöhnlich in der Kernwand vorkommenden Chromatingranula, als den Caryosomen.

Aber dort, wo an der Caryosomnatur der vorliegenden Gebilde nicht zu zweifeln war (Fig. 82), besitzen beide Körper eine gesonderte Saftzone. Absichtlich haben wir so lange bei diesen Erscheinungen verweilt, weil sowohl KEYSSELITZ (54) als RHODA ERDMANN (32) diese sich bei dem Caryosome abspielenden Vorgänge als den Ausgangspunkt der Kernteilung betrachten.

Diese Auffassung stützt sich, wie wir oben schon bemerkten, auf falsche Voraussetzungen und wir haben ihren Erörterungen

gegenüber die Stadien der Fig. 51—54 als die Anfangsstadien der Kernteilung zu betrachten.

Das Caryosom ist ziemlich groß in bezug auf den Kern und zeigt sich gänzlich nach dem einen Pole des Kernes hin verschoben, wo es an der Kernmembran liegt. Von diesem Punkte aus durchqueren feine Fasern, die vermutlich aus Lininsubstanz bestehen, in verschiedenen Richtungen den Kernraum. An vereinzelt Stellen liegen diese Fasern so dicht beisammen, daß sie scheinbar ein homogenes Bündel bilden; nachher weichen sie dann wieder auseinander und werden die separaten Komponenten sichtbar (Fig. 54). Allmählich verteilt sich nun das Chromatin des Caryosoms über dieses Liningewebe. Ein Spirem entsteht (Fig. 52). Die Enden des Spirems zeigen sich in den meisten Fällen stark verdickt, während auch an dem Faden entlang Verdichtungen der Chromatinsubstanz vorgefunden werden (Fig. 53, 54). Die Verdickungen dieses Spirems stellen zweifelsohne die Reste des Primärcaryosoms, das stufenweise auseinanderfällt, dar. In einer folgenden Kernteilungsphase werden die einzelnen Chromosomen sichtbar, als ebensoviele Verdickungen auf dem Spireme, das, viel dünner geworden, sich durch den Kernraum schlängelt.

Es ist nun die Frage:

Inwiefern ist nun bei dieser Kernteilung von einer Centrosomenbildung die Rede? Wir konnten nur selten an den Kernspindelpolen solche Zentren mit einiger Wahrscheinlichkeit auffinden (Fig. 44, 56). Meistens sieht man hier keine Spur ähnlicher Körperchen und namentlich bei den Stadien, die der Spirembildung folgen, fehlen sie völlig. Auch in den Figuren KEYSSELITZ' sind sie nur ausnahmsweise zu entdecken. Nach beendigter Chromosomenbildung teilt sich das Spirem in seine einzelnen Komponenten (Fig. 57).

Die Chromosomen, deren Anzahl zwischen 8 und 12 schwankt, ordnen sich zu einer Äquatorialplatte (Fig. 57—58) und werden nachher in der Anaphase über die beiden Pole der Kernteilungsfigur verteilt (Fig. 59). Während der Telophase verbacken sie dann zu den beiden Tochtercaryosomen (Fig. 60), Inzwischen hat sich die ganze Zelle vergrößert. Zunächst durchschnürt sich nun der Kern; ein wenig später entstehen durch eine Zellteilung die beiden Propagationszellen zweiter Ordnung (Fig. 61—64).

Die Fig. 62 zeigt uns eine Übergangsform, in der die Scheidewand, welche die beiden Tochterzellen trennt, noch nicht ausgebildet ist. Die Propagationszellen zweiter Ordnung weichen entweder sofort nach ihrer Bildung auseinander und teilen sich von neuem

(Fig. 65), oder sie bleiben beieinander und schmiegen sich in diesem Falle eng an (Fig. 67—71).

Aber auch falls die Tochterzellen beieinander bleiben, tritt nach einiger Zeit eine neue Zellteilung ein (Fig. 69). In dem hier gegebenen Stadium teilen sich die beiden Tochterzellen synchron. Meistens ist jedoch die Teilung dieser Zellen asynchron (Fig. 70).

Stufenweise entstehen nun die bekannten Zweier-, Dreier- und Vierergruppen der Propagationszellen zweiter Ordnung (Fig. 73—79, Taf. 2; Fig. 80—81, Taf. 3). Einige Propagationszellen erster Ordnung zeigen ein von dem oben gegebenen Schema einigermaßen abweichendes Bild ihrer Kernteilung. Die Zelle ist außerordentlich in die Länge ausgezogen worden und fängt sich schon zu teilen an, bevor noch die auseinanderweichenden Chromosomen zu den neuen Caryosomen zusammengeballt sind (Fig. 72). Dieselbe Erscheinung führen uns KEYSSELTZ' Fig. 25—28, Taf. 13 vor Augen.

Dieser abweichende Vorgang läßt sich sehr gut erklären, wenn man voraussetzt, daß die Propagationszellen zweiter Ordnung zweierlei Natur sein können. Erstere Zellart wird anfänglich immer von neuem Tochterzellen produzieren, welche der Mutterzelle vollkommen gleichen; die Zellen der zweiten Art beteiligen sich direkt an der Pansporoblastenbildung. Für die Dreiergruppen gilt dasselbe. Die zu ihnen gehörenden Zellen, welche direkt in die Pansporoblastenphase übergehen werden, hängen eng zusammen. Die mittlere Zelle keilt sich dabei zwischen die beiden anderen Zellen (Taf. 2, Fig. 78—81). Die zur anderen Art der Dreiergruppen gehörenden Zellen rücken alsbald auseinander und weisen demgemäß immer nur einen losen Zusammenhang auf (Fig. 75, 76).

Bisweilen kann die Dreizellenbildung offenbar vor sich gehen, ohne daß ein zweizelliges Stadium vorangeht (Fig. 81).

(Siehe Tabelle VI auf S. 50.)

Jede der zu den hier beschriebenen Dreiergruppen gehörenden Zellen fängt nun nach längerer oder kürzerer Zeit mit der Sporenbildung an. Sobald dieser Vorgang beginnt, nennen wir diese Zelle: Pansporoblast, wiewohl es besser wäre, ihr den Namen Sporenmutterzelle beizulegen.

Zusammenfassung und Diskussion.

Die Zellenanhäufungen sind die Bildungsstellen der Propagationszellen erster und zweiter Ordnung, wie auch der Pansporoblasten.

Tabelle VI.
Dreizellengruppen.

	μ	μ	μ	μ	μ	μ
Gr. Länge Zelle 1	5,10	5,24	5,10	5,52	5,22	4,64
" Breite " 1	4,63	4,03	3,15	3,50	4,03	3,68
" Länge Kern 1	3,49	3,29	3,22	2,76	2,68	—
" Breite " 1	2,48	2,75	2,48	3,38	2,46	—
" Länge Kernk. 1	0,53	1,48	1,34	0,59	—	0,95
" Länge Zelle 2	4,97	5,91	5,10	4,85	5,44	4,91
" Breite " 2	4,43	3,76	3,42	3,88	4,50	3
" Länge Kern 2	3,22	2,89	3,29	2,83	2,98	—
" Breite " 2	2,82	2,68	2,48	2,23	2,68	—
" Länge Kernk. 2	—	1,41	1,07	0,44	0,97	0,95
" Länge Zelle 3	4,56	4,23	4,50	4,77	4,85	4,09
" Breite " 3	4,30	3,69	3,83	3,88	3,70	3,27
" Länge Kern 3	3,22	3,09	3,09	2,83	2,83	—
" Breite " 3	2,89	2,35	3,02	2,53	2,08	—
" Länge Kernk. 3	0,46	1,74	1,48	0,52	—	0,95

Für die Annahme, daß die hier vorhandenen Kerne, ehe sie zur Propagationszellenbildung benutzt werden, statt vegetativ generativ werden, liegen keine genügenden Gründe vor. Die Teilung der Propagationszellen verläuft mitotisch. Die Propagationszellen erster und zweiter Ordnung können sich sofort, oder erst nach einer Reihe vorhergehender Zellteilungen an dem Sporenaufbau beteiligen.

Die von GEORGEVITCH (43) für *Ceratomyxa herouardi* gegebenen Fig. 29—35, Pl. XI, welche Formen dieser Autor als Belege eines Schizogonievorganges anführt, stellen unseres Erachtens sich teilende Propagationszellen dar.

VI. Die Sporenbildung.

Die Sporen entstehen nun in den obenbeschriebenen Kernnestern, denen RHODA ERDMANN (32) den Namen „Inseln“ beigelegt hat. Ein Teil der hier vorhandenen Kerne ändert seine Natur, so daß aus den ursprünglich vegetativen Kernen generative Gebilde hervorgehen. Letztere sind kleiner als erstere und aus diesem Umstande läßt sich das Vorkommen von Kernnestern mit ungleich großen Kernen erklären. Überdies fanden RHODA ERDMANN (32) und PARISI (74) in vielen derartigen „Inseln“ Chromatinbrocken von wechselnder Größe und Gestalt, von denen erstgenannte Forscherin meint, daß sie von den Kernen ausgestoßene Reduktionskörper darstellen.

Sehr leicht lassen sich auch bei unserer *Myxobolus*-Art eine Menge ähnlicher Kernnester auffinden. Diese umfassen eine Anzahl

etwa gleich großer Kerne; jene charakterisieren sich dadurch, daß in ihnen große und kleine Kerne nebeneinander vorkommen. Auch enthalten mehrere „Inseln“ besonders in den mit Hämatoxylin HEIDENHAIN gefärbten Präparaten große dunkelschwarz aussehende Gebilde, welche vielleicht den von RHODA ERDMANN (32) gefundenen Reduktionskörpern gleichzustellen sind.

Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß es sich hier gewiß nicht um echte Reduktionskörper handelt und daß wir es hier mit degenerierten Kernen zu tun haben. Die Annahme, daß in vereinzelt Fällen unter Einfluß von Faktoren, derer Natur wir noch nicht weiter aufklären können, ein Teil der Kerne in ihrer Entwicklung zurückbleibt, demzufolge kleiner ausfällt und alsbald zugrunde geht, während die größeren Kerne sich weiter teilen und zur Sporenbildung anschicken, gibt eine genügende Erklärung für alle angeführten Tatsachen. Eine Eigentümlichkeit, die vereinzelt Inseln eigen ist, in denen die Bildung der Propagationszellen bereits einen Anfang nimmt, darf nicht unerwähnt bleiben. Wir meinen den Umstand, daß besonders bei den mit Hämatoxylin HEIDENHAIN tingierten Querschnitten Kerne und Zellen bisweilen schwer zu unterscheiden sind (Taf. 3, Fig. 83; Taf. 2, Fig. 43, 44) und es in solchen Fällen nur nach guter Differenzierung gelingt, die richtige Erklärung der gefundenen Stadien zu geben. Wir betonen dies besonders, da die Möglichkeit vorliegt, daß man dadurch für sexuelle Vorgänge ansehen könnte, was diesen Namen gewiß nicht tragen darf. Gelegentlich werden wir hierauf zurückkommen.

A. Die zweizelligen Sporeninitialformen.

Bei der Umwandlung einer Propagationszelle erster oder zweiter Ordnung in einen Pansporoblasten fängt die Sporenbildung an. Die Teilung der letzteren Zelle, die übrigens in ihren morphologischen Eigenschaften wenig von den oben beschriebenen Propagationszellen abweicht, kennzeichnet sich durch ihren typischen Verlauf. Sie ermöglicht es uns, die Pansporoblasten von den anderen einzelligen Formen zu unterscheiden.

Leider war es uns nicht möglich, eine lückenlose Serie Pansporoblastenteilungsfiguren aufzufinden. Einer Chromosomenbildung z. B. begegneten wir nie, obwohl anzunehmen ist, daß diese Körper bei der Teilung der Pansporoblasten auftreten werden. Die Fig. 84 und 85, Taf. 3 deuten darauf jedenfalls hin. Auch führt eine Vergleichung unserer Resultate mit den von RHODA ERDMANN (32) für *Chloromyxum leydigi* gegebenen Bildern zu demselben Schlusse.

Wir haben uns nun den Vorgang der Pansporblastenzellteilung wie folgt zu denken:

Nachdem sich das Spirem ausgebildet hat und in eine unbestimmte Anzahl Chromosome auseinandergefallen ist, ordnen sich letztere Gebilde zu einer Äquatorialplatte. Dann bekommt jeder Teilungspol für sich einen Teil der Chromosomen. Ob nun beide Partien von Chromosomen einander gleich sind oder nicht, läßt sich aus den gefundenen Bildern nicht folgern. Gewiß ist jedoch, daß die beiden entstandenen Tochterkerne von ungleicher Größe sind.

Auch für die zu ihnen gehörenden Caryosome gilt dasselbe. Inzwischen ist die Pansporblastenzelle in die Länge gezogen worden. Von dieser heteropolen Teilung geben die Fig. 84—87 ein wenn auch nur unvollkommenes Bild.

Zu bemerken ist, daß jedem der beiden nun entstandenen Caryosome eine eigene Saftzone zukommt. Oben Seite 46 haben wir mit einigen Worten angedeutet, daß man die KEYSSELITZ'schen (54) Fig. 2—6, Taf. 13 (Textfig. C) in zwei Gruppen einteilen kann.



Textfigur C. Propagationszellen erster Ordnung nach KEYSSELITZ 1908, Taf. 13 Fig. 2—6.

Erstere Gruppe, welche die Fig. 4 u. 5 umfaßt, führt uns die Prozesse, welche die Teilung der Propagationszellen erster Ordnung einleiten, vor Augen. Beide Tochterkerne besitzen ein gleich großes Caryosom. Die zweite Gruppe jedoch enthält einige einzellige Pansporblasten (Fig. 2, 3, 6). Ähnlichen Teilungsbildern begegneten wir nur selten (Fig. 86, 87, Taf. 3). Die Mehrzahl der sich teilenden Pansporblasten ist zweikernig (Fig. 88—92, Taf. 3).

Wenn nachher eine Scheidewand diese Pansporblasten durchquert, sind die Gametoblasten KEYSSELITZ' entstanden. Zuvor deutete schon eine geringe Einschnürung der Pansporblastenmembran die Stelle an, wo sich die Scheidewand ausbilden wird (Fig. 92, Taf. 3). Eine Kopulation von Micro- und Macrogameten zu zweizelligen Pansporblasten oder Gametoblasten ist der beschriebene Vorgang also nicht, und es empfiehlt sich deshalb, diese Stadien statt Gametoblasten Sporeninitialformen zu nennen. Die Fig. 93—100, Taf. 3 zeigen eine Anzahl solcher Formen.

Alle Beobachter, welche die Gruppe der Myxosporidia durch-

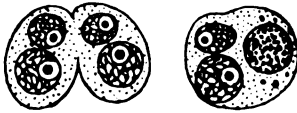
forscht haben, vermelden bei den von ihnen beschriebenen Arten das Vorkommen ähnlich gestalteter Körper.

Wir erinnern in diesem Zusammenhange an die Publikationen MERCIER's (62—64). AUERBACH's (1—11). RHODA ERDMANN's (32), PARISI's (14) und GEORGEVITCH' (38—43). Von diesen Forschern haben nur KEYSSELITZ (54) und RHODA ERDMANN die Bildung der zweizelligen Initialformen im wesentlichen korrekt beschrieben. Die anderen Beobachter hingegen geben eine Erklärung der von ihnen gefundenen Tatsachen, die, weil von einer Kopulation männlich und weiblich differenzierter Gameten nicht die Rede sein kann, fraglos falsch sein muß. Doch halten mehrere Forscher, darunter AUERBACH (11), an einer Gametenkopulation fest, und da AUERBACH (11) eine Plasmogamie der beiden sich anschmiegenden Zellen nicht direkt konstatieren kann, nimmt er an, daß die kopulierenden Gameten anfänglich ihre Individualität beibehalten, um erst viel später, nachdem die den Gametoblasten aufbauenden Zellen sich wiederholt geteilt haben, im Amöboidkeime zu verschmelzen. Meistens bestehen die zweizelligen Initialformen aus einer großen Zelle, die eine kleinere wie eine Kappe umfaßt (Fig. 93, 94, 96—98). Sofort, nachdem die kleinere Zelle durch den einzelligen Pansporoblasten abgeschnürt worden ist, zeigt sie eine rundliche Gestalt (Fig. 93—95), aber alsbald plattet sie sich ab und nimmt nun die obenerwähnte Kappenform an (Fig. 96—100). Die große Zelle teilt sich mitotisch (Fig. 101, 102). In der Äquatorialplatte befinden sich dann meistens 8 Chromosome. Auch 10 Chromosome trafen wir ausnahmsweise an. Wenn die Chromosomen nun über die beiden Teilungspole verteilt sind, findet dort eine Kernneubildung statt (Fig. 103, 104). Die Teilungsrichtung steht dabei senkrecht auf der Längsachse der Zelle. Dieser Kernteilung folgt voraussichtlich bald eine Zellteilung. Es bilden sich die dreizelligen Initialformen, welche aus zwei großen und einer kleineren Zelle bestehen (Fig. 105, 106, 107). Erstere Figur zeigt, wie die kleinere Zelle zwischen den beiden größeren Zellen liegen kann, während in der zweiten Figur die kleinere Zelle nur mit einer der beiden größeren Zellen in Zusammenhang steht.

Es ist selbstverständlich, daß die Bildung einer dreizelligen Form, welche den zweizelligen Pansporoblasten mit dem vierzelligen Stadium verbindet, eine Gametoblastenkopulation, wie KEYSSELITZ sie annimmt, ausschließt.

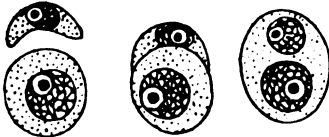
Auch die von PARISI (74) für *Sphaerospora caudata* PARISI angegebenen Kopulationsvorgänge (siehe Fig. 14, 15, Taf. 16; Textfig. D)

an deren Aufbau die Gametoblasten KEYSSELITZ' beteiligt sein sollen, kann man viel einfacher erklären als PARISI dies tut.



Textfig. D.
Gametoblastenkopulation nach PARISI 1912,
Taf. 16 Fig. 14, 15.

Wir trafen freilich mehrfach im Entoplasma der Myxosporiden die zweizelligen Pansporoblasten (Fig. 93), unweit von einander an, aber nie gab es auch nur Andeutungen eines Kopulationsvorganges zweier solcher Formen. Ebenso wenig sind wir mit RHODA ERDMANN (32) eins, wenn sie meint, daß die Sporeninitialformen ausschließlich in den sog. Inseln gebildet würden. Wir fanden ja mehrfach im dazwischen liegenden Plasma diese vielumstrittenen Sporenentwicklungsstadien. Die Annahme liegt darum auf der Hand, daß die hier vorgefundenen Formen sich aus den Inseln losgelöst haben; einen Beweis für diese Hypothese gibt es allerdings nicht.



Textfig. E.
Gametencopulation nach PARISI 1912,
Taf. 16 Fig. 11—13.

PARISI'S Figuren 11—13, Taf. XVI. (Textfig. E.) veranlassen uns zu einer Bemerkung, die eine ungezwungene Erklärung für die Kontroversen gibt, die in der Literatur zwischen den Angaben der verschiedenen Verfasser herrschen. Zunächst stimmen wir RHODA ERDMANN (32) vollkommen bei, wenn sie behauptet, die Figuren PARISI'S müßten in umgekehrter Folge geordnet werden. Ferner passen seine Abbildungen gänzlich in den Rahmen unserer Beobachtungen hinein und wir betonen, daß auch wir mehrfach zweizellige Pansporoblasten fanden, deren kleine Zelle mit der größeren Zelle nur lose zusammenhing (Fig. 99, 100). Diesen Stadien ist keine besondere Bedeutung beizulegen und die erwähnte Erscheinung ist denn auch nur als eine Illustration der Tatsache zu betrachten, daß die Zellen, welche die Sporen aufbauen, ihre Selbstständigkeit behalten. Meistens teilt sich die große Zelle dieser zweizelligen Körper zuerst, aber bisweilen geht die kleinere Zelle bei der Teilung voran (Fig. 108—110), sodaß wir dreizellige Pansporoblasten bekommen, die aus zwei kleinen und einer großen Zelle bestehen.

GEORGEVITCH (39) bildet für *Henneguya gigantea* NEMECZEK derartige Körper ab (Fig. 35, 36), von denen man anzunehmen hat,

daß sie in ähnlicher Weise entstanden sind. Ausnahmsweise (Fig. 111) teilen sich größere und kleinere Zellen synchron. In dem Kerne der größeren Zelle trifft man 8 Chromosome, während die kleinere Zelle nur 4 solche Gebilde aufweist. Letztere sind freilich dicker, sodaß die Möglichkeit vorliegt, daß diese Chromosome sich noch spalten werden, bevor eine Bildung der Tochterkerne anfängt. Doch ist in diesem Falle die größte Skepsis geboten und dieses um so mehr, weil wir bei der Teilung der Propagationszellen nie eine Chromosomenspaltung vorfanden.

Andererseits könnte man an eine Reduktionsteilung denken, aber auch für diese Annahme sind zu wenig Gründe vorhanden. Überdies ist zu bemerken, daß bei einer gewöhnlichen Reduktionsteilung die Polkörper meistens alsbald nach ihrer Entstehung zugrunde gehen, während hier die kleinen Zellen nebst den großen fortbestehen; und falls die beiden Zellen dieser Sporeninitialform kopulierende Gameten darstellen würden, müßte dann doch die Reduktionsteilung, welche die Reifung der Gameten begleitet, an beiden Zellen zu gleicher Zeit stattfinden.

Nebenbei sei betont, daß wir von einer Gametenkopulation unter Plasmogamie und Kernverschmelzung, wie MERCIER (64) uns diese für *Myxobolus pfeifferi* THÉL schildert, nie eine Spur fanden. Die oben gegebene Erklärung der Figur 111 hat denn auch viel Wahrscheinlichkeit für sich. Nicht immer war die mitotische Teilung so schön zu verfolgen wie in diesem Falle, aber auch dort wo Formen auftreten, wie Figur 104 wiedergibt, haben wir anzunehmen, daß die Teilung mitotisch verläuft. Nunmehr ist noch die folgende Frage zu beantworten: Finden sich bei unserem *Myxobolus swellengrebeli* denn nie Stadien, wie sie uns MERCIER in seinen Figuren 20—25, Pl. I vor Augen führt?

Gewiß; obgleich es sich um eine Ausnahme handelte, konnten wir bei unserer Art solche Stadien (Fig. 112) beobachten. Diese Form, wie diejenige in den Figuren 21 und 22 MERCIER's, stellt eine degenerierende Zelle vor, während MERCIER's Figur 20 eine gewöhnliche Propagationszelle, die sich zur Teilung anschickt, darstellt.

Beide nachher folgenden Tabellen bringen nun eine Anzahl Daten über die zweikernigen Pansporoblasten-bzw. zweizelligen Initialformen.

Es ist selbstverständlich, daß hier, wie überall im Zusammenhang mit der mehr oder weniger weit fortgeschrittenen Entwicklung der aufgefundenen Stadien, die Dimensionen der Pansporoblasten

ziemlich großen Schwankungen unterliegen. Ubrigens sprechen die Tabellen für sich selbst und ist eine weitere Auseinandersetzung der hierin niedergelegten Tatsachen überflüssig.

Tabelle VII.
Die zweikernigen Pansporoblasten.

	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
Gr. Länge Pansp.	7,79	6,11	6,58	7,86	7,93	9,07	10,08
" Breite "	7,05	5,37	6,18	5,57	5,37	5,37	5,57
" Länge Kern 1	2,75	2,08	2,55	3,76	4,70	3,42	3,09
" Länge " 2	4,10	3,02	3,49	2,41	2,68	4,30	3,83
" Breite " 1	1,68	1,68	2,15	3,62	3,62	3,42	3,09
" Breite " 2	4,03	2,68	3,22	2,15	1,88	3,89	2,55
" Länge Kernk. 1	0,94	0,67	1,34	1,54	2,15	1,48	1,14
" Länge " 2	1,27	1,48	1,48	0,46	1,07	1,81	2,08

Tabelle VIII.
Zweizellige Sporeninitialformen oder Gametoblasten.

	μ	μ	Teilungsform	Teilungsform	μ	μ	μ	μ
Gr. Länge Zelle 1	5,91	5,84	5,31	6,18	5,10	5,12	6,07	5,17
" Breite " 1	5,37	5,24	5,24	3,62	4,63	4,57	5,05	4,64
" Länge Kern 1	3,76	3,89	3,62	3,62	3,29	4,16	3,96	2,55
" Breite " 1	3,36	2,55	2,95	3,22	2,75	3,68	3,75	2,26
" Länge Kernk. 1	1,61	—	—	0,67	1,07	1,43	1,70	1,27
" Länge Zelle 2	3,76	3,36	3,09	4,70	3,42	4,09	3	1,55
" Breite " 2	1,81	1,48	2,55	1,88	2,35	2,25	1,98	1,55
" Länge Kern 2	2,15	—	2,01	2,68	2,35	3,14	1,50	2,55
" Breite " 2	1,61	—	1,81	1,88	1,61	2,04	1,23	1,55
" Länge Kernk. 2	1,07	1,14	0,26	0,53	0,40	1,02	0,27	0,85

B. Die dreizelligen Sporeninitialformen.

Nach allem was wir oben über diese Formen und ihre Bildung bemerkten, dürfte es überflüssig sein, noch lange bei diesen Stadien zu verweilen. Wir könnten sie in zwei Gruppen einteilen, je nachdem zwei große und eine kleinere Zelle (Fig. 105—107, 113), oder eine große und zwei kleine Zellen (Fig. 108, 114—117) an dem Aufbau dieser Formen beteiligt sind. Oft tritt die zellige Struktur der jungen Pansporoblasten mehr oder weniger in den Hintergrund und gewinnt man den Eindruck, daß plasmodiale Gebilde entstehen, indem die Scheidewände, welche die Zellen begrenzen, wegfallen. Ein Verwischen der Zellengrenzen geht jedoch nie mit einer Kernverschmelzung gepaart.

Überdies spielt die angewandte Färbemethode eine wichtige Rolle. Gelingt es uns z. B. in den mit Hämatoxylin DELAFIELD gefärbten Präparaten immer, ohne besondere Mühe, zwischen Zellen und Plasmodien zu entscheiden, weil bei dieser Färbung Kern- und Zellgrenze deutlich hervortreten, so gewährt uns die HEIDENHAINFÄRBUNG nicht solche deutlichen Bilder.

Aber sowohl hier als dort behalten die Kerne der Zellen und Plasmodien ihre Selbständigkeit bei und weder im Anfang der Sporenbildung, noch in den vollkommen ausgebildeten Pansporoblasten, Sporoblasten und Sporen ist, wie wir sehen werden, von einer Caryogamie die Rede. Die Figuren 113—117 geben von diesen dreizelligen Pansporoblasten eine Vorstellung. Auch in der Literatur findet man eine Anzahl übereinstimmender Abbildungen, als ebensoviele Belege für die Korrektheit unserer Auffassung AUERBACH (11) verschafft uns mehrere Beispiele. Auch MERCIER (64) bildet für *Myxobolus pfeifferi* THÉL eine Form ab (Pl. I., Fig. 37), die zweifelsohne mit den von uns gefundenen Körpern identisch ist. Der Pansporoblast zeigt eine plasmoidale Natur und enthält einen großen und zwei kleine Kerne.

PARISI's (74) Fig. 15, Taf. XVI. (Textfig. D) gehört zur anderen Gruppe der dreikernigen Pansporoblasten. Er enthält nämlich zwei große Kerne und einen kleineren Kern. Eine Kernkopulation liegt hier nicht vor.

C. Die vierzelligen Sporeninitialformen.

Die vierzelligen Initialformen schließen sich ohne weiteres den dreizelligen Stadien an. Eine besondere Bedeutung kommt diesen Formen, die sich durch eine einfache Zell- und Kernteilung aus den dreizelligen Entwicklungsstadien bilden, nicht zu und man kann nun, wie aus den vorhergehenden Seiten erhellt, die von KEYSSELITZ (54), RHODA ERDMANN (32) und PARISI (74) an dieser Stelle der Pansporoblastenentwicklung vorausgesetzte Gametoblastenkopulation bestimmt in Abrede stellen.

Auch hier findet man, wie bei den dreizelligen Pansporoblasten, verschieden gestaltete Formen. Ein Teil dieser Körper zeigt deutlich, daß bei ihrer Bildung sich die kleine, zwischen den beiden großen Zellen einliegende Zelle teilte (Fig. 118, 122—124). Bei anderen Formen sind die beiden kleinen Zellen in bezug aufeinander verschoben worden (Fig. 121), bis sie schließlich die größeren Zellen wie eine Kappe umfassen. Auch bei den Formen der Fig. 120, 125—129 handelt es sich um eine Verschiebung der kleinen Zellen,

aber hier hat die Verlagerung der kleineren Zellen in der horizontalen Fläche stattgefunden mit dem Resultate, daß sie schließlich an beiden Seiten der größeren Zellen und zwar in ihre Trennungslinie zu liegen kommen. Letztere Formen lassen sich ungezwungen von den Körpern der Fig. 118, 122, 123 ableiten.

Eine Gametoblastenpopulation findet also nicht statt. Nebst vierzelligen Pansporoblasten, die ihre Zellenstruktur beibehalten haben, trifft man andere, die wie ein Plasmodium aussehen (Fig. 125—129).

Aus dieser Tatsache erklärt sich die Meinungsverschiedenheit, welche zwischen KEYSELITZ (54) und MERCIER (64) besteht. Letzterer Autor fand nie vierkernige Pansporoblasten, deren zellige Struktur sich deutlich nachweisen ließ, während der erstere Forscher genannte plasmoidale Gebilde nie entdecken konnte. Tabelle IX gibt die Dimensionen einer Anzahl vierzelliger Pansporoblasten an.

Tabelle IX.
Die vierzelligen Pansporoblasten.

Länge	μ 9,07	μ 10,41	μ 7,72	μ 7,86	μ 7,86	μ 7,79	μ 6,72	μ 9,20	μ 10,48	μ 8,52	μ 7,24	μ 9,27
Breite	6,38	6,45	6,58	6,85	7,52	6,72	6,04	8,94	6,31	5,71	6,79	5,71

D. Die weitere Sporenentwicklung.

Die weitere Sporenentwicklung bietet uns nur wenig neue Gesichtspunkte. Wir wünschen sie dann auch nur in aller Kürze zu beschreiben und allein diejenigen Punkte besonders zu beleuchten, in denen unsere Auffassungen den Meinungen anderer Forscher widersprechen.

Auf die vierkernige oder vierzellige Phase des Pansporoblasten folgt die fünfkernige Initialform (Fig. 130). Es muß erwähnt werden, daß augenscheinlich genanntes fünfkerniges Stadium aus der vierkernigen Mutterform durch eine Teilung eines der kleinen Kerne hervorging.

Im Gegensatz zu GEORGEVITCH's (39) Angaben für *Henneguya gigantea* NEMECZEK, welcher Untersucher behauptet, daß die kleinen Zellen mehrfach sofort nach ihrer Bildung degenerierten, folgt aus dieser Figur — und wir werden unsere Meinung auf mehrere Beispiele stützen —, daß die kleinen Zellen und Kerne sich weiter teilen können und sich in ähnlicher Weise wie die großen Zellen und Kerne an der Sporenbildung beteiligen. Aber auch hier liegen, wie wir

dies schon mehrfach betont haben, verschiedene Entwicklungsmöglichkeiten vor. Aus der Fig. 131 ist ersichtlich, daß die größeren Zellen in ihrer Entwicklung weiter fortgeschritten waren als die kleineren Zellen, sodaß ein fünfzelliges Gebilde entstand, das aus drei großen und zwei kleineren Zellen aufgebaut ist. Wiederholt werden wir derselben Erscheinung bei den folgenden Phasen der Sporenbildung begegnen.

Fig. 132 zeigt dann ein Übergangsstadium zwischen einer vierzelligen Initialform und einem fünfkernigen Pansporoblasten. Auch hat man bei dieser Figur an einen Querschnitt durch einen Sporoblasten zu denken, in dem bereits die Polkapsel und Amöboidkeimanlagen zu sehen sind. Eines zeigt sich überall in besonderer Deutlichkeit, nämlich, daß sowohl Zelle als Kerne ihre Selbständigkeit während der ganzen Evolution des Pansporoblasten behalten können.

Jedoch auch bei weiteren Phasen der Pansporoblastenentwicklung kann, wie uns die Fig. 133 zeigt, dieser Körper seinen zelligen Bau bewahren. Zwei kleinere Zellen finden sich hier an beiden Seiten der vier größeren. Die Fig. 134 verdeutlicht uns die Bildung dieser sechszelligen Formen aus den fünfzelligen Stadien. Bemerkenswert ist, daß hier wie bei der obenbeschriebenen Fig. 130 die kleineren Zellen sich weiter teilen. Eine der großen Zellen weist eine Anzahl (10) Chromosome auf und befindet sich in der Teilungsphase.

Tabelle X.

Dimensionen der sechskernigen Pansporoblasten.

	I	II	III
Länge	8,46 μ	8,87 μ	10,41 μ
Breite	6,58	5,98	8,73

Auch die Fig. 136 und 137 beweisen, daß die kleinen Zellen nicht sofort nach ihrer Bildung zugrunde zu gehen brauchen. Die hier abgebildeten Pansporoblasten umfassen neben zwei größeren eine Anzahl kleinerer Kerne und begründen dadurch die Richtigkeit unserer Meinung. Fig. 138 zeigt dann wieder einen Pansporoblasten, in dem nur die größeren Kerne sich weitergeteilt haben, während die zwei kleineren Kerne sich offenbar in einem Degenerationszustand befinden. Die zwei dunkelschwarzen Brocken der Fig. 139 stellen

ebenfalls Kernreste dar. Die Dimensionen dieser Körper stimmen ja vollkommen mit den Kernmassen aus den vorhergehenden Abbildungen überein. Übrigens enthält dieser Pansporoblast sechs große Kerne. Offenbar haben diese und ähnliche Stadien GEORGEVITCH (39) und andere Forscher zu ihrer These veranlaßt, daß die beiden kleinen Kerne zum vegetativen Teile des Pansporoblasten gehören und deshalb alsbald zugrunde gehen werden. Fig. 140 zeigt uns nun eine Entwicklungsphase, in der die Schalenzellenkerne sich bereits von den anderen Kernen getrennt haben; sie kennzeichnen sich durch ihre langgestreckte Gestalt und den Besitz eines kommaförmigen Caryosoms. Die übrigen Kerne sind so ziemlich gleich geblieben. Zwei dieser Kerne liegen dicht nebeneinander in einem dichten Plasmahofe und es läßt sich vermuten, daß wir es hier mit der Anlage des Amöboidkeimes zu tun haben.

Die Pansporoblastenkerne teilen sich weiter und nacheinander entstehen acht-, neun- und zehnkernige Pansporoblasten (Fig. 139—144). Einige dieser Formen besitzen außer den größeren zwei gleich große kleinere Kerne, andere (wie z. B. das Stadium der Fig. 144) lassen nicht zu, daß man ihre Kerne in Nachkommen der großen und der kleinen Kerne einteilt.

Allmählich vermehrt sich dann die Anzahl der Kerne, bis schließlich 14 derartige Körper vorhanden sind (Fig. 145—149), und zu gleicher Zeit differenzieren sich in den Pansporoblasten die Amöboidkeime und die anderen, die Sporen zusammenstellenden Zellen als Polkapselzellen und Schalenzellen. Die Fig. 145 zeigt schon zwei Amöboidkeime in einem 11 kernigen Pansporoblasten.

In den Pansporoblasten der Fig. 146 und 147 bilden sich dann die beiden Sporoblasten, doch weist nur der rechte Sporoblast in beiden Figuren einen Amöboidkeim auf.

Bei der Form der Fig. 150 hat sich die Trennung der beiden Pansporoblastenhälften weiter vollzogen und man kann nun alle Sporenzellen deutlich erkennen. Im rechten Sporoblasten sehen wir die Polkapselzelle, in der eine Vakuole die Stelle andeutet, wo nachher die Polkapsel sich bilden wird. Der Amöboidkeim zeigt zwei ungleich große Kerne. Die beiden Schalenzellen kennzeichnen sich durch den Besitz eines langgestreckten, wurstförmigen Kernes. Beide Schalenzellenkerne haben sich genähert.

Die Kerne und Zellen des anderen Sporoblasten sind weniger scharf abgegrenzt. Nur der zweikernige Amöboidkeim läßt sich ohne Mühe auffinden. Die beiden Schalenzellen sind mit den zu ihnen gehörenden Kernen vorhanden. Der Rest der Spore stellt dann die

Polkapselzelle dar, welche eben an der Polkapselbildung beteiligt ist. Zwischen beiden Sporoblasten liegen die Restkerne (r. k.), welche nach vollendeter Sporenbildung mit der Pansporoblastenhülle zugrunde gehen. Eine ähnliche Form, welche Amöboidkeim, Polkapselzelle und Schälzellen unterscheiden läßt, zeigt die Fig. 151.

Die Bildung der Polfilamente vollzieht sich im großen und ganzen in gleicher Weise wie AUERBACH diese für *Zschokkella* beschrieben hat. Die Fig. 1, 4, 5, 11, Taf. 2 und 151—154, Taf. 3 werden uns von der Filamentenbildung eine Übersicht geben. Bei der Fig. 154 ist zu bemerken, daß die linke Spore weiter ausgebildet ist als die rechte Spore, worin der neben der Polkapsel gelegene Kern den Polkapselkern darstellt. Hinter diesem erkennt man einen der beiden Schälzellenkerne. Der andere Wandkern liegt jenseits des Amöboidkeimes. Die übrigen Zellen und Kerne sind genügend durch die beigegebenen Anweisungen angedeutet.

Andere Entwicklungsstadien der Sporen finden sich in den Fig. 155 und 157. Schließlich haben die Pansporoblasten der Fig. 3, 10 und 156, 158 ihre Sporenbildung vollendet. Die Restkerne, welche von mehreren Autoren auch Reduktionskerne genannt werden, sind noch vorhanden und deuten daraufhin, daß wir junge eben gebildete Sporen vor Augen haben.

Vereinzelt sahen wir nur eine einzige Spore in dem Pansporoblasten entstehen (Fig. 159—160). Es gibt also bei unserer polysporen Art, d. h. bei einer Art, die viele Sporen im Muttertiere erzeugt, monospore nebst disparen Pansporoblasten, eine Tatsache, die mehrere Forscher für diverse Myxosporidiengattungen konstatierten.

Die Spore ist nun entstanden als Produkt eines verwickelten Zellen- und Kernteilungsvorganges, der sich im Muttertiere abspielt. DOFLEIN (29) bezeichnet die Sporenbildung der Myxosporidia als eine endogene Knospenbildung, und mit Recht, setzt doch eine Knospenbildung voraus, daß dieser Vorgang etwas Vegetatives ist. Eine Knospenbildung will besagen, daß ein Teil des Muttertieres sich loslöst, um ein selbständiges Dasein führen zu können. Etwas Analoges finden wir bei mehreren Amöben. So konnten MATHIS und MERCIER (66) für *Entamoeba ranarum* nachweisen, daß hier vielkernige Cysten entstehen und zwar dadurch, daß sich kernhaltige Plasmastücke des Muttertieres lösen, sich abrunden und eine Cystemembran bilden. Bisweilen fängt die Cystenbildung schon an, wenn der sich trennende Teil noch mit dem Muttertiere verbunden ist. Diese Cystenbildung ist also ein exogener Prozeß; die Cystenbildung der Myxosporidien verläuft endogen. Beide Tiergruppen haben gemein, daß bei ihnen

die Fortpflanzungsstadien, die wir auch Dauerformen nennen können, auf rein vegetativem Wege entstehen. Es wäre deshalb besser, wenn wir die Fortpflanzungskörper der *Myxosporidia* statt Sporen, welcher Name bei den Protozoen einen vorangehenden sexuellen Vorgang voraussetzt, als Cysten bezeichnen.

In Widerspruch mit dieser Begriffsbestimmung ist die Bezeichnung „gamogone Cysten“, welche MATHIS und MERCIER bestimmten *Entamoebencysten* beilegen. Weder hier noch bei den *Myxosporidien* ist eine die Sporenbildung einleitende, oder diesem Vorgang folgende Kern- oder Zellenkopulation nachgewiesen. Neben wichtigen Übereinstimmungspunkten gibt es zwischen *Amöben* und *Myxosporidien* große Unterschiede. Zunächst ist hinsichtlich des Baues beider Fortpflanzungskörper zu bemerken, daß bei den *Entamoeben* dieses Stadium aus einem einzelligen Körper besteht, der eine wechselnde Anzahl Kerne enthält, während bei der *Myxosporidien*spore ein mehrzelliges Gebilde vorliegt. Die Lebensweise beider Tiergruppen ist zweifelsohne einer der Hauptfaktoren, welche die Form der Fortpflanzungsstadien bedingt haben. Nur ein außerordentlich kleiner Teil der *Amöben* ist parasitär geworden und die zu dieser *Amöbengruppe* gehörenden Arten leben ausschließlich im Darmtraktus ihrer Wirte, während sich die *Myxosporidien* alle, ohne Ausnahme, den Organen und Geweben angepaßt haben. Unter den *Myxosporidien* findet man die *Myxobolus*arten immer nur im Muskelgewebe.

Es ist selbstverständlich, daß im letzten Falle Organe und Gewebe an die hier parasitierenden Organismen ganz andere Anforderungen stellen, als der Darmkanal, der mit der Außenwelt frei kommuniziert. Meistens werden die hier vorkommenden Tiere auch nur zeitweilig in ihrem Medium standhalten können. Ganz anders ist es beim Muskelgewebe, aus dem die *Myxosporidien* und ihre Sporen meistens erst beim Tode des Wirtes befreit werden. Dieser Unterschied in der Lebensweise beider Tiergruppen muß notwendig die Form der propagativen Stadien beeinflussen. Die endogene Knospbildung ist denn auch als eine Anpassung an die Lebensweise der die Sporen erzeugenden Organismen in Geweben und in den hohlen Organen ihrer Wirte zu betrachten.

Der Schutz des jungen Individuums (des Amöboides) gegen allerhand schädliche Einflüsse erforderte eine dichtere Umhüllung und bestimmte Schalenzellen beteiligten sich nun an der Bekleidung der Spore. Die Polkapsel und das Polfilament erleichtern in hohem Maße die Übertragung der Sporen von einem Wirte auf den andern durch das diesen umringende Wasser. Die Polfäden dienen hierbei

als Flottierapparate, während sie nachher voraussichtlich bei der Befestigung der Sporen an die Darmwand des neuen Wirtes wichtige Dienste leisten. Alle diese Argumente bestärken uns in der Meinung, daß im Prinzip die Spore der *Myxosporidien* und die Cyste der *Entamoeben* homologe propagative Stadien darstellen. Daß trotzdem beide Gebilde in wichtigen Punkten verschieden sind, ist auf den Umstand zurückzuführen, daß die sie produzierenden Tiere unter sehr voneinander abweichenden Bedingungen leben müssen

VII. Die Myxosporidien und das System der Protozoen.

„I Missosporidi sono Protozoi?“ „Gehören denn die Myxosporidien wirklich wohl zu den Protozoen?“ so fragt EMERY (30) und wir wollen hier diese Frage wiederholen. Leider war uns diese Arbeit EMERY's nicht zugänglich, aber auch ohne seine Argumentierung zu kennen, ist das Warum der Fragestellung klar. In der Tat könnte man gegen die protozoäre Natur der Myxosporidien sensu lato (*Myxosporidia*, *Actinomyxidia* und *Microsporidia*) einen berechtigten Zweifel hegen. Wir stellen von vornherein fest, daß wir nicht die Lösung aller Fragen, die in diesem Zusammenhang auftauchen können, beabsichtigen. Wir würden dem heutigen Stande unserer Kenntnisse vorausseilen. Auch kommt es uns notwendig vor, die Gruppen der *Actinomyxidia*, *Myxosporidia* und *Microsporidia*, welche DOFLEIN (27, 29) zur Ordnung der *Cnidosporidia* zusammenfaßt, einzeln für sich in aller Kürze zu behandeln.

Die *Actinosporidia* sind nur sehr fragmentarisch bekannt. Die wenigen, überdies unvollkommen durchforschten Arten trifft man selten an. Diese Tiere haben mit den *Myxosporidia* sensu strictiori mehrere Eigenschaften gemein. Betrachten wir z. B. die Sporen beider Tiergruppen, so zeigen sie ausnahmslos Polkapseln, Sporoplasma, Schalenzellen mitsamt den ihnen zugehörigen Kernen. Andererseits weisen die *Actinosporidia* eine abweichende Sporenbildung auf. Eine Anlagerung zweier zweikerniger Zellen (Sporoplasmen?) würde den Anfang der Sporenbildung andeuten (IKEDA (93) *Tetractinomyxon intermedium* IKEDA, Fig. 1—3, Taf. 10).

Nach einer nun folgenden Kern- und Zellteilung tritt dann eine Gametenkopulation in den Pansporoblasten ein. Alsbald kopulieren auch die Kerne dieser Zellen und aus den nun entstandenen Zygoten gehen die Sporen hervor. Übrigens weist die Arbeit IKEDA's mehrere

bedeutende Lücken auf; speziell sind die Anfangsstadien nur durch einige wenige Abbildungen vertreten, so daß es uns fraglich erscheint, ob die Fig. 1—2, Taf. 10 tatsächlich Kopulationsstadien darstellen. Eine vegetative, multiplikative Entwicklung der *Actinosporidien* kommt nach IKEDA nicht vor.

Die *Microsporidia* sind eingehender durchforscht. Größtenteils findet dies in der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Tiere seine Ursache. Wir erinnern an die Seidenraupenseuche und die Bienenpest. Auch die Gruppe der *Microsporidia* enthält noch viele Fragen, die einer Lösung harren. Vielleicht haben die zu dieser Unterordnung gehörenden Tiere mit den *Myxosporidien* s. str. gar nichts zu schaffen. So wird neuerdings das Vorhandensein einer Polkapsel in der Spore dieser Tiere bestritten. Das Stattfinden von sexuellen Vorgängen ist nicht endgültig bewiesen. Weiter zeigen sie bei ihrer sogenannten vegetativen Entwicklung eine große Menge Eigentümlichkeiten, die u. E. darauf hinweisen, daß die *Microsporidia* von den *Myxosporidia* gesondert werden müssen.

Bei der Beantwortung der Frage, ob die *Myxosporidia* zu den Protozoen gerechnet werden müssen oder nicht, ist eines hervorzuheben.

Alle *Myxosporidia*, und dasselbe gilt in gleichem Maße für die *Microsporidia* und *Actinomyxidia*, zeigen eine Neigung zur Mehrzelligkeit. Das Myxosporid besitzt zu Anfang der Sporenentwicklung einen plasmoidalen Charakter; es enthält eine Anzahl ungleich großer Kerne und um einen Teil dieser Kerne herum findet eine Zellenbildung statt. Schließlich entsteht die Spore als ein mehrzelliges Gebilde.

Bei den disporen *Myxosporidien*, welche die Hohlgänge bewohnen, gibt es deren zwei, aber bei den *Myxoboliden*, welche im Muskelgewebe parasitieren, enthält das außerordentlich vergrößerte Myxosporid eine große Menge Fortpflanzungskörper. Es ist nun nicht ganz gleichgültig, ob die Cyste, das vergrößerte eingekapselte Myxosporid, ein einziges Individuum darstellt, oder als eine Kolonie von Individuen zu betrachten ist. Man könnte sich denken — und für diese Voraussetzung liegen in der Tat einige Belege vor —, daß die Cyste in der Weise zustande kommt, daß während der Entwicklung des anfänglich nur kleinen Myxosporids eine Plasmotomie und ein Zerfall des Tieres in mehrkernige Teilstücke stattfindet. Die eben gebildeten Teilstücke bleiben zusammen liegen, ihre Grenzen verwischen allmählich und es entsteht eine Cyste dadurch, daß der Wirt das Ganze einkapselt. Bleiben jedoch die Teilstücke lose und

entfernen sie sich voneinander, so bekommt man das Bild einer diffusen Infiltration.

Wie dem nun auch sein möge, die Propagationskörper oder Sporen sind sowohl bei den *Myxosporidia*, als bei den *Actinosporidia* mehrzellig.

Mehrere Forscher, wie z. B. IKEDA (93), MRAZEK (122), LEGER (94, 95), STOLČ (96) glauben an eine Verwandtschaft zwischen *Myxosporidia* und *Mesozoa*. Sie stützen ihre Hypothese auf die Behauptung, daß bei beiden Tiergruppen eine Sonderung der Körperzellen in Soma- und Keimzellen durchzuführen sei.

Auch AWERINZEW (15) betont, daß bei den *Dicyemidae*, einer Gruppe der *Mesozoen*, neben einer sexuellen Fortpflanzung mittels männlich und weiblich differenzierter Gameten, eine asexuelle Vermehrung der Individuen stattfindet, welcher Vorgang sich der Sporenbildung der *Myxosporidien* analog gestalten werde. Wir haben oben die Sexualität der *Myxosporidia* ausführlich besprochen, sodaß wir für die betreffenden Tatsachen nach unserer Beschreibung des Entwicklungszyklus der *Myxobolus swellengrebeli* verweisen.

Den Auseinandersetzungen AWERINZEW's, LEGER's, IKEDA's u. a. gegenüber ist zu bemerken, daß die zu den *Mesozoen* gehörenden *Dicyemidae* eine deutliche Sonderung ihres Körpers in Ecto- und Entoderm aufweisen. Es ist nun schwerlich durchführbar, die Plasmodien der Myxosporidien und die meistens in zwei Keimblätter gesonderten Körper der *Mesozoa* als homologe Gebilde zu betrachten, auch falls man mit in Betracht zieht, daß die *Myxosporidien* Parasiten sind. Wohl besitzen auch die *Orthonectidae* einen mehr oder weniger ausgesprochen plasmoidalen Bau, aber doch ist selbst bei diesen Tieren eine Art Keimblattbildung nachweisbar. Bei den *Myxosporidien* kann nur bei der Sporenbildung, also hinsichtlich eines Teiles des Körpers von einer Zellenstruktur gesprochen werden. Wollte man dabei eine *Myxobolus*-Cyste als eine Kolonie von Tieren betrachten, so bleibt von der obenerwähnten Homologie nicht viel übrig.

Die *Myxosporidia* sind u. E. also als sehr hochdifferenzierte Protozoa aufzufassen. Auch CAULERY et MESNIL (90—92) lehnen die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen *Actinomyxidae* und *Mesozoen* ab.

Fragen wir nun nach der Stelle, welche den *Myxosporidien* im Systeme der *Protozoa* zukommt, so können wir uns betreffs dieser Frage im Zusammenhang mit dem Obenerwähnten kurz fassen.

In der letzten (4.) Ausgabe seines Lehrbuches der Protozoenkunde stellt DOFLEIN (29) die *Cnidosporidia*, zu denen er auch die *Myxosporidia* rechnet, zur Klasse der *Sporozoen*, welche er in die zwei Unterklassen der *Telosporidia* und *Neosporidia* verteilt.

HARTMANN (50) betrachtet die *Cnidosporidia* als eine Unterklasse der *Amöbosporida*, einer Protozoenklasse, die er folgendermaßen definiert:

„Entoparasitische, meist vielkernige Protozoen, teils amöboid in Hohlorganen, teils intra- und intercellular in Geweben; Jugendformen amöboid. Agame Vermehrung durch Teilung, Schizogonie und Plasmotomie. Befruchtung pädogam und autogam mit darauffolgender Bildung beschalter Sporen, die der Neuinfektion dienen.“

Die Klasse der *Amöbosporida* wird also von diesem Autor von den Sporozoen getrennt. In der Klasse der Sporozoa verbleiben dann nur die *Coccidia* und *Gregarinida* nebst den *Aggregataria*. In dieser Hinsicht stimmen wir HARTMANN vollkommen bei. Auch uns kommt es erwünscht vor, die *Cnidosporidien* von den *Sporozoen* strictiori sensu zu trennen.

Die vielen Eigenschaften, welche die *Myxosporidia* mit den *Rhizopoden* gemein haben, weisen u. E. darauf hin, daß zwischen diesen Tiergruppen eine unverkennbare Verwandtschaft besteht.

Der Zusammenhang zwischen *Myxosporidia* und *Actinomyxidea* einerseits und den *Microsporidia* andererseits haben wir oben bereits berührt und wir betonen hier nochmals, daß es sehr fraglich ist, ob die *Microsporidia* an dieser Stelle des Systems wohl an dem richtigen Platze stehen.

Es würde uns jedoch zu weit von dem bei dieser Arbeit uns gestellten Ziele führen, wenn wir auf diese Fragen, wie interessant sie auch sein mögen, eingingen.

Nur sei noch bemerkt, daß MINCHIN (67) ebenfalls die Möglichkeit diskutiert, die *Myxosporidia* und die *Neosporidia* im allgemeinen von den *Sarkodinen* abzuleiten.

Er betont überdies, daß die Einteilung der *Sporozoen* in *Neosporidia* und *Telosporidia* gekünstelt ist. Die telosporiden und neosporiden Fortpflanzungsmodi sind nicht strenge zu trennen. Mehrfach findet man ja bei *Myxosporidia* eine telosporide Sporenbildung. Übrigens weicht aber die Sporenbildung dieser Tiere zu stark von derjenigen der *Coccidia* und verwandter Gruppen ab, um eine Zusammenstellung beider Unterklassen in eine einzige Klasse zu gestatten. Eine Einteilung der *Sporozoa* in *Telosporidia* und *Neosporidia* kann denn auch schwerlich lange beibehalten werden. Ebenso ist

es wahrscheinlich, daß nach einer näheren Durchforschung und Erweiterung unserer Kenntnisse auf diesem Gebiete die Klasse der *Sporozoa* verschwinden muß.

VII. Zusammenfassung der wichtigsten Resultate.

I. Die bei *Rhodeus amarus* L. parasitierende *Myxosporidien*-Art ist eine neue Art. Wir schlagen den Namen *Myxobolus swellegrebeli* vor.

II. Einen sexuellen Vorgang — sei es Antogamie oder Pädogamie — trafen wir bei dieser Art nicht an und ein solcher findet, wie aus einem Vergleich unserer Beobachtungen mit den in der Literatur gegebenen Daten erhellt, im Lebenszyklus der *Myxosporidia* nicht statt.

III. Da der Prozeß der Sporenbildung ein rein vegetativer Vorgang ist, müssen wir die Spore als eine endogen gebildete Cyste auffassen.

IV. Das vierzellige oder vierkernige Pansporblastenstadium besitzt nicht die Bedeutung für den Lebensgang der *Myxosporidia*, welche einzelne Autoren ihm beilegen.

V. Die *Myxosporidia* weisen in dem amöboidalen Bau ihrer jungen Formen und ebenfalls in dem vegetativen Charakter ihrer Sporenbildung bedeutende Übereinstimmungspunkte mit mehreren *Rhizopoda* auf. Es ist denn auch anzunehmen, daß zwischen beiden Tiergruppen Verwandtschaftsbeziehungen bestehen.

Amsterdam, Mai 1918.

Literaturverzeichnis.

NB. Folgende Literaturliste bezweckt eine Ergänzung der in der Monographie von AUERBACH, 1910 veröffentlichten Liste zu geben. AUERBACH's Literaturangaben beziehen sich auf die Studien über Cnidosporidia, welche vor 1. August 1909 erschienen sind. Erstens wird man hier denn auch so gut wie sämtliche, nach diesem Datum veröffentlichte Cnidosporidienstudien zu suchen haben. Microsporidia und Actinomycidae wurden der Vollständigkeit wegen mit in Betracht gezogen. Außerdem wird man auch mehrere ältere Arbeiten, welche sich auf die Hauptfragen meines Studiums beziehen, finden. Myxosporidia, Actinomycidae und Microsporidia wurden, wie man sehen wird, getrennt behandelt.

A. Myxosporidia.

- 1) M. AUERBACH (1908): Bemerkungen über Myxosporidien heimischer Süßwasserfische. Zool. Anz. Bd. 32 S. 456.
- 2) — (1909a): Biologische und Morphologische Bemerkungen über Myxosporidia. Ebenda Bd. 35 S. 35.
- 3) — (1909b): Die Sporenbildung von *Zschokkella hildae* und das System der Myxosporidien. Ebenda Bd. 35 S. 240—256.
- 4) — (1910a): Die Cnidosporidien. Eine Monographische Studie. Leipzig 1910.
- 5) — (1910b): Cnidosporidienstudien. Zool. Anz. Bd. 35 S. 767—778.
- 6) — (1910c): Zwei neue Cnidosporidien aus Cyprinoiden Fische. Ebenda Bd. 36 S. 440—441.
- 7) — (1911a): Unsere heutigen Kenntnisse über die geographische Verbreitung der Myxosporidien. Zool. Jahrb. Bd. 30 S. 471—494. Systematik 1911; Ref. in Archiv f. Protistenk. 1911 Bd. 23.
- 8) — (1911b): Untersuchungen über *Henneguya psorospermica* THELOH. Verhandlungen Naturwissensch. Vereins Karlsruhe. Bd. 24 S. 3—25. Ref. in Arch. f. Protistenk. 1911 Bd. 23.
- 9) — (1912a): Bemerkungen über den Infektionsmodus der Seefische mit Myxosporidien. Zool. Anz. 1912 Bd. 39 S. 617.
- 10) — (1912b): Die Sporenbildung der Myxosporidien. Ebenda Bd. 40 S. 204—207.
- 11) — (1913): Studien über die Myxosporidien der norwegischen Seefische und ihre Verbreitung. Zool. Jahrb. T. 34 N. J. Syst. S. 1—47.
- 12) S. AWERINZEW (1907): Über Myxosporidien aus der Gallenblase der Fische. Zool. Anz. Bd. 31 S. 831—834.
- 13) — (1908): Studien über parasitische Protozoen I—VII. Trav. Soc. Nat. St. Petersburg 1908.
- 14) — (1909): Studien über parasitische Protozoen I. Die Sporenbildung bei *Ceratomyxa drepanopsettae* mihi. Arch. f. Protistenk. Bd. 14.
- 15) — (1910): Über die Stellung im System und die Klassifizierung der Protozoa. Biol. Zentralbl. 1910 Bd. 30.
- 16) — (1911): Sporenbildung bei *Myxidium* sp. aus der Gallenblase von *Cottus scorpius*. Arch. f. Protistenk. Bd. 23 S. 199—204.
- 17) — (1912): Über die Myxosporidien von *Drepanopsetta platessoides*, Proc. 7th Intern. Zool. Congress 1907. Cambr. U. S. A. 1912.
- 18) — (1913a): *Myxobolus magnus* nov. spec. Zool. Anz. Bd. 42 S. 75.

- 19) S. AWERINZEW (1913b): Ergebnisse der Untersuchungen über parasitische Protozoen der tropischen Region Afrikas III. Ebenda Bd. 42 S. 151.
- 20) C. W. BOSANQUET (1910): Brief notes on two myxosporidian organisms. Ebenda Bd. 35 S. 434—438.
- 21) C. CÉPÈDE (1907): A. propos de la dehiscence des spores des Myxosporidies. C. R. de la Soc. Biol. Paris. T. 62 p. 135.
- 22) — (1913): Existence de la plasmotomie hivernale chez *Henneguya légéri* Cépède. Arch. de Parasit. T. 16 No. 2 p. 302—306.
- 23) COHN-LUDWIG (1896): Über Myxosporidien von *Esox lucius* und *Perca fluviatilis*. Zool. Jahrb. 1896 Bd. 9 Abt. Anat. S. 227.
- 24) Y. DELAGE et E. HEROUARD (1899): Traité de Zoologie concrète. Tome 2 1ère partie Mesozoaires p. 1—47.
- 25) FR. DOPLEIN (1898): Studien zur Naturgeschichte der Protozoen III. Über Myxosporidien von *Esox lucius* und *Perca fluviatilis*. Zool. Jahrb. 1896 Bd. 9. Abt. Anat. S. 227.
- 26) — (1899): Fortschritte auf dem Gebiete der Myxosporidienkunde. Zool. Zentralbl. Bd. 6 S. 361.
- 27) — (1902): Das System der Protozoen.
- 28) — (1907): Studien zur Naturgeschichte der Protozoen V. Über Amöben. Arch. f. Protistenk. Suppl. I.
- 29) — (1916): Lehrbuch der Protozoenkunde, 4. Aufl.
- 30) E. EMERY (1909): I missosporidi sono Protozoi? Monogr. Zool. Ital. Ann. 20 S. 247—249.
- 31) RHODA ERDMANN (1912): Zur Lebensgeschichte des *Chloromyxum leydigii*, einer mictosporeen Myxosporidie. Arch. f. Protistenk. Bd. 24 S. 149.
- 32) — (1917): *Chloromyxum leydigii* und seine Beziehungen zu anderen Myxosporidien. Ebenda Bd. 37 H. 3.
- 33) H. B. FANTHAM and A. PORTER (1912): Some effects on the occurrence of Myxosporidia in the Gallbladder of Fishes. Annals of Tropical Medicine and Parasitology Vol. 6 p. 467—481.
- 34) H. FERMOR (1913): Wissenschaftliche Ergebnisse einer Reise von S. AWERINZEW in die Tropen. Afrikas I. Einige Befunde zur Kenntnis von *Ariodes polystaphylodon*. Zool. Anz. Bd. 42 S. 196—199.
- 35) T. FUJITA (1912): Notes on new Sporozoan Parasites of Fishes. Ebenda Bd. 39 S. 259—262.
- 36) — (1913): On a new Species of *Chloromyxum* from the Gallbladder of the Carp. Annotationes Zool. Japan Vol. 8 p. 257—259.
- 37) — (1915): Myxosporidien, parasitierend in Pleuronectidae in Hokkaido. Dobutsu zu Tokyo Bd. 27 S. 487—491.
- 38) JIVOÏN GEORGEVITCH (1914): Sur le cycle évolutif chez les Myxosporidies C. R. Acad. d. Sciences Paris T. 158 p. 1914.
- 39) — (1915): Étude du cycle évolutif chez les Myxosporidies. Archives de Zoöl. exp. et génér. Vol. 54 p. 387—409.
- 40) — (1916): Notes sur les Myxosporidies des poissons de la baie de Villefranche et de Monaco. Bull. Institut. oceanograph. Monaco 1916 Nr. 322.
- 41) — (1917a): Sur les diverses formes de *Ceratomyxa herouardi*. C. R. Acad. d. Sciences Paris T. 163 p. 983.
- 42) — (1917b): Sur le cycle évolutif. de *Ceratomyxa herouardi*. Ebenda T. 163 p. 983

- 43) JIVOIN GEORGEVITCH (1917c): Recherches sur le développement de *Ceratomyxa herouardi* GEORGEV. Arch. de Zool. génér. et expérim. Vol. 56 p. 375—399.
- 44) P. LO GIUDICE (1911): Sullo sviluppo del *Myxobolus ellipsoideus* THÉL. Rivista mens. di Pesca e Idrobiologia. Ann. VI.
- 45) — (1912): Studii sui Cnidosporidi. Pavia 1912.
- 46) C. W. HAHN (1915): Sporozoön parasites of certain Fishes in the vicinity of Woods Hole Massachusetts. Bulletin of the Bureau of Fisheries. Vol. 33 1915. Documents No. 810.
- 47) M. HARTMANN (1909): Autogamie bei Protisten und ihre Bedeutung für das Befruchtungsproblem. Arch. f. Protistenk. 1909 Bd. 14.
- 48) — (1911): Die Konstitution der Protistenkerne und ihre Bedeutung für die Zellenlehre. Jena, Fischer 1911.
- 49) — und S. VON PROWAZEK (1907): Blepharoplast, Caryosom und Centrosom. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.
- 50) — und C. SCHILLING (1917): Die Pathogene Protozoen. Lehrbuch.
- 51) ISHII (1915): *Lentospora dermatobia*, n. sp. in the skin of the Japanese eel. Dobutsu zu Tokyo Bd. 27 S. 471—474.
- 52) P. JAMESON (1913): A note on some Myxosporidia collected at Monaco. Bulletin Institut. Oceanograph. Mon. No. 273.
- 53) H. JOSEPH (1907): *Chloromyxum protei* n. spec. ein in der Niere des Grottenolmes parasitierendes Myxosporidium. Arch. f. Protistenk. Bd. 8 S. 398.
- 54) G. KEYSSELITZ (1908): Die Entwicklung von *Myxobolus pfeifferi*. Ebenda Bd. 11.
- 55) S. KLOKAČEWA (1914): Über die Myxosporidien der Karausee. Zool. Anz. Bd. 44 S. 182.
- 56) R. KUDO (1915): *Myxobolus toyamai* sp. nov. from gills of the Japanese Carp. Dobutsu zu Tokyo Bd. 27 S. 517—523.
- 57) V. LEZELTER (1912): Über Protozoa aus der Gallenblase von *Thymallus thymallus* L. Zool. Anz. Bd. 40 S. 295—297.
- 58) LAVANDER: *Henneguya Zschokkei* recorded from *Coregonus* spp. Medd. Soc. Fauna and Flora Tennica.
- 59) N. LIEBERKÜHN (1854a): Über die Psorospermien. MÜLLER's Archiv f. Anat., Physiol. u. Wiss. Med. S. 1—24, 349—368.
- 60) — (1854b): Sur les psorospermies. Bulletin Acad. Roy. Belg. T. 21. p. 21—23, 160—168.
- 61) L. MERCIER (1906a): Contribution à l'étude du développement des spores chez *Myxobolus pfeifferi*. C. R. Soc. d. Biol. Paris T. 60 p. 763.
- 62) — (1906b): Phénomènes de sexualité chez *Myxobolus pfeifferi*. Ebenda T. 60 p. 427.
- 63) — (1908): Notes sur les Myxosporidies. Arch. de Zool. expérim. et génér. 4^e Serie Vol. 3 No. 2 p. 1, 3.
- 64) — (1909): Contribution à l'étude de la sexualité chez les Myxosporidies. Mém. Acad. d. Sc. de Belg. Cl. d. Sciences. Vol. 2^e Serie.
- 65) — (1910): Contribution à l'étude de l'amibe de la Blatte. Arch. f. Protistenk. Vol. 20 p. 143.
- 66) — et C. MATHIS (1918): Kystes gamogoniques et schizogoniques chez *Entamoeba ranarum*. Bull. d. l. Soc. de Path. Exotique. Tome 11 No. 1 p. 47.
- 67) E. A. MINCHIN (1912): An introduction to the study of the Protozoa 1912.
- 68) P. MINGAZZINI (1890): Sullo sviluppo dei Missosporidi. Boll. Soc. Nat. Napoli 1890, IV p. 160—164.

- 69) **MULSOW**: *Lentospora encephalica* from Carp. *Allgem. Fischerei-Zeitung* Bd. 36 S. 483.
- 70) **A. NEMECZEK** (1911): Beiträge zur Kenntnis der Myxo- und Microsporidien der Fische. *Arch. f. Protistenk.* Bd 22 S. 143—268.
- 71) **NUSSBAUM-HILAROWICZ** (1915): *Bathymyxum* gen. n. for *Bathymyxum piscium* sp. n. from intestine of *Melamphaes mizolepis* and *Stomias boa*. *Bull. Instit. Oceanograph. Monaco* No. 308.
- 72) **BR. PARISI** (1910): *Sphaerospora caudata* nov. sp. *Zool. Anz.* 1910 Bd. 36 S. 253.
- 73) — (1912): Primo contributo. alla distribuzione geographica dei Missosporidi in Italia. *Atti Soc. Ital. Sc. Nat. Mus. Civ. Milano.* Vol. 50 p. 283—299.
- 74) — (1913): Sulla *Sphaerospora caudata* Parisi. *Ebenda* 1913 Bd. 51 p. 5—12. Ref. in *Arch. f. Protistenk.* 1914 Bd. 33.
- 75) **F. POCHÉ** (1913): Das System der Protozoen. *Arch. f. Protistenk.* Bd. 30 S. 126.
- 76) **S. v. PROWAZEK** (1907): Die Sexualität bei den Protisten. *Ebenda* Bd. 9 S. 22.
- 77) — (1910): Einführung in die Physiologie der Einzelligen.
- 78) **O. SCHRÖDER** (1907a): Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Myxosporidien. *Verhandl. Naturw. Verein. zu Heidelberg.* N. F. Bd. 8 S. 455—466.
- 79) — (1907b): Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Myxosporidien. *Sphaeromyxa sabrazesi* Lav. et Mesn. *Arch. f. Protistenk.* Bd. 9 S. 359.
- 80) — (1910): Über die Anlage der Sporocyste (Pansporoblast) bei *Sphaeromyxa sabrazesi*. *Ebenda* Bd. 19 S. 1—6.
- 81) — und **A. SCHUBERG** (1905): Myxosporidien aus dem Nervensystem und der Haut der Bachforelle. *Ebenda* Bd. 6 S. 47.
- 82) **P. SCHIWAGO** (1910): Der heutige Stand der Frage über die geschlechtlichen Vorgänge der Myxo- und Microsporidien. *Biol. Zeitschrift Moskau* Bd. 2 S. 1—24. Ref. in *Arch. f. Protistenk.* 1911 Bd. 23.
- 83) **G. SURBECK** (1911): Eine große Sporencyste von *Henneguya Zschokkei*. *Schweiz. Fischerei-Zeitung* Bd. 19 S. 163—165.
- 84) — (1913): Über eine eigenartige Form des Auftretens von *Henneguya Zschokkei* Gurley. *Ebenda* Bd. 21.
- 85) — (1914): Beiträge zur Fischpathologie 1. Eine mit der Beulenkrankheit behaftete Barbe. 2. Eine Eierstockcyste bei einem Alet, *Squalius cephalus*. *Ebenda* Bd. 22 S. 296—299.
- 86) **B. SCHWARCZEWSKY** (1914): Über die Lebensgeschichte einiger Haplosporidien. *Arch. f. Protistenk.* 1914 Bd. 33 S. 102.
- 87) **P. THÉLOHAN** (1895): Recherches sur les Myxosporidies. *Bull. d. Sc. de France et Belgique* Vol. 26.
- 88) **G. Wegener** (1910): Die Ectoparasiten der Fische Ostpreußens. *Dissertation Königsberg.*
- 89) **T. ZSCHOKKE** und **HEITZ** (1915): Myxosporidien aus Salmoniden von Kamtschatka. *Revue Suisse Zool.* Bd. 22 S. 195—256.

B. Actinosporidia.

- 90) **M. CAULERY** et **F. MESNIL** (1904a): Sur un type nouveau (*Sphaeractinomyxon stolzi* n. g. n. sp.) d'Actinomyxidies et son développement. *C. R. d. l. Soc. Biol. Paris* T. 56 p. 408—410.
- 91) — — (1904b): Sur les affinités des Actinomyxidies. *Ebenda* p. 410—412.
- 92) — — (1906): Recherches sur les Actinomyxidies. *Sphaeractinomyxon stolzi* *Archiv f. Protistenk.* Bd. 6 S. 273.

- 93) IWAJI IKEDA (1912): Studies on some Sporozoon parasites of Sipunculoids I. The life history of a new Actinomyxidian, *Tetractinomyxon intermedium* gen. et spec. nov. *Ebenda* Vol. 25 S. 240—272.
- 94) L. LÉGER (1904 a): Sur les Actinomyxidies. Assoc. Française pour l'Avanc. des Sciences. C. R. d. l. 32^e Session (Congrès d'Angers, Séance du 10 août 1903 1^{re} partie p. 228—229.
- 95) — (1904 b): Considérations sur le genre *Triactinomyxon* et les Actinomyxidies. *Ebenda* p. 846—848 T. LVI.
- 96) A. STOLÉ (1899): Actinomyxidies, nouveau groupe de Mesozoaires, parent aux Myxosporidies. *Bull. Intern. de l'Acad. d. Sc. de Bohême pour 1898.*

C. Microsporidia.

- 97) S. AWERINZEW und X. FERMOR (1911): Studien über parasitische Protozoa: Zur Frage über die Sporenbildung bei *Glugea anomala* Moniez. *Arch. f. Protistenk.* Bd. 23.
- 98) BRAEM: *Nosema branchiale* in *Gadus aeglefinus*. *St. Petersburg Trav. Soc. Nat. Sect. Zool.* Bd. 42 2^{ème} partie p. 19—29.
- 99) S. L. BRUG (1915): *Octosporea monospora* Chatton et Krempf. *Arch. f. Protistenk.* Bd. 35 S. 127.
- 100) J. P. CARDAMATIS (1912): De quelques Microsporidies chez le Mouche domestique. *Zentralbl. f. Bact.* 1^e Abt. Bd. 65 Orig. S. 77.
- 101) E. CHATTON (1911 a): Microsporidies considérés comme causes d'erreurs dans l'étude du cycle évolutif des trypanosomides chez les Insectes. *Bull. d. l. Soc. de Path. exot.* T. 4 p. 662.
- 102) — (1911 b): Sur une cnidosporidie sans cnidoblaste *Paramyxa paradoxa* C. R. Acad. d. Sc. T. 152 p. 631.
- 103) — et KREMPF (1911 c): Sur le cycle évolutif, et la position systématique des protistes du genre *Octosporea* FLU, parasites des Muscides. *Bull. Soc. Zool. de France* T. 36 p. 172—179.
- 104) E. LE DANOIS (1910): Sur une tumeur à microsporidies chez un *Crenilabre*. *Bull. Soc. Scientif. Méd. Ouest-Rennes* T. 19 p. 210—211 [*Pleistophora labrorum*].
- 105) G. P. DARNELL-SMITH: A disease of Bees, popularly known as „Isle of Whight“ disease, and due to *Nosema apis*. *Agric. Gaz. N. S. Wales* Vol. 24 p. 402—404.
- 106) P. DEBAISIEUX (1914): Microsporidies parasites des larves de *Simulium*, *Thelohania varians*. *La Cellule*, T. 30 p. 47—49. Ref. in *Arch. f. Protistenk.* Bd. 33 S. 317.
- 107) J. S. DUNKERLY (1912): On the occurrence of *Thelohania* and *Prowazekia* in Anthomyid flies. *Zentralbl. f. Bakt.* Abt. I Bd. 62 Orig. p. 136—138.
- 108) H. EPSTEIN (1911): Beiträge zur Kenntnis von *Pleistophora periplanetae* Lutz and SPLENDORE. *Biol. Zentralbl.* Bd. 31 S. 676—681.
- 109) H. B. FANTHAM and A. PORTER (1912 a): Microsporidiosis, a protozoal disease of bees, due to *Nosema apis* and popularly known as „Isle of Whight disease“. *Ann. Trop. Med. and Parasitology* Vol. 6 p. 145.
- 110) — — (1912 b): The morphology and life history of *Nosema apis* and the significance of its various stages in the so-called „Isle of Whight disease“ in bees (Microsporidiosis). *Ann. Trop. Med. and Parasit.* Vol. 6 p. 163.

- 111) H. B. FANTHAM and A. PORTER (1912c): The dissemination of *Nosema apis*. *Ann. Trop. Med. and Parasit.* Vol. 6 p. 197.
- 112) — — (1913a): The „Isle of Whight disease“ of Bees. Report of the 82^d meeting of the Brit. Ass. f. Adv. of Science Dundee p. 515.
- 113) — — (1913b): The pathogenicity of *Nosema apis* to insects other than hive bees. *Ann. Trop. Med. and Parasit.* Bd. 7 p. 569—579.
- 114) — — (1914): The morphology, biology and economic importance of *Nosema bombi* n. sp. parasite in various humble bees.
- 115) P. C. FLU (1911): Studien über im Darm der Stubenfliege, *Musca domestica*, vorkommende protozoären Gebilde. *Zentralbl. f. Bakt. Abt. I Bd.* 57 Orig. S. 523.
- 116) J. IMMS (1915): *Nosema apis*. *Royal Agricultural Soc.* Bd. 57, S. 62—70.
- 117) KRUMER (1914): Der derzeitige Stand der wissenschaftlichen Forschungen über die Krankheiten der Bienen. *Monatsh. f. prakt. Tierheilk.* Bd. 25 S. 481—514.
- 118) R. KUDO (1912): Eine neue Methode zur Konservierung der Polfäden von *Nosema bombycis*. *Zool. Anz.* Bd. 41 S. 368—371.
- 119) L. LÉGER et C. DUBOSQ (1909): *Perezia lankesteriae* n. g. n. sp. Microsporidie parasite de *Lankesteria ascidia*. *Archives Zool. expér. et génér.* 5^e Ser. T. I p. 89—93.
- 120) — et E. HESSE's: Cnidosporidies des larves d'Ephémères. *C. R. de l'Acad. d. Sc. T.* 150 p. 411.
- 121) MACKINON (1911): „On some parasites from Trichoptera. *Parasitology* Vol. 6 1911.
- 122) A. MRAZEK (1910): Sporozoenstudien. Zur Auffassung der Myxocystiden. *Arch. f. Protistenk.* Bd. 18.
- 123) J. OHMORI (1912): Zur Kenntnis des Pebrineerregers (*Nosema bombycis* NÄGELI). *Arb. Kaiserl. Gesundh.-Amt* Bd. 40 S. 108—123. Ref. in *Arch. f. Protistenk.* Bd. 28 S. 321.
- 124) CH. PEREZ (1909): Sur une microsporidie nouvelle, parasite du Termitte lucifuge. *Proc. verb. Soc. sc. phys. Nat. Bordeaux* p. 17.
- 125) O. SCHRÖDER (1914): Beiträge zur Kenntnis einiger Microsporidien. *Zool. Anz.* Bd. 43 S. 320.
- 126) A. SCHUBERG (1910): Über Microsporidien aus dem Hoden der Barbe und durch sie verursachte Hypertrophie der Kerne. *Arb. a. d. Kaiserl. Gesundh.-Amt Berlin* Bd. 33.
- 127) — und C. RODRIGUEZ (1917): *Thelohania corethrae* n. sp. eine neue Microsporidienart aus Corethralarven. *Ebenda* Bd. 50.
- 128) P. SHIWAGO (1909): Über Vermehrung bei *Pleistophora periplanetae* LUTZ et SPLENDORE. *Zool. Anz.* Bd. 32 S. 647—654.
- 129) W. STEMPPELL (1909): Über die Entwicklung von *Nosema bombyciensis* NÄGELI. *Ebenda* Bd. 34 S. 316.
- 130) — (1910a): Zur Morphologie der Microsporidien. *Ebenda* Bd. 35 S. 802—807.
- 131) — (1910b): Die Entwicklung des Erregers der Pebrinekrankheit der Seidenraupe. *38. Jahrb. Westfal. Prov. Zool. sect.* S. 36—38.
- 132) STRICKLAND (1913): The life cycle of Microsporidia. *Journal of Morphology.* Philadelphia.
- 133) — (1916): Some parasites of simulium larvae and their effect on the development of the host. *Biol. Bull.* Bd. 21 p. 318—328.

- 134) VERNON (1912/13): *Nosema bombycis*. Atti. Soc. Venezia Bd. 72 p. 543—571.
- 135) R. WEISSENBERG (1909): Beiträge zur Kenntnis von *Glugea lophii* DOPL. I. Über den Sitz und die Verbreitung der Microsporidienzysten am Nervensystem von *Lophius piscatorius* und *budegassa*. Sitzungsber. d. Ges. f. naturf. Freunde, Berlin 1909.
- 136) — (1911a): II. Über den Bau der Cysten und die Beziehungen zwischen Parasit und Wirtsgewebe. Ebenda 1911.
- 137) — (1911b): Über Microsporidien aus dem Nervensystem von Fischen (*Glugea lophii*) und die Hypertrophie der befallenen Ganglienzellen. Arch. f. Micr. Anat. Bd. 78.
- 138) — (1911c): Über einige Microsporidien aus Fischen (*Nosema lophii* DOPL., *Glugea anomala* MONIEZ, *Glugea hertwigi* nov. sp.). Sitzungsber. Ges. f. naturf. Freunde Berlin.
- 139) — (1913): Beiträge zur Kenntnis des Zeugungskreises der Microsporidien *Glugea anomala* MONIEZ und *hertwigi* WEISSENBERG. Arch. f. Micr. Anat. Bd. 82.
- 140) — (1914): Über Bau und Entwicklung der Microsporidien *Glugea anomala*. Comm. 9^e Congrès Intern. de Zool. Monaco Serie 2 p. 19—20.
- 141) G. F. WHITE: Destruction of Germs of infectious Beediseases by heating. Bull. U. S. Department Agric. No. 92.
- 142) E. ZANDER-ERLANGEN (1909): Tierische Parasiten als Krankheitserreger bei der Biene. Münchener Bienenzeitung 1909.
- 143) — —: Handbuch der Bienenkunde in Einzeldarstellungen. II. Krankheit und Schädlinge der erwachsenen Bienen.

Tafelerklärung.

Die Abbildungen wurden verfertigt unter Zuhilfenahme des CARL ZEISS'schen Zeichenapparates.

Tubeulänge 160 mm, Obj. $\frac{1}{12}$ Leitz Öl. Imm. Ap. 1,30 mm, Kompens. Oc. 18.

Für die Hilfe, welche Herr J. PRYS, Zeichner des Zoologischen Institutes in Utrecht, mir bei der Verfertigung der Figuren leistete, sei ihm hier nochmals mein bester Dank gebracht.

Tafel 2.

Fig. 1—14. Die Sporen.

Fig. 3, 10. Die fertigen Sporen, wie sie im Pansporoblasten zusammenliegen.

p. k. = Die Polkapsel.

sch. c. k. = Der Schalenzellenkern.

r. k. = Der Restkern.

p. k. k. = Der Polkapselkern.

Fig. 14—19. Querschnitte durch Sporen.

Fig. 20—32. Die jungen Amöboide.

Fig. 33—37. Junge Amöboide im Begriff der Teilung.

Fig. 38—44. Kernanhäufungen (Inseln) im Entoplasma des Myxosporides.

- Fig. 43—44. Die Propagationszellenbildung in den Inseln.
 Fig. 45. Die degenerierenden sog. „vegetativen“ Kerne des Myxosporides.
 Fig. 46—50. Einige Propagationszellen erster Ordnung.
 Fig. 51—66. Die Kern- und Zellteilung der Propagationszellen erster Ordnung.
 Fig. 67—72. Einige Zweizellgruppen.
 Fig. 73—76, 78, 79. Einige Dreizellgruppen.
 Fig. 77. Eine Vierzellgruppe.

Tafel 3.

- Fig. 80—82. Dreizellgruppen.
 Fig. 83—87. Die Teilung des Sporenmutterzellenkernes.
 Fig. 88—92. Zweikernige Pansporoblasten.
 Fig. 93—100. Zweizellige Pansporoblasten.
 Fig. 101—104. Übergangsformen zum dreizelligen Stadium.
 Fig. 105—110. Dreizellige Pansporoblasten.
 Fig. 111. Eine Teilungsform.
 Fig. 112. Eine degenerierende Form.
 Fig. 113—117. Dreikernige Pansporoblasten.
 Fig. 118—129. Vierzellige und vierkernige Pansporoblasten.
 Fig. 130—134. Fünftellige und fünfkernige Pansporoblasten.
 Fig. 135—144. Die weitere Vermehrung der Kernenzahl des Pansporoblasten.
 Fig. 145—149. Die künftigen Amöboidkeimkerne (a. k. k.) werden sichtbar.
 Fig. 150—158. Die Sporoblasten und Sporen werden gebildet.
 Bezeichnungen wie oben Tafel 2.
 Fig. 159—160. Zwei monospore Pansporoblasten.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Zool. Institut München.)

Über die Fortpflanzung von *Gregarina blattarum* und *Gregarina cuneata*.

Von
Olga Schiffmann.

(Hierzu Tafel 4 und 5 Textfiguren.)

Einleitung.

Seit SIEDLECKI als erster die geschlechtlichen Vorgänge in den Cysten von Gregarinen erkannte, wurden bei einer Reihe von Gregarinen die Fortpflanzungsverhältnisse untersucht und beschrieben. Es ergab sich, daß die meisten Formen sich nach folgendem Schema entwickeln:

Zwei Gregarinen, die bei manchen Arten sicherlich sexuell differenziert sind, legen sich bei den meisten Formen mit den ungleichnamigen Enden zu einer Syzygie zusammen. Dies kann schon auf sehr jungen Stadien geschehen. Nach mehr oder weniger langer Zeit encystieren sich die beiden Syzygiten gemeinsam. In der Cyste werden die Kerne der beiden Tiere aufgelöst, der größere Teil der Kerne wird resorbiert, ein kleinerer bildet das Material für die Vermehrungsteilungen. Dieses Material kann als ruhendes Kernbläschen auftreten, meist tritt es aber sogleich in Form einer Mitose auf, aus der durch sukzessive Teilungen die Gametenkerne hervorgehen. Es differenzieren sich je nach den einzelnen Gattungen Iso- oder Anisogameten, aus deren Kopulation die Sporen entstehen. Die Sporen werden, nachdem sich acht Sporozoite in ihnen ent-

wickelt haben, durch Platzen der Cyste oder durch Sporodukte oder durch eine Pseudocyste entleert.

Eine wesentliche Abweichung von diesem Schema in bezug auf die ersten Vermehrungsteilungen ergaben die Untersuchungen von BERNDT (1902) und KUSCHAKEWITSCH (1907) an den Gregarinen des Mehlwurmdarmes, sowie eine Arbeit von SWARCZEWSKY (1910) über *Lankesteria* sp. aus Turbellarien des Baikalsees.

Nach BERNDT gehen die ersten Gametenkerne durch multiple Teilung aus dem zerfallenden Primärkern hervor. Nach KUSCHAKEWITSCH wandert der Primärkern zur Cystenmembran. Sein Nucleolus wird entfärbt, desorganisiert und vakuolisiert. Die Kernmembran wird aufgelöst und der Kern bildet Ausläufer ins Plasma. Solche Kerne werden — nach WOLTERS — als „geflamnte Kerne“ bezeichnet. An der Stelle, an der der Kern die Membran erreicht, entsteht eine flache Einsenkung der Cystenperipherie. Die Wabenwände der äußeren Plasmaschicht werden verdickt und stärker färbbar, ohne daß Chromatinkörner zu erkennen sind. Der Kern verschwindet ganz, er wird in die periphere Plasmaschicht aufgenommen, die dadurch zu einer Chromidialmasse wird. Später kondensieren sich die Chromidien zu Kernen, indem Chromatinkörner an den Wabenwänden auftreten, die sich in Verdichtungen des Plasmas durch ein Gerüst verbinden. Aus ihnen entstehen durch zweimalige Teilung die Gametenkerne.

Ähnliche Angaben macht auch SWARCZEWSKY über *Lankesteria* sp. Der Binnenkörper des Kerns wird geflamnt und gibt sein Chromatin an das Kernplasma ab. Dann wird der ganze Kern geflamnt, und das Chromatin bildet im Zellplasma eine Chromidialmasse in gleicher Weise wie nach den Untersuchungen von KUSCHAKEWITSCH. Die Bildung der Tochterkerne beginnt damit, daß chromatische Körner in stärker färbbarem Plasma auftreten, diese werden allmählich dichter und bilden sich in echte Kerne um. Durch zweimalige Teilung mit besonders schönen Mitosen werden die Gametenkerne gebildet.

Diese Chromidialhypothese ist von vielen Seiten angezweifelt worden. Ein Versuch, sie zu widerlegen, wurde bisher nur von LÉGER und DUBOSCQ (1909) gemacht, die nach ihren Untersuchungen besonders an *Gregarina Munieri* zu dem Schluß kamen, „que la phase chromidiale de KUSCHAKEWITSCH est erronée“, obgleich sie bei keiner der von ihnen untersuchten Formen (*Gregarina Munieri*, *G. blattarum*, *G. polymorpha*, *G. acridiorum*) die Entstehung der ersten Vermehrungskerne verfolgen konnten, sondern auf ihren jüngsten Stadien immer

schon eine gewisse Anzahl Kerne vor sich hatten. Ihre Ansicht über die Entwicklung der Kerne aus dem Primärkern beruht also eigentlich nur auf einem Analogieschluß im Anschluß an die Untersuchungen von SCHNITZLER an *Gregarina ovata*, wo eine erste Spindel gefunden wurde.

Bei meinen eigenen Untersuchungen an den Gregarinen des Mehlwurmdarmes, die die Resultate von KUSCHAKEWITSCH nachprüfen sollten, stieß ich auf große Schwierigkeiten im Material. Die Cysten selbst sowie alle Elemente, Vermehrungskerne, Gameten sind außerordentlich klein. Außerdem nehmen sie auf den entscheidenden frühen Stadien Kernfarbstoffe, besonders Boraxkarmin sehr schwer an, so daß selbst Cysten, die eine Woche in der Wärme mit Boraxkarmin vorgefärbt wurden, auf den Schnitten alle Einzelheiten nur schattenhaft und undeutlich zeigten. Auf die Gründe, die gegen die Verwendung von Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN sprachen, komme ich später noch zurück.

Zur Orientierung begann ich dann, zunächst die Cysten von *Gregarina blattarum* aus *Periplaneta orientalis* zu untersuchen und kam zu besseren Resultaten, da diese Form größer ist und sich bedeutend besser färben läßt. Nachdem ich hier die Entwicklung verfolgt hatte, konnte ich mit etwas besserem Erfolg zu meinem Ausgangsmaterial zurückkehren.

Über die Gregarinen des Mehlwurmdarmes liegen außer den bereits erwähnten keine neueren Arbeiten vor. *Gregarina blattarum* ist seit der Erkenntnis der geschlechtlichen Vorgänge noch nicht bearbeitet worden. Von früheren Untersuchungen liegen besonders die von AIMÉE SCHNEIDER (1875), BÜTSCHLI (1881), WOLTERS (1891), MARSHALL (1893) und CUÉNOT (1901) vor. Auch CUÉNOT berücksichtigt die Fortpflanzungsverhältnisse nicht. Schließlich machten LÉGER und DUBOSCQ im Anschluß an ihre Untersuchungen an *Gregarina Munieri* (1909) auch einige Angaben über die Gregarinen aus Mehlwurm und Küchenschabe.

Material und Technik.

Die Cysten wurden zum kleineren Teil aus dem Kot gesammelt, meistens aber aus dem Darm herauspräpariert. In der Küchenschabe fanden sie sich nur im Chylus- und Enddarm. Die Stärke der Infektion war bei beiden Wirtstieren sehr wechselnd. Auf Zeiten, in denen ohne Mühe ausreichend Material gewonnen werden konnte, folgten Zeiten, in denen die Tiere fast gar nicht infiziert waren.

Dabei war es ohne Einfluß, wenn Tiere von verschiedenen Plätzen gesammelt wurden, so daß man eine Wirkung der Jahreszeiten auf die Infektionsverhältnisse annehmen kann.

Die Cysten wurden zum Teil gleich fixiert, zum Teil in der feuchten Kammer weitergezüchtet. Als Kultivierungsflüssigkeit diente mit gleichen Resultaten ein Tropfen Darmsaft oder physiologische Kochsalzlösung.

Zum Fixieren bewährte sich am besten CARNOY'sche Flüssigkeit. Die Cysten wurden in toto mit Boraxkarmin vorgefärbt, eingebettet und in Serienschnitte zerlegt. Ein Teil der Schnitte wurde als Boraxkarminpräparate untersucht, der Rest teils mit Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN teils mit Bleu de Lyon nachgefärbt.

Gregarina blattarum.

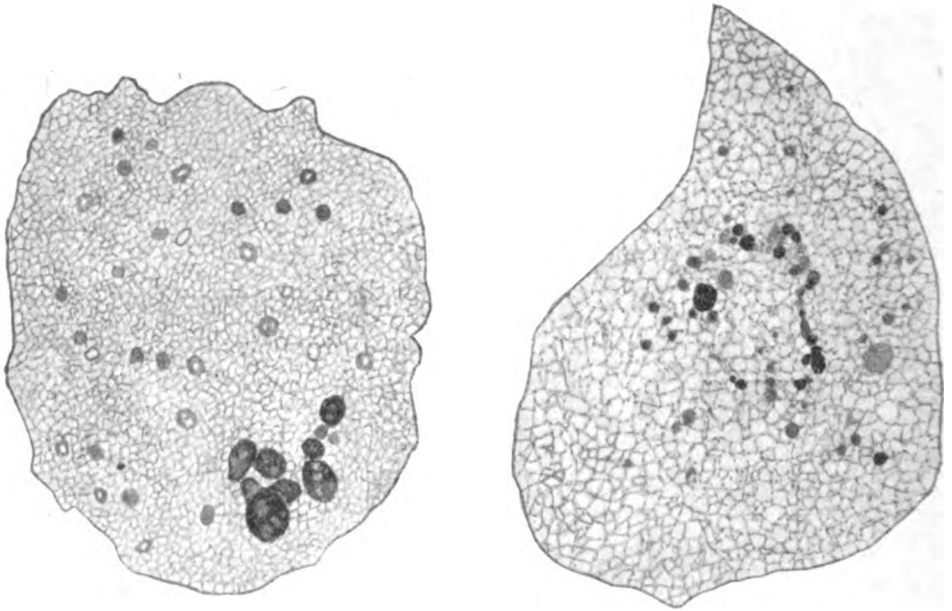
1. Auflösung des Primärkerns, Bildung des Micronucleus.

Die jungen Cysten von *Gregarina blattarum* sind von einer Cystenmembran und von einer dicken Gallertschicht umgeben. Eine deutliche Grenze trennt die beiden encystierten Individuen. Auch die Grenze zwischen Proto- und Deutomerit ist in jedem Tier noch zu erkennen, und zwar liegen die beiden Protomerite an entgegengesetzten Enden der mittleren Scheidewand. Daraus ist ersichtlich, daß die Tiere in der Längsrichtung aneinanderliegen. Die Grenze zwischen Proto- und Deutomerit verschwindet gleichzeitig mit der Auflösung des Kernes.

Jedes der encystierten Tiere enthält einen Kern (Textfig. A), der etwa in der Mitte des Tieres gelegen ist, und der im Bau mit dem Kern der erwachsenen freilebenden Gregarinen übereinstimmt. Er hat eine deutliche Membran und enthält eine große Anzahl von chromatischen Nucleolen, die bei manchen in Klumpen, bei anderen rosenkranzförmig angeordnet sind, ohne sich indessen zu berühren.

Die erste Veränderung in der Cyste ist die Auflösung der beiden Kerne. Vorher sind, allerdings nur auf einem einzelnen Präparat, die Kerne sehr nahe an der mittleren Scheidewand, wohl in Berührung mit ihr zu finden. Vielleicht wird dadurch ein Reiz ausgelöst, der zur Auflösung der Kerne führt. Ein ähnliches Bild beschreibt WOLTERS (1891) von *Monocystis agilis*, nur deutet er es fälschlich als Beginn der Verschmelzung der beiden Kerne.

Die Kernaflösung beginnt nun damit, daß Vakuolen in den Nucleolen auftreten. Die Nucleolen lösen sich allmählich auf, ihr Chromatin tritt in immer kleiner werdenden Brocken, schließlich in diffuser Form in das Kernplasma (Textfig. B). Dabei nimmt die Zahl der Nucleolen allmählich ab. Das Chromatin wird zum Teil im Kernsaft gelöst, so daß der Kern schließlich nur noch von dem Kernnetz und feinen Chromatinkörnern angefüllt ist. Dabei löst sich die Kernmembran auf und der Kern wird geflammt (Fig. 1).



Textfig. A.

Textfig. B.

Textfig. A. Kern aus junger Cyste von *Gregarina blattarum*. Boraxkarmin. 750:1.

Textfig. B. Erstes Auflösungsstadium des Kerns von *Gregarina blattarum*.

E.-H. 1100:1.

Die Chromatinkörner treten auf pseudopodienartigen Ausläufern in das Zellplasma und werden dort zum größten Teil resorbiert, nur ein geringer Teil Idiochromatin bleibt übrig und liefert das Material zur Bildung der Gametenkerne. Es tritt als kleines Bläschen im Zellsaft jedes Tieres in einiger Entfernung vom Primärkern auf. Dieses Kernbläschen (Fig. 2a und b) ist etwa $7\ \mu$ groß. Es hat eine deutliche Membran und ein feines Kerngerüst, auf dem das Chromatin in Brocken unregelmäßig verteilt ist. Es konnte leider nicht festgestellt werden, ob dieses Bläschen schon innerhalb des

Primärkernes gebildet und als solches aus ihm ausgestoßen wird — oder ob es sich erst im Zellplasma aus dem ausgetretenen Chromatin kondensiert.

Im Anschluß an die von CUÉNOT (1901) herrührende Nomenklatur nenne ich dieses erste Kernbläschen *Micronucleus*. LÉGER und DUBOSCQ (1909) sowie SCHELLACK (1907) haben solche Bildungen mit dem *Micronucleus* der Infusorien verglichen, weil es ein Kern ist, der das generative Chromatin gesondert enthält, während der zerfallende Primärkern dem *Macronucleus* entspricht, der dort gleichfalls während der Geschlechtsvorgänge aufgelöst wird. Dabei ist allerdings der fundamentale Unterschied zu beachten, daß bei Infusorien der *Micronucleus* ein dauernd auf jedem Entwicklungsstadium des Tieres vorhandenes Gebilde ist, während er bei den Gregarinen nur ganz vorübergehend auftritt und in freilebenden Gregarinen niemals vorhanden ist. Nur zu Beginn der geschlechtlichen Fortpflanzung tritt er hier auf als ein Gebilde, in dem sich das generative Chromatin, in konzentrierter Form vorfindet, bevor es in die Vermehrungsteilungen eingeht.

Ähnliche Beobachtungen über „*Micronuclei*“ bei Gregarinen liegen vor von PROWAZEK (1902), LÉGER und DUBOSCQ (1909), MRAZEK (1899) und SCHELLACK (1907).

PROWAZEK sieht bei *Monocystis agilis* aus dem Regenwurm, daß ein Teil des Chromatins aus dem Kern austritt; aus diesem Chromatin bildet sich neben dem zerfallenden Kern ein *Micronucleus*. An diesem treten Strahlungen auf, dazwischen dunklere Streifen. Daraus geht die erste Teilungsspindel hervor.

Auch CUÉNOT sieht bei *Diplocystis* aus *Gryllus domesticus* Kernsaft austreten. Dann bilden sich mehr oder weniger weit vom Kern entfernt ein bis zwei *Micronuclei*, wahrscheinlich zunächst einer, der sich dann teilt. Es ist ein *Centrosoma* mit Strahlung am *Micronucleus* vorhanden.

LÉGER und DUBOSCQ beschreiben bei *Nina gracilis* (= *Pterocephalus nobilis*) ebenfalls einen *Micronucleus* mit Nucleolen und Strahlung, dessen Bildung aus dem ursprünglichen Kern sie beobachten zu haben glauben. In dem zerfallenden Kern sehen sie ein dichtes Netz mit Chromatinkörnern, von einer hellen Zone umgeben, aber durch Filamente mit dem übrigen Kernnetz verbunden. Löst sich der ursprüngliche Kern auf, so bleibt ein Teil der Chromatinkörner von dem Rest gesondert. In der Mitte dieser Körner liegen einige von besonderer bläschen- oder gar tetradenförmiger Gestalt — eine Art Chromosomen. An ihrer Stelle treten dann zahlreiche

feine Körner in einer helleren Zone auf, daraus entwickelt sich der Micronucleus. Ob diese Bildung aber mit der beschriebenen intranucleären korrespondiert, konnten die Autoren nicht mit Sicherheit feststellen. Sie nehmen dann ferner an, daß aus dem Micronucleus die erste Spindel hervorgeht, die durch weitere sukzessive Teilungen die Gameten liefert.

Bei *Echinomera hispida* fand SCHELLACK neben dem zerfallenden Caryosom innerhalb des Kernes ein zartes, scharf umrissenes Bläschen mit Chromatinstaub im Innern und einem aufgelagerten Centrosom. Nach Auflösung der Kernmembran tritt das übrige Chromatin in Form einer Wolke in das Plasma. In dieser Wolke findet sich die erste Spindel, die mit den Größenverhältnissen des Bläschens übereinstimmt. Sie zeigt Centrosomen mit Sphären, Polstrahlungen, Spindelfasern; die Chromatinbrocken sind zu einer Äquatorialplatte angeordnet.

Zum Vergleich sei noch einmal zusammengestellt, daß nach PROWAZEK und CUÉNOT der Micronucleus sich neben dem Primärkern bildet; nach SCHELLACK wird er im Primärkern gebildet und tritt dann aus ihm heraus; LÉGER und DUBOSCQ nehmen entsprechende Bildungsweise an, können sie aber nicht beweisen.

Auch bei der Schizogonie von *Aggregata Eberthi* (LÉGER und DUBOSCQ 1908) tritt eine ähnliche Bildung auf. Bei der Auflösung des Kernes bildet das Chromatin der Nucleolen Chromosomen in Form eines Spirems. Dieses tritt aber nicht wie sonst in eine Spindel ein, sondern bildet einen neuen, kleinen Kern mit zartem Chromatinnetz. Danach erst tritt die erste Mitose auf.

2. Vermehrungstellungen.

Bei *Gregarina blattarum* wird nach Bildung des Micronucleus der Primärkern rasch vollständig aufgelöst, und die Micronuclei beginnen, sich durch Teilung zu vermehren. Diese beiden Vorgänge gehen unabhängig nebeneinander her, wobei sich die einzelnen Stadien leicht zeitlich gegeneinander verschieben. So fand ich den ersten Micronucleus neben einem Kern mit noch einigen Nucleolen, ein anderes Stadium mit einem Micronucleus in jedem Tier (Fig. 2), bei dem aber beide Primärkerne schon aufgelöst waren, ein drittes, bei dem in jedem Tier schon zwei kleine Kerne waren (Fig. 3), in einem Tier daneben noch ein geringer Rest des Primärkernes, im zweiten Tier keine Spur mehr davon.

Ein Teilungsstadium konnte leider nicht beobachtet werden.

Aber aus der Lage der Kerne zueinander war klar ersichtlich, daß sie durch Teilung entstanden waren.

Es folgt nun eine große Anzahl von Vermehrungsteilungen, die die Bilder primitiver Mitosen liefern (Fig. 6a—d). Es konnten runde, chromosomenartige Figuren beobachtet werden, bisweilen durch Fasern verbunden, bisweilen unverbunden nebeneinander liegend. Die Chromosomen weichen auseinander und bilden die Tochterplatten. Die ruhenden Kerne sowie die Teilungsstadien liegen im Zellplasma zerstreut und sind stets von geringen Mengen dichterem Plasma umgeben. Im Verlauf dieser Teilungen nehmen die Kerne an Größe ab. Das geht aus einem Vergleich der Fig. 4, bei der jedes Tier vier Kerne enthält (auf dem gezeichneten Schnitt sind nur drei getroffen), mit den Fig. 5a—d, die spätere Stadien zeigen, deutlich hervor. Die ruhenden Kerne sind bläschenförmig. Das Chromatin ist in kleinen Körnchen meist wandständig gelagert. Daneben treten bisweilen kompaktere Kerne auf, die wie ein einziger Chromatinklumpen wirken, von etwa der gleichen Größe wie die übrigen Kerne (Fig. 7).

Es konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ob die Vermehrungskerne oder die Micronuclei Centrosomen besitzen. Manchmal fand ich Kerne, bei denen ein mit Eisenhämatoxylin stark färbbares Korn von den übrigen Chromatinkörnern isoliert auftrat, an einem Pol des Kerns gelegen, während das ganze übrige Chromatin am entgegengesetzten Pole gesammelt war. Auch das vierkernige Stadium von Fig. 4 zeigt centrosomenartige Bildungen. Da aber diese Strukturen doch nur in vereinzelt Fällen auftreten, kann ich über ihre Bedeutung nichts Bestimmtes aussagen.

Anfangs liegen die Vermehrungskerne im Zellplasma zerstreut. Wenn aber ihre Zahl bedeutender wird, so beginnen sie an die Cystenwandung und an die mittlere Scheidewand zu wandern. Zunächst findet man sie hier nur in geringer Anzahl in einer dünnen peripheren Schicht von dichterem Plasma verstreut angeordnet (Fig. 7), daneben noch eine beträchtliche Menge im zentralen Zellplasma liegend. Es teilen sich dann sowohl die Kerne an der Peripherie als auch die im Inneren immer weiter, dabei wandern immer mehr Kerne an die äußere und mittlere Wandung, so daß hier eine dichte Reihe von Kernen sich sammelt (Fig. 8). Später löst sich die Scheidewand auf, und wir finden dann die Kerne nur noch an der Außenwand in mehreren Reihen angeordnet. Während dieser Teilungen nimmt die Größe der Kerne dauernd ab, so daß

bei den späteren Teilungen Einzelheiten kaum mehr beobachtet werden können.

3. Gameten und somatische Kerne.

Nun erfolgt die Differenzierung der Gameten und deren Lösung von dem Zellplasma. Jeder Kern umgibt sich mit einem Klümpchen Protoplasma. Die so entstandenen Gameten (Fig. 9) haben ovale Form. Der Kern liegt stets an einem Pol des Gameten. Er ist ein deutliches Bläschen mit feiner Kernmembran. Das Chromatin liegt in feinen Körnchen hauptsächlich an der Peripherie angeordnet, nur wenige Brocken liegen im Innern des Bläschens. Einen Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Gameten konnte ich nicht wahrnehmen. Diese Isogameten sondern sich von dem zentralen Protoplasma und sind häufig als peripherer Saum zwischen diesem und der Cystenmembran zu finden. Die zentrale Plasmamasse wird so zum Restkörper.

Nun erfolgt eine primitive Reifeteilung. In den ruhenden Gametenkernen ist das Chromatin in kleinen Körnern an der Peripherie und im Zentrum angeordnet. Dann differenziert sich an einer Seite des Kernes eine größere Menge dichten Chromatins, das kappenförmig dem Kern anliegt (Fig. 10 a). Diese Kappe wird vom Kern ausgestoßen, löst sich langsam von ihm los und liegt dann als dichtes Chromatinklümpchen neben dem ruhenden Kern (Fig. 10 b—d). Ob auch eine zweite Reifeteilung stattfindet, konnte bei der Kleinheit des Objekts nicht mit Sicherheit festgestellt werden, doch fand ich bisweilen zwei kleine chromatische Körner neben dem Kern liegen (Fig. 10 e), die vielleicht als die beiden Richtungskörper zu deuten wären.

Bisher wurden typische Reduktionsteilungen bei Gregarinen nur in wenigen Fällen beschrieben. Die schönsten Bilder gibt MULSOW (1911), der bei *Monocystis rostrata* echte zahlenmäßige Reduktion der Chromosomen beschreibt. In der Äquatorialplatte sind noch deutlich acht Chromosomen zu unterscheiden. In der Anaphase aber zeigt jeder Tochterpol nur noch vier Chromosomen. MULSOW nimmt an, daß die Reduktion durch Parallellagerung von je zwei Chromosomen in der Äquatorialplatte kurz vor dem Auseinanderweichen erfolgt. Mit solcher Deutlichkeit sind Reduktionsteilungen sonst nirgends bei Gregarinen beobachtet worden.

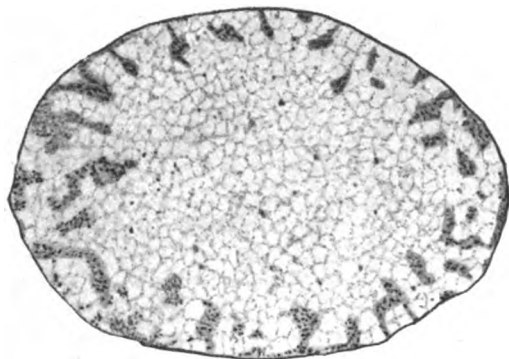
SCHNITZLER (1905) beobachtete bei *Gregarina ovata* aus *Forficula* eine Spindel, die an die Peripherie des Gameten rückt; dort wird der eine Tochterkern ausgestoßen. Über Verminderung der Chromo-

somenzahl finden sich aber keine Angaben, ebensowenig wie bei LÉGER und DUBOSCQ (1909), die bei *Gregarina Munieri* und allen anderen von ihnen untersuchten Arten der Gattung *Gregarina* Ausstoßung von zwei kleinen Richtungskörpern beobachtet haben.

Nach der Reduktionsteilung findet die Copulation der Gameten statt. Die Copula (Fig. 12) enthält zwei Kerne, die sich etwas in die Länge strecken und dann verschmelzen.

Die erste metagame Teilung ist deutlich von den bisher beschriebenen Vermehrungs- und Reifeteilungen zu unterscheiden. Die Zygote wird lang gestreckt, die Kernmembran löst sich auf. Die Hauptmenge des Chromatins ist V-förmig am einen Pol angeordnet, die feinen Granulationen wandern zum andern Pol und treten später dort auch in verdickter Form auf (Fig. 13a—c). Dann finden sich an beiden Polen Klumpen von dichterem Chromatin, die durch mehrere Stränge von feinen Granulationen verbunden sind. Hierauf bilden sich an beiden Polen wieder ruhende Kerne.

Während dieser Vorgänge beginnen die Gameten, von der Peripherie zum Zentrum der Cyste zu wandern. Anfangs bilden sich von dem peripheren Saum kleine Ausläufer in radiärer Richtung, nur wenige Gameten enthaltend (Textfig. C). Die Stränge werden

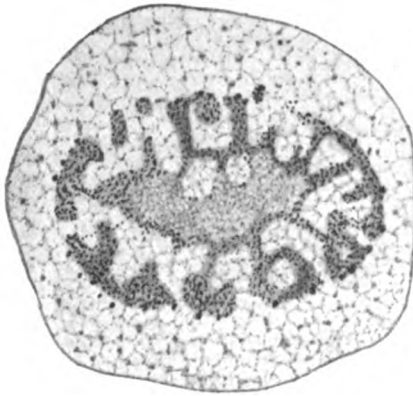


Textfig. C. Beginnende Einwanderung. Übersichtsbild von *Gregarina blattarum*. Boraxkarmin 170:1.

länger und breiter und nehmen allmählich die ganze Masse der ursprünglich peripher angeordneten Gebilde auf. Auf späteren Stadien sieht man auf den Schnitten ein dichtes Netz von Strängen, Schollen und Inseln (Textfig. D). Schließlich bilden die Gameten einen dichten, breiten Ring um das Zentrum, das selbst frei bleibt und nur dichtes Zellplasma enthält, während das Plasma außerhalb des Ringes

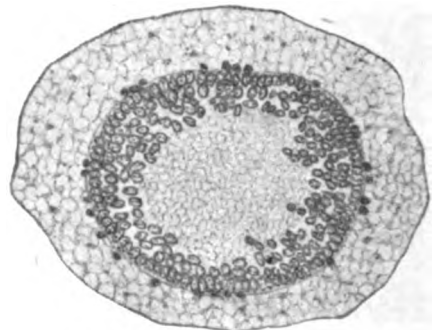
lockeren, vakuolisierten Bau aufweist. In diesem lockeren Plasma finden sich auch noch kleine Chromatingranulationen (Textfig. E).

Der Zeitpunkt dieser Einwanderung ist ein sehr wechselnder. Meist beginnt sie auf dem Stadium kurz vor der Copulation oder während der ersten metagamen Teilung. So fand ich Bilder mit kurzen Strängen, in denen die Gameten in Copulation waren, andere, bei denen die erste metagame Teilung noch an der Peripherie vor sich ging. Bei besonders früher Einwanderung reichten die Stränge schon in die Cyste hinein, während die Kerne erst die Reifeteilung durchmachten. Es ist wohl anzunehmen, daß gleich nach der Lösung die Gameten aus den beiden Tieren sich an der Peripherie



Textfig. D.

Textfig. D. Weiteres Stadium der Einwanderung. Übersichtsbild von *Gregarina blattarum*. Boraxkarmin 170:1.



Textfig. E.

Textfig. E. Sporencyste. Übersichtsbild von *Gregarina blattarum*. E.-H. 170:1.

vermischen und dann beginnen, zum Zentrum zu wandern. Während der Wanderung findet dann erst Reduktionsteilung und Copulation statt. Denn wenn wir nicht annehmen, daß bereits vorher die Möglichkeit gegeben ist, daß sich Gameten aus beiden Tieren in den gleichen Strängen zusammen finden, so wäre ja der ganze Sinn dieses Fortpflanzungsmodus mit gemeinsamer Encystierung von zwei Individuen in Frage gestellt. Ist bei der Einwanderung das Zentrum erreicht, so sind stets auch bereits fertige Sporen gebildet.

Während der Reifeteilung konnte zuerst das Auftreten von besonders gestalteten Kernen beobachtet werden. Diese sind etwa dreimal so groß wie die Gametenkerne und sehr chromatinreich (Fig. 11 a—c). Es finden sich dichte Chromatinschollen peripher und feinere im Zentrum, sodaß die Kerne leicht durch Größe und

Dunkelheit auffallen. Sie finden sich meist am Rande der einwandernden Schollen und treten allmählich in größerer Zahl auf, ohne daß eine Teilung beobachtet werden konnte. Schließlich sind sie am Außenrande des breiten Ringes in größerer Zahl anzutreffen.

Es sind Kerne, die bei der Gametenbildung nicht verwandt werden und allmählich hypertrophieren. Die Hypertrophie setzt nicht bei allen Kernen gleichzeitig ein. Dadurch erklärt sich die zunehmende Anzahl derselben. Auf späteren Stadien sind sie durch die verschiedenartige Differenzierung leicht und deutlich von den übrigen Kernen zu unterscheiden.

Es wäre möglich, diese Kerne schon von den oben erwähnten kompakten Kernen herzuleiten, die bei den Vermehrungsteilungen neben den normalen bläschenförmigen auftreten. Diese sind aber zu klein, als daß sie im weiteren Verlauf der Vermehrungsteilungen dauernd zu verfolgen wären. Es muß also dahin gestellt bleiben, ob diese kleinen, kompakten Kerne prinzipiell von den anderen verschieden und mit den später hypertrophierenden großen Kernen identisch sind — oder ob sie nur eine besondere Form der normalen Vermehrungskerne sind. Jedenfalls sind aber die hypertrophierenden Kerne von dem Idiochromatin des Micronucleus abzuleiten, da das ganze Trophochromatin des Primärkerns bereits aufgelöst ist, wenn die ersten Vermehrungsteilungen auftreten, und da außer dem Micronucleus kein Chromatin mehr vorhanden ist. Da diese Kerne aber bei der sexuellen Fortpflanzung nicht verwandt werden, nenne ich sie im Anschluß an andere Beobachter somatische Kerne.

Solche somatischen Kerne wurden von CUÉNOT (1901) bei *Monocystis magna* und *M. lumbrici* beobachtet. Ferner beschreibt sie LÉGER (1903) bei *Stylorhynchus* und LÉGER und DUBOSCQ (1909) bei allen von ihnen untersuchten Formen der Actinocephaliden im weiteren Sinne, nämlich bei *Hoplorhynchus*, *Pileocephalus*, *Actinocephalus*, *Phialoides*, *Geneiorhynchus* und *Ancyrophora*.

Ein Teil der somatischen Kerne degeneriert schon ziemlich früh. Man findet ihre Zerfallsprodukte im Plasma des Restkörpers verstreut, wenn die Sporen im Zentrum der Cyste liegen. Die übrigen somatischen Kerne treten vielleicht bei der Bildung der Sporodukte in Tätigkeit.

4. Sporen. Sporodukte.

Aus den zweikernigen Zygoten bilden sich durch rasche Mitosen achtkernige Sporen. Es konnte deutlich eine kleine Spindel mit Äquatorialplatte und dichteren Polen (Fig. 14 b), auf späteren Stadien

Anordnung der Chromosomen in den Tochterplatten beobachtet werden. Es wird dann durch eine doppelte Membran eine prismatische Spore gebildet. Anfangs liegen die Sporen in dem breiten Ring ziemlich unregelmäßig angeordnet, dann aber beginnen die äußeren, sich sehr regelmäßig in radiärer Richtung einzustellen. Es zeichnen sich dann die beiden äußeren Schichten durch sehr dichte und regelmäßige Lagerung aus, während die inneren Sporen Abweichungen von der radiären Richtung zeigen und lockerer beieinander liegen (Fig. 14 a, Textfig. E). Auf den Schnitten, die den Sporenring oberflächlich angeschnitten haben (Fig. 14 c), sieht man deutliche Querschnitte durch die Sporen. Es sind dann je nach dem Stadium zwei bis vier Kerne auf dem Querschnitt getroffen.

Bis zu diesem Stadium konnte die Entwicklung an Cysten beobachtet werden, die direkt dem Darm entnommen waren. Bei Kultivierung in der feuchten Kammer zeigt die lebende Cyste vom zweiten Tage an ein verändertes Aussehen. Die Oberfläche wird unregelmäßig, es treten sternförmige Unebenheiten auf mit einer zentralen Vertiefung, — der Anlage der Sporodukte. Dieses Stadium, das dem von KUSCHAKIEWITSCH bei *Gregarina cuneata* beschriebenen sehr ähnlich ist, hält lange an, und erst vom siebenten Tage an findet das Ausstülpfen der Sporodukte statt.

Auf Querschnitten der noch eingestülpten Sporodukte sieht man im Zentrum einen engen Kanal, von zwei konzentrischen Ringen umgeben, von denen der innere dichter ist (Fig. 16). Auf Längsschnitten durch die Sporodukte ragt das blind geschlossene Ende derselben in die zentrale Sporenmasse hinein. Im inneren Kanal findet sich eine fein granuliertete Masse, von einer doppelten Wandung umgeben (Fig. 15). Der Brutraum (Fig. 17), in dem die Sporen liegen, ist von einem Ring dichteren Plasmas umgeben, in dem große chromatinreiche Kerne liegen, die degenerierenden somatischen Kerne.

Gregarina cuneata.

Die geschilderten Beobachtungen über die Entwicklung von *Gregarina blattarum* entsprechen in ihren Hauptzügen dem Typus, wie er bei den meisten Gregarinen beschrieben worden ist.

Die größten Abweichungen bei den verschiedenen Formen finden sich in der Entwicklung der ersten Vermehrungskerne aus dem Primärkern. Bei den meisten Gregarinen tritt das Chromatin, das

von dem sich auflösenden Primärkern übrig bleibt, in Form einer Mitose auf. Bei anderen Formen bildet sich, wie bereits oben besprochen, zunächst ein Micronucleus. Aber die Deutlichkeit dieser Bildungen ist sehr verschieden. Haben wir bei *Monocystis rostrata* (MULSOW 1911) eine relativ große Menge Chromatin, das eine deutliche, garricht zu übersehende Mitose bildet, so ist bei anderen Formen nur eine äußerst geringe Menge Chromatin vorhanden.

Die einzige Art der Gattung *Gregarina*, bei der eine erste Teilungsspindel beschrieben wurde, ist *Gregarina ovata* aus *Forficula*. Hier hatte PÄHLER (1904) zwar schon Stadien mit wenigen Vermehrungskernen gefunden, aber erst SCHNITZLER (1905) gelang es, die äußerst kleine Spindel in einer Vakuole des Primärkerns aufzufinden.

Denken wir uns nun, daß bei anderen Formen diese Stadien noch schwerer zu erkennen sind, so ist sehr wohl ein Fall denkbar, bei dem das Chromatin in so undeutlicher oder diffuser Form auftritt, daß es mit den Mitteln unserer mikroskopischen Technik garricht oder kaum mehr deutlich gemacht werden kann. Auf diese Weise wäre zu erklären, daß KUSCHAKEWITSCH bei *Gregarina cuneata* aus dem Mehlwurm das generative Chromatin übersehen hat und er dadurch zu seiner Chromidialhypothese gelangt ist.

Im folgenden sei das Resultat meiner eigenen Nachuntersuchungen gegeben.

Die Cysten sowie die Kerne von *Gregarina cuneata* sind wesentlich kleiner als die von *Gregarina blattarum*, und so ist es leicht erklärlich, daß auch Vermehrungskerne, Gameten und Sporen kleiner und dadurch noch schwieriger zu beobachten sind.

Der Kern der frisch encystierten Gregarinen hat eine deutliche Membran, einen stark färbbaren Nucleolus mit mehreren Vakuolen (Fig. 18). Bei der Auflösung des Kernes konnte ich wiederholt Stadien beobachten, die KUSCHAKEWITSCH entgangen sind. Der Nucleolus zerfällt in mehrere sekundäre Nucleolen, die sich wiederum auflösen (Fig. 19). Das Chromatin tritt in Tropfenform aus ihnen heraus und liegt bisweilen wie bei einem Knospungsvorgang an ihrer Oberfläche. Auf die gleiche Weise werden auch die sekundären Nucleolen aufgelöst; denn ihre Zahl nimmt rasch ab, schließlich finden wir nur noch einen (Fig. 20), später überhaupt keinen Nucleolus mehr im Kern. Nur das schwach färbbare Kerngerüst ist übrig geblieben (Fig. 21).

Außer solchen sich auflösenden Kernen sah ich in selteneren Fällen an der Peripherie geflammte Kerne, wie auch KUSCHAKEWITSCH

sie beschrieben hat. Da sie sich aber schlecht in den übrigen Verlauf meiner Beobachtungen einfügen, möchte ich eher annehmen, daß diese Kerne bereits in den freilebenden Gregarinen geflammt waren. Solche Kerne treten dort häufig auf und sind auch von KUSCHAKEWITSCH beobachtet. Ob allerdings solche Cysten mit geflammten Kernen einer weiteren Entwicklung und Sporenbildung fähig sind, kann ich nicht entscheiden, da ich diese Stadien erst auf Cysten-schnitten beobachten konnte.

Ein Vergleich von *Gregarina cuneata* mit *Gregarina blattarum* zeigt, daß bei beiden Arten das junge freilebende Tier einen Kern mit nur einem Nucleolus besitzt. Bei *Gregarina blattarum* gehen nach Beobachtungen von MARSHALL (1893) schon auf sehr jungen Stadien durch Knospung oder durch Entstehung im Innern des Nucleolus, des sog. Formationsnucleolus, eine große Anzahl von sekundären Nucleolen hervor. Bei *Gregarina cuneata* geschieht dagegen diese Nucleolen-Vermehrung erst in der Cyste, unmittelbar vor der Auflösung des Kerns. Ähnliche Unterschiede finden wir auch bei anderen Gregarinen. So haben nach CÉNOT (1901) *Monocystis magna* und *Monocystis lumbrici* auf jungen Stadien einen Nucleolus, während die ausgewachsenen Tiere bis zu zwölf besitzen. Dagegen behalten alle anderen von CÉNOT untersuchten Formen von *Monocystis* dauernd nur einen Nucleolus. Auch bei *Monocystis rostrata* werden nach MULSOW (1911) erst bei der Auflösung des Kerns eine größere Anzahl Nucleolen gebildet.

Während der Primärkern, wie beschrieben, zerfällt, treten im Plasma Gebilde auf, die mit dem Micronucleus der *Gregarina blattarum* zu vergleichen sind. In der Nähe des Kerns findet sich ein winziges, deutlich konturiertes Bläschen mit etwas Chromatin (Fig. 19). Auf späteren Stadien finden sich mehrere solche Bläschen, die allerdings noch kleiner, noch schwächer färbbar und undeutlicher sind als bei *Gregarina blattarum*. Mit Boraxkarmin sind sie aber immerhin noch färbbar, während sie das Eisenhämatoxylin nach Heidenhain garnicht annehmen. Auf solchen Präparaten ist zwar die Struktur des Bläschens deutlich erkennbar aber nur wie das Plasma gefärbt. Diese Eigentümlichkeit wäre aber wohl auf die besondere chemische Beschaffenheit dieses Chromatins zurückzuführen, da doch die Färbbarkeit mit Boraxkarmin für ein Chromatinderivat spricht. Gegen die Brauchbarkeit der mit Eisenhämatoxylin gefärbten Präparate sprechen auch die Tatsachen, daß diese in dem chromatinfreien Kern ein viel dichteres, stark gefärbtes Gerüst zeigen als die Boraxkarminpräparate — und daß sich auf Stadien der Kernauflösung an der

äußeren Wandung sowie an der mittleren Scheidewand eine Menge kleiner Körnchen und Fäden finden, die nicht mit Boraxkarmin färbbar waren, also wohl aus einer anderen Substanz als Chromatin bestehen.

Neben solchen Bläschen finden sich Brocken von etwa der gleichen Größe, bei denen aber keine Bläschenstruktur und keine Membran mehr zu erkennen sind. Diese dürften den primitiven Mitosen der ersten Teilungsstadien bei *Gregarina blattarum* entsprechen, bei denen die Chromatinkörnchen von dichtem Plasma umgeben sind. Nur sind bei *Gregarina cuneata* die Chromatinkörner so klein und nicht mehr färbbar, daß sie erst auf späteren Stadien als solche erkannt werden können.

Während der Rest des Primärkerns gänzlich schwindet, nimmt die Zahl dieser Brocken zu (Fig. 22). Ein diesem ähnliches Stadium hat KUSCHAKEWITSCH in seiner Figur 71 abgebildet. Indes deutet er die Brocken als Stücke des sich zerschnürenden flammenden Kerns, während ich einen geflammten Kern nur in Ausnahmefällen beobachten konnte. Nach meiner Auffassung stellen also diese Brocken Vermehrungsteilungen dar.

Diese Teilungen verlaufen nicht gleichzeitig in beiden Tieren. Vielmehr ist oft in einem Tier eine beträchtliche Anzahl chromatischer Brocken vorhanden, während im anderen Tier nur sehr wenige sind.

Die so entstandenen Kerne wandern dann, ebenso wie bei *Gregarina blattarum*, an die Peripherie, wahrscheinlich angezogen durch chemotaktische Einflüsse des peripheren Plasmas. Die Kerne, die dort angelangt sind, erfahren eine Veränderung ihres färberischen Verhaltens, indem sie jetzt dort deutlich als kleine Kernbläschen mit Chromatinkörnern erkennbar sind (Fig. 23). Diese Veränderung ist wohl auch auf den Einfluß des peripheren Plasmas zurückzuführen, das sich schon durch seine dichtere Struktur von dem übrigen Plasma unterscheidet. Eine ähnliche Veränderung der Färbbarkeit beschreibt MOROFF (1907) bei *Aggregata Légeri*, wo bei der ersten Vermehrungsteilung im männlichen Tier die Kerne zunächst sehr blaß sind, während sie sich später und besonders in der Randzone stärker färben.

Die Kerne vermehren sich nun stark weiter und umgeben sich mit kleinen Plasmaportionen. Diese bilden sich später zu Gameten um und machen so die typische Weiterentwicklung durch.

Nachdem so versucht wurde, die Beobachtungen, die zu der Chromidialhypothese KUSCHAKEWITSCH'S führten, zu ergänzen, liegt

es nahe, auch für die von SWARCZEWSKY (1910) beobachtete *Lankesteria* sp. ähnliche Verhältnisse anzunehmen. Es scheint mir sehr leicht möglich, daß SWARCZEWSKY Bilder der ersten Mitose oder eines Micronucleus entgangen sind. Vielleicht sind sie dort ebenso undeutlich wie bei *Gregarina cuneata*, — oder sie verlaufen so schnell, daß sie deshalb nur selten in den Präparaten zu finden sind. Jedenfalls ähneln die ersten Bilder, die SWARCZEWSKY von der beginnenden Rekonstruktion der Kerne gibt, stark den Bildern, die ich von Vermehrungsteilungen bei *Gregarina blattarum* erhalten habe. Ähnlich sind auch die Bilder KUSCHAKEWITSCH's von „Chromidialkörnern“. Das geht aus einem Vergleich von SWARCZEWSKY's Figur 19, KUSCHAKEWITSCH's Figur 75 und meinen eigenen Figuren 6a und 6c hervor. Diese Übereinstimmung deutet auf einen ähnlichen Entwicklungsgang.

Sehr auffallend sind die so besonders deutlichen Mitosen, die SWARCZEWSKY bei den beiden Teilungen der rekonstruierten Kerne gibt, die wohl den Reifeteilungen entsprechen. Denn wenn wir auch annehmen, daß schon vorher normale Vermehrungsteilungen erfolgten, so sind diese doch sicher so klein und undeutlich gewesen, daß ein Übersehen leicht möglich war. Ein so großer Unterschied im Teilungsmodus bei Vermehrungs- und Reifeteilungen ist sonst nicht beschrieben, wenn auch z. B. SCHNITZLER (1905) morphologische Unterschiede zwischen beiden Teilungen angibt.

Allgemeiner Teil.

Wenn wir uns nun überlegen, welche Rolle das Chromatin jeweils bei den verschiedenen Vorgängen in der Gregarinencyste spielt, so sind im Verlauf der Fortpflanzung drei Stadien besonders auffallend: 1. die Auflösung des Primärkerns, 2. die Reifeteilung der generativen Kerne, 3. die Ausbildung von somatischen und generativen Kernen.

Bei der Auflösung des Primärkerns haben wir eine „*épuration nucléaire*“, eine Kernreinigung im Sinne SIEDLECKIS (1905) vor uns, keine Chromosomen-Reduktion; denn bei manchen Arten sind ja gerade die Chromosomen das einzige, das in die erste Spindel hinüber genommen wird. Es wird hier vielmehr die Hauptmenge des Trophochromatins, das seinen Zweck während des vegetativen Lebens der Gregarine erfüllt hat, aus dem Kern ausgestoßen und im Plasma resorbiert. In den Micronucleus wird dann hauptsächlich Idiochromatin aufgenommen. Dieses hat die Fähigkeit, sowohl Idio- als

auch Trophochromatin zu erzeugen. Es ist demnach eine müßige Frage, ob der Micronucleus noch Trophochromatin aus dem Primärkern enthält oder solches nur neu bildet, um so mehr, wenn wir mit R. HERTWIG annehmen, daß zwischen beiden Arten Chromatin keine prinzipiellen, sondern nur funktionelle Unterschiede bestehen.

Bei der Reifeteilung wird im Gegensatz zu dieser Kernreinigung ein Teil des Idiochromatins eliminiert. Dabei findet gleichzeitig eine Reduktion der Chromosomenzahl statt. Diese zahlenmäßige Reduktion ist allerdings bisher nur in einem Fall, bei *Monocystis rostrata*, morphologisch nachgewiesen. Aber da der ganze Modus dieser Teilung auch bei anderen Gregarinen darauf hindeutet, daß es eine echte Reifeteilung ist, so können wir wohl in Analogie mit allen anderen Reifeteilungen auch hier eine Chromosomen-Reduktion annehmen.

In den somatischen Kernen findet während ihrer Hypertrophie eine Anreicherung an Chromatin statt. Da diese Kerne nichts mehr mit der geschlechtlichen Funktion zu tun haben, müssen wir wohl annehmen, daß dieses dichte Chromatin Trophochromatin ist.

Es wurde bereits besprochen, daß auch die somatischen Kerne von dem Micronucleus herzuleiten sind. Sie enthalten daher auch Idiochromatin. Der Name somatische Kerne soll also nicht besagen, daß diese Kerne nur somatisches, also Trophochromatin enthalten, sondern er soll nur den funktionellen Gegensatz zu den Geschlechtskernen ausdrücken, da ja die somatischen Kerne von der Fortpflanzung ausgeschlossen sind. Sie sind zwar noch funktionstüchtig, aber nicht mehr teilungsfähig.

Über die Funktion, die die somatischen Kerne noch zu erfüllen haben, kann ich nichts Sicheres aussagen. Ihre Anordnung an der Brutraumwandung läßt vermuten, daß sie an der Ausbildung der Sporodukte beteiligt sind. Ähnliches beschreibt KUSCHAKEWITSCH von *Gregarina cuneata*, wo sich Chromatin aus dem Brutraum als Chromidialmasse in der Wandung findet. Die Chromidialmasse liegt an den schornsteinförmigen Ausläufern des Brutraumes, von hier aus wächst der Sporodukt in das Innere des Brutraumes. Vielleicht haben die somatischen Kerne von *Gregarina blattarum* die gleiche Aufgabe zu erfüllen wie diese Chromidialmasse von *Gregarina cuneata*.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem verehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Prof. Dr. von HERTWIG für die Anregung zu dieser Arbeit und für das mir bewiesene rege Interesse zu danken. Auch Herrn Privatdozent Dr. BUCHNER, der mir stets mit Rat und Tat zur Seite stand, bin ich zu herzlichem Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

- BERNDT, ARTH. (1902): Beitrag zur Kenntnis der im Darm der Larve von *Tenebrio molitor* lebenden Gregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 1.
- BUCHNER, P. (1915): Praktikum der Zellenlehre I. BORNTAEGER, Berlin.
- BÜTSCHLI, O. (1880—89): Protozoa. BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreiches I.
- (1881): Kleine Beiträge zur Kenntnis der Gregarinen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 35.
- CAULLERY et MÉSNIL (1900): Sur un mode particulier de division nucléaire chez les Grégarines. Arch. anat. micr. T. 3.
- COMES, S. (1907): Untersuchungen über den Chromidialapparat der Gregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.
- CUÉNOT, L. (1901): Recherches sur l'évolution et la conjugaison des Gregarines. Arch. de Biol. T. 17.
- DRZEWECKI, W. (1903): Über vegetative Vorgänge im Kern und Plasma der Gregarinen des Regenwurmhodens. Arch. f. Protistenk. Bd. 3.
- GOLDSCHMIDT, R. (1905a): Die Chromidien der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 5.
- (1905b): Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebszellen. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog. Bd. 21.
- HARTMANN, M. (1911): Die Konstitution der Protistenkerne und ihre Bedeutung für die Zellenlehre. Jena. G. Fischer.
- HERTWIG, O. (1910): Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. 9. Aufl. Jena.
- HERTWIG, R. (1902): Die Protozoen und die Zelltheorie. Arch. f. Protistenk. Bd. 1.
- (1907): Über den Chromidialapparat und den Dualismus der Kernsubstanzen. Ges. f. Morph. u. Phys. München.
- KUSCHAKEWITSCH, S. (1907): Beobachtungen über vegetative, degenerative und germinative Vorgänge bei den Gregarinen des Mehlwurmdarmes. Arch. f. Protistenk. Suppl. Bd. 1.
- LABBÉ, A. (1899): Das Tierreich. Lief. 5 XX Sporozoa.
- LÉGER, L. (1903): La reproduction sexuée chez les *Stylorhynchus*. Arch. f. Protistenk. Bd. 3.
- LÉGER, L. et DUBOSCQ, O. (1903): La reproduction sexuée chez les *Pteroccephalus*. Arch. de Zool. exp. Ser. 4 T. 1 Notes et revues.
- — (1904): Nouvelles recherches sur les Grégarines et l'épithélium intestinal des Trachéates. Arch. f. Protistenk. Bd. 4.
- — (1908): L'évolution schizogonique de *Aggregata (Eucoccidium) eberthi*. Arch. f. Protistenk. Bd. 12.
- — (1909): Études sur la sexualité chez les Grégarines. Arch. f. Protistenk. Bd. 17.
- LÜHE, M. (1904): Bau und Entwicklung der Gregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 4.
- MARSHALL (1893): Beiträge zur Kenntnis der Gregarinen. Arch. f. Naturgesch. Bd. 59 1.
- MOROFF, TH. (1907): Die bei den Cephalopoden vorkommenden *Aggregata*arten als Grundlage einer kritischen Studie über die Physiologie des Zellkerns. Arch. f. Protistenk. Bd. 11.

- MRAZEK (1899): *Studia o sporozoich. Dělení jaderné a sporulace n Gregarini.* Sitz.-Ber. d. königl. böhm. Gesellsch. d. Wissensch.
- MULSOW, K. (1911): Über Fortpflanzungserscheinungen bei *Monocystis rostrata* n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 22.
- PÄHLER, F. (1904): Über die Morphologie, Fortpflanzung und Entwicklung von *Gregarina ovata*. Arch. f. Protistenk. Bd. 4.
- PROWAZEK, S. (1902): Zur Entwicklung der Gregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 1.
- SCHAUDINN, F. (1903): Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. Arb. a. d. kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 19.
- (1905): Neuere Forschungen über die Befruchtung bei den Protozoen. Verh. d. deutsch. zool. Gesellsch.
- SHELLACK, C. (1907): Über die Entwicklung und Fortpflanzung von *Echinomera hispida*. Arch. f. Protistenk. Bd. 9.
- SCHNEIDER, AIMÉE (1875): Contributions à l'histoire des Invertébrés de Paris et de Roscoff. Arch. Zool. expér. Ser. 1 T. 4.
- SCHNITZLER, H. (1905): Über die Fortpflanzung von *Clepsidrina ovata*. Arch. f. Protistenk. Bd. 6.
- SIEDLECKI, M. (1899): Über die geschlechtliche Vermehrung von *Monocystis ascidia* R. LANK. Bull. intern. Acad. Sc. Cracovic. Cl. Sc. Math. Nat.
- (1905): Über die Bedeutung des Caryosoms. Bull. intern. Acad. Sc. Cracovie. Cl. Sc. Math. Nat.
- SWARCZEWSKY, B. (1910): Beobachtungen über *Lankesteria* sp., eine in Turbellarien des Baikalsees lebende Gregarine. Festschr. z. 60. Geburtst. R. HERTWIG's. Bd. 1.
- (1912): Zur Chromidienfrage und Kerndualismushypothese. Biol. Zentralbl. Bd. 32.
- WOLTERS, M. (1891): Die Conjugation und Sporenbildung bei Gregarinen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 37.

Tafelerklärung.

Tafel 4.

Alle Figuren wurden mit dem ABBÉ'schen Zeichenapparat in Objekttschöhe bei 160 ccm Tubuslänge entworfen. Mikroskop von ZEISS. Homogene Immersion $\frac{1}{12}$. Kompensationsokular 8, bei Fig. 1, 19, 20, 21 Kompensationsokular 6, bei Fig. 10 u. 12 Kompensationsokular 12.

Fig. 1—17. *Gregarina blattarum*.

Fig. 1. Geflammtter Kern. Boraxkarmin.

Fig. 2. Micronuclei. Boraxkarmin.

Fig. 3. Zwei Vermehrungskerne in jedem Tier. Eisenhämatoxylin.

Fig. 4. Vier Vermehrungskerne in jedem Tier. E.-H.

Fig. 5. Vermehrungskerne. Boraxkarmin.

Fig. 6. Vermehrungsteilungen. E.-H.

Fig. 7. Vermehrungskerne an Peripherie zerstreut. Boraxkarmin.

Fig. 8. Vermehrungskerne gehäuft. Boraxkarmin.

Fig. 9. Gameten. Boraxkarmin.

- Fig. 10. Reifeteilungen. E.-H.
Fig. 11. Somatische Kerne. E.-H.
Fig. 12. Copula. E.-H.
Fig. 13. Metagame Teilung. Boraxkarmin .
Fig. 14. a) Sporen im Längsschnitt. Boraxkarmin — bleu de Lyon.
b) Sporen im Längsschnitt. E.-H.
c) Sporen im Querschnitt, von oben. E.-H.
Fig. 15. Sporodukt. Längsschnitt. Boraxkarmin.
Fig. 16. Sporodukt. Querschnitt. E.-H.
Fig. 17. Sporoduktencyste. Übersicht. Boraxkarmin 170:1.
Fig. 18—23. *Gregarina cuneata*.
Fig. 18. Primärkern aus junger Cyste. Boraxkarmin.
Fig. 19. Sekundäre Nucleolen und Micronucleus. Boraxkarmin.
Fig. 20. Weiteres Kernaflösungsstadium. Boraxkarmin.
Fig. 21. Chromatinfreier Kernrest. Boraxkarmin.
Fig. 22 u. 23. Vermehrungsteilungen. Boraxkarmin.

Kleinere Mitteilungen.

Für Haeckel!

Von
C. A. Erwin Hirsch in Leipzig.
(Zoologisches Institut.)

Vor einiger Zeit erschien in diesem Archiv eine Abhandlung von PASCHER über die „Flagellaten und Rhizopoden in ihren gegenseitigen Beziehungen“.¹⁾ Ihr wissenschaftlicher Zweck war es u. a. die Ableitung der Rhizopoden einerseits und die der farblosen Flagellaten andererseits von den gefärbten Flagellaten wahrscheinlich zu machen. Daneben verfolgte PASCHER noch ein ihn selbst angehendes Ziel, nämlich die Geltendmachung eines Prioritätsanspruches auf diese Gedanken gegenüber DOFLEIN. Wenn ich mich mit den folgenden Zeilen in diesen Streit einzumischen wage, so geschieht es nur, weil ich glaube, feststellen zu können, daß die Priorität für diesen Gedanken weder PASCHER noch DOFLEIN zuzusprechen sei, sondern HAECKEL.

Ich sagte ausdrücklich, die Priorität dieses Gedankens, denn daß die sorgfältige Begründung dieser Auffassung ein Verdienst PASCHER's ist, darf und soll nicht geleugnet werden. Auch ist nicht zu übersehen, daß sich mit der Vermehrung unseres Wissens das Problem jener Ableitung etwas verschoben hat, aber das Wesentliche bleibt bestehen: die Erkenntnis HAECKEL's, daß eine Entwicklung von „Protophyten“ und „Protozoen“ im Zusammenhang mit dem Nahrungswechsel (Metasitismus) stattgefunden haben müsse. Er

¹⁾ Arch. f. Protistenk. Bd. 38 H. 1, 1917.

²⁾ E. HAECKEL: Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen I. Berlin 1894.

spricht es natürlich nicht so scharf aus, wie es PASCHER jetzt tut, daß gerade die Veränderung der Ernährung aus den flagellaten Organismen die rhizopodialen erzeugte (PASCHER l. c. S. 38) auch andere Feststellungen, die PASCHER machen konnte, und die uns gewisse Rhizopoden phylogenetisch anders erscheinen lassen, als sie HAECKEL auffaßte, mußten diesem natürlich seinerzeit unbekannt bleiben. Es sei aber betont, daß der Grundgedanke der PASCHERschen Abhandlung bereits von HAECKEL erkannt und ausgesprochen worden ist. Es sind das, wie ich es sehe: die polyphyletische Ableitung der farblosen Flagellaten von den gefärbten, die polyphyletische Ableitung der Rhizopoden von den Flagellaten und der Übergang von flagellaten Formen zu rhizopodialen unter dem Einflusse der Ernährung. Da PASCHER das betreffende Werk HAECKEL's²⁾ mit seinen so klaren und alle jene Grundgedanken bereits enthaltenden Ausführungen nirgends erwähnt und nur DE BARY als Vorläufer seiner Auffassung nennt, die er als eigene Erkenntnisse gegenüber DOFLEIN verteidigt, darf man wohl annehmen, es sei ihm entgangen. Um in aller Kürze die ihrer Zeit weit vorausschauende richtige Auffassung HAECKEL's in allen diesen Fragen darzulegen, sei an einige Sätze seines Buches erinnert.

Unter Metasitismus verstehen wir jenen Prozeß, der kurz als die Umwandlung¹⁾ des synthetischen Phytoplasmas in analytisches Zooplasma²⁾ definiert werden kann. Dieser bedeutungsvolle Vorgang, eine „wahre Umkehrung des ursprünglichen Stoffwechsels“ ist polyphyletisch und hat sich zu verschiedenen Zeiten in vielen verschiedenen Pflanzengruppen unabhängig vollzogen (l. c. § 38, S. 44).

Mit dem Ausdruck „polyphyletisch“ will HAECKEL die Tatsache erfassen, daß auch bei den Metaphyten plasmophage Ernährungsweise auftritt. Jedoch weiter unten (l. c. S. 45) tritt dann auch der Gedanke der polyphyletischen Abstammung der Protozoen, für den sich ja auch PASCHER einsetzt, mit folgenden Worten klar hervor.

Den einzelligen plasmodomen Algarien und Algetten stehen die plasmophagen Fungillen und Rhizopoden gegenüber; zum Teil entsprechen die einzelnen Gruppen der synthetischen Protophyten³⁾ so genau den einzelnen Abteilungen

1) Die Sperrungen in den Zitaten rühren, soweit nichts anderes bemerkt wird, von HAECKEL her.

2) Hier ein im Original stehengebliebener Druckfehler verbessert!

3) Von mir gesperrt.

der analytischen Protozoen, daß die polyphyletische Entstehung der letzteren aus den ersteren klar auf der Hand liegt. So lassen sich z. B. die Chytridinen und andere Fungillarien einfach durch Metasitismus von Charaeen und ähnlichen Phytomonaden ableiten, viele farblose animale Flagellaten von fast identischen grünen Mastigoten⁵⁾ — überhaupt müssen ja alle wahren Protozoen (als Plasmophagen) ursprünglich von Protophyten (oder Plasmodomen) abstammen (l. c. § 39 S. 45).

Es hieße sich zu sehr an Worte klammern, wollte man leugnen, daß diese Sätze HAECKEL'S ganz unzweideutig Gedanken ausdrücken, für die PASCHER Priorität in Anspruch nimmt.

Insbesondere über die Ableitung ungefärbter Flagellaten von den gefärbten äußert sich HAECKEL folgendermaßen:

„Die Klasse der Mastigoten oder der vegetalen Mastigophoren gründen wir für diejenigen chromatischen Flagellaten deren Zellen Carbon-assimilierende Chromatellen enthalten und daher als Protisten in das Unterreich der Protophyten zu stellen sind. . . . Sie bilden eine vollkommene Parallelgruppe zu den ähnlichen (morphologisch oft kaum zu unterscheidenden) Flagellaten, welche zu den plasmophagen Protozoen gehören. — Die phylogenetischen Beziehungen zwischen diesen beiden Hauptgruppen . . . sind unzweifelhaft im allgemeinen derart, daß die plasmophagen Flagellaten polyphyletisch aus den älteren plasmodomen Mastigoten entstanden sind“ (l. c. § 94 S. 121) . . . und dann weiterhin:

„Wenn diese animale Nahrungsaufnahme zur Gewohnheit wird, können die Chromatellen rückgebildet werden; die gefärbten vegetalen Mastigoten werden farblos und verwandeln sich durch Metasitismus in animale Flagellaten. — Der Ursprung dieser letzteren aus jenen ersteren ist sicher polyphyletisch“ (l. c. § 95 S. 124).

Auch für die Phytomonaden nimmt HAECKEL, wie beiläufig bemerkt sei, polyphyletischen Ursprung an. Es liegt hier also nicht nur der Gedanke an eine solche Ableitungsmöglichkeit vor, sondern auch bereits der Versuch, dafür eine physiologische Erklärung zu geben. Beides ersonnen zu haben scheint PASCHER für sich in Anspruch nehmen zu wollen, und führt doch selbst, obwohl mit tiefergehenden Erkenntnissen ausgerüstet, keinen, für diese Fragen wesentlichen neuen Gedanken ein; denn auch er sieht in dem Wechsel der Ernährung die Ursache für die Formveränderung.

Auch über die Phylogenie der Rhizopoden finden sich bei HAECKEL ebenso scharf und klar ausgesprochene Meinungen. Er leitet sie von den Zoomonaden (den „Euflagellaten“, also den farblosen) ab, die, um es zum Überflusse noch einmal mit anderen Worten HAECKEL'S auszusprechen:

„wahrscheinlich — ursprünglich — unabhängig von einander aus verschiedenen parallelen Phytomonaden-Gruppen durch Metasitismus¹⁾ entstanden“ (l. c. § 156 S. 227).

. Weiter unten sagt er dann:

„Wie die plasmophagen Zoomonaden selbst polyphyletisch aus den plasmodomen Phytomonaden hervorgegangen sind, so bilden sie auch die polyphyletische Stammgruppe nicht nur für die übrigen Infusorien, sondern wahrscheinlich auch für andere Protozoen (namentlich Rhizopoden)²⁾“ (l. c. S. 228).

In diesem Punkte geht PASCHER mit den heutigen Erkenntnissen allerdings einen Schritt weiter, indem er für rhizopodiale Formen (gefärbte wie ungefärbte) die Entstehung aus gefärbten — nicht wie bei HAECKEL anscheinend nur aus ungefärbten — Flagellaten wahrscheinlich machen kann.

Während also in den vorstehend wiedergegebenen Sätzen HAECKEL'S unzweideutig derselbe Gedankengang ausgesprochen ist, den PASCHER nach seinen Untersuchungen vertritt und für den er die Priorität DOFLEIN gegenüber wohl mit Recht in Anspruch nimmt, findet sich jedoch bei HAECKEL eine Stelle, die darauf hinzudeuten scheint, wie schwer es ihm wurde, von dem „alten liebgewordenen Kinderglauben“, „daß die einfachsten „Ur“tiere, die Amöben ... das Erste waren,³⁾ zugunsten der neueren Erkenntnis zu lassen:

Man kann sich vorstellen, daß die Amöbinen direkt aus amöboiden Moneren (*Protamoeba*) durch Ausbildung eines Zellkernes entstanden sind, und daß von ihnen die meisten anderen Protozoen abstammen ... Man könnte⁴⁾ aber auch andererseits behaupten, daß die ältesten Amöbinen direkt aus einfachsten Protophyten durch Metasitismus⁴⁾ entstanden seien ... Endlich käme in Frage⁴⁾, die nahe Beziehung der Amöbinen zu den Flagellaten, insbesondere zu den Zoomonaden; noch heute gibt es Übergangsformen zwischen beiden Klassen (*Mastigamoeba*, *Podostoma* usw.). Auch gehen in der Ontogenese verschiedener Protisten

¹⁾ Von mir gesperrt.

²⁾ PASCHER l. c. S. 79.

³⁾ PASCHER l. c. S. 79.

⁴⁾ Von mir gesperrt.

vielfach amoeboide Phasen in flagellate über und umgekehrt“. Jedoch fügt er weiter hinzu: „Es bleibt weiterhin zu untersuchen, wieviel von diesem Wechsel in der Bewegungsform palingenetisch, wieviel cenogenetisch ist. Im allgemeinen muß die amoeboide Bewegungsform des Cytoplasmas als die ältere und primitivere gelten, die flagellate hat sich daraus erst entwickelt (l. c. § 122 S. 167f.).

Gerade in dieser Ansicht dürfte ein wesentlicher Unterschied zwischen der Auffassung PASCHER's und der HAECKEL's zu erblicken sein; jedoch spielt das für die vorliegende Auseinandersetzung eine geringe Rolle. Denn mir lag eben daran nachzuweisen, daß die von PASCHER mit reichem Tatsachenmaterial gestützten phylogenetischen Gedanken weder von ihm noch von DOFLEIN, sondern von HAECKEL zuerst ausgesprochen wurden.

Das Verdienst PASCHER's bleibt von dieser Feststellung selbstverständlich unberührt; denn während HAECKEL „die vollkommene Lösung dieser höchst verwickelten Aufgabe — ganz hoffnungslos“ erschien, da gerade hier die Unvollständigkeit der phylogenetischen Urkunden überaus groß ist, gelang es PASCHER auf anderem Wege die Klärung dieser Fragen anzubahnen und die alten Abstammungsgedanken auf eine breitere Grundlage zu stellen.

Eine Stellungnahme zu der Frage, ob für die Begründung dieser Auffassung und für die Aufdeckung der überzeugenden Beispiele die Priorität PASCHER, der sie anscheinend mit Recht für sich beansprucht, oder DOFLEIN zuzusprechen sei, liegt außerhalb des Rahmens dieser kurzen Darstellung und sei daher vermieden.

Bemerkung zur vorstehenden Notiz „Für Haeckel“.

Meine Arbeit „Zur Auffassung der farblosen Flagellatenreihen“ Ber. d. Deutsch. bot. Ges. XXXIV S. 440 beginnt mit den Worten: „Es handelt sich im folgenden nicht um neue Ideen, sondern nur um die konsequente Anwendung einer Betrachtungsweise für die gesamten Flagellaten, die man für einzelne Flagellatenreihen bereits zum Zwecke einer natürlichen Gruppierung benutzt hat“. Daraus geht auch hervor, daß ich für die Auffassung der farblosen Flagellaten als abgeleitete Formen mir keine allgemeine Priorität zuschreibe, sondern nur gegenüber DOFLEIN vertrete, daß ich die von ihm in

seinem Lehrbuche mehr oder weniger als seine geistige Errungenschaft hingestellten Auffassungen bereits vor ihm gehabt habe. Im übrigen scheint HIRSCH der Auffassung zu sein, daß erst mit der HAECKEL'schen Einführung des Begriffes Metasitismus die Verhältnisse geklärt wurden. HAECKEL bezeichnet als Metasitismus einfach das, was bei den Botanikern bereits lange vorher als Erscheinungen heterotropher Lebensweise bekannt war, wie ja auch HAECKEL als erstes Beispiel seines Metasitismus, die parasitisch oder saprophytisch gewordenen farblosen Blütenpflanzen anführt (HAECKEL S. 45). Im übrigen faßte man bereits lange vor dem HAECKEL'schen Buche die farblosen Polytomeen oder Gymnodien bereits als farblos gewordene Abkömmlinge gefärbter Formen auf, was mich neben anderem zu dem Eingangssatze meiner zitierten Arbeit veranlaßte.

Was nun die Ableitung rhizopodiale Formen von den Flagellaten anbelangt, so scheinen mir trotz der großen Annäherung zwischen HAECKEL's Auffassung und meiner doch tiefergehende Unterschiede vorhanden zu sein als HIRSCH annimmt. Ganz abgesehen davon, daß ich den direkten Zusammenhang zwischen gefärbten Flagellaten und Rhizopoden annehme und nachweise, sprechen dafür ja auch Stellen aus HAECKEL's Buch selber (vgl. HIRSCH's Notiz S. 100), in denen er ausdrücklich auf seine Ansichten als Vorstellungsmöglichkeiten eingeht und die amöboide Bewegungsform des Plasmas als die ältere bezeichnet, und ferner insbesondere die Stelle in HAECKEL's Buch S. 160: „die wichtigste Lobosenform ist *Amoeba*, jene primitive Urform der autonomen nackten Zelle“.

Wenn mir also HAECKEL's Ansichten über das behandelte Problem keineswegs jene Klarheit zu haben scheinen, die HIRSCH an ihnen sieht, so müssen wir doch HIRSCH dankbar sein dafür, daß er darin in gebührender Weise auf die Verdienste HAECKEL's verwies.

Persönlich möchte ich nur bemerken, daß für meine Arbeitsrichtung das ganze Rhizopodenproblem nur eine beiläufige Nebenfrage allgemeinerer phylogenetischer Probleme darstellte, zu der ich als Botaniker kam und deren Klärung in den Einzelheiten Aufgabe der Zoologen sein wird.

A. Pascher.

Besprechungen.

A. Pascher: Über die Myxomyceten. Ber. d. deutschen bot. Gesellschaft Bd. 36, S. 44. (Hierzu 7 Textfig.)

Die Auffassung, daß rhizopodiale Organisation als eine sekundäre Erscheinung und damit der größte Teil der Rhizopoden als abgeleitet zu betrachten sei, hat naturgemäß auch die Frage über die genetischen Beziehungen der Myxomyceten gestreift. Innerhalb der Rhizopoden nehmen die Myxogasteren im engeren Sinne eine sehr isolierte Stellung ein, die Ausbildung hochorganisierter Fruchtkörper macht sie sehr sinnfällig und die halb terrestrische Lebensweise in Plasmodien entfernt sie sehr von den anderen Ordnungen der Rhizopoden. Nun ist es JAHN geglückt den Generationswechsel der Myxomyceten bis auf kleine Lücken klar zu stellen. Ausgehend von den Sporen der Myxomyceten, die einkeißelige Schwärmer erzeugen, folgen auf diese kleine Amöben, die direkt durch Amöboidwerden und Geißelverlust der Schwärmer entstehen. Diese animalisch lebenden Amöben kopulieren nach einiger Zeit zu amöboiden Zygoten, so daß dann zweierlei Amöben vorhanden sind: diploide und haploide. Die diploiden Amöben vermehren sich reichlich und fusionieren lebhaft und bilden schließlich durch Fusion wie Wachstnm die großen Plasmodien, das charakteristische, vegetative Stadium der Myxomyceten, das demnach diploid ist, — während die haploiden Einzelamöben zugrundegehen oder von den diploiden Plasmodien aufgenommen und verdaut werden. Diese diploiden Plasmodienstadien sind abgeschlossen durch die Fruchtkörperbildung, bei denen die Reduktionsteilung in Zusammenhang mit der Sporenbildung erfolgt, so daß die Sporen der Myxomyceten wieder die haploiden Zellen sind.

Die Myxomyceten sind einerseits durch den Generationswechsel charakterisiert, andererseits dadurch, daß sie ihr vegetatives Leben im Zustand eines diploiden Plasmodiums halb terrestrisch verbringen.

Im Gegensatz zu den Bestrebungen, die Myxomyceten in engeren Zusammenhang mit den anderen Gruppen der Rhizopoden zu bringen, hat bereits DE BARY auf einen möglichen Zusammenhang mit den Flagellaten hingewiesen.

Die neueren Ergebnisse der Untersuchungen über die Ableitung der Rhizopoden, wie eben auch eine Reihe neuer Tatsachen, die über Flagellaten und Rhizopoden bekannt geworden sind, ermöglichen es, die Beziehungen der Myxomyceten in den allgemeinen Zügen klarer zu legen und die Myxomyceten als sehr wahrscheinliche Flagellatendeszendenten anzusprechen.

Die Tatsache, daß ausgesprochene Flagellatenstadien bei den Myxomyceten als Schwärmer auftreten, ist genau wie bei den Algen phylogenetisch bedeutungsvoll und deutet auf einen genetischen Zusammenhang mit den Flagellaten hin. Diese phyletische Wertung flagellatenartiger Schwärmerstadien, die ja bei den Algen mit ihren weit durchsichtigeren Verhältnissen bereits längst vorgenommen wurde, bricht sich nun auch bei den Protistologen durch und auch DOFLEIN scheint sich endlich dieser Auffassung zu nähern, wenn er auch seltsamerweise in der letzten Auflage seines Lehrbuches beide einander doch völlig ausschließende Anschauungen knapp nebeneinander gleichzeitig vertritt und an einer Stelle den Schwärmern phyletischen Wert abspricht und einige Seiten später ihnen wieder einen solchen zuspricht, so daß es eigentlich nicht ganz klar ist, welche seine eigentliche Meinung sei, da er ja unmöglich beide Meinungen gleichzeitig vertreten kann.

Gewiß tragen farblos gewordene Organismenreihen mit Flagellatenstadien als Schwärmern an diesen die Merkmale ihrer Ausgangsreihe unter den Flagellaten weniger klar an sich, wie es z. B. bei den gefärbten Deszendenten der Fall ist, wo sich Algenschwärmer und Flagellaten der gleichen Algenreihe so sehr gleichen, daß es im Einzelfalle oft unmöglich ist zu sagen, ob Algenschwärmer oder Flagellaten. Um so bedeutsamer ist dann aber die Tatsache, daß die Schwärmer der Myxomyceten in ihrem feinerem Aufbaue (Kern- und Geißelverhältnisse) ganz dem HARTMANN'schen Typ Ia entsprechen.

In der Tatsache, daß sich die aus den Myxogasterensporen entwickelnden Schwärmer in Amöben umwandeln und völlig rhizopodial werden, liegt kein Gegengrund für die Ableitung von Flagellaten. Wir kennen eine Reihe von Flagellaten, die gelegentlich völlig rhizopodial werden; gefärbt: *Heterochloris*, *Chrysamoeba* und *Ochromonas*, Dinoflagellaten, Cryptomonaden (*Cryptochrysis amoeboides*, sogar für die Chlamydomonaden sind amöboide Formen bekannt geworden). Dasselbe gilt auch für farblose Flagellaten: *Gymnodinium*-Arten, *Monas* usw.

Andererseits gibt es Organismen, die wie echte Amöben leben und doch bei ihrer Vermehrung Schwärmerstadien liefern. So gibt es eine Amöbe, die unzweifelhaft mit den Dinoflagellaten zusammenhängt und zweihörnige Cysten liefert, aus denen *Gymnodinium*-artige Schwärme entstehen, aus denen wieder Amöben werden (*Dinamoebidium*).

Charakteristisch für die Myxogasteren ist das vegetative Leben im Plasmodienzustand. Doch Plasmodien kommen auch bei unzweifelhaften Flagellaten oder deren zweifellose Deszendenten vor. *Chrysarachnion* mit seinen Netzplasmodien, bestehend aus zahlreichen kleinen Chrysamöben, stellt ein Filarplasmodium, *Myxochrysis* wie *Chrysarachnion*, eine echte Chrysomonade, dagegen ist sowohl in seiner Form wie auch Entwicklungsgeschichte ein echtes Fusionsplasmodium.

Letztere *Myxochrysis* ist insofern von Bedeutung für das ganze Problem der Myxogasterenableitung, weil bei ihr eine Art der Sporenbildung vorhanden ist, die sehr an gewisse einfache Fruchtkörper der Myxomyceten heranreicht. Bei vielen Myxomyceten „erhärten“ gewissermaßen das in Fluß befindliche Plasmodium, und aus dem Inhalte entstehen zahlreiche Sporen, die durch Zerbrechen der Plasmodiokarpiumhülle frei werden. Dasselbe ist auch bei *Myxochrysis* der Fall, auch hier Unbeweglich werden und Erhärtung der wohldifferenzierten Hülle, dann Zerklüftung

des Plasmas in ein- oder mehrkernige Portionen, die sich abrunden, mit einer derben Membran umgeben, so daß in der erhärteten Plasmodienhülle zahlreiche derbe Sporen entstehen; dann Zerbrechen dieser Plasmodienhülle und Freiwerden der Sporen. Aus den Sporen gehen dann entweder eingeißelige Schwärmer, — die einer *Chromulina* sehr ähnlich sehen und sich sehr bald in kleine Amöben umwandeln — hervor, oder es entstehen

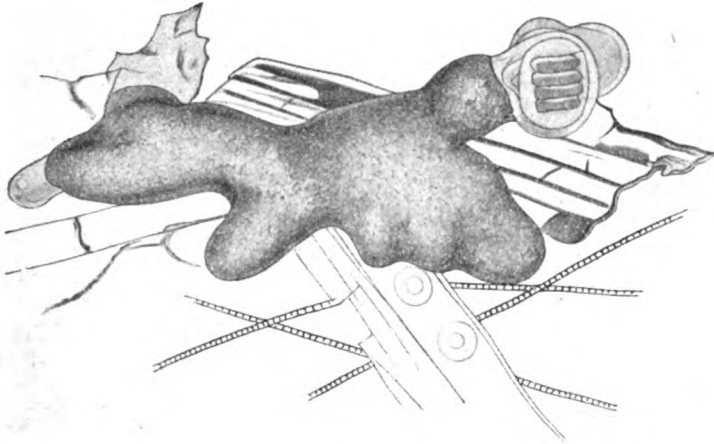


Fig. 1. *Myxochrysis*, eine fusionsplasmodiale Chrysonade.

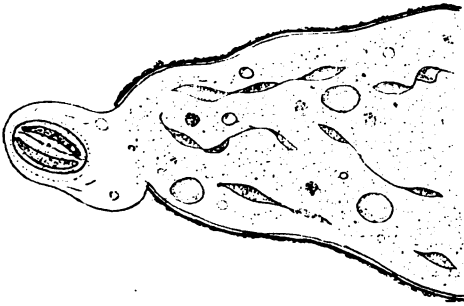


Fig. 2.

Fig. 2. Optischer Flächenschnitt von *Myxochrysis*. Die zahlreichen Kerne, Chromatophoren und kontraktile Vakuolen deutlich (kombiniert).

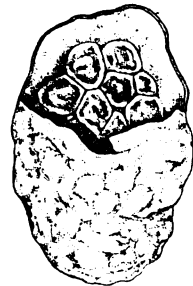


Fig. 3.

Fig. 3. Encystiertes Plasmodium von *Myxochrysis* mit zahlreichen Cysten, die nach Zerbrechen der Plasmodialhülle frei werden.

direkt kleine Amöben aus den Sporen. Durch eigenes Wachstum und Kernvermehrung sowie auch durch ausgiebige Fusionen entstehen dann die großen Plasmodien. *Myxochrysis* ist eine echte Chrysonade. So finden wir also bereits bei den Flagellaten echte Fusionsplasmodien sowie auch Überleitung zu den einfachsten Formen der Fruchtkörper der Myxogasteres.

Nun ist allerdings ein großer Abstand zwischen dem Fusionsplasmodium von *Myxochrysis* und den Plasmodien der Myxogasteres. Letztere sind nach einem Geschlechtsakte gebildet, daher diploid, erstere

haploid. Doch auch das erscheint nicht mehr gegensätzlich. Bei einer *Chlamydomonas*-Art beobachtete ich, daß die kleine Gametoozospren amöboid wurden und daß die Kopulation in der Weise vor sich ging, daß die kleinen Amöben paarweise miteinander verschmolzen! Auch die Zygote blieb lange amöboid. Im ganzen also eine auffallende Parallele zu den Geschlechtavorgängen bei den Myxogasteres, die allerdings keine phyletische Ausdeutung zwischen Myxogasteres und Chlamydomonadaceen

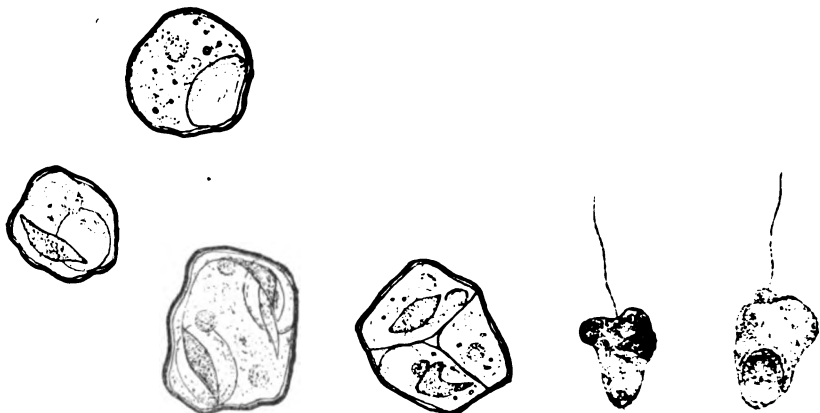


Fig. 4. Ein- und mehrkernige Cysten von *Myxochrysis*. Daraus hervorgegangene gefärbte wie farblose Schwärmer und Amöben.

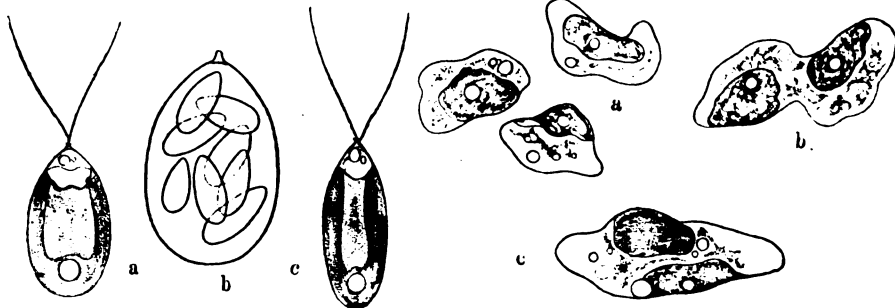


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 5. *Chlamydomonas*. a) Vegetatives Individuum, b) in Gametozoosporenbildung, c) einzelne Gamete. Letztere stärker vergrößert.

Fig. 6. Amöboid gewordene Gametozoosporen der vorstehenden *Chlamydomonas*. b) in Kopulation, c) kopulierte Amöbozygote.

erfahren darf. Die Zygote bei dieser *Chlamydomonas*-Art stellt daher eine diploide Amöbe dar. — Bemerkte sei hier die interessante Tatsache, daß wir bereits eine im vegetativen Zustande farblose diploide Amöbe *Amoeba diploidea* kennen.

Diese kleinen amöboiden Zygoten von *Chlamydomonas* speziell encystierten sich nun nach einiger Zeit und bildeten kleine Dauerzygoten mit der allgemeinen Form der Chlamydomonaden- resp. Volvocaceenzygoten.

Nun könnte aber merkwürdigerweise auch beobachtet werden, daß solche diploide Zygotenamöben weiter miteinander fusionierten, so daß plasmodiale Vereinigungen entstanden, die zunächst aus zwei solchen Zygoten sich zusammensetzten, also ein zweikerniges, diploides Plasmodium.

Bei genauerer Beobachtung fanden sich aber auch solche Plasmodien, welche nach der Zahl der Augenflecke und Chromatophoren aus 4, 8, ja sogar bis 31 solcher fusionierten diploiden Zygoten bestanden, also relativ große diploide Plasmodien darstellten. Die weitere Entwicklung dieser diploiden Zygotenplasmodien fällt außerhalb des Rahmens dieses Referates: Tatsache ist aber, daß bei Flagellaten ausnahmsweise diploide Plasmodien vorkommen können.

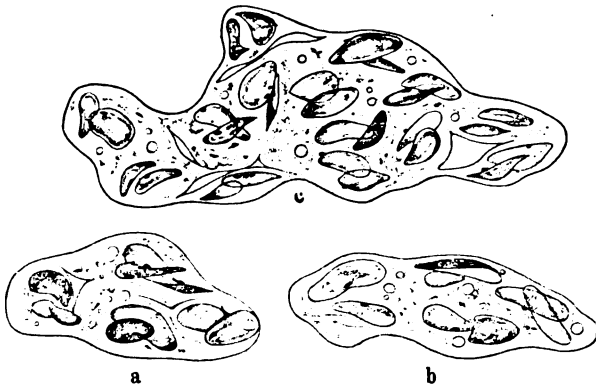


Fig. 7. Plasmodien, hervorgegangen aus der Fusion solcher Amöbocytogen a, b je 4, c elf solcher Amöbocytogen miteinander verschmolzen.

So finden wir alle charakteristischen Eigenschaften der *Myxogasteres* bereits bei den Flagellaten vorhanden. Die Flagellatenstadien der *Myxogasteres* entsprechen cytologisch vollständig bestimmten Flagellatentypen. In gleicher Weise wie diese Flagellatenstadien werden auch zahlreiche Flagellaten vorübergehend oder dauernd amöboid und wie bei den *Myxogasteres* entstehen diese amöboid werdenden Schwärmer bei manchen Flagellaten ebenfalls aus den Sporenstadien. Auch bei den Flagellaten gibt es echte Plasmodien, Filar- wie Fusionsplasmodien. Bei solchen Fusionsplasmodien von Flagellaten findet sich bereits die Fruchtkörperbildung der *Myxogasteres* in einfachster Form. Während die Fusionsplasmodien der Flagellaten haploid sind, sind die der *Myxogasteres* diploid. Aber, ganz abgesehen davon, daß diploide Amöben bekannt sind, ergab sich in letzter Zeit auch, daß vereinzelt auch bei echten Flagellaten diploide Fusionsplasmodien auftreten können.

Gewiß ist noch ein Unterschied vorhanden, bei den Flagellaten wird das Cystenstadium meist in der diploiden Phase gebildet, in diesem Cystenstadium erfolgt dann die Reduktionsteilung, das Cystenstadium ist daher wenigstens zeitweise diploid. Bei den *Myxogasteres* ist das Cystenstadium verschoben auf die aus dem diploiden Plasmodium reduzierten Zellen, hier sind die Sporen haploid, die diploide Phase zeigt keinerlei einkerniges Cystenstadium. Diese Verschiebung des Cystenstadiums, von der diploiden Phase auf die haploide hängt aber wohl — biologisch aufgefaßt — mit

der Lebensweise zusammen, die diploiden Plasmodien sind das charakteristische vegetative Stadium der Myxogasteres, in diesem Stadium erfolgt die ausschließlich animalische Ernährung; vielleicht hängt die Betonung der diploiden Phase mit ihrem Leben in den nur subligunden Regionen zusammen; jedenfalls wird die Verlegung des Dauerstadiums in die diploide Phase als eine bedeutende Störung des vegetativen Lebens wirken; und es ist vorstellbar, daß entsprechend ihrer hohen Organisation das Dauerstadium auf das Propagationsstadium in diesem Falle die bei der Reduktionsteilung entstehenden Zellen verlegt würde, ein Umstand zu dem sich ja auch bei höheren Pflanzen Analogien ergeben.

Müßig wäre es aber zu fragen, von welcher Flagellatenreihe die Myxogasteres abstammen. Vielleicht sind sie in dieser Hinsicht gar nicht homogen. (Autoreferat.)

A. Pascher: Über amöboide Gameten, Amöbozygoten und diploide Plasmodien bei einer Chlamydomonade. (Ber. deutschen bot. Ges., 36. Bd., 1918, S. 352 ff.)

Vorliegende Arbeit bildet eine neue, wichtige Bereicherung des Tatsachenmaterials über das Auftreten von amöboiden Stadien bei den Chlorophyceen. Frühere Untersuchungen des Verf. haben bei Ulothrichalen (*Stigeocolonium*, *Aphanochaete*), Protococcalen (*Marthea*) und Tetrasporalen (*Tetraspora*) derartige Zustände festgestellt. Die Vermutung, daß auch bei Volvocalen amöboide Stadien auftreten könnten, fand der Verf. letzthin bei einer *Chlamydomonas*-Art realisiert. „Die ausgewachsenen Individuen zeigten die übliche *Chlamydomonas*-Form, eibirnförmige Protoplasten mit zarter, längsgestreifter Membran, die sich vorne zu einer sehr kleinen, aber deutlichen Papille verdickte. Der Chromatophor ließ kaum das vordere Viertel frei, war sehr dick und hatte im verdickten Basalteile das kugelige Pyrenoid; seinem vorderen Rande saß ein ziemlich kleines Stigma an. Der Kern war zentral, die zwei Geißeln annähernd körperlang. Vorne außerdem die zwei üblichen kontraktilen Vakuolen.“

Diese Zellen bildeten durch regelmäßige Längsteilung ohne folgende Querlagerung vier Zoosporen. Daneben wurden auch „Parthenosporen“ ausgebildet, indem die acht kleinen, von einer Zelle erzeugten Gameten nach längerem Umherschwärmen zur Ruhe kommen konnten und ohne Kopulationsakt zu Sporen gefärbten, opaken Inhaltes wurden, aus denen eine Zoospore hervorging, welche ohne weiteres zum typischen *Chlamydomonas*-Individuum wurde.

Doch konnte der Verf. meist und in lückenlosem Zusammenhange die Umwandlung dieser kleinen Schwärmer in amöboide Zustände beobachten. Die kleinen Amöben krochen nach Abwerfen der beiden Geißeln mittels breiter, plumper Pseudopodien umher und ernährten sich animalisch. In dem Plasmaleibe waren der ausgeflachte Chromatophor, das Stigma und die beiden kontraktilen Vakuolen zu unterscheiden.

Diese Amöben sah der Verf. reichlich und rasch kopulieren, wobei die „Amöbozygoten“ noch lange Zeit ihre Bewegung beibehielten, ohne sich aber weiterhin animalisch zu ernähren. Nach einiger Zeit wurde die Bewegung der „Amöbozygoten“ sistiert, ihre Plasmamasse ballte sich ruckartig zu einer kugeligen, mit deutlicher, stacheliger Membran versehenen Bildung zusammen. Allein nicht nur die amöboiden Schwärmer, sondern

auch die „Amöbozygoten“ zeigten Fusionstendenz. Verf. stellte nicht nur das allmähliche Verschmelzen der Amöbozygoten zu einer größeren Amöbe mit zwei Paaren Chromatophoren und Stigmen fest, sondern konnte auch mehrkernige Plasmodien sich bilden sehen, indem die diploiden Kerne der „Amöbozygoten“ leicht sichtbar und nach der Fusion der Plasmen distinkt blieben.

Außerdem beobachtete der Verf. die Fusionsplasmodien von 4, 6 und noch mehr „Amöbozygoten“; in einem Falle sogar von vielleicht 31, wie er aus der Zahl der Chromatophoren und Stigmen schließen durfte. Diese Plasmodien (siehe Figg. 5, 6, 7 des vorstehenden Referates) zeigten einheitliche Bewegung ohne Nahrungsaufnahme. Ihre Entstehung ging auf Fusion einzelner „Amöbozygoten“ und kleinerer Plasmodien untereinander zurück. Soweit der Verf. die Kerne studierte, waren sie zumindest äußerlich verschmolzen und demnach diploid. Das Auftreten von Chromatophoren- und Stigmenpaaren in den Fusionsplasmodien ließ den Schluß zu, daß nur diploide Amöbozygoten oder deren Fusionen sich vereinigt hatten. Die Teilnahme haploider Gameten an diesen Bildungen ist also zweifelhaft. Auch der Umstand, daß die Fusionen wie die „Amöbozygoten“ keine feste Nahrung aufnahmen, spricht gegen die Beteiligung haploider Elemente an ihrer Bildung. Es waren aber tatsächlich diploide Plasmodien bedeutenden Umfanges im Zusammenhange mit der besprochenen *Chlamydomonas*-Art gebildet worden.

Nach einiger Zeit des Herumkriechens gingen auch die „Amöbozygoten“ in Dauerzygoten über, wobei unvollständig fusionierte Plasmodien die zarten Plasmabrücken zwischen den einzelnen „Amöbozygoten“ lösten und in so viele Dauerzygoten übergingen als „Amöbozygoten“ an der Fusion beteiligt waren. Größtenteils oder vollständig fusionierte Plasmodien aber zogen ihre Fusionskomplexe in einen ellipsoidischen oder kugeligen Ballen zusammen, der im Vergleiche zu den daran beteiligten Plasmodien durch Wasserabgabe auffallend klein wurde, sich encystierte und eine unregelmäßige Stachelkulturntur entwickelte. Die derbe Membran bekam infolge der Fusion der sich kontrahierenden Protoplasten oft gedrehte, unregelmäßige Wülste und Falten. Membran und Inhalt verfärbten sich bald. Viele der „Zygotplasmodien“ gingen aber vor der Encystierung bereits zugrunde. Während die einfachen Zygoten sehr bald mit vier Schwärmern keimten, keimten einige „Plasmodialzygoten“ überhaupt nicht, andere zwei bildeten Schwärmer mit Makrozoosporencharakter, deren Bildung durch Trennung der verschmolzenen „Amöbozygoten“ und Reduktionsteilung unklar war; eine dritte Plasmodialzygote hingegen lieferte abnorme Schwärmer, welche unvollständig abgetrennte Individuen und klumpige Aggregate mit mehreren Chromatophoren und Geißelansätzen darstellten, welche Mißbildungen unerklärlich blieben.

Verf. hat mit diesem Tatsachenmateriale nicht nur des Vorhandensein amöboider Stadien für die Volvellen, auch fakultative Bildung diploider Plasmodien bei echten Flagellaten nachgewiesen, sondern für das Problem der Ableitung der Rhizopoden von gefärbten Flagellaten, speziell die der Myxomyceten, neue Handhaben gewonnen. Dr. OTTO BAUMGÄRTEL.

Doflein, Franz: Zell- und Protoplasmastudien. II. Untersuchungen über das Protoplasma und die Pseudopodien der Rhizopoden. Zool. Jahrb., Abt. Anat. Ont., Bd. 39 S. 335—384, Taf. 19—22 (auch separat, Jena 1916).

Verf. benutzte, wohl als erster, die Dünkelfeldbeleuchtung zum Studium verschiedener Rhizopoden. Das wichtigste Ergebnis ist die Bestätigung der dem Verf. unbekannt gebliebenen Angaben von SCHAUDINN, WINTER und RHUMBLER über das Vorhandensein eines Achsenfadens in den Pseudopodien der Foraminiferen. Er besteht aus „Stereoplasma“, das von einem aus „Rheoplasma“ gebildeten Flüssigkeitsmantel umgeben wird. Bei der Neubildung von Pseudopodien schießt zuerst ein nackter Achsenfaden geradlinig und oft blitzschnell vor. Die Art ihres Wachstums zeugt, daß immer neues Stereoplasma aus Rheoplasma gebildet wird. Die Spitzen neu entstehender Achsenfäden sind klebrig und können „rotierende Bewegungen“ ausführen, bevor sie an der Unterlage festkleben. Das Stereoplasma befindet sich im festen Aggregatzustande. Beim Einziehen der Pseudopodien wird es in Rheoplasma zurückverwandelt. Bei sehr schnellem Zurückziehen reißen Teile des Pseudopodiennetzwerkes ab und bleiben isoliert. Sie bestehen dann nur aus Stereoplasma. Der Durchmesser der Achsenfäden beträgt bis zu 0,8 μ . Die schon längst bekannten Achsenfäden in den Axopodien von *Acanthocystis* sind sehr elastisch, die rotierenden Bewegungen bei ihrer Ausstreckung sind ausgiebiger als bei den Foraminiferen. Die Spitzen in Bildung begriffener Achsenfäden sind auch bei den Heliozoen klebrig, was für ihre Ernährung von Bedeutung ist. Neugebildete Achsenfäden sind auch bei *Acanthocystis* nackt, ihre später entstehende Rheoplasmahülle ist äußerst fein. Bei Einziehung von Pseudopodien wird der Achsenfaden sehr schnell verflüssigt. *Nuclearia* ist ein echtes Heliozoon. Ihre sehr langen Pseudopodien verkleben mit der Unterlage wie jene der Foraminiferen. Die Achsenfäden der Pseudopodien von *Vampyrella* gleichen sehr denen von *Nuclearia*. An den Axopodien von *Actinosphaerium* ist das Rheoplasma von einer sehr feinen Plasmahaut überzogen. Das Stereoplasma der Heliozoen ist fest wie das der Foraminiferen. Die Filopodien der Thecamöben und von *Trichosphaerium* enthalten keinen Achsenfaden. Die Pseudopodien von *Gromia* bestehen nur aus Ectoplasma, dessen dichtere Außenschicht der Pellicula der anderen Protozoen entspricht. Daher ist *Gromia* zu extrathalamer Verdauung nicht befähigt. Dem Verständnis der beobachteten Vorgänge versuchte Verf. durch Experimente mit Haaren und Flüssigkeitstropfen näher zu kommen. Dabei zeigten sich aber „so viele eigenartige Erscheinungen, daß es eines längeren Studiums und einer eingehenden Beschäftigung mit den physikalischen Grundlagen bedürfen wird, um sie richtig zu verstehen“. Vorläufig begnügt Verf. sich mit der Annahme, daß es bei der Bildung und Rückbildung der Achsenfäden „sich um verschiedene Erscheinungsformen der kolloidalen Substanz, welche wir Plasma nennen, handelt“. J. GROSS.

Bresslau, E.: *Systytis* Hoffi n. gen. n. spec., eine neue Vorticellide.

1. Mitteilung über die Tierwelt kurzfristiger Wasseransammlungen („Rasenaufgüsse“). Biol. Zentralbl. 39. Bd., S. 4—59. 7 Textfig.

Die neue, von Überschwemmungswiesen bei Straßburg i. E. stammende Vorticellide, bildet Stöckchen mit nicht kontraktile Stielen, ähnlich denen von *Epistytis*, jedoch mit dem Unterschiede, daß an jedem Stielende stets eine ganze Gruppe (—65) von Individuen sitzt. In jeder Gruppe finden sich 1—2 große „Macronten“. Diese sind aber keine Macrogonidien, sondern dienen der Erhaltung der Art durch Encystierung bei Eintritt

ungünstiger Lebensbedingungen und bedeuten eine glänzende Anpassung an das Leben in ephemeren Wasseransammlungen. Werden eingetrocknete Cysten unter Wasser gebracht, so schlüpft der Macront aus, schwimmt 12—15 Stunden umher, setzt sich dann fest und bildet durch fortgesetzte Zweiteilung eine neue Kolonie. Die ersten 3 Teilungen sind deutlich inäqual und erinnern an die inäquale Furchung mancher Eier. In der neuen Kolonie bilden sich wieder Macronten wahrscheinlich dadurch, daß gewisse „Micronten“ aufhören sich zu teilen. Einmal wurde Schwärmerbildung beobachtet. *Systytis Hoffi* ist bei Straßburg eine ausgesprochene Frühlingsform. Sie erscheint im April nach der ersten Wiesenwässerung und verschwindet im Sommer mit dem Steigen der Temperatur. J. GROSS.

Nocht, Bernhardt und Mayer, Martin: Die Malaria. Mit 25 Textabbildungen und 3 lithographierten Tafeln. Berlin, Julius Springer, 1918. 8°. V und 128 S. 11 M.

Das Büchlein will eine Einführung geben in die Klinik, Parasitologie und Bekämpfung der Malaria. Es ist entstanden aus Vorlesungen, die die Verf. während des Krieges für Militärärzte abgehalten haben, und füllt in dankenswerter Weise eine fühlbare Lücke aus. Neben den bekannten großen Handbüchern von ZIEMANN, RUGE usw. fehlte eine kurze Übersicht, aus der der Arzt das für ihn Wichtige entnehmen konnte. Die Darstellung ist knapp und klar und wird durch gute Abbildungen unterstützt. Die drei bunten von Frl. SIKORA gezeichneten Tafeln zeigen die für die Malariadiagnose wichtigen Blutbestandteile, Malariaparasiten im Ausstrichpräparat und im dicken Tropfen, meist nach Giemsa-Färbung, fünf Figuren auch nach Mansonfärbung. Sehr zu begrüßen ist die auch durch Abbildungen sehr anschaulich gemachte Darstellung der Herstellung von Blutpräparaten. Nach den Erfahrungen, die Ref. als Vorstand von Untersuchungsstellen gemacht hat, wäre vielleicht ein Hinweis angebracht gewesen, daß schlechte Ausstriche die Diagnose oft unmöglich machen, das Einsenden von Blut in Röhrchen aber zwecklos ist.

Der parasitologische Teil enthält: Technik der Ausstriche, das Blutbild des Gesunden und des Malariakranken, Morphologie der drei Malaria-plasmodien, bei Giemsa-, Mansonfärbung und Dunkelfeld, die Überträger der Malaria, ihre Bekämpfung und der persönliche Schutz gegen die Stechmücken.
FRITZ LEVY (Berlin-Dahlem).

Zuelzer, Margarete: Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Entwicklung der WEIL'schen Spirochaete. Arb. Kais. Gesundheitsamt. 51. Bd., S. 159—179, Taf. 1—4, 1918.

Die an einem reichlichen Material aus dem Tierkörper und von Serumkulturen ausgeführten Untersuchungen führten Verf. zu dem Schluß, daß *Spirochaeta icterohaemorrhagiae* sich wesentlich von allen anderen parasitischen Spirochaeten unterscheidet, dagegen engere Beziehungen zu *Spirochaeta plicatilis* aufweise. Die Körperlänge ist bei gleichen biologischen Bedingungen großen Schwankungen (von 6—85 μ) unterworfen. Der in sehr engen, regelmäßigen Spiralwindungen „aufgewickelte“ Körper läßt deutlich 3 Regionen unterscheiden: ein dickeres „Mittelstück“ und zwei hakenförmig gekrümmte, nach der Spitze zu sich verjüngende „Enden“, deren jedes an seiner Spitze ein stärker lichtbrechendes „Endkorn“ trägt.

Der ganze Körper wird wie bei *Spirochaeta plicatilis* von einem geraden, elastischen „Achsenfaden“ durchzogen, dessen äußerste Enden nicht mehr vom Plasma umwunden werden, sondern frei aus der Spirale hervorragen und in den Endkörnern enden. Der *Spirochaeta icterohaemorrhagiae* fehlt das für alle anderen pathogenen Spirochaeten so charakteristische „bohrende Vorwärtsschrauben“. Wenn aber Verf. als häufigste Bewegungsart lebenskräftiger Exemplare ein „schnelles, gradliniges Vorwärtsschwimmen“ mit blitzschnellem „Rotieren um die Längsachse“ angibt, so scheint Ref. der Unterschied gegenüber anderen Spirochaeten mehr in der angewandten Ausdrucksweise als in den tatsächlichen Verhältnissen begründet zu sein. Während bei der Bewegung das Mittelstück gerade gestreckt bleibt, schlagen die Enden „quirl- oder peitschenartig“. Verf. spricht sie daher als Bewegungsorganellen an, weist auf ihre große Ähnlichkeit (elastischer Achsenfaden in schraubenförmiger Plasmahülle) mit Flagellatengeißeln hin und vergleicht die Endkörnchen den Blepharoplasten. Außer der Verankerung der Enden des Achsenfadens dienen die Endkörnchen als „Regulatoren für die Bewegung“. *Spirochaeta icterohaemorrhagiae* ist nicht nur kernlos, sondern auch frei von Nucleoproteiden. Die Fortpflanzung geschieht ausschließlich durch Querteilung. Sie beginnt mit einer Einknickung des Mittelstücks und Ausziehen desselben zu einem dünnen Faden, in dessen Mitte kurz nach einander 2 stark lichtbrechende Körner auftreten. Zwischen diesen reißt die Spirochaete durch und jedes Korn wird zum Endkorn eines Tochterindividuums. Mehrfachteilung (bis fünffach) kommt vor. Zwischen Teilungsvermögen und Größe besteht kein erkennbares Verhältnis. Dagegen ließ sich eine Proportion zwischen Länge der Spirochaete und Größe des Wirtstieres (Maus, Meerschweinchen, Kaninchen, Esel) feststellen. Im Tierkörper findet *Spirochaeta icterohaemorrhagiae* sich ziemlich regelmäßig im Peritonealexsudat, seltener im Blut. Spärlich ist sie in der Milz, häufiger in der Lunge, am reichlichsten in der Leber, wo sie Nekrosen verursacht. Auch in Gefäßen tritt sie auf und führt hier zu Thromben. Sie nimmt also eine Mittelstellung ein zwischen reinem Gewebs- (*Spirochaeta pallida*) und reinen Blutparasiten (*Spirochaeta recurrentis*) und ist imstande, Gefäßwände zu durchwandern. Systematisch gehört sie in die Nähe von *Spirochaeta plicatilis*, steht den anderen parasitischen Spirochaeten dagegen ferner. Doch will es Ref. scheinen, daß Verf. die Unterschiede überschätzt. Der Achsenfaden wird sich bei erneuter Untersuchung gewiß auch bei anderen parasitischen Spirochaeten, sicher bei *Spirochaeta pallida*, nachweisen lassen. Die Auffassung der Endfäden, die ja auch den anderen Spirochaeten nicht fehlen, als Bewegungsorganellen und das Vorhandensein blepharoplastähnlicher Endknöpfe dürften noch nicht so über jeden Zweifel erhaben sein, um als Unterlage für systematische Folgerungen zu dienen. Andererseits erheben sich auch Bedenken gegen die allzu große Annäherung von *Spirochaeta icterohaemorrhagiae* an *Spirochaeta plicatilis*. Es dürfte wohl ein einzig dastehender Fall sein, daß ein frei lebender Organismus und ein Gewebsparasit demselben Genus angehören. Deshalb dürfte vorzuziehen sein, die Frage der systematischen Stellung der WEIL'schen Spirochaete offen zu lassen bis zum Bekanntwerden neuer Untersuchungen über die anderen parasitischen Spirochaeten, die ja nicht ausbleiben werden.

J. GROSS.

n.
hr
en
di
de
is
di
er
en
n.
dt.
er
er
id
n.
ür
s.
s-
es
en
v
r
r-
t-
t-
h
in
ie
u
-
v)
ie
n
e
-
i
e
-
.



Fig. 1.



Fig. 3. $\times 900$



Fig. 4. $\times 900$

Aussere Grenzschicht
Röhrenschicht
Feinkörnige Schicht
Grenzschicht

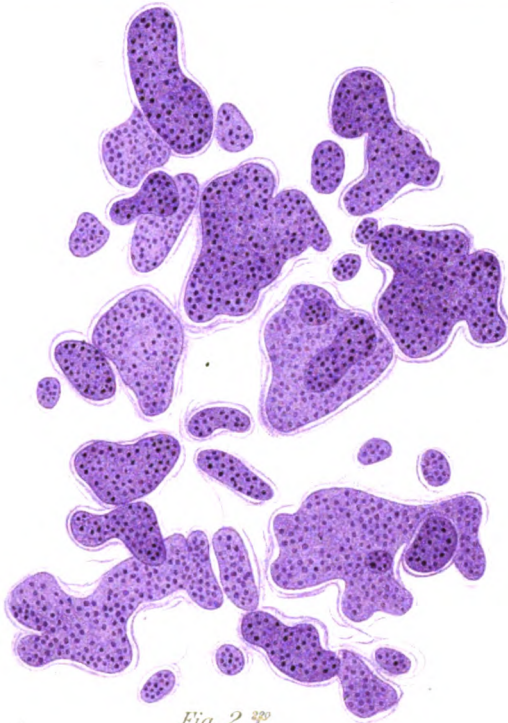


Fig. 2. $\times 200$



Fig. 5. $\times 200$

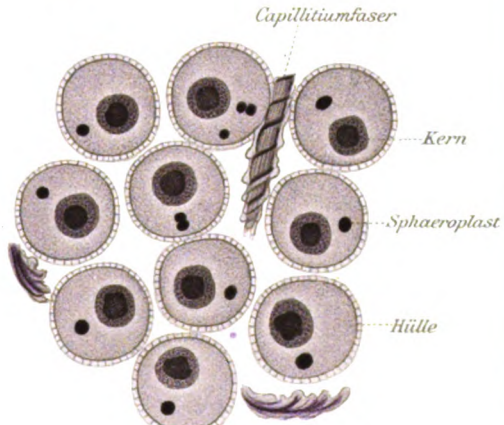
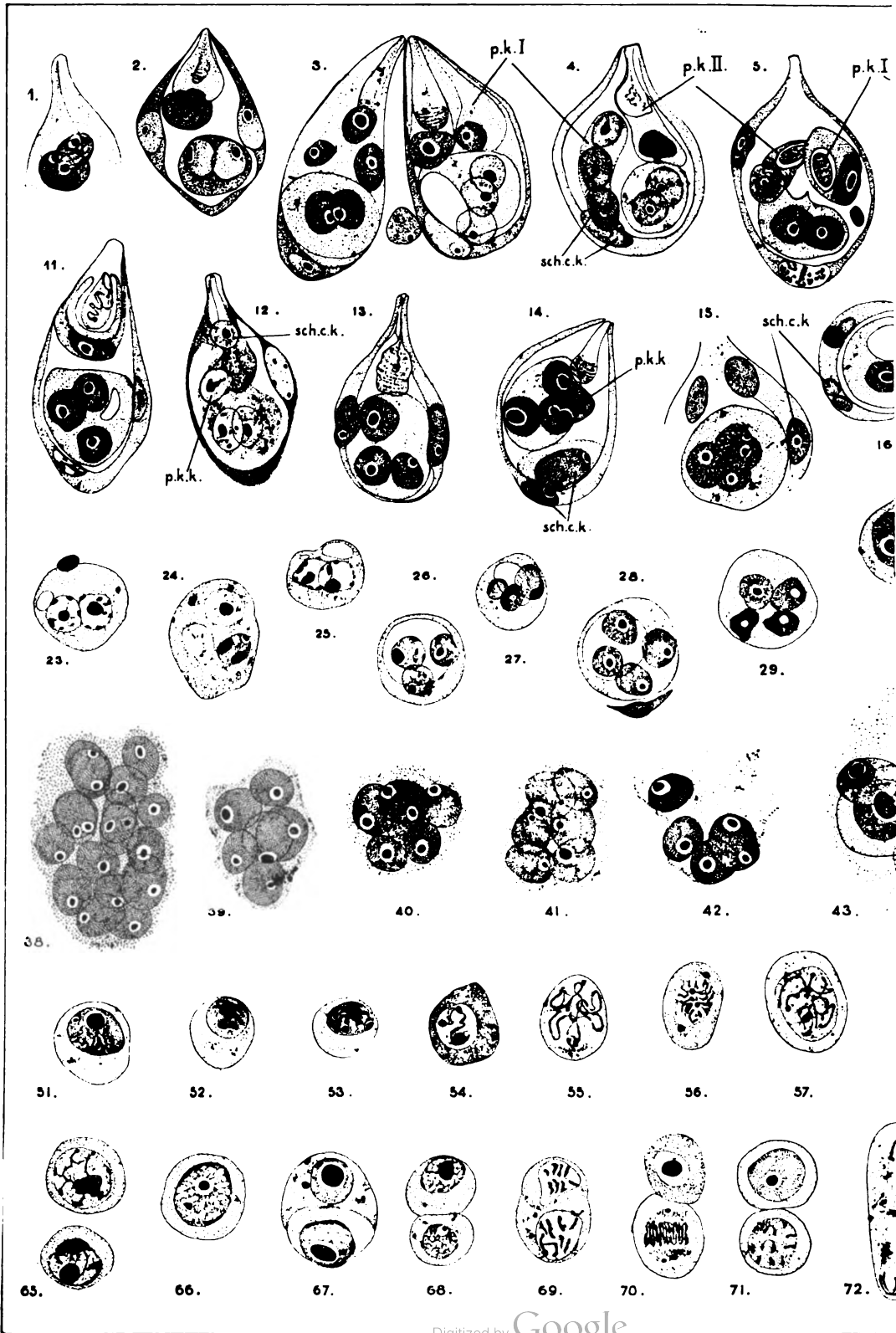
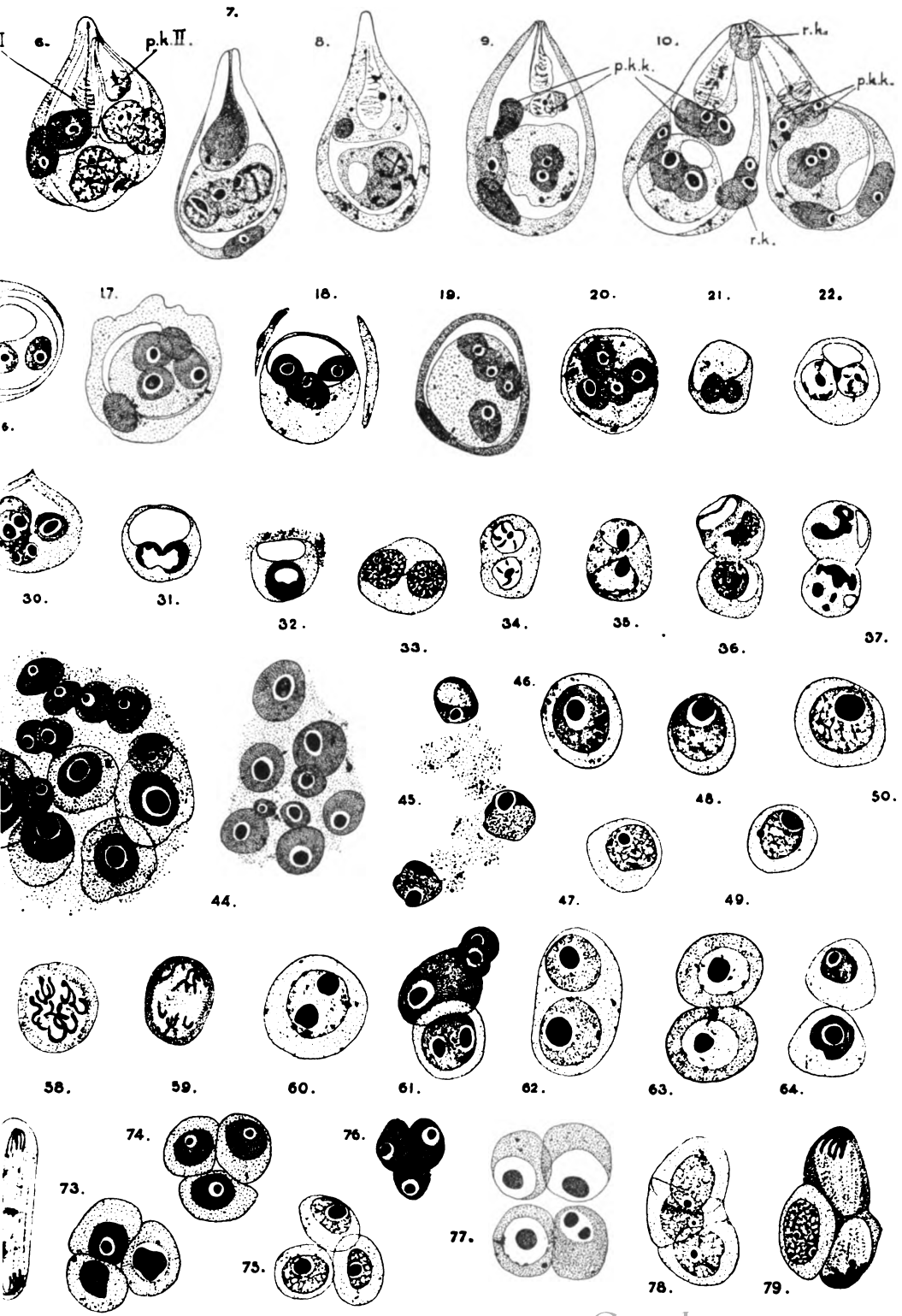
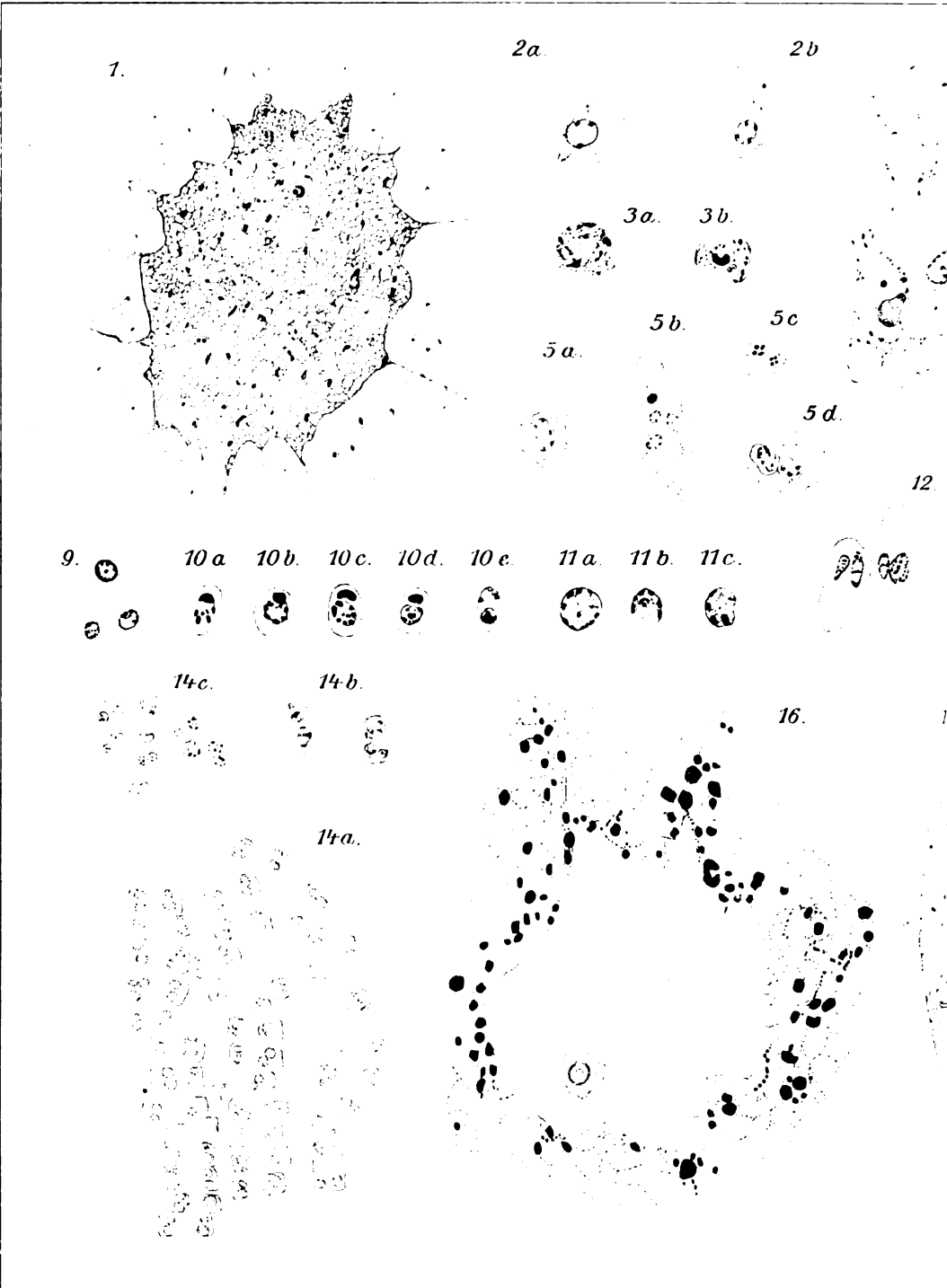


Fig. 6.









Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Untersuchungen über *Leptotheca coris* n. sp. und das in dieser schmarotzende *Nosema marionis* THÉL.

Von
W. Stempell, Münster i. W.

(Hierzu Tafel 5—12 und 1 Textfigur.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	113
Material und Untersuchungsmethoden	115
Spezielle Beschreibung	118
I. Morphologie und Entwicklungszyklus von <i>Leptotheca coris</i>	118
a) Vegetative Formen, Pseudopodien, Protoplasma, Kerne	118
b) Generative Formen und Sporenanlage	125
c) Sporenentwicklung und Sporen	130
d) Theoretisches über die Sporenbildung bei den Myxosporidien	135
e) Beziehungen zwischen Parasit und Wirt	141
II. Entwicklungscyclus von <i>Nosema marionis</i> und Beziehungen zwischen der <i>Leptotheca</i> und dem <i>Nosema</i>	142
Kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse	145
Literaturverzeichnis	148
Tafelerklärungen	149

Einleitung.

Im Jahre 1895 beschrieb THÉLOHAN (p. 360 Taf. 7 Fig. 14—15) aus der Gallenblase von *Coris julis* (L.) und *Coris giofredi* (Risso) (Marseille) unter dem Namen *Glugea marionis* ein Microsporid, das

abweichend von anderen Formen einen amöboiden, oft keulenförmigen Protoplasmakörper mit lobosen Pseudopodien am einen Ende besitzen und frei in der Gallenblase leben sollte. Ich stellte daher (1909 p. 339) auf Grund theoretischer Erwägungen für diese von anderen Microsporidien so weit abweichende Art die neue Gattung *Mariona* auf, die ich (l. c. p. 341) den Plistophoriden zuzählen zu müssen glaubte, da nach den spärlichen Angaben THÉLOHAN's die vegetativen, ausgewachsenen Stadien als vielkernige, amöboid bewegliche Meronten angesprochen werden mußten. Natürlich war diese Unterbringung nur ein provisorischer Notbehelf, und als ich im Frühjahr 1913 im Laboratoire zoologique russe in Villefranche bei Nizza weilte, benutzte ich gern die dort gebotene Gelegenheit, mir diese rätselhafte *Mariona marionis* einmal genauer selbst anzusehen. In der Tat war sowohl *Coris giofredi* als auch der häufigere *Coris julis* reichlich mit solchen Gallenblasenparasiten infiziert, wie sie THÉLOHAN in Marseille gesehen und nach dem Leben abgebildet hatte; aber die genauere Untersuchung besonders des konservierten Materials ergab nach anfänglichen, großen Schwierigkeiten schließlich ein recht überraschendes Resultat: die fraglichen Protoplasmakörper enthielten zwar teilweise massenhafte Microsporidiensporen, gehörten indessen selbst zu einem disparen Myxosporid der Gattung *Leptotheca*! Da nicht daran zu zweifeln ist, daß sie eine noch unbekannte Art dieser Gattung darstellen, nenne ich sie *Leptotheca coris*. Das Microsporid, das sich häufig, wenn auch keineswegs immer in der *Leptotheca* findet, schmarotzt also hier in einem Myxosporid — meines Wissens der erste Fall dieser Art. Nach den Regeln der Nomenklatur muß es natürlich den THÉLOHAN'schen Speciesnamen *marionis* behalten, seiner Gattungszugehörigkeit nach ist es nach der von mir (1909 p. 340) aufgestellten Klassifikation der Microsporidien ein *Nosema*, da seine vegetativen Stadien, wie wir sehen werden, intracellulär schmarotzende, einkernige, sich teilende Meronten sind, und aus jedem Meronten nur eine Spore hervorgeht. Wenn auch der Entwicklungszyklus dieses *Nosema marionis* gegenüber dem anderer *Nosema*-Arten, wie etwa *Nosema bombycis* (vgl. meine oben zitierte Arbeit), keine größeren Besonderheiten bot, so ergab doch andererseits die genauere Untersuchung der *Leptotheca coris* eine so große Menge von neuen Tatsachen und Gesichtspunkten, daß eine ausführliche Darstellung nötig erscheint. Ich werde daher die Erörterung des Entwicklungszyklus der *Leptotheca* in dieser Arbeit an die erste Stelle rücken und das, was ich an den *Nosemen* feststellen konnte, nur kurz schildern. Ich werde mich bei der *Leptotheca* auch

nicht auf die Entwicklungsgeschichte beschränken. Gerade die neuere und neueste Myxosporidienliteratur zeigt oft eine recht ungerechtfertigte, einseitige Orientierung nach der entwicklungsgeschichtlichen Seite hin, die, weil am strittigsten, die meisten Autoren allein interessiert. Alles übrige, wie Morphologie des Protoplasmas und seiner Anhänge, Kernbau usw. sind mehr oder minder vernachlässigt, und man muß oft zu den älteren Arbeiten greifen, wenn man über diese Dinge etwas erfahren will. Die Erörterung der ja ziemlich umfangreichen und durch mannigfache Deutungsversuche komplizierten Literatur über die Entwicklungsgeschichte der Myxosporidien werde ich in einem besonderen Kapitel vornehmen. Im Auszuge habe ich die Resultate der vorliegenden Arbeit bereits an anderer Stelle (1918) mitgeteilt.

Material und Untersuchungsmethoden.

Das Material entstammt, wie gesagt, den Gallenblasen der Fische *Coris julis* und *Coris giofredi* und wurde an dem Laboratoire de zoologie russe zu Villefranche von mir gesammelt. Dem Direktor dieser Station, Herrn Dr. v. DAVIDOFF, der mir in bekannter, liebenswürdiger Weise einen Arbeitsplatz zur Verfügung stellte und mich bei der Beschaffung des Materials stets in entgegenkommendster Weise unterstützte, möchte ich auch an dieser Stelle dafür meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Die Untersuchung fand soweit als möglich an lebendem Material statt. Leider sind ja aber gerade bei den Myxosporidien der Beobachtung der feineren Vorgänge hier enge Grenzen gesteckt, und man ist dafür auf die Untersuchung konservierten Materials und die Kombination der gefundenen Stadien angewiesen. Wie mißlich das ist, zeigt ein Blick in die neuere Myxosporidienliteratur zur Genüge. Fast jeder Autor konstruiert einen anderen „Zeugungskreis“, und die Angaben gehen dabei oft so weit auseinander, daß es kaum noch möglich erscheint, den roten Faden zu finden, der sich doch durch die Entwicklungsgeschichte auch der verschiedensten Myxosporidien hindurchziehen muß! Natürlich kann unter diesen Umständen jede neue Untersuchung das Bild noch mehr verwirren und komplizieren, und ich habe daher von vornherein das Bestreben gehabt, so objektiv, als es nur irgend möglich war, vorzugehen. Zu dem Ende habe ich zunächst versucht, so viel Material, als ich über-

haupt erreichen konnte, zusammenzubringen. Ich habe im ganzen 80 Girellen und zwar 77 *Coris julis* und 3 *Coris giofredi* untersucht, von denen sich 36 Exemplare, d. h. 45% als mit *Leptotheca coris* infiziert erwiesen. In 74,4% der mit *Leptotheca* besetzten Girellen zeigten sich dann die Leptotheken weiter mit *Nosema marionis* behaftet.

Nach Anschneiden der dem lebensfrischen Fisch entnommenen Gallenblase wurde der herausfließende Inhalt teils sofort lebend untersucht, teils in dünner Schicht auf Objektträger oder Deckgläser ausgestrichen und feucht in heißen SCHAUDINN'schen Sublimat-Alkohol oder in FLEMMING'scher Flüssigkeit fixiert. Auch die Gallenblase selbst kam jedesmal in die Fixierungsflüssigkeit, und endlich wurde auch der Fisch, aus dem sie stammte, unter genauer Etikettierung in Alkohol oder Formol aufgehoben. Die fixierten, angeschnittenen Gallenblasen und außerdem zahlreiche andere, die uneröffnet fixiert worden waren, wurden später in lückenlose Schnittserien von 5 μ Dicke zerlegt. Ich will nicht verfehlen, meinem ersten Assistenten, Herrn Privatdozenten Dr. A. KOCH, der mir bei der Herstellung der zahlreichen Schnittserien seinerzeit hilfreiche Dienste geleistet hat, auch hier meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Bei den Ausstrichen kommt sehr viel darauf an, daß sie möglichst dünn sind. Denn wenn man ein klares Bild von den oft recht komplizierten Kernverhältnissen gewinnen will, so ist das nur möglich, wenn die meist sehr nahe aneinander liegenden Kerne auseinandergedrängt, und alles gewissermaßen in eine dünne Schicht „ausgewalzt“ wird. Derartige Totalpräparate sind gerade bei den Myxosporidien selbst den dünnsten Schnitten entschieden vorzuziehen, da in diesen z. B. die genaue Kernzahl eines Individuums und die vollständige Struktur der Kerne unmöglich sicher feststellbar ist. Zwar habe ich in einzelnen Fällen versucht, an lückenlosen Serien ganz dünner Schnitte jene Forderung zu erfüllen; aber ganz einwandfrei ist mir das bei der Kleinheit und Zartheit der Objekte nur in wenigen Fällen gelungen. Immerhin sind Schnitte für die allgemeine Orientierung, für die Feststellung der Beziehungen zwischen Parasit und Wirt, sowie als Kontrolle der Ausstrichpräparate nicht zu entbehren, zumal den letzteren auch manche Nachteile anhaften. So haben gerade flache Quetschpräparate den Fehler, daß sie die Dinge in unnatürlicher Weise auseinanderzerren und daß sie z. B. für Größenangaben fast unbrauchbar sind, da sie alles gewissermaßen vergrößern. Andererseits werden dabei Einzelheiten sichtbar,

die durch keine andere Methode so deutlich darstellbar sind (vgl. z. B. Fig. 44, 45, 49, 50, 51—55, 64, 66 u. 75).

Als Färbungsmittel kamen DELAFIELD'Sches Hämatoxylin, Eisenhämatoxylin (Heidenhain, mit und ohne nachfolgende Differenzierung), GIEMSA'Sches Gemisch und MALLORY'Sches Gemisch in Anwendung. Die besten und stets sicheren Resultate ergab die Eisenhämatoxylinfärbung nach Konservierung in FLEMMING'Scher Flüssigkeit, die für Myxosporidien überhaupt allen anderen Fixiergemischen überlegen zu sein scheint; wenigstens habe ich bei Anwendung des heißen SCHAUDINN'Schen Sublimataalkohols zuweilen Schrumpfung der Kerne beobachtet (Fig. 59, 60, 62). Zur Ergänzung der Eisenhämatoxylinfärbung ist indessen die GIEMSA'Sche Färbung kaum zu entbehren. Leider ist sie wegen ihrer großen Abhängigkeit von kleinen, imponderabilen Unterschieden in der Konservierung des Materials und in der Reaktion des benutzten Wassers auch dann, wenn man zur Entwässerung der Feuchtpräparate statt Alkohol Aceton nimmt, so launisch, daß gewöhnlich nur wenige Präparate — meist sehr dünne Ausstriche — wirklich gelingen; aber diese wenigen Präparate entschädigen dann auch reichlich für alle aufgewandte Mühe.

Um möglichst objektiv vorzugehen, habe ich, ehe ich eine vorgefaßte Meinung hatte, alles, was mir in wohl gelungenen Präparaten interessant erschien, sofort und so genau als möglich mittels des ABBE'Schen Zeichenapparates in den Farben der Originale und gewöhnlich unter Benutzung der zum Färben der Objekte angewandten Farbflüssigkeit selbst gezeichnet. Alles Schematisieren irgendeiner Deutung zu Liebe habe ich dabei sorgfältig vermieden, so weit es sich eben bei einer Zeichnung vermeiden läßt. Die Mehrzahl der Zeichnungen ist, wie gesagt, von mir zu einer Zeit entworfen worden, wo ich mir selbst noch kein Urteil über den gesuchten Entwicklungszyklus gebildet hatte, und also mein Blick noch nicht durch irgendeine Theorie getrübt war. Um nun aber auch jeden Rest von Subjektivismus möglichst auszuschalten, habe ich die wichtigsten, gezeichneten Objekte außerdem später noch einmal photographiert, so daß jedermann durch Vergleichung von Zeichnung und Photographum — an dem natürlich nicht die geringste Veränderung vorgenommen wurde — feststellen kann, wie weit die Zeichnung noch subjektive Elemente enthält. Eine sehr genaue und ausführliche Figurenerklärung, auf die ich besonderen Wert gelegt habe, mag dies erleichtern. Diese Doppelwiedergabe vieler Objekte, die natürlich die Anzahl der Tafeln sehr vermehrt hat, war besonders deswegen nötig.

weil farbenphotographische Aufnahmen, wie ich sie in meiner Arbeit über *Nosema bombycis* (1909) teilweise verwandt habe, wegen der Kriegsverhältnisse leider nicht möglich waren, und auf die Farben gerade sehr viel ankam. Auch die Herstellung der gewöhnlichen Mikrophotogramme war durch die Zeitläufte etwas erschwert. So konnte ich nicht mit der von mir angegebenen Spezialplatte für Mikrophotographie (Aktien-Gesellschaft für Anilinfabrikation; s. a. meine Arbeit 1909 p. 293) arbeiten, weil sie jetzt nicht hergestellt wurde, und mußte mich nach mehreren vergeblichen Versuchen mit anderen Platten mit Agfa-Chromplatten begnügen, die ein größeres Korn haben, nicht so kontrastreich sind und daher die Einschaltung eines dunkelgrün-gelben Lichtfilters (ZEISS) benötigten. Dadurch wurden die Expositionszeiten bei der mindest notwendigen 1600 fachen Vergrößerung selbst bei Bogenlicht auf drei Minuten verlängert. Natürlich wurden alle Platten mit dem Uranverstärker behandelt, lackiert und auf hartarbeitendem Ridaxpapier kopiert. So sind denn schließlich noch annehmbare Resultate erzielt worden. Nun hoffe ich, daß die vielen und genau beschriebenen Tafelfiguren, die häufig das gleiche Objekt in verschiedenster „Aufmachung“ zeigen, auch denen nutzen können, die zu anderen Deutungen als ich gelangen sollten. Gerade die streng objektive Wiedergabe der Präparate habe ich in vielen modernen Myxosporidienarbeiten schmerzlich vermißt. Überall sieht man allzu klar, daß der Autor einer Deutung zu Liebe oft sehr stark schematisiert, und das ist sicher nicht der letzte Grund für die Verwirrung der Ansichten, die auf unserem Gebiete eingerissen ist. Um aber auch meinerseits das Schema zu seinem Recht kommen zu lassen, habe ich dieser Arbeit als Textfigur eine derartige Darstellung des Zeugungskreises der *Leptotheca* beigegeben.

Spezielle Beschreibung.

I. Morphologie und Entwicklungsgeschichte von *Leptotheca coris* n. sp.

a) Vegetative Formen, Pseudopodien, Protoplasma, Kerne.

Wie schon in vorstehendem Kapitel bemerkt, ist man für die Feststellung des Entwicklungszyklus ganz auf die Kombination angewiesen. Nur durch die Untersuchung eines großen, tadellos kon-

servierten und gefärbten Materials sind hier grobe Fehlerquellen auszuschließen, und auch so ist man nie sicher, nicht in die Irre zu gehen. So habe ich lange vergeblich nach den jüngsten Stadien gesucht, bis ich schließlich einige Gallenblasen fand, die nur jugendliche, noch keine Sporen oder Sporenanlagen enthaltenden Parasiten beherbergten und die auch frei von Nosenen waren. Es sind das meist ziemlich kleine, etwa 7—15 μ messende Protoplasmakörper, die in der Regel dem Gallenblasenepithel fest aufsitzen (Fig. 1—6, 100, 101) und in manchen Girellen ausschließlich anzutreffen sind. Niemals habe ich in ganz unverletzten Gallenblasen frei schwimmende Parasiten jüngerer Stadien angetroffen, und es sei hier gleich bemerkt, daß auch die älteren Stadien normalerweise stets dem Epithel aufsitzen, und daß sich in der Regel erst die reifen Sporen mit Resten anhaftenden Protoplasmas lösen. Ein eigentlicher Stäbchensaum oder Bürstenbesatz, wie er bei anderen festsitzenden Myxosporidien (cf. PRENANT 1902) an der Grenze zum Epithel gefunden worden ist, war nicht sicher nachweisbar, und wenn stellenweise ähnliches beobachtet wurde (Fig. 3, 5), so war dabei die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß es sich lediglich um Kunstprodukte oder Alveolarsäume handelte. Die Gestalt der jugendlichen Parasiten ist im allgemeinen halbkugelig, und an der dem Lumen der Gallenblase zugewandten Seite finden sich nur zuweilen wenige, kurze, meist fadenförmige Pseudopodien (Fig. 3, 5). Diese Fortsätze, die gleich hier besprochen sein mögen, wachsen indessen später — besonders an den sporulierenden Individuen — zu erheblicher Länge aus und sind oft weit verzweigt (Fig. 13—18, 52, 59, 62, 63, 67, 77, 80—82, 103, 104, 111). Wie man an Fig. 15 und 63 gut sieht, nimmt bei der Verzweigung die Dicke der Pseudopodien nur wenig ab, so daß erst die äußersten Enden spitz zulaufen. In anderen — wohl häufigeren — Fällen ist die Verzweigung nur geringfügig (s. die übrigen, zitierten Figuren). Wenn die Pseudopodien bei normalem Sitz der Parasiten auch nur an der dem Gallenblasenlumen zugewandten Seite auftreten, so können sie doch als echte Pseudopodien bei freischwimmenden Exemplaren ganz eingezogen (Fig. 20) oder umgekehrt auf allen Seiten ad hoc gebildet werden, wie man an Fig. 23 und 77 sieht. Sie können auch bei freischwimmenden Formen ganz fehlen (Fig. 79) oder — seltener — durch lobose Pseudopodien ersetzt sein (Fig. 78). THÉLOHAN (1895) scheint an seiner „*Glugea*“ *Marionis* nur solche Pseudopodien gesehen zu haben; wenigstens spricht er von „individues en forme de massue avec pseudopodes lobés, localisés à l'extrémité antérieure“ und an-

deren — die er auch (Tafel 5 Fig. 14) abbildet — von abgeplatteter und scheibenförmiger Gestalt mit kurzen, lobosen Pseudopodien. Bemerkenswert ist immerhin, daß er auch diese Pseudopodien zum Teil mit kurzer Spitze zeichnet, so daß also wegen der Pseudopodienform an der Identität unserer *Leptotheca* mit seiner *Glugea* nicht gezweifelt zu werden braucht. Im übrigen hat auch THÉLOHAN an Myxosporidien, die er ohne weiteres zur Gattung *Leptotheca* stellt, sehr vielfältige Pseudopodien, lappenförmige und fadenförmige, festgestellt, und ähnliche Angaben sind bei DOFLEIN (1898 p. 293) zu finden. Besonders auffällig ist nun an der vorliegenden *Leptotheca*, daß die Pseudopodien, sowohl die der jüngsten wie der ältesten, Sporen enthaltenden Individuen, recht wenig beweglich, ja, man kann beinahe sagen, ganz unbeweglich sind. Ich habe sie an lebendem Material und zahlreichen Individuen lange Zeit beobachtet und vermochte doch niemals solche lebhaften Bewegungen festzustellen, wie sie THÉLOHAN (1895) und besonders DOFLEIN (1898 p. 297 ff.) bei anderen Leptotheken gesehen haben. Es sei übrigens bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen, daß die meisten Autoren die Leptotheken in den Abbildungen so orientieren, daß die stumpfe Seite nach oben gerichtet ist; in Wirklichkeit ist dies aber diejenige Seite, mit der die Parasiten normalerweise dem Epithel aufsitzen. Wenn die Leptotheken anderer Arten sich mittels der „Stempelpseudopodien“ (DOFLEIN) nach dieser Seite hin fortbewegen, so hat dies offenbar den Sinn, sich wieder mit dieser Seite an irgendeinem Körper festzuheften. Unbeweglichkeit der Pseudopodien hat schon THÉLOHAN (p. 333) neben großer Beweglichkeit bei einigen *Leptotheca*-Arten, wie z. B. *L. elongata* konstatiert; es scheinen daher in der Tat in dieser Beziehung große Unterschiede vorhanden zu sein, und man könnte beinahe an zwei verschiedene Arten von Pseudopodien denken. Bei der vorliegenden Species wäre nun im ganzen schwer einzusehen, was für einen Zweck eine Beweglichkeit der Pseudopodien für die unter normalen Bedingungen lebenden Tiere haben sollte, da die Parasiten ja während ihres ganzen Lebens auf dem Gallenblasenepithel festsitzen. Man kann den Pseudopodien also hier überhaupt nur die Funktion der erleichterten Nahrungsaufnahme durch Oberflächenvergrößerung zuschreiben. Echte, d. h. formveränderliche, ad hoc sich bildende Pseudopodien sind sie trotz alledem; denn einmal lassen sich hier und da sehr langsame Bewegungen doch an ihnen feststellen, und ferner zeigt ja ihre Einziehbarkeit und die Möglichkeit ihrer gelegentlichen Bildung auf allen Seiten des Körpers deutlich ihren Charakter als formveränderliche Fortsätze. Was die

Nahrungsaufnahme selbst anbelangt, so scheint mir ziemlich sicher, daß sie nicht aus dem Epithel, sondern aus dem Inhalt der Gallenblase erfolgt. Denn man findet in solchen Parasiten, die aus lange im Aquarium gehaltenen Girellen stammen¹⁾, im Protoplasma und teilweise in den Pseudopodien — niemals aber in den Sporen — der jungen und alten Stadien zuweilen braune Pigmentkörner (Fig. 81, 82), wie sie ja auch sonst bei Gallenblasen bewohnenden Myxosporidien häufiger beschrieben worden sind. Diese Körner sind wohl nur als Stoffwechselprodukte der aufgenommenen Gallenfarbstoffe zu deuten. Und dann spricht das ausschließliche Vorkommen der Parasiten in der Gallenblase ja auch klar dafür, daß eben die Bestandteile der Galle für sie wie für so viele andere Schmarotzer (z. B. Bakterien) Lebenselement sind. Entnehmen sie aber ihre Nahrung ausschließlich der Galle, so ist für sie der Besitz reichverzweigter, die Oberfläche stark vergrößernder Fortsätze von vitaler Bedeutung. Von der feineren Struktur der Pseudopodien ist an lebendem Material mittels gewöhnlicher mikroskopischer Beobachtung nicht viel zu sehen. Sie erscheinen meist hyaliner als das übrige, mehr körnige Körperprotoplasma (Fig. 16—18, 23, 77, 80) und sind daher von den Autoren bei anderen Arten gewöhnlich als rein „ectoplasmatisch“ bezeichnet worden. An konserviertem und gefärbtem Material ist dagegen von einem prinzipiellen Unterschied zwischen Ectoplasma und Entoplasma oft nicht viel zu sehen. Das gesamte Protoplasma der vegetativen und generativen Formen läßt bei guter Fixierung und starker Vergrößerung eine sehr schöne Wabenstruktur mit relativ großen Wabenräumen erkennen (Fig. 4, 5, 10, 11, 50, 52, 100—102 usw.); die sehr verschiedene Größe dieser Wabenräume an verschiedenen Objekten ist im allgemeinen auf verschieden starke Quetschung zurückzuführen. In den Pseudopodien nun erscheinen die Wabenräume, wenn man sie überhaupt erkennen kann, im allgemeinen langgestreckter als im übrigen Protoplasma, und so kommt zuweilen der Eindruck einer fibrillären Struktur zustande (Fig. 10, 13, 50, 67, 102); doch bin ich nicht sicher, ob diese Bilder nicht wenigstens teilweise auf künstlichen, durch das Ausstreichen bewirkten Zerrungen beruhen.

Was die im Protoplasma liegenden Kerne anbelangt, so bereitet deren genauere Untersuchung nicht geringe Schwierigkeiten. Sie sind an lebenden Exemplaren gewöhnlich gar nicht zu sehen und

¹⁾ Solche Fische zeichneten sich stets durch leeren Darmkanal, fehlendes Peritonealfett und anormal dunkelgrüne Farbe der Galle aus!

auch an konserviertem Material deswegen schwer zu studieren, weil sie meistens sehr dicht aneinander liegen und wegen ihres Wasserreichthums bei der Fixierung leicht schrumpfen. Dazu kommt noch im vorliegenden Fall die besondere Schwierigkeit, sie von den im Protoplasma oft massenhaft vorhandenen Nosemen sicher zu trennen. Bei tadelloser Konservierung — z. B. in FLEMMING'scher Flüssigkeit — und Färbung mit Eisenhämatoxylin erscheinen sie in Schnitten als relativ große, 1,5—3,5 μ messende, kuglige Körper mit deutlicher Kernmembran und einem großen, gewöhnlich etwas exzentrisch gelegenen, sich tiefschwarz färbendem Binnenkörper (Fig. 1—6, 10, 11, 32); sie haben also das schon von vielen Autoren beschriebene, typische Aussehen der Myxosporidienkerne. Ich wähle für den Inhaltsbestandteil des Kerns mit HARTMANN (1918 p. 18) den indifferenten Ausdruck Binnenkörper, weil mir alle anderen Bezeichnungen, wie z. B. „chromatischer Nucleolus“ oder „Chromatosphäre“ (DOFLEIN 1898 p. 306) Caryosom (AWERINZEW 1908 p. 86, KEYSSELITZ I 1908 p. 254) etwas über die Komponenten dieses Gebildes auszusagen scheinen, über die wir, streng genommen, nichts wissen. Denn daß es sich hier um Elemente handelt, die jedenfalls vom eigentlichen Chromatin wesensverschieden sind, zeigt deutlich das differente Verhalten bei GLEMSA-Färbung (s. u.), und die Zusammensetzung des Binnenkörpers aus Nuclein und Paranuclein, wie sie manche Autoren anzunehmen scheinen, ist doch auch keineswegs über alle Zweifel erhaben. Das den Binnenkörper umgebende Kerngerüst ist äußerst feinwabig, färbt sich aber in GLEMSA-Lösung deutlich rot (Fig. 54 u. a.) und enthält besonders in seiner Peripherie kleine, mit Eisenhämatoxylin deutlich dunkelgefärbte Brocken — es ist also nach der neueren Terminologie als „Außenchromatin“ zu bezeichnen (Fig. 4 u. a.). Zuweilen finden sich aber auch hier einige größere, stark färbbare Körnchen — ob diese den von KEYSSELITZ (1908 I p. 300) als „Sekundärcaryosome“ bezeichneten Körpern gleich zu setzen sind, vermag ich allerdings nicht zu entscheiden. Wesentlich andere Bilder als die mit Eisenhämatoxylin gefärbten Schnitte liefern Ausstrichpräparate nach GLEMSA-Färbung. Bei nicht typischer Färbung sind die Kerne nur dunkelblauer oder violetter als das Protoplasma, zeigen meist unregelmäßige Konturen und keinen deutlichen Binnenkörper (Fig. 13), oder es kann sogar die Färbung ganz umschlagen, so daß die Kerne blau, das Protoplasma rot erscheinen (Fig. 41). Nur relativ selten ist in solchen Präparaten die kuglige Kernform gut erhalten und der Binnenkörper sichtbar (Fig. 12). Die häufig unregelmäßige Gestalt der Kerne in Ausstrichpräparaten ist wohl darauf

zurückzuführen, daß diese zarten, wasserreichen Gebilde eben bei dem relativ rohen Ausstrichverfahren unvermeidlich starke Deformationen erleiden. Auch in Eisenhämatoxylin-Ausstrichpräparaten sind die Binnenkörper keineswegs immer so schön erhalten wie in Fig. 7, sondern oft gar nicht aufzufinden (Fig. 19, 59, 60), woraus wohl zu schließen ist, daß sie sehr weich und leicht verletzbar sind. Die differentesten, wenn auch morphologisch nicht ganz intakten Kernbilder liefern tadellos gelungene GIEMSA-Färbungen sehr dünner Ausstriche. Diese Dünnhheit ist offenbar unerläßliche Vorbedingung für das Gelingen der Färbung; denn man findet in dem gleichen Präparat an dicken Stellen Kerne von atypischer Färbung, während die dünnsten Stellen tadellose, rote Chromatinfärbung bei hellblauem Protoplasma zeigen. So stammen z. B. die Figuren 22 und 48 aus demselben Präparat! Die äußere Gestalt solcher gut differenzierten Kerne ist allerdings immer stark deformiert; aber man sieht doch deutlich das zart rot gefärbte Außenchromatinnetz von dem sich der stets blaßblau bis violett gefärbte, meist nicht weiter strukturierte Binnenkörper mit aller wünschenswerten Schärfe abhebt (Fig. 48, 49, 54). In einem Fall, wo er etwas rötlicher gefärbt war, konnte ich in ihm einen noch dunkleren, runden Inhaltkörper erkennen (Fig. 75 rechts unten). Bei halbwegs gelungener Färbung zeigen Außenchromatin und Binnenkörper einen schwach violetten Ton und sind dann nicht gut voneinander unterscheidbar (Fig. 21). Ich erörtere alle diese Kernbilder deswegen so ausführlich, weil mir nur allein die distinkte GIEMSA-Färbung die Möglichkeit gab, die *Leptotheca*-Kerne sicher von den viel kompakteren *Nosema*-Kernen zu unterscheiden, und weil eine sichere Analyse der für die Deutung der Sporenbildung so wichtigen und ausschlaggebenden Kernteilungsbilder an anders gefärbten Präparaten, etwa Eisenhämatoxylinpräparaten ganz unmöglich gewesen wäre. Die Kernteilung, die nicht allzu häufig in den Dauerpräparaten zu beobachten ist, dürfte als eine Art primitiver Karyokinese aufzufassen sein. So schöne Centrosomen und Spindeln mit deutlich gesonderten Chromosomen, wie sie manche Autoren (z. B. KEYSSELITZ 1908) für andere Myxosporidien und AUERBACH (1910 p. 770 Fig. 2c) auch für eine *Leptotheca* abbilden, habe ich trotz eifriger Suchens niemals auffinden können. Die Kombination der gesehenen Bilder (vgl. Fig. 8, 9, 30, 52, 75) ergibt etwa folgendes. Der ganze Kern streckt sich und schnürt sich, während die Kernmembran undeutlich wird, hantelförmig ein. Das Außenchromatin zeigt dabei Längsstreckung seiner Wabenträume, und so macht es den Eindruck, als ob „Lininfasern“ vor-

handen seien, an denen entlang ein Transport von kleinsten Chromatinbrocken zu den Polen stattfindet. Der Binnenkörper scheint sich nicht in allen Fällen ganz gleich zu verhalten. Oft sieht es so aus, als ob er zunächst passiv an seiner ursprünglichen Stelle liegen bliebe, und dann findet man ihn wieder in zwei geteilten, oft haubenförmig gestalteten Massen an den Polen der Kernteilungsfigur. Wahrscheinlich wird seine Substanz während der Prophase und Anaphase aufgelöst — wie übrigens auch DOFLEIN (1898 p. 307) und KEYSSELITZ (1908) annehmen, und er tritt morphologisch erst wieder in der Telophase in die Erscheinung. Mit dieser Annahme stimmen auch besonders gut die weiter unten mitgeteilten Befunde bei heteropolen Teilungen überein, wo der in der Hauptmasse im Mutterkern liegenbleibende Binnenkörper auf derjenigen Seite, an der der kleine Tochterkern entsteht, stets eine Aushöhlung zeigt. Übrigens sind heteropole Teilungen auch bei anscheinend rein vegetativen Kernen zu beobachten; nur ist der Größenunterschied viel weniger beträchtlich als bei den weiter unten zu erörternden Kernspaltungen der Sporenanlagen.

Die Zahl der vegetativen Kerne schwankt nach meinen Beobachtungen zwischen 1 und 8. Am häufigsten sind Zahlen zwischen 1 und 3, und zwar findet sich 1 Kern bei den jüngsten Stadien, und 3 Kerne — nicht 4, wie AUERBACH (1910 p. 770) für *Leptotheca* und AWERINZEW (1908 p. 79) für *Ceratomyxa* angeben — kommen gewöhnlich in den „reifen“ vegetativen, d. h. sich zur Sporenbildung anschickenden Individuen zur Beobachtung (cf. Fig. 1—6, 10, 11—14). Aber wie überhaupt die ganze Entwicklung zahlreiche Anomalien aufweist, so kann auch die Kernzahl der vegetativen und der generativen Individuen innerhalb ziemlich großer, durch die obigen Angaben vermutlich noch nicht erschöpften Grenzen schwanken. Es hängt das wohl mit der Art der vegetativen Vermehrung zusammen. Daß solche Vermehrung der vegetativen Individuen in ziemlich ausgiebiger Weise stattfindet, läßt sich mit Sicherheit daraus erschließen, daß die Parasiten bei starker Infektion immer in größeren Gruppen beisammen sitzen (Fig. 104). Oft sind sie z. B. nur an wenigen Stellen der Gallenblase dichtgedrängt in größeren Mengen versammelt, während das übrige Epithel von ihnen frei ist. Irgendwelche Anhaltspunkte für die Annahme, daß jene Stellen stärkerer Besetzung etwa Prädiaktionsstellen für die Infektion darstellten, sind nicht vorhanden; denn diese Stellen liegen in verschiedenen Gallenblasen oft ganz verschieden. Die vegetative Vermehrung, die sich natürlich direkt

nicht beobachten läßt, ist Zweiteilung, bzw. Knospung der breit, gewissermaßen kuchenförmig ausgewachsenen (Fig. 11), noch flachen Protoplastkörper, wobei die Kerne einfach verteilt werden, also Plasmotomie im Sinne DOFLEIN's (1898 p. 317). Derartige Protoplastteilungen ohne sie direkt einleitende bzw. begleitende Kernteilungen sind ja schon häufiger bei Myxosporidien beschrieben worden (COHN 1895, DOFLEIN l. c., ERDMANN 1917 p. 293) und daher wohl über allen Zweifel erhaben. Man kann im vorliegenden Fall zudem häufig feststellen, daß zwei nebeneinander sitzende Leptotheken noch durch eine basale Protoplastbrücke miteinander verbunden sind (Fig. 102). Die ganze Teilung wird offenbar dadurch eingeleitet, daß das Protoplasta des Mutterindividuums sich an mehreren Stellen zwecks Oberflächenvergrößerung kegelförmig erhebt, wodurch in den „Tälern“ entschieden günstige Oberflächenspannungsverhältnisse für ein Tieferwerden der Einbuchtung und die schließliche Trennung der Protoplastkörper geschaffen werden. Da die zum Zwecke stärkerer Nahrungsaufnahme stattfindende Oberflächenvergrößerung somit den ersten Anstoß zur Teilung gibt, reguliert letzten Endes der Stoffwechsel durch die Teilung die Individuenzahl.

So entstehen zuletzt kegelförmige Individuen mit lang ausgestreckten, meist an der Spitze entspringenden und häufig verzweigten Pseudopodien, die normalerweise 3 Kerne, und zwar gewöhnlich zwei größere und einen kleineren enthalten, und die man, da in ihnen die Sporenbildung einsetzt, als generative Individuen bezeichnen muß (Fig. 12—18).

b) Generative Formen und Sporenanlage.

Dieselben stellen die Hauptmasse der Individuen dar, die man gewöhnlich in den Gallenblasenschnitten und Ausstrichen findet, und sie sind daher auch schon häufiger beschrieben und abgebildet worden, ohne daß allerdings den meisten Autoren ihre Lagebeziehungen zum Epithel klar geworden wären (vgl. das oben über die Orientierung Gesagte). Von ihren 3 Kernen ist, wie bemerkt, der eine häufig etwas kleiner als die beiden anderen (Fig. 12, 13); dagegen habe ich niemals zwei größere und zwei erheblich kleinere Kerne, wie sie AUERBACH (1910 p. 770) für *Leptotheca informis* beschrieben hat, bei solchen Individuen feststellen können, die noch keine Sporenanlage enthielten. Eine der AUERBACH'schen Angabe ähnliche Notiz findet sich bei DOFLEIN (1898 p. 311), der

sagt, er habe bei *Leptotheca* außer den beiden Sporen höchstens 2 Kerne gefunden; ich kann demgegenüber nur immer wieder betonen, daß bei der mir vorliegenden Art die Zahl der Kerne bzw. Sporenanlagen zwar zwischen 1 und 8 schwanken kann, meist aber 3 beträgt. Ob die Ausnahmen die Folgen unvollständiger Teilung der Protoplasamassen oder etwa einer sekundären Plasmogamie sind, wie sie ja für andere Myxosporidien angegeben wird, kann ich nicht mit Sicherheit entscheiden; doch dürfte die erstgenannte Ursache die Regel, die letztgenannte eine seltene Ausnahme sein.

Das, wodurch sich die generativen Formen wesentlich von den vegetativen unterscheiden, ist die Sporenbildung. Die Größe der Individuen ist dagegen nicht unbedingt maßgebend, so daß man nur cum grano salis sagen kann, die generativen Formen seien größer als die vegetativen. So findet man zuweilen Protoplasamassen, die noch keine Spur von Sporenbildung, sondern nur vegetative Kerne aufweisen und die dennoch eine sehr beträchtliche Größe besitzen (Fig. 21). Allerdings habe ich solche Riesenformen nur da beobachtet, wo gleichzeitig eine starke Infektion mit *Nosema marionis* bestand, und es liegt daher die Vermutung nahe, diese Infektion habe eine Verschiebung der Kernplasmarelation und anormale Vergrößerung des Protoplasmas bedingt. Äußerlich sind die generativen Formen, wenn sie normalerweise dem Gallenblasenepithel aufsitzen, meist viel höher als die vegetativen und mehr kegelförmig oder keulenförmig gestaltet; ihre Pseudopodien sind daher viel länger und meist reicher verzweigt. Stellenweise erreichen diese Fortsätze die Länge von 70μ (Fig. 15), übertreffen also noch die Pseudopodien von *Leptotheca longipes*, die nach AUERBACH (1910 p. 771) 60μ lang werden.

Die Sporenbildung, dieser zweifellos interessanteste, leider aber auch in der Literatur am meisten umstrittene Punkt der Myxosporidienentwicklung, verläuft nach den Erhebungen, die ich an meinem reichlichen Material anstellen konnte, hier sehr viel einfacher als nach den widerspruchsvollen Angaben der neueren Untersucher anderer Arten zu vermuten war, und läßt die älteren Angaben THÉLOHAN'S (1895) und DOFLIN'S (1898) noch am zutreffendsten erscheinen. Denn es scheint mir ganz zweifellos, daß ein einziger Kern der Ausgangspunkt für die Ausbildung jeder Spore ist. Da die normalerweise in der Zweizahl entstehenden Sporen eines generativen Individuums ganz unabhängig voneinander gebildet werden, es demnach gar nicht zur Ausbildung eines „Pansporoblasten“ (GURLEY 1894) kommt — wie bereits von AUERBACH (1910 p. 770)

für *Leptotheca informis* und von AWERINZEW (1908 p. 83) für die gleichfalls dispoire *Ceratomyxa drepanopsettae* nachgewiesen wurde — so wollen wir zunächst eine solche Sporenanlage für sich betrachten. Wegen des Vorkommens mannigfacher Varianten schildere ich in erster Linie als „normal“ den Fall, den ich am häufigsten beobachtet habe. Als erstes und wichtigstes Stadium hat dabei die sog. Dreiergruppe zu gelten. Dieselbe besteht, wie der Name besagt, aus 3 Kernen, und zwar einem größeren und zwei kleineren. Wenn man diese Dreiergruppen, die ziemlich häufig vorkommen (Fig. 33—52, 106—112), genau untersucht und vergleicht, so kommt man zu dem Ergebnis, daß die beiden kleineren Kerne zweifellos aus dem größeren durch eine Art von Kernknospung hervorgehen. Die erste Andeutung dieses Prozesses zeigt sich darin, daß das Außenchromatin eines Kernes sich an drei dicht unter der Kernmembran gelegenen Stellen stärker zusammenballt und größere Chromatinbrocken aufweist (Fig. 33). Am intensivsten färben sich alsbald zwei einander gegenüberliegende Stellen, während die dritte, auf einer Seite dazwischen gelegene Partie zwar umfangreicher ist, aber schwächer gefärbt erscheint. Ein sehr charakteristisches Verhalten zeigt der Binnenkörper. Man hat den Eindruck, als ob er gegen die beiden kleineren, seitlichen Chromatinansammlungen hin gewissermaßen ausgehöhlt würde, indem ein Teil seiner Substanz an diesen Stellen aufgelöst oder sehr fein verteilt wird, und als ob dadurch eben das Auftreten jener beiden, stärker färbbaren Partien bedingt würde. Als eigentliche Binnenkörper treten nämlich Teile der Tochterkerne — gerade wie bei der gewöhnlichen vegetativen Kernteilung — erst wieder in der Telophase in die Erscheinung. Denn die beiden kleineren, stärker färbbaren Chromatinansammlungen werden alsbald zu gesonderten, kleinen Kernen, die zunächst noch durch Verbindungsbrücken mit der mittleren, blasser gefärbten und umfangreicheren Chromatinansammlung zusammenhängen (Fig. 34, 35, 38, 40, 46, 47, 112), schließlich aber sich vollkommen von ihr abschnüren und dadurch zu selbständigen Kernen sich ausbilden, daß sie sich auch an den anderen Seiten gegen die ursprüngliche Kernmembran abgrenzen (Fig. 36, 37, 41—45, 48—50, 107, 108, 110, 112). Sind sie ganz ausgebildet, so erscheinen in ihnen, wie gesagt, auch die Binnenkörper wieder (Fig. 35—37, 43, 44). Es entstehen also die beiden Tochterkerne durch eine besondere Art von Knospungsprozeß im und am Mutterkern. Der ganze Vorgang dürfte somit am einfachsten als doppelte Kernknospung aufzufassen sein, der unter dem Bilde zweier heteropolen, primitiven Caryokinesen ver-

läuft. Die ursprüngliche Kernmembran bildet besonders in der Umgebung der beiden kleinen Tochterkerne Alveolarsäume (Fig. 34—36, 44), die später bei der Abgrenzung der ganzen Sporenanlage gegen das übrige Protoplasma eine Rolle zu spielen scheinen. Auf die Dreiergruppenbildung folgen nun — meistens wohl ziemlich schnell — Vorgänge, die sich an der etwa halbmondförmig gestalteten, blasser gefärbten, dritten Verdichtungsstelle des Außenchromatins bzw. dem Binnenkörperrest abspielen und sich im Prinzip abermals als Kernknospungen erweisen. Zunächst pflegt an der zwischen den Bildungsstellen der beiden ersten Kernknospen gelegenen Ecke des durch die Aushöhlungen dreieckig gestalteten Binnenkörperrestes eine kleine Chromatinverdichtungszone aufzutreten, aus der abermals ein kleiner Kern hervorgeht (Fig. 35, 38, 51, 53). Im einzelnen scheinen allerdings bei der Bildung der „Vierergruppe“ mannigfache Variationen vorzukommen. Zuweilen sieht es so aus, als ob diese dritte Kernknospe ganz unabhängig von der obenerwähnten, blässeren Chromatinanhäufung, von der sie ja auch durch den Binnenkörper getrennt ist, aus einer besonders gebildeten, kleinen Chromatinansammlung an der Spitze des Binnenkörperdreiecks entsteht (Fig. 35); in anderen Fällen wieder geht sie zweifellos durch direkte Knospung aus der blässeren Chromatinanhäufung hervor, wobei der Binnenkörper entweder seitlich liegen bleibt (Fig. 48, 49) oder von einzelnen Strängen der Kernteilungsfigur geradezu durchsetzt wird (Fig. 52, 111), wieder in anderen Fällen entsteht die neue Kernknospe an der entgegengesetzten Seite direkt aus jener blässeren Chromatinansammlung (Fig. 51, 109). Auch die Vierergruppe bleibt nicht lange bestehen, sondern geht sehr bald durch weitere Kernknospung bzw. Kernteilung in eine Fünfer- und Sechsergruppe über. Zuweilen entsteht auch gleich aus der Dreiergruppe eine Fünfergruppe, indem den beiden ersten Kernknospen schnell und synchron zwei weitere an gleicher Stelle folgen (Fig. 55, 113). So erhalten wir schließlich eine Sporenanlage, die meist vier kleinere Kerne und einen größeren Mutterkernrest aufweist. Der letztere, der durch ein etwas feinwabigeres und mit Eisenhämatoxylin stärker färbbares Außenchromatin ausgezeichnet ist, teilt sich dann noch, und so sind schließlich immer 6 Kerne in der Sporenanlage zu zählen. Diese Teilung des Mutterkernrestes kann, wie es scheint, zuweilen auch eine Art von Kernknospung sein (Fig. 56, 57). Sie kann aber — in seltenen Fällen — vorläufig auch ganz unterbleiben und erst viel später, in der halbfertigen Spore, erfolgen (Fig. 75, 115), oder umgekehrt gar schon in den Anfang der ganzen Sporenbildung ver-

legt werden (s. unten). Ihre Produkte sind aber schließlich doch immer von gleicher Größe und Beschaffenheit; sie zeichnen sich nämlich vor den übrigen Kernen der Sporenanlage dauernd durch in Eisenhämatoxylin stärker färbbares, in GIEMSA-Lösung zarter gefärbtes, im ganzen dichteres Außenchromatin und sehr deutliche Binnenkörper aus (Fig. 61, 75, 76); es sind dies die beiden Amöboidkeimkerne. Wie schon angedeutet, verlaufen die geschilderten Kernteilungen keineswegs stets in gleicher Reihenfolge. So kann man zuweilen beobachten, daß die beiden ersten Kernknospungen nicht synchron sind, sondern daß zunächst überhaupt nur eine einzige, heteropole Kernteilung erfolgt und somit im Anfang eine Zweiergruppe entsteht (Fig. 24—29), oder es findet zuerst eine richtige Zweiteilung des Mutterkerns in zwei gleich große Hälften statt (Fig. 30), worauf die Kernknospungen an den Hälften einsetzen (Fig. 31, vielleicht auch Fig. 45). Diese Ausnahmen bestätigen aber wohl nur die Regel, und der allgemeine Typus bleibt der gleiche.

Während aller dieser Kernteilungen grenzt sich die ganze umgebende, an Volumen und Dichtigkeit fortwährend stark zunehmende Protoplasmamasse durch eine deutliche Membran gegen das übrige Protoplasma ab und wird im allgemeinen feinwabiger (Fig. 44, 45, 49, 51—62, 109—113). Wie oben bemerkt, scheint es, als ob die erste Anlage der Grenzmembran schon während der Dreiergruppenbildung durch Differenzierung eines Alveolarraums in der Gegend der alten Kernmembran zustande kommt. Später treten dann in der nächsten Umgebung der neuen Kerne jedenfalls zahlreiche kleine Wabenräume auf und zwar zuerst an den Kernknospungen, später am Mutterkern (Fig. 44, 45, 48, 51, 52).

Zuweilen, wenn auch relativ selten, kommt es vor, daß die Abschnürung zweier Kernknospungen vom Mutterkern unterbleibt; es resultieren dann Sporenanlagen bzw. Sporen, die statt 6 nur 4 Kerne enthalten. Interessanterweise fehlten nun in einer derartigen Spore einmal die beiden Amöboidkeimkerne, während die Polkapselkerne die doppelte Größe aufwiesen. Schon aus diesem Befund ist ja mit einiger Wahrscheinlichkeit zu schließen, daß die zuerst abgeschnürten beiden Kernknospungen zu den Schalenkernen, die darauffolgenden zu den Polkapselkernen und die beiden restierenden zu den Amöboidkeimkernen werden. Aber noch andere Beobachtungen sprechen deutlich für eine solche Genealogie der Sporenkerne. So fand ich einmal eine abnorme Spore, die statt zwei vier Polkapseln — d. h. zwei in jeder Hälfte — und außerdem vier Amöboidkeimkerne enthielt. Es waren hier also in jeder Sporenhälfte fünf Kerne statt

drei vorhanden, und der einzige Kern, der jederseits nicht verdoppelt war, war wieder der Schalenkern! Das ist aber nur möglich, wenn Polkapselkerne und Amöboidkeimkerne gewissermaßen aus einer gemeinsamen Anlage, also direkt nacheinander entstehen. Wenn man diese Genealogie der Sporenkerne — erst paarweise Bildung der Schalenkerne, dann paarweise Bildung der Polkapselkerne — mit dem eigentümlichen Verhalten des zu den beiden Amöboidkeimkernen werdenden restlichen Kerns, der sich, wie oben auseinandergesetzt, vor oder nach der Abschnürung der beiden Kernpaare in die beiden Amöboidkeimkerne teilt, zusammenhält, so drängt sich geradezu die weiter unten von mir vertretene Auffassung auf, daß sowohl die Bildung der Schalenkerne als auch diejenige der Polkapselkerne als Reifungsteilungen aufzufassen seien.

Die Schalenkerne zeigen übrigens auch früher als die Polkapselkerne eine als „Altersdifferenzierung“ zu deutende Veränderung: sie verlieren bald ihre Binnenkörper, und ihr Chromatin wird frühzeitig merklich gröber und klumpiger als das der anderen Kerne, insbesondere das der Amöboidkeimkerne, die ihre ursprüngliche feinewabige Struktur und ihre Binnenkörper selbst noch in der reifen Spore beibehalten (Fig. 61, 75, 76, 84, 85, 115).

c) Sporenentwicklung und Sporen.

Die weitere Ausbildung der Sporen zeigt keine sehr starken Abweichungen von dem allgemeinen, schon häufiger beschriebenen Schema, und ich kann mich daher hier kurz fassen. Die Sporenanlage verliert ihre ursprüngliche kugelige Gestalt bald und krümmt sich unter erheblichem Größenwachstum bohnenförmig ein (Fig. 65—67, 75—77, 80—88, 114, 115, 118). Die Gestalt der reifen Sporen ist etwas variabel, auch ihre Größe schwankt innerhalb ziemlich weiter Grenzen, nämlich zwischen 20—30 μ in der Länge und 7—9 μ in der Breite. Sehr schnell scheint die ganze Ausbildung der Sporen nicht zu erfolgen, denn ich fand in manchen Girellen unter zahlreichen Leptotheken oft keine einzige mit reifen Sporen. Jeder Schalenkern bildet mit dem ihn umgebenden Protoplasma eine Schalenzelle und diese eine Schalenhälfte, wobei der Kern in die äußerste Ecke der Spore rückt. Dabei gibt der Kern zahlreiche „Chromidien“ an das sich wohl direkt in Schalensubstanz umbildende Protoplasma ab, und so wird einigermaßen verständlich, daß die reife Schale sich mit GIEMSA-Lösung rot bis violett zu färben pflegt (Fig. 65—67, 75, 76, 84—88, 114, 115, 118). Die Bildung der Polkapseln ist sehr schwer genau

festzustellen, da die Einzelheiten teilweise jenseits der Grenze mikroskopischer Sichtbarkeit liegen. Die weitgehendsten Aufschlüsse gewähren noch lebendes Material sowie sehr stark gequetschte und mit GIEMSA-Lösung typisch gefärbte Ausstrichpräparate. Als erste Anlage sieht man dann in jeder Polkapselzelle, die sich als solche um diese Zeit gewöhnlich schon deutlich von den Schalenzellen und dem Amöboidkeim gesondert hat, einen sehr englumigen, röhrenförmigen Raum, der sich bald halbkreisförmig und schließlich fast kreisförmig einkrümmt und dabei dem Kern der Zelle dicht anliegt (Fig. 54, 65, 68, 69, 116). In etwas vorgeschrittneren Stadien verdickt sich nun das eine blinde Ende dieses Schlauches erheblich, so daß das ganze Gebilde jetzt etwa retortenförmig aussieht, und der Inhalt beginnt sich — besonders im verdickten Ende — mit GIEMSA-Lösung diffus leuchtend hellrot — bei atypischer Färbung blau — zu färben (Fig. 65—67, 70—72, 75, 114, 115). (Vgl. auch AWERINZEW 1908 p. 100.) Zuweilen glaubt man, in diesem gefärbten Inhalt einen sich aufknäuelnden Faden zu erkennen (Fig. 114a). Weiterhin schwillt das verdickte Ende immer mehr an und wird schließlich kugelförmig, während der ausgezogene Retortenhals sich verkürzt und schließlich verschwindet. In solchen reifen Polkapseln ist nur zuweilen an lebendem Material und an günstig differenzierten Dauerpräparaten der spiralig aufgerollte Polfaden erkennbar (Fig. 74, 117), da die Polkapseln im Leben stark lichtbrechend sind und sich mit Eisenhämatoxylin gleichmäßig dunkelblau bis schwarz, mit GIEMSA-Lösung dunkelrot bis violett färben (Fig. 71, 73, 75, 76, 78, 79, 80—88, 115, 117, 118). Auch die Austrittsstelle des Polfadens ist nur selten zu sehen (Fig. 86, 117). An allen diesen Vorgängen ist der Kern der Zelle lebhaft beteiligt; man sieht, wie er der Polkapselanlage nicht nur dicht anliegt, sondern, wie es scheint, auch an der Berührungsstelle Teile seiner Membran verliert und Chromidien in die Hohlräume abgibt (Fig. 54, 65, 66, 75, 114—116). Ich vermag die geschilderten Bilder der Polkapselanlage nur so zu deuten, daß das gekrümmte Rohr die Anlage des Polfadens darstellt, daß die Verdickung dann zur eigentlichen Polkapsel wird, in die sich der Schlauch als Polfaden von außen her einstülpt. Der Polfaden würde also danach in ausgestülptem Zustande intracellulär angelegt und erst sekundär eingestülpt werden, eine Annahme, die mit derjenigen mancher anderen Autoren (BÜTSCHLI 1881, 1882 p. 599, AUERBACH 1909 p. 247 ff.) teilweise übereinstimmt, dagegen zu den Angaben THÉLOHAN's (1895 p. 280), DOFLEIN's (1898 p. 310), AUERBACH's (1910 p. 89), AWERINZEW's (1908 p. 99) und ERDMANN's (1917

p. 317) ganz oder teilweise in Widerspruch steht. Mit AWERINZEW z. B. nur teilweise, da er auch angibt, daß die Kapsel, in der sich der Faden bildet, an einer Stelle ein wenig ausgestülpt sei, und daß von hier aus dann wieder Einstülpung erfolge. Es ist zur Zeit wohl ganz unmöglich, die verschiedenen Angaben über die Bildung der Polkapseln miteinander in Einklang zu bringen, und es scheint danach fast, als ob in der Tat bei den verschiedenen Arten verschiedene Bildungsmodi vorkämen. Schließlich liegt ja aber auch kein prinzipieller Unterschied darin, ob, wie manche Autoren meinen, der Polfaden direkt von einem kleinen Zapfen der Vakuole aus in deren Inneres hineinwächst oder ob er von einem längeren Fortsatz dieser Vakuole aus eingestülpt wird. Etwas wesentlich anderes wäre es allerdings, wenn er, wie ERDMANN (l. c.) angibt, aus einzelnen, ursprünglich vom Kern herstammenden Elementen und Glykogenkörnern im Innern der Vakuole zusammengesetzt würde. Die starke Beteiligung des Kernes (vgl. ähnliche Angaben bei AWERINZEW 1908 p. 99) ist mir, wie gesagt, auch an meinem Material gewiß geworden und sie wird auch von anderen Autoren berichtet; aber derartige Bilder, wie sie ERDMANN wiedergibt, habe ich niemals zu Gesicht bekommen. Ob der fertige Polfaden um eine Achse herum spiralig aufgerollt ist oder ob er einfach spiralig gewunden in der Kapsel liegt, habe ich nicht entscheiden können; ich halte aber das erstere aus mehreren Gründen für wahrscheinlicher (vgl. meine Arbeit 1909 p. 317). Ausnahmsweise kommt es übrigens vor, daß die beiden Polkapseln ein und derselben Spore auf sehr verschiedenen Entwicklungsstufen stehen.

Der Amöboidkeim füllt ursprünglich den ganzen, von den übrigen Zellen freigelassenen Teil des Sporennern aus (Fig. 66, 75, 114, 115). Später treten aber besonders in der Gegend der Sporenecken große Vakuolen auf (Fig. 85, 86), und der Amöboidkeim zieht sich in das Zentrum der Spore zurück. Damit ist der Anfang gemacht zu seiner schließlichen kugeligen Abrundung, wie sie KEYSSELITZ (1908 p. 267) bei *Myxobolus pfeifferi* und AUERBACH (1912 p. 25) bei *Myxidium bergense* am Amöboidkeim reifer Sporen beobachtet haben. Die beiden Amöboidkeim-Kerne sind von gleicher Größe und liegen gewöhnlich neben einander in der Mitte der Spore, also beiderseits von der Nahtlinienebene der Schale, wobei ihre stets exzentrisch angeordneten, deutlich sichtbaren Binnenkörper gewöhnlich nach außen, d. h. nach den Sporenecken zu gelegen sind (Fig. 75, 84, 85, 115); das Außenchromatin dieser Kerne zeigt eine relativ feinwabige Struktur und starke Färbbarkeit. Wie schon bemerkt, kommt es

ausnahmsweise vor, daß die beiden Amöboidkeimkerne aus ihrem Mutterkern erst in der schon halbreifen Spore durch Teilung hervorgehen (Fig. 75, 115). In einigen wenigen Fällen habe ich andererseits Bilder gesehen, die eine deutliche Verschmelzung der beiden Kerne dartun (Fig. 87, 88, 118). Ich würde sie, da sie ihrem Aussehen nach Teilungsbilder nicht sein können, für Kunstprodukte — entstanden durch zu starke Quetschung — halten, wenn nicht auffallender Weise in diesen Kernen die sonst stets deutlichen Binnenkörper vollkommen fehlten. Dieses Faktum scheint mir deshalb von ausschlaggebender Bedeutung, weil auch nach den Angaben von KEYSSELITZ (1908, I p. 266) bei *Myxobolus Pfeifferi* ein gleiches Verschwinden der Binnenkörper bei der Verschmelzung der Amöboidkeimkerne stattfindet. Auch im übrigen stimmt das von mir Gesehene gut mit den KEYSSELITZ'schen Angaben überein: die Kerne legen sich dicht aneinander, die Membran verschwindet an einer Stelle, und die Kerninhalte vermischen sich miteinander unter starker Vergrößerung ihres Gerüstwerks (Fig. 87, 88, 118). Daß die beiden Kerne des Amöboidkeims überhaupt miteinander verschmelzen, steht ja nach zahlreichen Angaben in der neueren Literatur ganz außer Frage (vgl. darüber z. B. KEYSSELITZ 1908, I p. 264 und ERDMANN 1911 p. 156; 1917 p. 290); daß sie es schon tun, so lange sich die Spore noch im ersten Wirt befindet, ist nach den an den meisten anderen Arten gemachten Beobachtungen zwar eine Ausnahme, aber doch auch schon anderweitig konstatiert (cf. KEYSSELITZ 1908 p. 266). Das Verschwinden der Binnenkörper vor der Verschmelzung ist aus allgemein cytologischen Gründen leicht verständlich. Anführen will ich hier noch, daß sich im lebenden Sporenprotoplasma zuweilen mehrere kleine, stark lichtbrechende Körper finden, die sich bei meinen Versuchen mit Osmiumsäure nicht schwärzten (Fig. 80—83). Sollten dies vielleicht die ausgestoßenen Binnenkörper-Reste sein? Sehr ähnliche Einschlüsse, die sich allerdings mit Osmiumsäure schwärzten, hat schon THÉLOHAN (1895) in Myxosporidien-Sporen gesehen und für Fett erklärt, und KEYSSELITZ (1908, I p. 264) hat dann diese Angabe bestätigt. Stärker mit GIEMSA-Lösung färbbare Massen, die man zuweilen in reifen oder fast reifen Sporen findet (Fig. 87, 118), dürften der Schale angehören, bei deren Bildung ja, wie wir gesehen haben, Chromidien-ähnliche Brocken im Protoplasma der Schalenzellen auftreten. Die reifen Sporen sind zunächst oft noch mit einem dünnen, Pseudopodien-bildenden Saum des Muttertier-Protoplasmas umgeben, und die zwei aus einem Individuum stammenden Sporen sind in mannigfacher Anordnung meist innig aneinander

geschniegt (Fig. 81, 82). Sie haben sich dann von dem basalen Abschnitt des Muttertieres losgelöst und flottieren frei in der Gallenblasenflüssigkeit. Ob der basale, wohl gewöhnlich noch den vegetativen Kern („Restkern“ ERDMANN'S 1917 p. 303) enthaltende Protoplasmarest zugrunde geht, wie z. B. DOFLEIN (1898 p. 311) annimmt, oder ob er fähig ist, noch neue Sporen zu bilden, habe ich natürlich nicht feststellen können; das erstere ist aber wohl das wahrscheinlichere.

Wenn *Leptotheca* als dispore Myxosporidie bezeichnet wird, so darf man daraus indessen nicht schließen, daß unter allen Umständen nur zwei Sporen in jedem generativen Individuum gebildet werden. Denn von dieser Regel kommen, wie schon oben angedeutet, zahlreiche Ausnahmen vor. So kann die Zahl der Sporenanlagen (Dreiergruppen, Vierergruppen, Sechsergruppen) zwischen 1 und 7 in einem Individuum schwanken (vgl. Fig. 41, 45, 47, 52, 54, 59, 61, 110—112, 116, wo überall mehr oder weniger als zwei Sporenanlagen in einem Individuum vorhanden sind). Und darunter sind auch Fälle, in denen die Anormalität nicht etwa auf Konto der *Nosemen* zu schieben ist! Auch der vegetative Kern kann ausnahmsweise fehlen oder in der Zweizahl vorhanden sein (Fig. 41, 44, 45, 47, 48, 52, 110, 111). Immerhin sind alle diese Anomalien ja nicht schwer zu verstehen, wenn man bedenkt, daß die vegetative Protoplasmateilung ziemlich unabhängig von der Kernteilung und Kernzahl zu sein scheint, und das jede Spore sich selbständig und unabhängig von der anderen entwickelt. Letzteres ist allerdings nicht etwa so zu verstehen, daß normaler Weise die beiden Sporenbildungsbezirke in gar keiner räumlichen Beziehung zueinander ständen, wie man das z. B. nach den Angaben AWERINZEW'S (1908) bei der Sporenbildung von *Ceratomyxa drepanopsettae* annehmen könnte. Das ist im vorliegenden Falle schon wegen des geringen verfügbaren Raumes praktisch unmöglich. Dieser Umstand zwingt die beiden Sporenanlagen, sich dicht aneinanderzulegen, und so findet man denn auch gewöhnlich beide eng und im Leben kaum unterscheidbar verbunden (Fig. 54, 60, 62, 63, 65, 67, 75, 79, 80, 112, 114—116); aber eine innere Selbständigkeit besteht trotzdem, wie daraus erhellt, daß die Anlagen sich zuweilen auf sehr verschiedenen Entwicklungsstufen befinden. (Fig. 54, 75, 112, 115, 116) — eine Tatsache, die auch AWERINZEW (1908 p. 93) bei seiner Art notiert hat.

Den Rest des Entwicklungszyklus habe ich nicht untersuchen können, da ich keine Infektionsversuche anstellen konnte; es ist aber nicht anzunehmen, daß er irgendwelche wesentlichen Abweichungen

von den darauf genauer untersuchten anderen Myxosporidien (vgl. z. B. AUERBACH 1912, ERDMANN 1911, 1917) aufweist. Ich habe daher in der schematischen Darstellung des Entwicklungsganges (siehe unten Textfigur pag. 146) auch ohne weiteres angenommen, daß nach Neuinfektion im Darmkanal die Polfäden ausgestülpt werden, die hier vermutlich ebenso wie bei *Nosema bombycis* (vgl. meine Arbeit 1909 p. 324) zur Verankerung der Sporen in der Darmwand des neuen Wirtes dienen, daß dann die Schalenhälften auseinanderklaffen, der einkernig gewordene Amöboidkeim ausschlüpft, in die Gallenblase einwandert und sich auf dem Epithel derselben festsetzt. Nach intraepithelialen Formen, wie sie für Gallenblasen bewohnende Myxosporidien von mehreren Autoren (DOFLEIN, AUERBACH, AWERINZEW, ERDMANN) angenommen werden, habe ich lange gesucht, aber mit Sicherheit nichts derartiges nachweisen können.

d) Theoretisches über die Sporenbildung bei den Myxosporidien.

In der vorausgehenden Darstellung der Sporenbildung habe ich absichtlich davon Abstand genommen, die zahlreichen, abweichenden Deutungen, die Untersucher anderer Arten gegeben haben, zu erörtern, weil dadurch die Schilderung des Gesehenen zu unübersichtlich geworden wäre, und es mir auch von Wert war, die Dinge einfach so wiederzugeben, wie ich sie, unvoreingenommen durch irgendeine Theorie, gesehen und aufgefaßt habe. Indem ich das Versäumte nun nachhole, bemerke ich gleich von vornherein, daß ich keine kritische Besprechung der gesamten, bereits recht umfangreichen Literatur hier geben will, zumal schon u. a. früher AUERBACH (1910), SHIWAGO (1911), SCHROEDER (1912), DOFLEIN (1916) und in neuester Zeit besonders ERDMANN (1917) ausführliche Darstellungen dieser Probleme gegeben haben. Ich beschränke mich daher darauf, meinen Standpunkt, der von dem aller anderen Forscher abweicht, möglichst kurz zu präzisieren und zu begründen.

Wie ERDMANN (1917 p. 297) mit Recht hervorhebt, ist eine Feststellung von der großen Mehrzahl der mit den verschiedensten Myxosporidienstudien beschäftigten Autoren — bewußt oder unbewußt — gemacht worden: das konstante Auftreten der sog. Dreiergruppe. So finden wir Dreiergruppen beschrieben oder wenigstens abgebildet bei DOFLEIN (1898, Fig. 23, 24, 33, 79), SCHROEDER (1907 a, b), KEYSSELITZ (1908), AWERINZEW (1908), MERCIER (1909), AUERBACH (1911), PARISI (1912), LO GIUDICE (1911, 1912), GEORGE-

WITSCH (1915) und ERDMANN (1917)! Die Dreiergruppe ist also ganz zweifellos ein Entwicklungsstadium der Sporenanlage, das allen Myxosporidien gemeinsam ist, und spielt in der Entwicklungsgeschichte dieser Protozoen eine bedeutsame Rolle! Viele Autoren haben sich daher auch schon mit der Art ihrer Entstehung beschäftigt, denn die sie betreffenden Feststellungen sind ja offenbar eng verknüpft mit dem interessantesten, aber leider auch noch dunkelsten Problem der Myxosporidienforschung: der Frage nach Art und Ort der Kernreduktion und Befruchtung. Die Ansichten über die Entstehung der Dreiergruppe gehen indessen bereits auseinander. Im allgemeinen bezeichnen die Autoren diejenigen Kerne bzw. Zellen, aus denen sich die Dreiergruppe herausbildet, als Propagationszellen erster Ordnung, die Zellen der Dreiergruppe selbst dagegen als Propagationszellen zweiter Ordnung. Die ersteren gehen aus gewöhnlichen vegetativen Kernen hervor und sollen sich von diesen z. B. bei *Chloromyxum leydigi* nach ERDMANN (1917, p. 300) durch besonders feines Außenchromatin und undeutlichere Binnenkörper unterscheiden. Einzelne dieser Propagationszellen erster Ordnung sollen dann nach SCHROEDER (zweite Auffassung, 1910, p. 3) durch Teilung kleinere Kerne aus sich hervorgehen lassen, und jedes so entstandene Kernpaar soll zusammen mit einem anderen die Sporenanlage bilden, während nach KEYSSELITZ (1908 p. 257) die beiden kleineren Zellen der Dreiergruppe („Propagationszellhaufen“) aus einer Zelle durch Teilung entstehen und sich dann der Schwesterzelle ihrer Mutterzelle anlegen sollen. AUERBACH (1912), LO GIUDICE (1912 p. 66) und ERDMANN (1917 p. 300) vertreten die Ansicht, daß aus einer einzelnen Propagationszelle erster Ordnung direkt durch Teilung eine Dreiergruppe hervorgehe, wobei ERDMANN die Propagationszellen erster Ordnung auch schlechthin als „generative“ Kerne bezeichnet. Man sieht, die Deutungen der verschiedenen Autoren kommen der von mir oben angegebenen mehr oder minder nahe, und meine Nomenklatur deckt sich bis zu diesem Punkte mit derjenigen ERDMANN'S. Im übrigen bestehen aber doch Unterschiede. So kann bei vorliegender *Leptotheca* von Propagationszellen schon deswegen nicht gut die Rede sein, weil alle Kerne, soweit sie nicht Sporenanlagen angehören, „nackt“ im Protoplasma liegen, und sichere Unterschiede zwischen gewöhnlichen, vegetativen Kernen und generativen wenigstens morphologisch nicht feststellbar waren. Was nun die Bildung der Dreiergruppe anbelangt, so scheint mir die oben beschriebene Kernknospung so sicher erwiesen, daß an der Ent-

stehung aus einem Mutterkern nicht gezweifelt werden kann, zumal deutliche Knospungsbilder vorliegen. Am weitesten gehen nun aber die Ansichten der Autoren auseinander über das weitere Schicksal der Dreiergruppe. ERDMANN (1917), die diese Angaben kritisch bespricht und nach einem einheitlichen Gesichtspunkt zu ordnen sucht, macht meines Erachtens keinen genügend scharfen Unterschied zwischen den zwei Hauptfällen der Sporenbildung, die zu berücksichtigen sind. Denn wenn die Dreiergruppe bei allen Myxosporidien die erste Differenzierung auf dem Wege zur Sporenbildung ist — und daran kann nach dem oben Gesagten wohl kaum noch gezweifelt werden — so muß sich notwendigerweise ihr weiteres Schicksal sehr verschieden gestalten, je nachdem sie den Ausgangspunkt für eine einzige Spore liefert, wie z. B. bei *Ceratomyza* und *Leptotheca*, oder aus ihr ein Pansporoblast mit zwei Sporenanlagen hervorgeht. Für den ersteren Fall findet sich in der mir bekannten Literatur nur eine ausführliche Darstellung, nämlich die von AWERINZEW über *Ceratomyza drepanopsettae* (1908). Die Angaben AWERINZEW's weichen aber sehr stark von den meinigen ab und nehmen auch in der übrigen Myxosporidienliteratur eine etwas isolierte Stellung ein. Denn nach diesem Autor sollen ursprünglich zwei vegetative und zwei generative Kerne vorhanden sein. Die letzteren bilden sich zu Geschlechtszellen um, indem der eine in zwei Macrogameten, der andere in zwei Microgameten zerfällt. Darauf findet Copulation, d. h. Protoplasma- und Kernverschmelzung je eines Microgameten mit einem Macrogameten statt, und aus jeder Copula entwickelt sich durch Teilungen eine Spore. Hierbei soll anfangs durch schnellere Teilung der einen Zelle auch eine Dreiergruppe entstehen (p. 90 Taf. 8 Fig. 5); doch legt AWERINZEW dieser Gruppe keine besondere Bedeutung bei und faßt sie nur als ein vorübergehendes Stadium der Sporenentwicklung auf. So schön und klar die Abbildungen AWERINZEW's sind, so habe ich mich doch des Eindrucks nicht erwehren können, daß sie sehr stark schematisiert sind. Auch lassen sich an der Hand dieser Figuren manche Inkonsequenzen und Willkürlichkeiten der Deutung nachweisen. So zeichnet AWERINZEW z. B. in Fig. 30 zwei doch offenbar von ihm als normal angesehene Sporen, die nur je einen Schalenkern besitzen, und faßt die beiden anderen vorhandenen Kerne als vegetative Kerne auf. Auffallend ist auch, daß die einzelnen Zellen der Sporenanlage nach den Abbildungen von AWERINZEW (p. 90) so lange und weit voneinander getrennt bleiben; ich habe jedenfalls etwas derartiges nur in sehr stark durch Quetschung deformierten Individuen

gesehen (cf. Fig. 64). Abgesehen davon, daß das Vorkommen von Micro- und Macrogameten im Protoplasma ein und desselben Mutterindividuums aus allgemein biologischen Gründen sehr verwunderlich wäre, vermag ich auch AWERINZEW'S Figuren 9—14 (Taf. VII), welche die Copulation der Micro- und Macrogameten darstellen sollen, nicht als beweisend für einen solchen Vorgang anzusehen; denn sie gleichen so sehr einigen der von mir gesehenen, zweifellos als heteropole Kernteilungen anzusprechenden Bilder, daß ich geneigt bin, sie auch als solche zu werten — so mißlich es ist, von anderen gezeichnete, schematische Figuren zu deuten. Sind sie aber heteropole Kernknospungen, die ja die Doppelknospung bei der Bildung der Dreiergruppe nach meiner obigen Darstellung vertreten können, so bestände zwischen der Sporenbildung bei *Ceratomyxa* und *Leptotheca* kein wesentlicher Unterschied mehr, wenn man von dem wohl irrelevanten, zweiten vegetativen Kern der *Ceratomyxa* absieht. Aber noch einige Worte zur weiteren Begründung meiner an vorliegendem Material gebildeten Ansicht! Zunächst kann kaum bezweifelt werden, daß die Dreiergruppe — oder die sie manchmal vertretende Zweiergruppe — hier wirklich der Beginn der Sporenanlage ist, denn dafür spricht ihre häufige Zweizahl in generativen Individuen allein schon eine beredte Sprache; ferner scheint mir auch, wie gesagt, sicher erwiesen, daß die weitere Entwicklung zur Spore lediglich auf fortgesetzten Kernknospungen beruht. Man braucht nur die zahlreichen Bilder zu betrachten, in denen alle möglichen, ja denkbaren Übergänge zwischen Dreiergruppen einerseits und Vierergruppen, Fünfergruppen, Sechsergruppen andererseits vorliegen, um jeden Zweifel in dieser Richtung zu beseitigen. Überall endlich, wo zwei Kerne nebeneinander liegen, habe ich für derartige Vorkommnisse an anderen Stellen Bilder gefunden, die zweifellos auf eine Kernteilung schließen ließen. Und diese naheliegende Möglichkeit müßte man doch stets sorgfältig ausschließen, ehe man die schwerwiegende Annahme einer Kerncopulation macht! Daß endlich der Amöboidkeim seine beiden Kerne nicht etwa von zwei sich im Anfang der Sporenbildung zusammenfindenden Zellen bezieht, geht klar daraus hervor, daß sein Kernmaterial sich zuweilen erst in der halbfertigen Spore in zwei Kerne sondert! Wir haben hier also lediglich Autogamie zweier Schwesterkerne vor uns, wenn diese beiden Kerne später wieder verschmelzen.

Anders und komplizierter als bei diesen disyporen Formen müssen die Vorgänge allerdings in dem zweiten, oben angezogenen Hauptfall liegen, wo aus einer Sporenanlage ein Pansporoplast mit zwei

Sporen hervorgeht. Da mir eigene Beobachtungen hier nicht zur Verfügung stehen, bin ich auf die Angaben in der Literatur angewiesen, die leider eine große Menge von Widersprüchen darbieten. Mir scheint aber, als ob ERDMANN (1917) Recht hat, wenn sie auch für diese Fälle die Dreiergruppe als Ausgangspunkt nimmt. Nach ihrer Auffassung, der ich mich zum Teil anschließe, entstehen aus den Zellen dieser Dreiergruppe — man wird vielleicht richtiger sagen: aus den Zellen zweier Dreiergruppen — zunächst Sporenbildungsbezirke („Inseln“), in denen dann sog. Vierergruppen, d. h. Gruppen von zwei größeren und zwei — wohl durch heteropole Teilung aus ihnen entstandenen — kleineren Zellen auftreten. Theoretisch ist vielleicht zu fordern, daß die zwei größeren Zellen, deren jede der Ausgangspunkt für die Bildung einer Spore des Pansporoblasten ist, aus je einer Dreiergruppe hervorgehen, doch wäre auch möglich — wengleich nicht so schön! —, daß sie aus einer Dreiergruppe entstanden. Darin, daß hier die gemeinsame Anlage zu zwei Sporen gebildet werden muß, liegt ja gerade der — auch von ERDMANN nicht genügend betonte — wesentliche Unterschied dieser Formen zu *Leptotheca* und *Ceratomyxa*, und darum hat das Auftreten der Vierergruppe mit zwei Ausgangszellen bei den Pansporoblasten bildenden Formen auch gar nichts auffallendes! Man braucht also wegen dieser beiden Zellen, die zusammentreten, hier nicht gleich, wie manche Forscher es tun, an eine Plasmogamie oder gar Kopulation zu denken!

Nimmt man die eben skizzierte Auffassung an, so lassen sich die Angaben der verschiedenen Autoren (KEYSSELITZ, SCHROEDER, ERDMANN) ohne große Mühe miteinander in Übereinstimmung bringen, zumal hinsichtlich der Art und Weise, wie aus der Vierergruppe die beiden Sporen hervorgehen, keine ernstlichen Meinungsverschiedenheiten bestehen: die beiden kleineren Zellen werden zu den Hüllzellen des Pansporoblasten, und aus den beiden größeren gehen durch Kernteilungen die beiden Sporen selbst hervor. Die stark abweichende Angabe MERCIER's (1909), daß der ursprünglich einkernige Pansporoblast durch Kopulation eines Macro- und Microgameten entstehe, ist wohl ebenso wie die oben besprochene Meinung AWERINZEW's auf irrtümliche Deutung von Kernknospungsvorgängen zurückzuführen. Die von MERCIER gegebenen Abbildungen sind auch in der Tat nicht beweisend für eine Verschmelzung. Die eigentliche Kopulation, d. h. Verschmelzung von zwei Kernen findet in allen Fällen wohl erst im Amöboidkeim statt, wo sie tatsächlich nachgewiesen worden ist, und es hat daher gar keinen Sinn, noch

an einer anderen Stelle des Zeugungskreises der Myxosporidien nach geschlechtlichen Vorgängen zu suchen (cf. HARTMANN 1909). Auch die Annahme SCHROEDER'S (1912 p. 205), daß bei manchen Myxosporidien das Syncaryon am Anfang, bei anderen am Ende der Sporenbildung zustande käme, scheint mir bei der sonstigen Einheitlichkeit der ganzen Gruppe wenig wahrscheinlich.

Haben wir also vermutlich bei den Myxosporidien Autogamie zweier Schwesterkerne, so wäre noch die Frage zu lösen, wo und wie die Reduktionsteilungen stattfinden. Auch hier scheint mir die einfachste Lösung die zutreffendste zu sein. Ich betrachte zunächst wieder nur den Fall von *Leptotheca* und *Ceratomyxa*. Wenn wir uns vorstellen, daß der generative Kern, ehe er in die von mir geschilderten Knospungsvorgänge eintritt, sich einmal teilte — was er ja in Ausnahmefällen auch tut — und bedenken, daß jeder dieser beiden, so entstandenen Kerne einen Schalenkern und einen Polkapselkern abschnürt, um dann wieder mit seinem Partner zu verschmelzen, so hätten wir ja ein geradezu wundervolles Schema für eine Copulation zweier Schwesterkerne nach voraufgegangenen zwei Reifungsteilungen! Daß in der Regel die Reifungsteilungen vor der Trennung der beiden Kerne einsetzen, scheint mir, zumal das umgekehrte ausnahmsweise auch vorkommt, ein ganz unwesentlicher Unterschied. Damit wäre dann auch die von ERDMANN (1917 p. 306) mit Recht betonte Schwierigkeit behoben, daß bei den Myxosporidien bisher noch keine sichere Reifeteilung nachgewiesen worden ist, da alle früheren Angaben über eine solche vor der Kritik kaum bestehen können. Man könnte ja nun allerdings etwas Sonderbares darin finden, daß die Reifeteilungszellen hier nicht zugrunde gehen, sondern anderweitig verwandt werden. Ich gebe zu, daß in der Tat hier ein erster Fall der Art vorläge — es sei denn, daß man die Spermatogenese der Metazoen, bei der ja auch alle vier Zellen erhalten bleiben, hierhin rechnete —; aber steht nicht auch die mit den Reifeteilungen eng zusammenhängende „gewebliche“ Differenzierung innerhalb der Cnidosporidienspore in der ganzen Gruppe der Protozoen vereinzelt da? Und ein wenig kleiner erscheint doch schon eine Sonderbarkeit, wenn man sie mit einer anderen Sonderbarkeit in Beziehung setzen kann! Gäbe man das Vorhandensein zweier Reifeteilungen zu, so würde man auch ohne „individualisierte“ Chromosomen gesehen zu haben, auf Grund unserer sonstigen Kenntnis dieser Dinge geneigt sein, die eine dieser Teilungen als Äquation, die andere als Reduktion aufzufassen; doch scheint mir solche weitgehende Schlußfolgerung zurzeit noch gänzlich ungerechtfertigt, be-

sonders im Hinblick auf die gleich zu erörternden, abweichenden Verhältnisse bei den Pansporoblasten bildenden Myxosporidien. Ohne eigene Beobachtungen kann ich mir für diese leider kein Urteil bilden. doch ist nicht unwahrscheinlich, daß auch hier wieder die Dreiergruppe und die ihr folgenden Kernteilungen der Ort der Reifeteilungen sind. Allerdings wäre dann das Schicksal der Reduktionskerne ein anderes als bei *Leptotheca* — und vermutlich *Ceratomyxa* — doch ließe sich diese Verschiedenheit wohl mit in den Kauf nehmen. Vorläufig handelt es sich ja bei allen diesen Dingen nur um Arbeitshypothesen!

Ich stelle das Ergebnis vorstehender Erörterungen noch einmal übersichtlich zusammen:

I. Modus.

(Bei Entstehung einer Spore aus einer Anlage.)

- 1) Generativer Kern.
- 2) Dreiergruppe, entstanden durch Kernknospung aus 1 = Bildung der Schalenzellen = Reduktionsteilung.
- 3) Weitere Kernknospung = Bildung der Polkapselzellen.
- 4) Zweiteilung des übrig bleibenden Kernes = Bildung der Amöboidkeimkerne.
- 5) Copulation der Amöboidkeimkerne.

II. Modus.

(Bei Entstehung zweier Sporen aus einem Pansporoblasten.)

- 1) Generativer Kern.
- 2) Dreiergruppe wie I 2.
- 3) Vierergruppe aus Descendenten von 2: zwei große Zellen lassen durch Knospung zwei kleinere entstehen (= Hüllzellen des Pansporoblasten).
- 4) Pansporoblast, aus 3 entstehend: Jede der zwei größeren Zellen liefert durch Teilung bzw. Knospung die Schalenzellen, Polkapselzellen und den zweikernigen Amöboidkeim jeder Spore.
- 5) Copulation der Amöboidkeimkerne.

Es liegt mir gewiß fern, mit obigen, ziemlich revolutionären Ausführungen die Genauigkeit der Beobachtungen anderer, bewährter Myxosporidienforscher in Abrede stellen zu wollen. Ich bin dabei nur dem natürlichen Bestreben gefolgt, die so komplizierten und voneinander so stark abweichenden Angaben der verschiedenen Autoren auf ein einfacheres Schema zurückzuführen, das für alle Myxosporidien gelten könnte — wenn auch nicht in den Einzelheiten, so doch in der Hauptsache! —

c) Beziehungen zwischen Parasit und Wirt.

Über diese Beziehungen ist nicht viel zu sagen. Meist ist das Gallenblasenepithel scheinbar ganz unverändert, und nur in einigen

wenigen Fällen, wo sehr zahlreiche Parasiten an einer Stelle zusammensaßen, schien es mir, als ob die Epithelzellen etwas höher seien. Aber bei der stark wechselnden Höhe auch des normalen Gallenblasenepithels lassen sich keine sicheren Angaben machen, und es dürften auch die in der Literatur sich hier und da findenden Angaben über Wucherungserscheinungen mit Vorsicht aufzunehmen sein.

Die Leptotheken sind wenigstens in der Bucht von Villefranche recht häufige Parasiten der beiden *Coris*-Arten; so fand ich im Frühjahr 1913, wo ich meine Untersuchungen anstellte, dort unter 80 Girellen 36 mit Leptotheken infizierte, also 45 Proz.

II. Entwicklungszyklus von *Nosema marionis* THÉL.

Wie ich schon in der Einleitung gesagt habe, verläuft die Entwicklung des in den Leptotheken schmarotzenden *Nosema* im wesentlichen nach dem Schema, das ich für *Nosema bombyois* (1909) aufgestellt habe. Die jüngsten Formen, die man als Planonten bezeichnen kann, sind gewöhnlich durch einen relativ großen Kern und sehr geringfügiges Protoplasma ausgezeichnet (Fig. 21, 54 links, 75, 115, 116). Sie ähneln im allgemeinen sehr den von WEISSENBERG (1913 p. 111 Fig. 7—10) dargestellten „Primärkernen“ der *Glugea anomala* und ihren vermutlichen Übergangsstadien zu „Chromatinbrocken“ (vgl. meine Fig. 54, 116 usw.). Sie gehen wohl schnell in die eigentlichen *Meronten* über, die sich — ebenso wie Sporenanlagen und reife Sporen — oft massenhaft in den Leptotheken finden. So kann man zuweilen in einem einzigen Exemplar 50 und mehr *Nosemen* zählen (cf. z. B. Fig. 21)! Die *Meronten* teilen sich unter den Erscheinungen einer direkten Kernteilung (Fig. 44, 47, 52, 54, 64, 111, 116), die man aber auch als primitive Caryokinese auffassen kann, da die Enden der Teilungshantel oft in eigentümlicher Weise zugespitzt sind, und man auf gewissen Stadien zwischen Teilungsebene und Spitze an ihr beiderseits eine wulstförmige Verdickung findet, die, wie es scheint, bei der „Anaphase“ von der Teilungsebene nach der Spitze hin wandert (Fig. 21 oben rechts, Fig. 44 oben rechts, Fig. 74 unten links, Fig. 115 unten links, Fig. 116 links). Eigentliche Kettenbildung der *Meronten* ist nicht zu beobachten; vielmehr werden die Teilhälften bald — wohl durch die Bewegungen des Wirtsprotoplasmas — auseinander gerissen. Dagegen finden ebenso wie bei anderen Microsporidien (vgl. meine anderen Arbeiten 1902, 1904, 1909) oft schon mehrere Kernteilungen statt, ehe die

Protoplasmateilung eintritt (Fig. 44, 54); wir sehen eben auch hier die Merontenteilung in mehreren Varianten verlaufen.¹⁾ Die Entwicklung und der Bau der Sporen scheint nicht sehr von den bei *Nosema bombycis* beobachteten Verhältnissen abzuweichen. Kernteilungen sind in den Sporen hier und da deutlich zu sehen (vgl. Fig. 44 links oben, Fig. 54 rechts oben, Fig. 64 Mitte), und es scheint, als ob auch hier schließlich sieben Kerne, d. h. 4 Amöboidkeimkerne, zwei Schalenkerne und ein Polkapselkern entstehen (s. Fig. 64 Mitte; vgl. auch meine Arbeit 1909 p. 317 und obige Fußnote). Da das Protoplasma der Spore sehr dicht ist, können derartig minutiöse Einzelheiten nur selten, nach starker Quetschung, erkannt werden. Durch die Dichtigkeit des Sporenhalts ist es wohl zu erklären, daß die reifen Sporen im Leben gerade so stark lichtbrechend sind (Fig. 16, 18, 20, 77—79) wie andere Microsporidiensporen. Durch die Schale kann diese starke Lichtbrechung hier nicht — wie bei anderen Microsporidien — zustande kommen, da diese Schale offenbar sehr dünnwandig ist. Letztere Eigentümlichkeit der Sporen hat mich lange in die Irre geführt, da das scheinbar vollkommene Fehlen eines Zwischenraumes zwischen *Leptotheca*-Protoplasma und *Nosema*-Sporenhalt anfänglich die Vermutung nahelegte, die Sporen — und erst recht die Planonten und Meronten — seien normale Bestandteile — etwa Kerne — der *Leptotheca*. An sehr vollkommen differenzierten Eisenhämatoxylin- und GIEMSA-Präparaten kann man zuweilen noch weitere Einzelheiten des Sporenhalts, wie den Polfaden erkennen (Fig. 92), der an lebendem Material nur sehr selten sichtbar ist (Fig. 96). Sehr auffällig ist besonders an lebendem Material das Vorkommen von kleinen und 3—4 mal so großen Sporen oft in demselben Wirt (Fig. 21, 77, 98, 99, 112). Die allergrößten Sporen sind etwa 6—7 μ groß (THÉLOHAN gibt 1895 8 μ an — eine Größe, die in meinen Präparaten nur die größten Meronten annähernd erreichen), die kleinsten messen nur etwa 1,5 μ in der Länge. Ich vermute, daß es sich bei diesen Vorkommnissen lediglich

¹⁾ OHMORI (1912), der bei *Nosema bombycis* nur Schnitte untersucht und im Darmepithel der Raupen begrifflicherweise nur eine der verschiedenen, von mir (1909) beschriebenen Merontenformen gefunden hat, verallgemeinert ganz unberechtigt diesen Befund. Auch bezweifelt er im Anschluß an SCHUBERG (1910) das Vorhandensein von mehr als zwei Kernen in der reifen Spore. In letzterer Hinsicht habe ich meine und anderer Microsporidienforscher Auffassung ja bereits SCHUBERG gegenüber, der sogar nur einen Kern in der reifen Microsporidienspore gefunden hatte, aufrecht erhalten (1910). In der umstrittenen Frage der Cysten von *Glugea anomala* hat inzwischen WEISSENBERG (1913) meine Befunde und Deutungen im wesentlichen von neuem bestätigt.

um verschieden große Sporen der gleichen Art handelt, wie sie ja auch sonst häufig bei Microsporidien gefunden werden. Auffällig ist zweifellos das zuweilen ganz unvermittelte Nebeneinander der großen und kleinen Sporen; aber andererseits lassen sich auch häufiger Übergänge feststellen. Ein Austreten des Polfadens konnte durch Behandlung mit Jodlösung nicht erreicht werden.

Das *Nosema marionis* ist ein sehr häufiger Parasit der *Leptotheca coris*, denn ich fand in Villedor unter 36 mit Leptotheken besetzten Girellen 15 Stück, also 74,4 Proz., deren Leptotheken wenigstens teilweise Nosemen beherbergten. Im allgemeinen scheinen die Leptotheken von den Nosemen nicht sehr stark geschädigt zu werden, da ihre eigenen Sporen sich selbst bei starker Besetzung normal entwickeln (vgl. Fig. 44, 52, 54, 75, 79, 111, 116); nur selten findet man, wie oben bemerkt, größere Protoplasmakörper, die noch keine Sporen ausgebildet haben (Fig. 21).

Wie findet nun die Infektion der Leptotheken statt? Natürlich kann man darüber nur Vermutungen hegen. Der Weg durch die Sporen der *Leptotheca* wird jedenfalls im allgemeinen nicht eingeschlagen, denn mit Nosemen infizierte Sporen der *Leptotheca* sind mir nie zu Gesicht gekommen, und ob die in Fig. 48 rechts sichtbare Sporenanlage mit Nosemen infiziert ist, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Es bleibt also nur übrig, daß die Nosemasporen ebenso wie die Leptothecasporen von den Fischen durch den Darmkanal aufgenommen werden, und daß die Amöboidkeime der Nosemen dann in der Gallenblase die Leptotheken infizieren. Die Infektion von einer *Leptotheca* zur anderen findet jedenfalls dadurch statt, daß bei den Teilungen der vegetativen Formen auch die schon vorhandenen Nosemen auf die Descendenten verteilt werden; wenigstens ist es auffallend, daß die an der Gallenblasenwand sitzenden Leptotheken gewöhnlich gruppenweise mit Nosemen infiziert sind. Es brauchen also nur wenige Amöboidkeime von außen in die Gallenblase zu gelangen, um zahlreiche Leptotheken zu infizieren. Außerdem wäre natürlich auch denkbar, daß sich der ganze Entwicklungszyklus des *Nosema* im Innern der Gallenblase abspielte, indem reife Nosemasporen ihre Amöboidkeime schon dort entließen und diese andere Leptotheken infizierten. Mir scheint aber diese Annahme viel unwahrscheinlicher als die erste, denn die Verbreitung und Erhaltung der Art ist ja, wenn die *Leptotheca*-Sporen uninfiziert bleiben, nur auf ersterem Weg möglich, und er müßte also auf jeden Fall eingeschlagen werden, selbst wenn außerdem der zweite gangbar wäre.

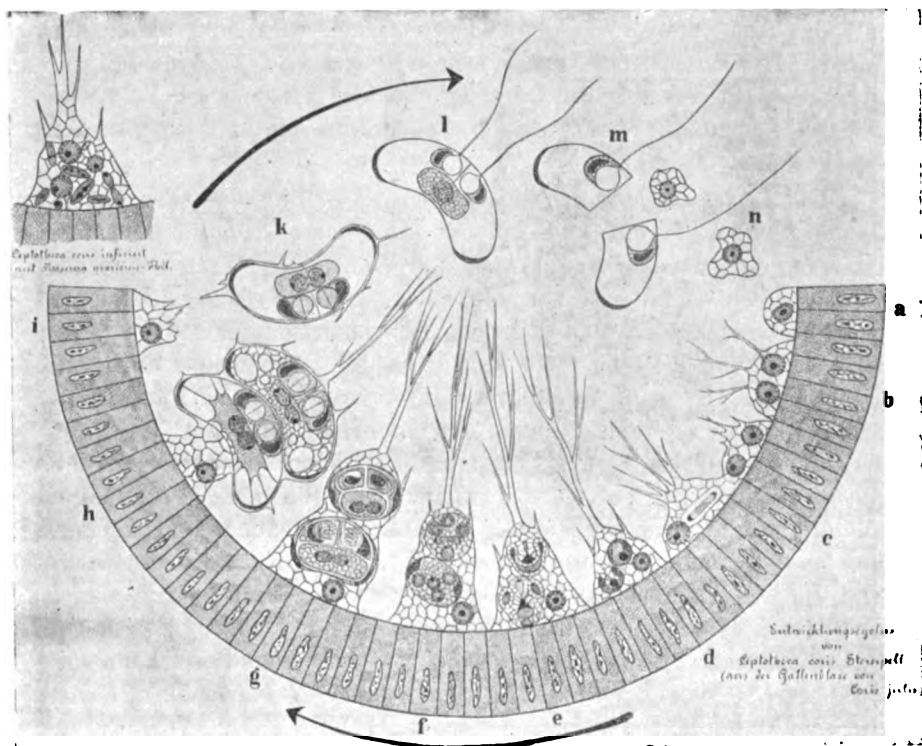
Kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

(Mit Textfigur.)

In der Gallenblase von *Coris julis* und *Coris giofreeli* lebt eine noch unbekannte, dispore Myxosporidie der Gattung *Leptotheca*, die den neuen Namen *Leptotheca coris* erhält. THÉLOHAN hatte aus der Gallenblase der gleichen Fische eine *Glugea marionis* beschrieben, d. h. amöboide Protoplasmakörper mit Microsporidiensporen. Es stellte sich heraus, daß die Protoplasmakörper zu der genannten *Leptotheca* gehören, und daß in dieser ein Microsporid schmarotzt, dessen Entwicklung (Bildung je einer Spore aus einem Meronten) mit der von *Nosema bombycis* übereinstimmt. Es muß daher den Namen *Nosema marionis* THÉL. erhalten, während die von mir für diese Spezies aufgestellte Gattung *Mariona* einzuziehen ist. Das *Nosema* kommt in 74,4 Proz. der Fische vor, die mit Leptotheken besetzt sind (45 Proz.).

Die *Leptotheca* sitzt normalerweise während ihres ganzen Lebens dem Gallenepithel auf und hat oft sehr lange, fadenförmige, fast ganz unbewegliche, also wohl nur zur Nahrungsaufnahme dienende Pseudopodien. Erst ist sie einkernig. Der Kern besitzt einen großen Binnenkörper, der sich mit Eisenhämatoxylin schwarz, mit GIEMSA-Lösung hellblau färbt, und ein zartes Außenchromatin. Die Kernteilung ist eine primitive Caryokinese mit Auflösung und schließlichem Wiedererscheinen der Binnenkörper. Die Zahl der Kerne schwankt in den vegetativen Individuen zwischen 1 und 8, da die vegetative Vermehrung unabhängig von den Kernteilungen als einfache Protoplasmateilung erfolgt. Schließlich sind aber in den jungen generativen Individuen meistens drei Kerne, zwei größere und ein kleinerer, vorhanden, von denen zwei sich zu Sporenanlagen umbilden, während der dritte, kleinere als vegetativer „Restkern“ unverändert im Protoplasma verbleibt. Ausnahmsweise kann die Zahl der Sporenanlagen aber auch 1 oder 3—7 betragen. Bei der Sporenbildung läßt der betreffende generative Kern meistens zunächst durch zwei gleichzeitige, heteropole Kernteilungen (Kernknospungen) zwei kleine Kerne entstehen (Dreiergruppe), dann in gewöhnlich senkrecht dazu stehender Ebene durch weitere Kernknospung noch zwei Kerne. Zuweilen erfolgen diese Kernknospungen aber auch in anderer Weise und Reihenfolge; so kann z. B. bei der ersten Knospung nur ein Kern entstehen usw. Die beiden zuerst gebildeten Tochterkerne werden zu den Schalenkernen, und ihre

Bildung ist als Reifeteilung aufzufassen, die beiden darauf gebildeten Kerne liefern die Polkapselkerne (zweite Reifeteilung?); der übrig bleibende Kern teilt sich noch einmal und ergibt die beiden Amöboidkeimkerne. Die Spore ist zweiklappig. Die Anlage der Polkapsel ist zuerst ein gekrümmtes Rohr im Innern der Polkapselzelle, das dem Kern dicht anliegt. Später schwillt es flaschenförmig am einen Ende an, und es erfolgt eine Einstülpung des Flaschenhalses (= Polfaden) in das Innere der Flasche (= Polkapsel), die sich dabei kugelig abrundet. An allen diesen Vorgängen ist der Polkapselzellenkern lebhaft beteiligt, indem er Chromidien an den Polkapselinhalt abgibt. Die reifen Sporen werden



Schematische Darstellung des Entwicklungszyklus von *Leptotheca coris* n. sp.
Vergr. 800:1.

Die verschiedenen Entwicklungsstadien sind, soweit sie sich innerhalb der Gallenblase des Fisches *Coris julis* befinden, in ihrer normalen Stellung auf dem halbkreisförmig angeordneten Gallenblasenepithel dargestellt. a) Jüngste, einkernige, vegetative Form. Kern mit Binnenkörper und Außenchromatin. b) Dieselbe, zweikernig, mit Pseudopodien. c) Vegetative Vermehrung durch Proto-

plasmateilung. Es ist auch eine Kernteilung dargestellt. **d)** Junge, generative Form mit drei Kernen. An dem einen Kern (links unten) Beginn der generativen Kernteilung (= Sporenbildung). Das Außenchromatin hat sich an drei Stellen unter der Kernmembran verdichtet (beginnende Dreiergruppenbildung). **e)** Ältere, generative Form. Am oberen Kern ist die Dreiergruppenbildung vollendet; der Binnenkörper hat eine dreieckige Form angenommen, und es beginnt sich bereits ein vierter Kern zwischen den beiden Seitenkernen durch Kernknospung abzuschnüren. An dem Kern links unten ist auch der dritte Kern abgeschnürt, und eine vierte Kernknospe ist im Begriff, sich an der entgegengesetzten (unteren) Seite zu bilden. (In Wirklichkeit verlaufen die Kernknospungsvorgänge meist nicht so schnell nacheinander und können auch in anderer Reihenfolge und an variablen Stellen des Mutterkerns stattfinden.) Der dritte Kern des generativen Individuums (rechts unten) bleibt unverändert im Protoplasma als vegetativer Kern liegen. **f)** Älteres, generatives Individuum. Die durch die Kernknospungen entstandenen Sporenbildungsbezirke haben sich deutlicher gegen das übrige Protoplasma abgegrenzt und eine feinwabrigere Struktur erhalten. Oben gelegener Bezirk: der nach Abschnürung der vier in e gebildeten Kerne verbleibende Rest des Mutterkerns teilt sich in zwei gleiche Hälften, die beiden Amöboidkeim-Kerne. Unten gelegener Bezirk: die beiden in e zuerst abgeschnürten Kerne bilden sich zu den der Wand des Bezirks anliegenden Schalen-Kernen um, die beiden in e darauf gebildeten Kerne sind noch unverändert; sie werden später zu den Polkapsel-Kernen; die Amöboidkeim-Kerne sind getrennt und weisen besonders deutliche Binnenkörper auf. Der vegetative Kern (unten rechts) ist unverändert. **g)** Altes generatives Individuum. Die beiden Sporenbildungsbezirke sind zu unreifen Sporen geworden. In beiden haben sich die Schalen-Kerne weiter abgeflacht und sind im Begriff, je eine halbe Sporenschale zu bilden. Die Polkapselkerne haben sich vom Amöboidkeim gesondert. In der oben gelegenen Spore erste Entwicklungsstadien der Polkapseln: rechts ein den Kern auf zwei Seiten umgebender, schmaler, schlauchförmiger Hohlraum, links derselbe, nur mit flaschenförmiger Erweiterung am oberen Ende. In der unteren Spore beginnt sich in der links gelegenen Polkapsel-Zelle der Flaschenhals in das Innere der Flasche als Polfaden einzustülpen und sich dort um eine Achse spiralförmig aufzurollen; in der rechten Polkapsel-Zelle ist dieser Prozeß nahezu vollendet. Unten vegetativer Kern. **h)** Generatives Individuum mit zwei beinahe reifen Sporen. Schale und Polkapseln fertig. Das Protoplasma des immer noch zweikernigen Amöboidkeims zieht sich unter Vakuolenbildung von der Sporenschale in das Zentrum der Spore zurück. Vegetativer Kern unverändert. **i)** Die reifen Sporen haben sich mit anhängendem Protoplasma-Überzug von dem Rest des generativen Individuums losgelöst. **k)** Losgelöste Spore im Lumen der Gallenblase. Der Amöboid-Keim hat sich kugelig abgerundet; seine beiden Kerne beginnen miteinander zu verschmelzen (Copulation). **l)** Spore nach Aufnahme in den Darmkanal eines zweiten Fisches: die Polkapseln haben ihre Polfäden ausgestülpt, die Amöboidkeim-Kerne sind vollständig miteinander verschmolzen. **m)** Weitere Entwicklung der reifen Spore im Darmkanal des neuen Wirtes: die beiden Schalenhälften klaffen auseinander, der einkernige Amöboid-Keim ist ausgetreten. **n)** Freier Amöboid-Keim, im Begriff, in die Gallenblase einzuwandern und sich dort auf dem Epithel festzusetzen (= a).

Oben links in der Figur ist noch eine *Leptotheca* dargestellt, die mit *Nosema marionis* TH&L. infiziert ist. Man sieht außer den drei Kernen der *Leptotheca* rechts unten Meronten in Teilung, links oben eine reife Spore des *Nosema*.

aus dem wohl degenerierenden Protoplasmakörper der generativen Individuen frei, gelangen nach außen, und die beiden Amöboidkerne verschmelzen. Dieser Vorgang ist zusammen mit der Bildung der anderen Sporenkerne als Sexualakt (Autogamie zweier Schwesterkerne) aufzufassen. Neuinfektion findet vermutlich durch den Darmkanal statt.

Literaturverzeichnis.

NB. Die in den letzten Jahren erschienene Literatur konnte wegen der Kriegszeit nur unvollkommen berücksichtigt werden.

- 1881 BÜTSCHLI: Beiträge zur Kenntnis der Fischpsorospermien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 35.
- 1882 —: Sporozoa. BRONN's Klassen u. Ordn. d. Tierreichs. 2. Aufl. Bd. 1. 1. Abt.
- 1894 GURLEY, R. R.: The Myxosporidia, or Psorosperms of fishes and the epidemics produced by them. Rep. U. S. Commissioner of Fish and fisheries for 1892.
- 1895 COHN, L.: Über die Myxosporidien von *Esox lucius* und *Perca fluviatilis*. Zool. Jahrb. (Anat.) Bd. 9.
- 1895 THÉLOHAN, P.: Recherches sur les Myxosporidies. Bull. Scient. France Belg. Bd. 26.
- 1898 DOPLEIN, F.: Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. III. Über Myxosporidien. Zool. Jahrb. (Abteil. f. Anat. u. Ont.) Bd. 11.
- 1902 PRENANT: Striation et ciliation de la partie adhérente de *Myxidium lieberkühni*. C. R. Soc. biol. Paris T. 54.
- 1902 STEMPPELL, W.: Über *Thélohania mülleri* (L. Pfr.). Zool. Jahrb. (Abt. f. Anat. u. Ont.) Bd. 16.
- 1904 —: Über *Nosema anomalum* MONZ. Arch. f. Protistenk. Bd. 4.
- 1907a SCHRÖDER, O.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Myxosporidien. Verh. naturhist.-med. Ver. Heidelberg N. F. Bd. 8.
- 1907b —: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Myxosporidien. *Sphaeromyxa labrazei* (LAVERAN et MESNIL). Arch. f. Protistenk. Bd. 9.
- 1908 AWERINZEW, S.: Studien über parasitische Protozoen. I. Die Sporenbildung bei *Ceratomyxa drepanopsettae*. Arch. f. Protistenk. Bd. 14.
- 1908 KEISSELITZ, G.: Die Entwicklung von *Myxobolus pfeifferi* TH. I. u. II. Teil. Arch. f. Protistenk. Bd. 11.
- 1909 AUERBACH, M.: Die Sporenbildung von *Zschokkella* und das System der Myxosporidien. Zool. Anz. Bd. 35.
- 1909 HARTMANN: Autogamie bei Protisten und ihre Bedeutung für das Befruchtungsproblem. Arch. f. Protistenk. Bd. 14.
- 1909 MERCIER: Contribution à l'étude de la sexualité chez les Myxosporidies et chez les Microsporidies. Mém. Ac. Sci. Belgique (2) T. 2.
- 1909 STEMPPELL, W.: Über *Nosema bombycis* NÄGELI. Arch. f. Protistenk. Bd. 16.
- 1910a AUERBACH, M.: Cnidosporidienstudien. I. Die Gattung *Leptotheca* THÉL. Zool. Anz. Bd. 35.
- 1910b —: Die Cnidosporidien. Eine monographische Studie. Leipzig.

- 1910 SCHRÖDER, O.: Über die Anlage der Sporocyste (Pansporoblast) bei *Sphaeromyxa sabrazesi* LAVERAN et MESNIL. Arch. f. Protistenk. Bd. 19.
- 1910 SCHUBERG: Über Microsporidien aus dem Hoden der Barbe und durch sie verursachte Hypertrophie der Kerne. Arb. a. d. kaiserl. Gesundheitsamt Bd. 33 H. 2.
- 1910 STEMPELL, W.: Zur Morphologie der Microsporidien. Zool. Anz. Bd. 35 Nr. 26.
- 1911 AUERBACH, M.: Untersuchungen über *Henneguya psorospermica* THÉL. Verh. d. naturwiss. Ver. Karlsruhe Bd. 24.
- 1911 ERDMANN, RH.: Zur Lebensgeschichte des *Chloromyxum leydigi*, einer mikroskopischen Myxosporidie. Arch. f. Protistenk. Bd. 24.
- 1911 LO GIUDICE, P.: Sullo sviluppo del *Myxobolus ellipsoides* THÉL. Riv. mens. di Pesca e Idrobiologie Anno VI (XIII).
- 1911 SHIWAGO, P.: Der heutige Stand der Frage über die geschlechtlichen Vorgänge bei den Myxo- und Microsporidien. Biol. Zeitschr. Bd. 2.
- 1912 AUERBACH, M.: Studien über die Myxosporidien der norwegischen Seefische und ihre Verbreitung. Zool. Jahrb. (Abt. Syst., Geogr., Biol.) Bd. 34.
- 1912 LO GIUDICE, P.: Studi sui Cnidosporidi. Ist. zool. della R. Univers. di Pavia.
- 1912 OHMORI, J.: Zur Kenntnis des Pebrineerregers *Nosema bombycis* NÄGELI. Arb. a. d. kaiserl. Gesundheitsamt Bd. 40.
- 1912 PARISI, B.: Primo contributo alle distribuzione geografia dei Missosporidi in Italia. Atti Soc. Ital. Sc. Nat. Vol. 9.
- 1912 SCHRÖDER, O.: Die Sporenbildung der Myxosporidien. Zool. Anz. Bd. 40.
- 1913 WEISSENBERG, R.: Beiträge zur Kenntnis des Zeugungskreises der Microsporidie *Glugea adomala* und *hertwigi* WEISSENBERG. Arch. f. mikr. Anat. Abt. II Bd. 82.
- 1915 GEORGEWITSCH, J.: Étude du cycle évolutif chez les Myxosporidies. Arch. Zool. expér. et gén. T. 54.
- 1916 DOPLEIN, F.: Lehrbuch der Protozoenkunde. 4. Aufl. Jena.
- 1917 ERDMANN, RH.: *Chloromyxum leydigi* und seine Beziehungen zu anderen Myxosporidien. II. Teil. Arch. f. Protistenk. Bd. 37.
- 1918 HARTMANN: Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des Formwechsels der Phytomonadinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 39 H. 1.
- 1918 STEMPELL, W.: Über *Leptotheca coris* n. sp. und *Nosema marionis* THÉL. Mitteil. a. d. zool. Inst. Westf. Wilh. Univ. Münster i. W. H. 1.

Tafelerklärung.

(Tafel 5—12.)

Vorbemerkungen.

Alle Figuren beziehen sich auf *Leptotheca coris* n. sp. und *Nosema marionis* THÉL., und zwar die Fig. 1—88 und 100—118 auf *Leptotheca* allein oder mit *Nosema* infizierte Leptotheken, Fig. 89—99 auf *Nosema marionis* allein.

Die Zeichnungen nach gefärbten Dauerpräparaten (Fig. 1—99) sind sämtlich mittels des ABBE'schen Zeichenapparates unter Benutzung von ZEISS' Apochromat-Öl-Immersion 2 mm (num. Apertur 1,30) und des Komp.-Okulars 18 in

einer objektiven 1900fachen Vergrößerung dargestellt (Zeichenfläche etwas höher als Objektisch). Die Zeichnungen von Dauerpräparaten sind möglichst getreu in den Farben der Originale — meist sogar unter Benutzung der gleichen Farbfüssigkeit, mit der die Objekte gefärbt waren — wiedergegeben.

Die Zeichnungen nach lebendem Material sind mittels LEITZ'scher Objektive und Okulare resp. ZEISS'scher Komp.-Okulare entworfen und nachträglich ebenfalls annähernd auf 1900fache Vergrößerung gebracht worden.

Die Mikrophotogramme (Fig. 100—118) sind sämtlich mit ZEISS Apochr.-Öl-Immers. 2 mm und Komp.-Ok. 8 in 1600facher Vergrößerung hergestellt mit Ausnahme von Fig. 104, die in 700facher Vergrößerung photographiert wurde. An den Photogrammen ist nicht das geringste retuschiert; nur in Fig. 103 wurde der ganze Hintergrund abgedeckt.

Die trotz gleicher Vergrößerung oft sehr verschiedene Größe der einzelnen Elemente beruht nur zum Teil auf ursprünglichen Größenunterschieden, zum Teil auf der verschiedenen Präparationstechnik, wie Schrumpfung einerseits und starker Quetschung (in Ausstrichpräparaten) andererseits.

Da in den Zeichnungen nach gefärbten Dauerpräparaten und in den Photogrammen die objektive Vergrößerung genau festgestellt wurde, kann die wirkliche Größe der Objekte an diesen Figuren ohne weiteres durch Messung ermittelt werden: so entspricht in allen Dauerpräparat-Zeichnungen 1 mm einer wirklichen Größe von 0,52 μ und in den Photogrammen (exkl. Fig. 104) einer solchen von 0,62 μ .

Durchgehende Abkürzungen in den Figurenerklärungen:

- A. = Ausstrichpräparat.
- E. H. = Färbung mit Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN.
- Fl. = Konservierung mit FLEMMING'scher Flüssigkeit.
- G. = GIEMSA-Färbung (feucht mit Aceton-Entwässerung).
- H. = Färbung mit Hämatoxylin nach DELAFIELD.
- L. = *Leptotheca*, die frei von Nosemen ist und auch aus einer von Nosemen freien Gallenblase stammt.
- L. Nos. = *Leptotheca*, die selbst mit *Nosema marionis* infiziert ist.
- L. o. N. = *Leptotheca*, die selbst frei von Nosemen ist, aber aus einer auch infizierte Leptotheken enthaltenden Gallenblase stammt.
- M. = Färbung nach MALLORY.
- Ph. = Mikrophotogramm.
- S. A. = Konservierung mit heißem Sublimat-Alkohol (SCHAUDINN).
- Schn. = Schnitt von 5 μ Dicke.
- 1, 2, 3 usw. Nummern der Fische, aus denen das betreffende Material stammt.
Nr. 3 und 10 betreffen Material aus *Coris giofredi* (Risso), die übrigen Nummern solches aus *Coris julis* L. Fundort beider: Villefranche-sur-mer. Fundzeit: März-Mai 1913.

Tafel 5.

Fig. 1. L. Jugendstadium der vegetativen Form, dem Gallenblasenepithel aufsitzend. Zwei aufeinander folgende Serienschnitte, in denen das Exemplar überhaupt getroffen war. Zweikernig. S. A. E. H. Schn. 1.

Fig. 2. L. Dasselbe wie in Fig. 1, doch ist nur ein Schnitt mit beginnender Ausbildung einer Dreiergruppe wiedergegeben. Die benachbarten Schnitte enthalten noch zwei Kerne und eine Dreiergruppe. S. A. E. H. Schn. 1.

Fig. 3. L. Dasselbe wie in Fig. 1, nur konnten die Nachbarschnitte nicht untersucht werden. Kern mit deutlichem Außenchromatin. Reste der Pseudopodien. Deutliche „Stäbchenschicht“ an der Grenze zum Epithel. S. A. E. H. Schn. 1.

Fig. 4. L. Wie Fig. 3. Sehr dünner Schnitt, der in allen Einzelheiten — auch der Wabenstruktur des Protoplasmas — besonders genau wiedergegeben wurde. S. A. E. H. Schn. 1.

Fig. 5. L. Nos. Jugendstadium der vegetativen Form, dem Gallenblasenepithel aufsitzend. Die beiden mittleren Einschlüsse sind *Nosema*-Sporen, die beiden seitlichen sind Kerne der *Leptotheca*. S. A. H. Schn. 2.

Fig. 6. L. Jugendstadium, freischwimmend in der Gallenblase. S. A. E. H. Schn. 1.

Fig. 7. L. oder L. Nos. Vegetative Kerne aus einer großen, stark gequetschten Protoplasmanasse. Die kleineren Kerne sind wahrscheinlich Nosemen. S. A. E. H. A. 3.

Fig. 8, 9. L. Kernteilungsbilder vegetativer Kerne. Fl. E. H. Schn. 4.

Fig. 10. L. Vegetative Stadien auf Gallenblasenepithel. S. A. E. H. Schn. 1.

Fig. 11. L. Älteres, sehr flach ausgebreitetes, vegetatives Individuum auf Gallenblasenepithel. Die benachbarten Serienschritte enthielten noch weitere vier Kerne bzw. Dreiergruppen. S. A. E. H. Schn. 1.

Fig. 12. L. Keulenförmiges, vegetatives Stadium mit zwei größeren und einem kleineren vegetativen Kern. Nicht typische GIZMSA-Färbung. S. A. G. A. 5.

Fig. 13. L. Dasselbe wie in Fig. 12. S. A. G. A. 3.

Fig. 14. L. Nos. Dasselbe wie in Fig. 12, nur mit einem Kern und zwei Meronten (?) von *Nosema*. S. A. G. A. 7.

Fig. 15. L. Keulenförmiges, vegetatives Stadium, dem Gallenblasenepithel aufsitzend, mit sehr langen, verzweigten Pseudopodien. S. A. M. Schn. 6.

Fig. 16. L. Nos. Keulenförmiges, vegetatives Stadium mit Sporen von *Nosema*. Nach dem Leben. 8.

Fig. 17. L. o. N. Dasselbe wie in Fig. 16, nur frei von *Nosema*. Nach dem Leben. 9.

Fig. 18. L. Nos. Dasselbe wie in Fig. 16. Nach dem Leben. 9.

Fig. 19. L. Nos. (?) Isoliertes, vegetatives Stadium mit zwei vegetativen Kernen (Innenkörper nicht sichtbar) und vielen Nosemen (?). Die Kerne bzw. Nosemen lagen in verschiedenen Ebenen. S. A. E. H. A. 3.

Fig. 20. L. Nos. Vegetatives Stadium mit eingeschlossenen kleinen *Nosema*-Sporen. Nach dem Leben. 9.

Tafel 6.

Fig. 21. L. Nos. Große, vegetative Protoplasmanasse mit zwei (in Teilung begriffenen?) vegetativen Kernen (unten), sowie zahlreichen Meronten und Sporen des *Nosema*. Stark gequetscht. S. A. G. A. 7.

Fig. 22. L. Nos. Junges, vegetatives Individuum mit einem (in Teilung begriffenen?) Kern und acht Entwicklungsstadien des *Nosema*. Stark gequetscht. S. A. G. A. 7.

Fig. 23. L. Nos. Vegetatives, freischwimmendes Individuum mit allseitig entspringenden, fadenförmigen Pseudopodien und großen sowie kleinen Sporen des *Nosema*. Nach dem Leben. 9.

Fig. 24. L. o. N. Junge Sporenanlage. Das Außenchromatin des Kernes (rot) läßt durch Kernknospung einen Tochterkern entstehen. Zwischen beiden noch ungeteilter Binnenkörper (blau). Stark gequetscht. S. A. G. A. 7.

Fig. 25. L. o. N. Dasselbe wie in Fig. 24, nur ist der Binnenkörper geteilt. Stark gequetscht. S. A. G. A. 7 (vgl. Ph. Fig. 105).

Fig. 26—29. L. Kerne junger Sporenanlagen in Kernknospung (wie in Fig. 24 u. 25). Fl. E. H. Schn. 4.

Fig. 30. L. o. N. Junges vegetatives Individuum oder wohl richtiger Sporenanlage. Zweiteilung des Kernes. Binnenkörper (blau, in der Mitte) soeben in Teilung. Stark gequetscht. S. A. G. A. 7.

Fig. 31. L. o. N. Dasselbe wie Fig. 30, nur ist die Kernteilung vollendet und der rechts gelegene Kern läßt durch Kernknospung einen Tochterkern entstehen (Sporenanlage). S. A. G. A. 7 (vgl. Ph. Fig. 105).

Fig. 32—39. L. Kern- und Kernteilungsbilder in jungen Sporenanlagen.

Fig. 32. Vegetativer Kern mit großem Binnenkörper. Fig. 33. Beginnende doppelte Kernknospung (Dreiergruppenbildung). Das Außenchromatin hat sich an drei Wandstellen verdichtet. Fig. 34—37. Abschnürung zweier Tochterkerne (Dreiergruppen). Fig. 38, 39. Abschnürung dreier Tochterkerne (Vierergruppen). Fl. E. H. Schn. 4.

Fig. 40. L. o. N. Sporenanlage mit Dreiergruppe: Knospung zweier Tochterkerne. Binnenkörper nicht sichtbar. Stark gequetscht. S. A. E. H. A. 3.

Fig. 41. L. o. N. Junges, generatives Individuum mit einer Sporenanlage (Dreiergruppe). Nicht typische Giemsa-Färbung. Stark gequetscht. S. A. G. A. 3.

Fig. 42. L. o. N. Sporenanlage (Dreiergruppe). S. A. E. H. A. 3.

Fig. 43. L. Dasselbe wie Fig. 41, dem Epithel aufsitzend. Binnenkörper deutlich. Fl. E. H. Schn. 4.

Fig. 44. L. Nos. Generatives Individuum mit zwei Sporenanlagen (Dreiergruppen) (oben rechts und unten). Binnenkörper hellblau, geteilt; Außenchromatin rot. Außerdem mehrere Meronten und Sporen des *Nosema*. Sehr stark gequetscht. S. A. G. A. 7.

Fig. 45. L. Nos. Generatives Individuum mit einer Sporenanlage: Dreiergruppe mit beginnender, weiterer Teilung des einen (unteren) Kernes. Außenchromatin rot. Binnenkörper (blau) noch ungeteilt. Außerdem ein Meront von *Nosema*. Stark gequetscht. S. A. G. A. 7 (vgl. Ph. Fig. 110).

Fig. 46. L. o. N. Sporenanlage (Dreiergruppe). Abschnürung zweier verdichteten Kernknospen vom Außenchromatin. Binnenkörper (hellblau) noch ungeteilt. Stark gequetscht. S. A. G. A. 7.

Fig. 47. L. Nos. Dasselbe wie in Fig. 45; nur ist die Abschnürung der Außenchromatinknospen noch nicht beendet. Binnenkörper (hellblau-violett) ungeteilt. Außerdem zahlreiche *Nosema*-Meronten. Stark gequetscht. S. A. G. A. 7 (vgl. Ph. Fig. 112).

Fig. 48. L. Nos. Generatives Individuum mit zwei Dreiergruppen, von denen die eine, rechts gelegene durch zwei *Nosema*-Sporen in ihrer Entwicklung gehemmt erscheint (?). Stark gequetscht. S. A. G. A. 7.

Fig. 49. L. o. N. Sporenanlage: Dreiergruppe beim Übergang zur Vierergruppe. Der Mutterkern befindet sich in weiterer Teilung; doch ist der Binnenkörper (blau) noch ungeteilt. Sehr stark gequetscht. S. A. G. A. 7.

Tafel 7.

Fig. 50. L. Generatives Individuum mit zwei vegetativen Kernen und einer Dreiergruppe. S. A. E. H. Schn. 1.

Fig. 51. L. o. N. Sporenanlage (Vierergruppe). Oben die beiden bereits abgeschnürten Kerne, in der Mitte der Binnenkörper (violett), unten Bildung der dritten Kernknospe aus dem Mutterkern. Stark gequetscht. S. A. G. A. 7 (vgl. Ph. Fig. 109).

Fig. 52. L. Nos. Generatives Individuum mit einer Sporenanlage (Vierergruppe). Abschnürung der dritten Kernknospe vom Mutterkern nahezu vollendet. Binnenkörper (hellblau) noch ungeteilt. Außerdem zahlreiche Meronten und Sporen von *Nosema*. Stark gequetscht. S. A. G. A. 7 (vgl. Ph. Fig. 111.)

Fig. 53. L. o. N. Sporenanlage (Vierergruppe). Zwischen Mutterkern und den drei abgeschnürten Außenchromatin-Kernknospen Binnenkörperreste (blau). Stark gequetscht. S. A. G. A. 7.

Fig. 54. L. Nos. Generatives Individuum mit einem vegetativen Kern (rechts oben, Binnenkörper blau), einer Vierergruppe (links) und zwei fertig geteilten Sporenanlagen (rechts unten = 12 Zellen). In einigen Zellen dieser Sporenanlagen bereits Polkapselanlagen (retortenförmige Hohlräume mit eingetretenen Chromatinbrocken). Außerdem *Nosema*-Meronten. Sehr stark gequetscht. S. A. G. A. 7 (vgl. Ph. Fig. 116).

Fig. 55. L. o. N. Sporenanlage mit fünf Kernen: dem Mutterkern (oben), zwei eben davon sich abschnürenden Kernknospen (Binnenkörper an den Durchschnürungsstellen) und zwei bereits abgeschnürten Kernen (unten). Stark gequetscht. S. A. G. A. 7 (vgl. Ph. Fig. 113).

Fig. 56. L. o. N. Sporenanlage wie in Fig. 55, nur sind die vier (etwas geschrumpften) Kerne fertig gebildet, und es erfolgt bereits Teilung des Mutterkernes (Knospenbildung). S. A. E. H. A. 3.

Fig. 57. L. o. N. Dasselbe wie in Fig. 56. Stark gequetscht. S. A. G. A. 7.

Fig. 58. L. o. N. Sporenanlage mit sechs Kernen. Binnenkörper nur in den beiden letzten Teilprodukten des Mutterkernes angedeutet. Stark gequetscht. S. A. G. A. 7 (vgl. Ph. Fig. 113).

Fig. 59. L. o. N. Generatives Individuum mit zwei Kernen (Binnenkörper nicht sichtbar) und einer sechskernigen Sporenanlage. Die etwas geschrumpften Kerne lagen nicht genau in einer Einstellebene. S. A. E. H. A. 3.

Fig. 60. L. o. N. Zwei sechskernige Sporenanlagen mit noch anliegendem vegetativen Kern. Die etwas geschrumpften Kerne lagen nicht genau in einer Einstellebene. S. A. E. H. A. 3.

Fig. 61. L. Generatives Individuum, dem Gallenblasenepithel aufsitzend, mit einem Kern (rechts) und einer Sporenanlage mit sechs Kernen. Die beiden mittleren mit deutlichen Binnenkörpern sind die Amöboidekerne. Die Kerne lagen nicht alle genau in einer Einstellebene. Fl. E. H. Schn. 4.

Fig. 62. L. o. N. Generatives Individuum mit zwei Sporenanlagen zu je sechs Kernen (lagen nicht alle in einer Einstellebene), einem vegetativen Kern und deutlichen Pseudopodien. Die Kerne sind etwas geschrumpft. S. A. E. H. A. 3.

Fig. 63. L. Generatives Individuum, dem Gallenblasenepithel aufsitzend mit zwei Sporenanlagen und langen Pseudopodien. Die hellblauen Blasen in den Sporenanlagen sind die Polkapseln. S. A. M. (atypische Färbung). Schn. 6.

Tafel 8.

Fig. 64. L. Nos. Großes generatives Individuum (sehr stark gequetscht) mit einem (in Teilung begriffenen?) vegetativen Kern (violett, in der Mitte), zwei Sporenanlagen (elf Zellen, rechts unten, durch die Quetschung auseinandergedrängt; vielleicht liegt die zwölfte Zelle oben links) und zahlreichen Entwicklungsstadien (Meronten oben links, im übrigen Sporen) des *Nosema marionis*. Links neben dem vegetativen Kern eine zweikernige, links oben eine, wie es scheint, siebenkernige, also reife *Nosema*-Spore. S. A. G. A. 7.

Fig. 65. L. o. N. Zwei Sporenanlagen mit je sechs Kernen. Die zwei stark zerklüfteten Kerne in jeder Anlage sind die Polkapselkerne, ihnen dicht anliegend sieht man die teils noch röhrenförmigen, teils schon retortenförmigen Anlagen der Polkapseln, deren Inhalt sich hellrot gefärbt hat. In der unteren Sporenanlage sind auch bereits die dunkleren Schalenkerne von den beiden Amöboidkeimkernen leicht zu unterscheiden. S. A. G. A. 7.

Fig. 66. L. o. N. Ältere Sporenanlage. Der Amöboidkeim hat sich mit seinen beiden Kernen schon von den übrigen Sporenzellen getrennt. Die Schalenkerne (dreieckig) liegen der Wand an, die Polkapselkerne sind umgeben von den retortenförmigen Anlagen der Polkapseln, deren Inhalt sich teilweise hellrot gefärbt hat; an der rechts gelegenen Anlage sieht man, daß aus dem Kern Chromatinkörnchen in den Retortenhals eingetreten sind. S. A. G. A. 7 (vgl. Ph. Fig. 114).

Fig. 67. L. o. N. Älteres, generatives Individuum (sehr stark gequetscht) mit deutlichen Pseudopodien (fädige Struktur), vegetativem Kern und zwei Sporenanlagen. Dieselben stehen etwa auf dem Stadium der Fig. 66; doch sind in ihnen nur die retortenförmigen Polkapselanlagen mit blau gefärbtem Inhalt zu erkennen. S. A. G. (atypische Färbung). A. 3.

Fig. 68, 69. L. Junge Polkapselanlagen mit gekrümmter Röhre im Protoplasma. Nach dem Leben. 5.

Fig. 70, 71. L. Sporenanlagen mit Polkapselanlagen wie in Fig. 68, 69, nur älteren Anlagen mit retortenförmigen bzw. kugeligen Hohlräumen. Nach dem Leben. 5.

Fig. 72. L. o. N. Dasselbe wie in Fig. 70, 71. Rechts Kern sichtbar. Nach dem Leben. 9.

Fig. 73. L. Dasselbe wie in Fig. 72. Nach dem Leben. 5.

Fig. 74. L. Fast reife Polkapselanlage. Man sieht den spiralig aufgerollten Faden. Nach dem Leben. 5.

Fig. 75. L. Nos. Generatives Individuum (stark gequetscht), unten mit vegetativem Kern (im Binnenkörper ein „Zentralkörper“ sichtbar), drei Nosemen (zwei Planonten und einem Meronten) und zwei halbreifen Sporenanlagen. Die Schalenkerne haben sich abgefacht und schon die Schale gebildet. Die Amöboidkeimkerne (mit blau gefärbten Binnenkörpern) sind in der oberen Anlage schon geteilt, in der unteren Anlage befindet sich der Mutterkern noch in Zweiteilung. Die Polkapseln, deren Kerne sich durch kompakteres Gefüge von den Amöboidkeimkernen unterscheiden, sind in der oberen Anlage nahezu fertig, ihr Inhalt stellt eine scheinbar homogene, rot gefärbte Masse dar; in der unteren Anlage sind sie — besonders rechts — noch retortenförmig. Man sieht in der rechten Anlage auch einige Chromatinkörner in dem Hohlraum. Im Protoplasma des Amöboidkeims Vakuolen. S. A. G. A. 7 (vgl. Ph. Fig. 115).

Fig. 76. L. Ältere Sporenanlage. Polkapselanlagen (hellblau) nahezu reif. Schalen- und Polkapselkerne heller gefärbt als die deutliche Binnenkörper aufweisenden Amöboidkeimkerne, die dicht nebeneinander liegen. Fl. E. H. Schn. 4.

Fig. 77. L. Nos. Generative Form, freischwimmend mit allseitig entwickelten, fadenförmigen Pseudopodien. Im Innern zwei Sporenanlagen (hell), sowie große und kleine Sporen von *Nosema*. Nach dem Leben. 9.

Fig. 78. L. Nos. Generative Form mit einer (?) deutlichen, reifen Polkapselanlage (stark lichtbrechend), einer *Nosema*-Spore, lobosen, ectoplasmatischen Pseudopodien und hyalinem Ectoplasma. Nach dem Leben. 9.

Fig. 79. L. Nos. Generative Form ohne Pseudopodien mit zahlreichen *Nosema*-Sporen und zwei Sporenanlagen. Dieselben sind hell, nicht deutlich getrennt und enthalten je zwei reife, stark lichtbrechende Polkapseln. Nach dem Leben. 9.

Tafel 9.

Fig. 80. L. Nos. Dasselbe wie in Fig. 79, nur sind die Sporenanlagen hier voneinander getrennt und die eine (rechts gelegene) enthält noch ein stark lichtbrechendes Körnchen. Fadenförmige Pseudopodien an der dem Gallenblasenlumen ursprünglich zugewandten Seite. Kleine *Nosema*-Sporen. Nach dem Leben. 9.

Fig. 81. L. Zwei reife Sporen, die sich mit anhängenden, Pseudopodien tragenden Protoplasmaresten freischwimmend in der Gallenblase fanden. Trennungslinie der beiden Schalenklappen jeder Spore deutlich. Lichtbrechende kleine Körnchen im Sporenprotoplasma. Polkapseln reif, stark lichtbrechend. In dem Protoplasmüberzug bräunliche Pigmentkörner. Nach dem Leben. 4.

Fig. 82. L. Dasselbe wie in Fig. 81, nur Sporen anders gelagert. Dunkle Kreise in den Polkapseln: wohl Austrittsstellen der Polfäden. Nach dem Leben. 4.

Fig. 83. L. o. N. Reife Spore (wie in Fig. 81). Nach dem Leben. 9.

Fig. 84. L. o. N. Reife Spore (gequetscht). Schalenkerne mit Schale, Polkapselkerne mit dunkel-violett gefärbten Polkapseln. Amöboidkeimkerne mit randständigen Binnenkörpern. Sporenprotoplasma in den Ecken vakuolisiert. S. A. G. A. 7.

Fig. 85. L. o. N. Reife Spore. Schalenkerne blaß, Polkapselkerne mit dunkelblau gefärbten Polkapseln, Amöboidkeimkerne dunkel, mit exzentrischen Binnenkörpern. Große Vakuolen im Sporenprotoplasma. S. A. E. H. A. 10.

Fig. 86. L. o. N. Reife Spore wie in Fig. 85, nur stärker gekrümmt. Amöboidkeimkerne ohne deutliche Binnenkörper, einander dicht angelagert. Das Amöboidkeimprotoplasma hat sich unter Bildung großer Vakuolen nach dem Zentrum der Spore hin zusammengezogen. S. A. E. H. A. 3.

Fig. 87. L. o. N. Reife Spore. Ähnlich wie in Fig. 84. Im Sporenprotoplasma Vakuolen und (?) färbare Körnchen. Die beiden Amöboidkeimkerne (ohne nachweisbare Binnenkörper) beginnen miteinander zu verschmelzen. S. A. G. A. (sehr stark gequetscht). 7 (vgl. Ph. Fig. 118).

Fig. 88. L. o. N. Dasselbe wie in Fig. 87, nur sind die beiden Amöboidkeimkerne fast ganz miteinander verschmolzen. S. A. G. A. (sehr stark gequetscht). 7 (vgl. Ph. Fig. 118).

Fig. 89–95. *Nosema marionis*. Sporen und Entwicklungsstadien derselben. In Fig. 95 sind vier Kerne, in Fig. 92 ist der Polfaden zu sehen. S. A. E. H. A. 10.

Fig. 96. *Nosema marionis*. Spore nach dem Leben, mit deutlichem Polfaden. 9.

Fig. 97—99. *Nosema marionis*. Sporen verschiedener Größen und Entwicklungsstadien. Nach dem Leben. 9.

Tafel 10.

Fig. 100. L. Jugendstadium der vegetativen Form, dem Gallenblasenepithel aufsitzend, mit zwei Kernen. Der Zwischenraum zwischen Parasit und Epithel ist ein durch die Präparationstechnik bedingtes Kunstprodukt (ebenso in Fig. 102 und 103). S. A. E. H. Schn. Ph. 1.

Fig. 101. L. Dasselbe wie in Fig. 100, nur einkernig. S. A. E. H. Schn. Ph. 1.

Fig. 102. L. Dasselbe wie in Fig. 100, nur zwei Exemplare bzw. ein Exemplar nach vegetativer Teilung. Wabenstruktur des Protoplasmas und fädige der Pseudopodien (rechts). S. A. E. H. Schn. Ph. 1.

Fig. 103. L. Keulenförmiges, vegetatives Individuum, dem Gallenblasenepithel aufsitzend. S. A. M. Schn. Ph. (Hintergrund abgedeckt.) 6.

Fig. 104. L. Viele Individuen wie in Fig. 103 (darunter auch einige generative), mit langen Pseudopodien bei schwächerer Vergrößerung (700:1). S. A. M. Schn. Ph. 6.

Fig. 105. L. o. N. Zwei junge Sporenanlagen. Gleiche Objekte wie in Fig. 25 und 31. S. A. G. A. Ph. 7.

Fig. 106. L. Stücke von Schnitten durch generative Individuen. Rechts ein vegetativer Kern, links oben eine Dreiergruppe. Fl. E. H. Schn. Ph. 4.

Fig. 107, 108. L. o. N. Dreiergruppen. S. A. G. A. Ph. 7.

Tafel 11.

Fig. 109. L. o. N. Sporenanlage (Vierergruppe). Dasselbe Objekt wie in Fig. 51. S. A. G. A. Ph. 7.

Fig. 110. L. Nos. Generatives Individuum mit einer Sporenanlage und einem *Nosema*-Meronten (oben). Dasselbe Objekt wie in Fig. 45. S. A. G. A. Ph. 7.

Fig. 111. L. Nos. Generatives Individuum mit einer Sporenanlage (Vierergruppe) und vielen *Nosema*-Meronten. Dasselbe Objekt wie in Fig. 52. S. A. G. A. Ph. 7.

Fig. 112. L. Nos. Mehrere generative Individuen. Oben rechts zwei halbreife Sporenanlagen mit (unten) anliegendem vegetativem Kern, links darunter Dreiergruppe, unten Dreiergruppe, umgeben von *Nosema*-Meronten. (Dreiergruppe und Meronten dasselbe Objekt wie in Fig. 47), rechts unten zwei sehr kleine *Nosema*-Meronten. S. A. G. A. Ph. 7.

Fig. 113. L. Nos. Rechts Stück eines generativen Individuums mit einer Dreiergruppe und einer sechskernigen Sporenanlage (diese dasselbe Objekt wie in Fig. 58), außerdem *Nosema*-Planonten und Meronten. Links freiliegend ein *Nosema*-Meront und eine Sporenanlage mit fünf Kernen (diese dasselbe Objekt wie in Fig. 55). S. A. G. A. Ph. 7.

Tafel 12.

Fig. 114. L. o. N. Zwei ältere Sporenanlagen. Untere dasselbe Objekt wie in Fig. 66. S. A. G. A. Ph. 7.

Fig. 114a. L. o. N. Ein kleines Stück desselben Objektes wie in Fig. 114, nur bei etwas anderer Einstellung. Man sieht in der Polkapselanlage deutlich den — wohl eingestülpten — Faden. S. A. G. A. Ph. 7.

Fig. 115. L. Nos. Generatives Individuum mit zwei halbreifen Sporenanlagen (in den Polkapseln der oberen Anlage Faden angedeutet), vegetativem Kern und drei Nosemen. Dasselbe Objekt wie in Fig. 75. S. A. G. A. Ph. 7.

Fig. 116. L. Nos. Generatives Individuum mit vegetativem Kern (rechts oben), einer diesem anliegenden, 12zelligen Anlage von zwei Sporen, links oben einer Vierergruppe sowie zahlreichen Nosemen. Dasselbe Objekt wie in Fig. 54. S. A. G. A. Ph. 7.

Fig. 117. L. o. N. Stücke zweier reifen Sporen. Man sieht besonders in der einen Polkapsel eine spiralige Struktur (Fadenanlage?). S. A. G. A. Ph. 7.

Fig. 118. L. o. N. Zwei reife Sporen. Obere mit Amöboidkeimkernen, die im Beginn der Verschmelzung stehen, untere mit bereits verschmolzenen Amöboidkeimkernen. Dieselben Objekte wie in Fig. 87 u. 88. S. A. G. A. Ph. 7.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Aus dem Institut für Tropenhygiene, Abteilung des kolonialen Instituts.
Direktor: Prof. Dr. J. J. van Loghem.

Die Teilung der *Trypanosoma brucei*
PLIMMER u. BRADFORD.

Von
Dr. J. H. Schuurmans Stekkoven jr.,
stellvertretender Zoolog am Institut.

(Hierzu Tafel 13 u 14.)

Inhalt.

	Seite
Einleitung	158
Material und Methoden	160
Untersuchungsergebnisse	162
1. Der Zelleib	162
2. Der Bau des Ruhekernes	163
3. Die Kernteilung	164
4. Der Blepharoplast und seine Teilung	169
5. Basalkorn und Geißel	172
6. Involutionsformen	175
Zusammenfassung der Resultate	176
Literatur	177
Tafelerklärung	180

Einleitung.

Allen *Trypanosomen* nebst verwandten Formen kommt ein meist sehr kleines rundliches oder stabförmiges Korn, das im abgerundeten oder zugespitzten Hinterende des Flagellatenleibes zu finden ist, zu.

Über die Genese, wie über die Funktion dieses Körperchens, — dem man den Namen: Blepharoplast, Kinetonucleus, Micronucleus, extranucleäres Centrosom usw. beigelegt hat —, gibt es in der Literatur verschiedene Meinungen. So nehmen HARTMANN (16, 17, 19, 21, 22) und seine Schüler, — von denen hier besonders die Untersuchungen ROSENBUSCH (57) und KUCZINSKY'S (31) Erwähnung finden mögen —, sich stützend auf die Beobachtungen SCHAUDINN'S (58) an dem in den roten Blutkörperchen des Steinkauzes parasitierendes *Halteridium noctuae* an, daß der Blepharoplast einen zweiten Kern darstellt.

SCHAUDINN (58) — und M. MAYER (53) hat in 1911 die Versuche des erstgenannten Forschers bestätigt —, ließ den Blepharoplasten der *Trypanosomen* aus dem Kerne des Ookineten des *Halteridiums* durch eine heteropole Teilung vor sich gehen.

Dieser zweite Zellkern würde nun nach HARTMANN (22) und seinen Schüler überwiegend lokomotorische Kernkomponente enthalten, während der Hauptkern nebst den natürlich auch hier vorhandenen lokomotorischen Elementen, den größten Teil der idiogenerativen Kernkomponenten umfaßt. Sie betonen weiter, daß der Blepharoplast oft wie ein echter Kern aussieht, während auch die Teilung des Blepharoplasten mitotisch verlaufen würde wie diejenige des Hauptkerns. Siehe die Arbeiten KEYSSSELITZ' (28), BOSCH' (5), ROSENBUSCH'S (57), WENYON'S (67), HARTMANN'S (21, 27), v. PROWAZEK'S (21, 51, 52), WERBITZKI'S (68), ZUPITZA'S (71), HINDLE'S (23) und SALVIN MOORE'S und BREINL'S (44, 45).

Ihnen gegenüber leugnen ARAGAO, NOVY und MAC NEAL, KÜHN und v. SCHUCKMANN (32), WASIELEWSKI und WÜLKER (66), DOFLEIN (11), BYLOFF (7) u. a. nicht nur den erwähnten Zusammenhang zwischen den Lebenszyklen von *Hämoproteus* und *Trypanosoma*, sondern auch stellen sie am bestimmtesten die Kernnatur des Blepharoplasten in Abrede.

KÜHN und v. SCHUCKMANN (32) beschreiben sodann die Kernteilung von *Trypanosoma brucei* als eine im wesentlichen amitotische Teilung.

Ein sich während der Ruhe des Kernes, im Außenkern befindlicher, sogenannter Randkörper spielt bei dieser Teilung eine wichtige Rolle, als einen lokomotorischen Teilungsapparat.

Wir erwähnten bereits, daß ROSENBUSCH (57), HARTMANN und NÖLLER (20) und KUSCZINSKY (31) uns die Kernteilung, wie diese bei verschiedenen *Trypanosomenarten* vor sich geht, als eine mitotisch gestaltete, sogenannte promitotische Teilung kennen lernten.

In bezug auf die *Trypanosoma brucei* liegen jedoch außer den Beobachtungen KÜHN's und v. SCHUCKMANN's (32) nur wenige, überdies unvollständige, Angaben vor. Bemerkt sei, daß KUSCZINSKY (31) glaubt, daß die Kernteilung dieser Art eine verkappte mitotische Kernteilung darstellt.

Auch betreffs der Genese und der Teilung des Basalkornes und der Geißel stehen die Meinungen der verschiedenen Gruppen von Forschern einander gegenüber.

KÜHN und v. SCHUCKMANN (32) wie auch DOFLEIN (11) behaupten, daß die alte Geißel sich von seiner Basis an spaltet, während HARTMANN und NÖLLER (20), KUSCZINSKY (31) u. a. eine Neubildung der Geißel durch Auswuchs vom neuen Basalkorn aus beschreiben.

Nach dem Obenstehenden kam es uns erwünscht vor, die Teilung der *Trypanosoma brucei* in bezug auf alle genannte Probleme und Kontroversen und mit Zuhilfenahme mehrerer Farbmethode noch einmal eingehend zu erforschen.

Das Ziel, das wir uns bei dieser Arbeit stellten, war zunächst, nach Zusammenstellung aller gefundenen Tatsachen, das Blepharoplast-Kinetonucleusproblem möglicherweise seiner Lösung näher zu bringen. Zweitens beabsichtigten wir über die Kernteilung des obengenannten *Trypanosoma*, sowie über die Bildung der Geißel, zuverlässige Auskünfte zu erlangen, die es uns ermöglichen würden, zwischen einem oder dem anderen Entwicklungsgang endgültig zu entscheiden:

Material und Methoden.

Regelmäßig wird in dem Versuchstierstall unseres Institutes ein Stamm der *Trypanosoma brucei* von Ratte auf Ratte, oder auch von *Cavia* auf *Cavia*, übergeimpft, während nebenbei Kaninchen als Virusreservoir angewendet werden.

Von diesem Material fertigten wir eine große Anzahl Präparate an. Einen allerdings sehr kleinen Teil färbten wir nach der von KIEWIET DE JONGE modifizierten Trocken-GIEMSA-Methode; der weit aus größte Teil der Präparate wurde im erwärmten SCHAUDINN'schen Sublimat-Alkohol-Eisessiggemisch feucht fixiert und nachdem es auf die übliche Weise durch Jodalkohol und Natriumthiosulfatlösung geführt worden war, nach verschiedenen Farbmethode gefärbt.

Nach wie vor wurden einige Blutausrichte mit Hämatoxylin HEIDENHAIN, Hämatoxylin DELAFIELD, oder mit den auch von HART-

MANN und NÖLLER (20) benutzten Farbstoffen n. l. Saffranin kombiniert mit Lichtgrün behandelt.

Was zuerst die TROCKEN-GIEMSA-Methode betrifft, so geben viele Forscher an, daß diese verwirrend wirkt und, daß sie mehrfach dadurch, daß bei ihr sehr leicht Kunstprodukte gebildet werden, zu den größten Fehlern Veranlassung gegeben hat. Es ist in der Tat nicht zu leugnen, daß öfters in dem nach dieser Farbmethode gefärbten Präparate zweideutige Formen, die schwer in eine bestimmte Reihenfolge passen, sich auffinden lassen, doch muß andererseits bemerkt werden, daß bei Anwendung von strenger Kritik und unter Kontrolle der anderen von uns gebrauchten Farbmethode, sich eine Serie aufeinanderfolgender Teilungsbilder sehr gut aufstellen läßt. Allerdings ist eine sehr große Anzahl Individuen heranzuziehen.

Es empfiehlt sich übrigens bei dem Studium der Cytologie dieser Tiere immer mehr als eine Farbmethode zu benutzen.

Auch mit der HEIDENHAIN-Färbung erhielten wir genügend brauchbare Resultate. Eine Nachfärbung mit Eosin oder einem anderen Farbstoff wie z. B. BREINL (44) angibt, wurde nicht angewendet. Leider bleibt bei der HEIDENHAIN-Färbung immer ein ziemlich großer Prozentsatz der Individuen überfärbt.

Die DELAFIELD'sche Methode gefiel uns besser. Der Kern tritt hierbei ganz deutlich hervor und im allgemeinen kann man sagen, daß hier weitaus klarere Bilder angetroffen werden, als bei den beiden vorhergehenden Methoden. Wir färbten etwa 20 Minuten mit dem Hämatoxylin und differenzierten nachher mit einer zwei-prozentigen Lösung von Alaun.

Die Saffranin-Lichtgrün-Färbung jedoch gewährte die besten Präparate. Eine ausführliche Beschreibung dieser Methode finden wir bei JOLLOS (27) in seiner Arbeit über die Kernteilung der Amöben.

Einige Ergänzungen zu seinen Angaben kommen uns jedoch erwünscht vor. Nach der üblichen Feuchtfixation wurden die Präparate eine Nacht hindurch in Alkohol 70 Proz. gehärtet, dann während 24 Stunden mit einer konzentrierten wässrigen Saffraninlösung (GRÜBLER) gefärbt und nachher, nachdem sie in Alkohol 30 Proz. abgespült worden waren, durch die Alkoholreihe weitergeführt. Hierbei ist zu erwähnen, daß diese Überführung durch die Alkoholreihe nicht zu langsam vor sich gehen muß, da Alkohol entfärbend auf die Ausstriche einwirkt. Vom absoluten Alkohol brachten

wir die Präparate in eine gesättigte Lösung von Lichtgrün (AGFA, Berlin) in Alkohol absolutus. Hierin wurden die Präparate 30"—40" belassen, abgespült in Alkohol absolutus und nach Durchführung durch Origanumöl in Canadabalsam eingeschlossen. Diese Methode lieferte unbedingt die schönsten und klarsten Kernteilungsbilder. Ein Nachteil nur haftet ihr an. Eine scharfe Abgrenzung des Außenkernes gegen das umringende Plasma ist nicht immer gut nachzuweisen, weil beide eine grüne Farbe annehmen. Speziell bei den Teilungsformen, wo der Außenkern mehr oder weniger aufgelockert wird, kann uns dies bei der genauen Beschreibung der gemeinten Vorgänge bisweilen einige Schwierigkeiten verursachen.

Untersuchungsergebnisse.

In den nächstfolgenden Seiten werden wir nun die verschiedenen Vorgänge, die bei der Teilung der *Trypanosoma brucei* am Körper, Kerne, Basalkorn, Blepharoplasten und an der Saumgeißel zu verfolgen sind, unter Berücksichtigung der differenten, angewendeten Farbmethode der Reihe nach besprechen.

1. Der Zelleib.

Der Beschreibung der Teilungsvorgänge muß eine Erwähnung all der Kern- und Zellkomponenten, welche das ruhende *Trypanosoma* zusammenstellen, vorangehen. Über den Zelleib können wir uns kurz fassen. In bezug auf die äußere Gestalt fanden wir, wie KÜHN und v. SCHUCKMANN und viele andere Beobachter, Individuen verschiedener Größe und Form; lange schlanke und dicke gedrungene Trypanosomen ließen sich leicht auffinden und zwischen den beiden Extremen trafen wir allerhand Übergänge an.

Die Gestalt der Zelle wird, wie die Figuren KÜHN's und v. SCHUCKMANN's, und auch die von uns gegebenen Bilder klar zeigen, größtenteils bestimmt durch die Teilungsphase, worin sich das Tier im Augenblick der Fixation befindet. Auch die Bewegung des Tieres scheint in dieser Hinsicht eine gewisse Rolle zu spielen, wie auch die beiden obengenannten Untersucher betonen.

Das Hinterende des Körpers ist meistens stumpf und enthält den Blepharoplasten. In der Nähe dieses Körperchens entspringt aus einem nicht immer deutlich sichtbaren Basalkorne die Geißel, die mit einer Periplastlamelle die undulierende Membran bildet.

Der Hauptkern, den wir immer „Kern“ nennen wollen, befindet sich ungefähr in der Mitte des Plasmaleibes, der im allgemeinen einen vakuolären Bau aufweist. Das Vorderende des Tieres ist spitz ausgezogen und die Geißel setzt sich immer noch eine geringe Strecke weit über diesen Punkt hinaus fort (Fig. 1).

Nebst den hier beschriebenen gewöhnlichen Flagellatenformen finden wir, jedoch nur in geringer Menge, auch sogenannte Involutionen- oder Dauerformen, worüber weiter unten an geeigneter Stelle näher berichtet wird.

2. Der Bau des Ruhekernes.

In den mit GIEMSA gefärbten Präparaten treffen wir in dem ruhenden Kern die von KÜHN und v. SCHUCKMANN ausführlich geschilderten Kernkomponenten, ausgenommen den von ihnen erwähnten „Randkörper“ an. Wir sehen einen homogenebauten Innenkörper, den eine öfters sehr breite Kernsaftzone umgibt und schließlich grenzt eine, die Randschicht des Kernes umgebende Kernmembran, den Kern gegen das ihn umringende Plasma ab (Fig. 2). Die Randschicht des Kernes erstreckt sich bisweilen bis nahe an den Innenkörper und wir nehmen an, daß in diesem Falle ein, dem lebenden Verhältnisse am meisten nahekommender Zustand des Kernes fixiert wurde (Fig. 2). Einen sehr schönen Beleg hierfür liefert uns auch die Abbildung eines mit Saffranin-Lichtgrün gefärbten Tieres (Fig. 3). Im entgegengesetzten, bei der Trockenfixierung am meisten realisierten Falle entsteht die große Kernsaftzone offenbar durch eine Verzerrung und Verlagerung der verschiedenen Kernkomponenten (Fig. 1). Auch die kompakten rotgefärbten Bröckel und Streifen (Fig. 4), welche sich in der Randschicht mehrerer nach dieser Methode tingierter Kerne vorfinden, lassen sich zweifelsohne auf übereinstimmende Umwandlungen der Kernstruktur zurückführen. Es handelt sich hierbei dann meistens um künstlich hergestellte Fällungen des Farbstoffes, während andererseits auch an Degenerationsvorgänge gedacht werden muß. Augenscheinlich haben wir es bei den radförmigen Kernbildern (Fig. 5) und dergleichen phantastischen Figuren mit sogenannten „Kunstprodukten“ zu tun.

Bei den mit Hämatoxylin DELAFIELD gefärbten Ausstrichen konnten wir dieselben Formen aber deutlicher darstellen (Fig. 6). Ein Innenkörper, Kernsaftzone und Kernmembran nebst der genannten Randschicht sind vorhanden.

Ein einziges Mal begegneten wir einem eigentümlichen in der Mitte des Innenkörpers liegenden Körnchen (Fig. 7). Ob es sich

hier um ein Nucleocentrosom handelte, war nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Es kommt uns aber nicht wahrscheinlich vor, daß dies der Fall wäre; findet sich doch in der Regel nie ein ähnliches Körperchen im Innenkörper des sich im Ruhezustand befindenden Kernes. Ein ähnliches Stadium findet man in der Fig. 8.

Die HEIDENHAIN-Färbung veranlaßt uns nicht zu besonderen Erörterungen.

Auch die mit Saffranin-Lichtgrün gefärbten Präparate stimmen im wesentlichen mit den obenstehenden Angaben überein (Fig. 3).

Im großen und ganzen kommt also das Bild des Kernes von *Trypanosoma brucei* überein mit der von KUSCZINSKY (31) für *Trypanosoma equiperdum*, *congolense*, *lewisi* und *brucei* gegebenen Beschreibung. Hervorzuheben ist, daß wir noch KUSCZINSKY das Vorhandensein eines Randkörpers im ruhenden Kerne zeigen konnten. Der Kern besitzt ein homogenes Caryosom oder Innenkörper, aber wir können, wie sich im folgenden zeigen wird, DOFLEIN (11) nicht bestimmen, wenn er annimmt, daß ein homogenes Caryosom ganz chromatinfrei ist (S. 22, Lehrbuch). Ein Centrosom findet sich ebenfalls nicht vor.

3. Die Kernteilung.

Es wäre gewiß besser, wenn wir bei unserer Beschreibung die Teilung des Blepharoplasten und des Geißelapparates derjenigen der Kernteilung vorangehen ließen, weil letztere meistens später eintritt als die beiden erstgenannten Vorgänge. Wir wollen aber lieber mit der Teilung des Kernes anfangen.

Die mit GIEMSA gefärbten Präparate geben, wie bereits oben bemerkt wurde, kein leicht übersichtliches Bild aller Vorgänge, die bei der Kernteilung stattfinden. Die gefundenen Formen können, besonders infolge der Bildung von Kunstprodukten, beim ersten Anblick verschieden gedeutet werden. So sehen wir mehrfach Bilder, die augenscheinlich vollkommen in den Rahmen der KÜHN- und v. SCHUCKMANN'schen Serie passen. So wären z. B. die Fig. 9—11 in ihrem Sinne zu deuten.

Allem Anscheine nach teilt sich das Caryosom hantelförmig. Bei einigen Individuen ist auch etwas ähnliches wie ein Randkörper zu sehen (Fig. 2). Doch könnten in diesem Falle ebensogut zwei solche Gebilde vorhanden gewesen sein. Nun weichen die beiden Teilprodukte nach den Polen des Kernes, dessen Außenschicht sich sanduhrförmig einzuschnüren vermag, auseinander; der sie ver-

bindende Faden wird aufgelöst (Fig. 12, 13) und zwei neue Caryosome, um welche sich nachher die zwei neuen Kerne herausdifferenzieren werden (Fig. 14), sind entstanden (Fig. 15). Aber so einfach wie sich KÜHN und v. SCHUCKMANN die Teilung des Kernes denken, liegt hier die Sache nicht, auch wenn man mit diesen Forschern die am Randkörper stattfindenden Vorgänge mit in Betracht nimmt.

Durchmustern wir eine sehr große Anzahl Formen, so werden wir zweifelsohne Bildern begegnen, die uns eine mit der Kernteilung zusammengehende Bildung von Chromosomen, wie u. a. v. PROWAZEK (51) diese beschrieben hat, suggerieren.

Unseres Erachtens sind dergleichen Formen, wie die Fig. 16 u. 17 ein Paar zeigen, als Degenerationsstadien zu betrachten.

Diese Erklärung gewinnt um so mehr an Wahrscheinlichkeit, weil sich unschwer eine ganze Reihe ähnlicher Formen auffinden läßt (Fig. 14, 18—21), welche mit Tieren, dessen Kerne neben einem größeren Caryosom eine Anzahl von ungleich großen, leuchtendrot gefärbten Körnern enthalten (Fig. 16, 17, 18), anfängt und mit Stadien, wobei der ganze Kern wie zerbröckelt ist und im Plasma einen Schwarm von Körnchen ausgestreut hat (Fig. 21), endet. In dergleichen Individuen zeigen sich die übrigen Organe nur wenig oder auch gar nicht geändert. Wir haben es hier mit den Gebilden zu tun, von denen SWELLENGREBEL (62, 63) dargelegt hat, daß sie aus Volutin bestehen und wir stimmen ihm vollkommen bei, wenn er Stadien, die mit den von uns gefundenen übereinstimmen, auf eine mehr oder weniger weit vorgeschrittene Degeneration der Zellen zurückführt. Zu bemerken ist noch, daß in den mit anderen Farbstoffen tingierten Ausstrichen solche volutinkörnerenthaltenden Zellen selten oder nie gefunden werden.

Stellen wir alle künstlich abgeänderten und degenerierten Formen zur Seite, so ist die folgende Bilderreihe als die der Wahrheit am meisten entsprechende aufzufassen. Das homogene kompakte Caryosom wird aufgelockert und danach tritt aus dem nunmehr bläschenförmig aussehenden Innenkörper das von KÜHN und v. SCHUCKMANN als Randkörper bezeichnete Gebilde hervor (Fig. 7, 8, 22). Dieses teilt sich hantelförmig (Fig. 10, 23, 24). Eine deutliche Grenze zwischen Caryosom und Außenkern ist in den meisten Fällen in dieser Teilungsphase nicht mehr nachzuweisen. Das anwesende Chromatin bildet dann die Äquatorialplatte (Fig. 25—27), welche mitten zwischen den beiden meistens verbunden bleibenden Tochterrandkörpern liegt. Deutlich hervortretende Chromosomen sind nicht zu entdecken. Die Platte weist eine homogene Struktur auf. Sie

teilt sich (Fig. 28, 29), und wenn die beiden Tochterplatten auseinandergewichen sind, verbacken sie mit den sich an den Teilungspolen befindlichen Randkörpern (Fig. 29, 30). Wie Fig. 29 aufweist, ist der Randkörper zuvor manchmal bereits in eine Art hier gebildeter Außenchromatinkappe aufgenommen.

ALEXEIEFF's (2) Teilungsfiguren für *Herpetomonas* und *Trypanosoma* sind mit den hier gegebenen identisch.

An beiden Polen des Teilungsapparates findet nunmehr der Aufbau der neuen Kerne statt (Fig. 9, 11, 31, 34). Eine Scheidewand tritt auf (Fig. 35, 36) und die Trennung der beiden eben gebildeten Kerne vollzieht sich stufenweise (Fig. 12, 13, 15, 37). Einige Zeit später trifft man die Kerne eine gewisse Strecke voneinander entfernt im Zelleib an (Fig. 14, 24, 38, 39). Ausnahmsweise (Fig. 24) fangen diese Kerne sogleich von neuem sich zu teilen an, bevor sich noch das Individuum durch Zweiteilung vermehrt hat.

Bei der DELAFIELD-Färbung ist eine vollständige Reihe von Teilungsformen weitaus leichter zu finden als bei der vorigen Methode. Die Bilder sind überdies klarer und lassen sich unschwer zu einem bestimmten Schema zusammenstellen. Besonders die Austretung des Randkörpers aus dem Caryosom ist hier schön zu verfolgen (Fig. 7, 40—47). Ein feiner Faden verbindet den meist gegen den Kernrand verschobenen Randkörper mit dem immer mehr oder weniger exzentrisch gelegenen Caryosom (Fig. 41—46). Ein folgendes Stadium führt uns einen Kern vor, worin Caryosom und Randkörper getrennt sind (Fig. 47). Der Randkörper teilt sich (Fig. 48, 49). Die beiden Teilstücke wandern der Kernmembran entlang (Fig. 50—52) und stellen sich schließlich wie Centrosome an die Pole der Kernteilungsfigur auf (Fig. 53—56). Ein dünner Faden verbindet sie und fungiert möglicherweise als eine Art Spindel (Fig. 53—55). Der übrigbleibende Teil des Caryosoms verwandelt sich in eine Äquatorialplatte (Fig. 53—57). Zwei homogen gebaute Tochterplatten entstehen (Fig. 50—59), weichen auseinander und verbacken an den Polen der Kernspindel mit den dort bereits angelangten Randkörpern zu den neuen Caryosomen, welche meistens noch eine Zeitlang mittels des Zentralfadens des Kernteilungsapparates verbunden bleiben (Fig. 60, 61). Schließlich wird auch diese aufgelöst (Fig. 62, 63). Die Kernmembran schnürt sich darauf ein und ein Moment später bildet sich die Membran, welche beide Tochterkerne trennt (Fig. 64). Erst schmiegen sich die eben gebildeten Kerne noch aneinander (Fig. 65, 66), aber bald entfernen sie sich (Fig. 67—69).

Auf die Fig. 70 müssen wir schließlich noch aufmerksam machen.

Sie zeigt uns sehr schön, wie am Caryosom, das eine chromatische und eine achromatische Zone deutlich unterscheiden läßt, die Äquatorialplatte entsteht. Randkörper sind nicht zu sehen, liegen aber möglicherweise noch im Innern des Caryosoms eingesperrt. Diese Form kommt mit der von ROSENBUSCH (57) auf seiner Taf. 27 Fig. 61 für *Tr. equinum* abgebildeten Stadium am meisten überein.

Die HEIDENHAIN-Färbung schließt sich durchaus derjenigen mit Hämatoxylin DELAFIELD an. Sie ergibt uns nichts Neues, wie die Fig. 71—80 zeigen mögen.

Betreffs der Saffranin-Lichtgrün-Färbung ist zu bemerken, daß hier die Vorgänge im großen und ganzen mit den bei den obenbeschriebenen Methoden erlangten Befunden übereinstimmen. Die Fig. 81—100 genügen, um sich von dieser Tatsache zu überzeugen. Besondere Beachtung verdient, daß bei dieser Färbmethode offenbar nur die chromatischen Elemente des Kernes rotgefärbt werden, während der Rest grün bleibt. So kann man die rotgefärbte Äquatorialplatte deutlich von der grün tingierten Randkörperspindel unterscheiden.

Eine Besonderheit der Kernteilung, auf die wir oben schon aufmerksam machten, tritt hier deutlicher als sonst hervor; wir meinen die Auflockerung des Kernes beim Anfang der Teilung.

Das Caryosom zeigt nun das Bild eines roten Reifen, worüber eine zarte durchsichtige Membran ausgespannen ist (Fig. 82). Bei all diesen Vorgängen sehen wir die Sonderung der chromatischen von den achromatischen — will man lieber, der idiogenerativen von den lokomotorisch-generativen — Elementen des Kernes vor sich gehen. Eine strahlend-spindelförmige Figur, wie bei den echten Mitosen immer zu sehen ist, fanden wir nur ein einziges Mal einigermaßen angedeutet (Fig. 88). Unseres Erachtens darf man darum diesem Befund nicht zu großen Wert beilegen.

Wenn wir nun die ganze Kernteilung, wie sie sich bei den verschiedenen Farbmethode vortut, übersehen, so ergibt sich, daß sie sich zweifelsohne wie ein echter promitotischer Vorgang unter Bildung einer Art Teilungsspindel und einer deutlich umschriebenen Äquatorialplatte gestaltet. Gegenüber KÜHN und v. SCHUCKMANN (32), und DOFLEIN (11), der diesen Forschern bei seiner Schilderung der Trypanosomenkernteilung folgt, erweist sich die Teilung des Kernes von *Tr. brucei* als eine, die mit derjenigen HARTMANN's und NÖLLER's (20) für *Tryp. theileri*, KUSCZINSKY's (37) für *Tr. equiperdum* und *Tryp. lewisi*, ROSENBUSCH's (57) für *Tr. noctuae*, *Tr. lewisi* und *Tr. equinum* im wesentlichen übereinstimmt.

Von den anderen von ihnen genannten Trypanosomen, wie auch von *Tr. brucei* geben diese Verfasser zu wenig Abbildungen, um ohne weiteres den Analogieschluß mit den beschriebenen Arten zu gestatten. Eine „verkappte“ promitotische Teilung wie KUSCZINSKY (31) dies für *Tr. brucei* behauptet, ist der von uns beschriebene Vorgang jedenfalls nicht. Er gestaltet sich KUSCZINSKY's Voraussetzung gegenüber vollkommen wie eine echte, typische Promitose, wobei sich die lokomotorischen und generativen Kernkomponente gesondert teilen.

Es ist aber fraglich, ob, wie HARTMANN (17, 22) dies annimmt, die lokomotorischen und idiogenerativen Elemente des Kernes im Ruhekern schon deutlich gesondert und an bestimmte, präformierte Substanzen oder Körner gebunden, beisammen liegen. Wir unsererseits sind vielmehr geneigt zu glauben, daß im ruhenden Kerne die ihnen zusammenstellenden Elemente noch nicht in eine oder die andere Richtung differenziert sind und meinen, daß erst allmählich sich die Kerngrundsubstanz zu den die Teilungsfigur zusammenstellenden lokomotorischen und generativen Komponenten umbildet. Eine stetige Umwandlung zu und ein Austausch zwischen den Substanzen dieser Art in die der anderen, bleibt jedoch möglich und wir nehmen mit HARTMANN u. a. an, daß auch in den nach der Teilung neugebildeten Tochterkernen ein dauernder Stoffaustausch sowohl zwischen Caryosom und Außenkern, wie zwischen Kern und Plasma stattfindet. Ebenso unterliegen die Kernbestandteile einer fortwährenden Umbildung und Umgestaltung.

In diesem Zusammenhang kann man sich nicht genug für eine einseitige Deutung und Schematisierung der bei den Kernteilungen der Protozoen auftretenden Bilder hüten. Das Binden bestimmter Eigenschaften an gewisse morphologische Gebilde verdient u. E. Tadel.

Aus dieser Anschauung folgt von selbst, daß wir das Randkorn als ein Gebilde auffassen, das aus einer zuvor indifferenten Grundsubstanz des Kernes herausdifferenziert und nunmehr lokomotorisch geworden ist, während der Rest des Caryosoms sich zu einer idiogenerativen Äquatorialplatte, in der jedoch keine gesonderte Chromosomen zu finden sind, umbildet.

Wir könnten also bestätigen, daß die Bildung des Randkörpers bei *Tr. brucei* auf die von KUSCZINSKY (31) für *Trypanosoma equiperdum* beschriebene Weise stattfindet.

Die Kernteilung ist eine typisch-promitotische Teilung.

Und hiermit ist die bisher von ROSENBUSCH (57), KUSCZINSKY (31),

HARTMANN und NÖLLER (20) und wiederum von uns bei einer anderen Trypanosomenart gefundenen Kernteilung als ein bei allen zu dieser Gruppe gehörenden Tieren auftretender Vorgang, zu betrachten.

Das Caryosom ist ein homogenes Caryosom, aber es enthält offenbar am Anfang der Teilung chromatische wie achromatische Elemente.

4. Der Blepharoplast und seine Teilung.

In den mit GIEMSA gefärbten Präparaten ist der Blepharoplast sofort erkennbar als ein leuchtendrot tingiertes Körnchen oder Stäbchen von wechselnder Größe, das in die Längsachse des Zellleibes oder quer dazu liegt (Fig. 1 usw.). Bei dieser Farbmethode hätte es wenig Sinn nach der von vielen Forschern gefundenen Vakuole zu suchen. Diese liegt gewöhnlich gegen oder um den Blepharoplasten und deshalb betrachtet ein Teil der Beobachter sie als eine zum zweiten Kern oder Kinetonucleus gehörende Kernsaftzone, während ein anderer Teil sie als ein Kunstprodukt auffaßt. Einige Male fanden wir jedoch Andeutungen, daß in den mit Giemsa gefärbten Tieren ein derartiger Hof vorhanden war (Fig. 4, 24). Doch darf man bei trockenfixierten Ausstrichen, wenn es sich um Probleme wie das obengenannte Blepharoplast-Kinetonucleusproblem handelt, solchen Befunden keinen allzugroßen Wert beilegen. Was nun die am Blepharoplasten bei der Teilung vor sich gehenden Abänderungen und Umgestaltungen anbelangt, so bekamen wir den Eindruck, daß der ruhende Blepharoplast immer rundlich ist (Fig. 9) und erst am Anfang der Teilung ein mehr stabförmiges Äußeres bekommt (Fig. 2). Bisweilen (Fig. 24) sind ganz deutlich eine Anzahl feiner Fädchen, die zwischen dem Blepharoplasten und dem Basalkorn der Geißel ausgesponnen sind, zu entdecken. Auch in der Literatur gibt es eine Anzahl solcher Figuren, die anscheinend auf einen engen Zusammenhang zwischen den genannten Organen hinweisen.

Bei der nun stattfindenden Teilung schwillt der Blepharoplast auf und bekommt nachher eine mehr stabförmige Gestalt. Dieses Stäbchen verlängert sich immer mehr, in der Mitte entsteht öfters eine Einbiegung, so daß das Ganze v-förmig aussieht (Fig. 33). Die Beine der v werden durch die sich alsbald voneinander loslösenden Tochterblepharoplasten gebildet. Noch ein Moment verbindet sie ein dünner Faden, aber dann befreien sie sich ganz und sind einige Zeit später schon eine Strecke weit voneinander entfernt (Fig. 12, 38).

Dabei bleibt ein Blepharoplast an seiner ursprünglichen Stelle, während der andere in die Richtung des Vorderendes verschoben wird.

Die nach der DELAFIELD-Methode angefertigten Ausstriche gestatten es uns, schon tiefer in das Wesen des Blepharoplasten einzudringen. Eine Vakuole ist hier öfters sehr deutlich zu sehen (Fig. 41, 69, 112) und in der Mitte oder mehr nach dem Rande dieses hellen Hofes zu liegt der Blepharoplast oder seine beiden Teilprodukte (Fig. 62). Die Teilung vollzieht sich unter Einbiegung oder einfacher Durchschnürung des in die Länge ausgezogenen Stäbchens (Fig. 52, 60, 63, 109).

Die HEIDENHAIN-Färbung liefert uns nichts, was die beiden vorigen Methoden nicht schon hervorgebracht haben. Die Teilungsfiguren sind hier dieselben wie dort (Fig. 72, 73, 78).

Als besonders lehrreich erweisen sich die mit Saffranin-Lichtgrün gefärbten Präparate. Nicht immer war der Blepharoplast hier deutlich zu erkennen. Seine Kleinheit wird hieran wohl teilweise schuld sein. Besaßen ja alle Tiere aus den GIEMSA-Präparaten einen ziemlich großen, dem Kern öfters fast gleichkommenden Blepharoplasten; hier zeigt sich deutlich der merkliche Unterschied in Größe zwischen Kern und Blepharoplasten. MINCHIN (41, 42) hat auf den Belang dieser Tatsache zuerst hingewiesen. Wo sich der Blepharoplast aber auffinden läßt, finden wir immer, sobald wir auf diese Tatsache unsere Aufmerksamkeit richten, eine mit dem Blepharoplasten in innigstem Zusammenhang stehende Vakuole (Fig. 3, 113—128). Es stellt sich heraus, daß der Blepharoplast immer wie ein mehr oder weniger großes rotgefärbtes Korn an oder in der Wand eines Bläschens gelegen ist, und es hängt nur vom Stande des Tieres bei seiner Fixation ab, ob das genannte Gebilde oder seine Teilstücke am Rande oder in der Mitte des Bläschens zu sehen sind. Im letzten Falle wird das Bild eines Kernes vorgetäuscht.

Mehrere Male finden wir die obenbeschriebene v-förmige Teilungsfigur des Blepharoplasten, welche ZUPITZA (71) bei seiner Beschreibung des *Trypanosoma avium minus* Siegelringform nennt (Fig. 116, 119). Wie eine Art Spange umgreift der Blepharoplast das Bläschen. Anfangs noch durch einen feinen Faden verbunden (Fig. 113), trennen sich die Tochterblepharoplasten alsbald und gleiten nun an der Membran des Bläschens entlang (Fig. 114, 115). Schließlich wird das Bild mehr verschwommen. In der Fig. 117 ist zu sehen, wie sich das Bläschen allem Anschein nach durchschnürt und nun

zwei Tochterbläschen, ein jedes mit dem ihm zukommenden Blepharoplasten, gebildet werden (Fig. 119).

Wie sich aus den Fig. 118 u. 118 schließen läßt, entfernen sich nachher die neugebildeten Tochterblepharoplastbläschen voneinander. Die ganze lückenlose Teilungsserie des Blepharoplasten findet man in den Fig. 113—128.

In der Tatsache, daß der Blepharoplast sich färberisch wie der Kern verhält, besonders aber in den Eigentümlichkeiten, welche dieses Gebilde bezüglich Bau, Genese und Teilungsvorgang mit dem Hauptkerne gemein hat, meinen mehrere Beobachter (SCHAUDINN (58), v. PROWAZEK (50—52), HARTMANN (19—22) u. v. a.) einen Beweis für die Kernnatur des Blepharoplasten zu erblicken. Was erstgenanntes Argument betrifft, so sei nochmals betont, daß wir von dem Chemismus des Kernes, wie von allen im Protozoenleib vor sich gehenden Prozessen und von der Natur der den Körper dieser Tiere aufbauenden Substanzen viel zu wenig wissen, um solche fernreichende Schlüsse, wie sie die Blepharoplast-Kinetonucleushypothese in sich enthält, daraus zu ziehen.

Die weiteren wichtigeren Argumente verlangen jedoch eine eingehendere Betrachtung.

Die beschriebene mitotische Teilung des Blepharoplasten stellte sich als eine falsche Behauptung heraus. HARTMANN selbst hat dies durch seine mit NÜLLER (20) zusammen angestellten Versuche an *Tryp. theileri* bewiesen und wir konnten bei *Tryp. brucei* vollkommen bestätigen, daß sich hier die Teilung des Blepharoplasten ebenso gestaltet wie dort.

Die von ROSENBUSCH (57) beschriebene Teilung des Blepharoplasten beruht also offenbar, wie DOFLEIN (11) dies auch behauptet, auf bildlichen Täuschungen; bei einigen seiner Abbildungen ist möglicherweise an eine Verwechslung des zweiten, eben gebildeten Kernes mit dem Blepharoplasten zu denken, andere wiederum sind wohl auf Degenerationserscheinungen oder Kunstprodukte zurückzuführen.

Von der SCHAUDINN'schen Angabe in bezug auf das Entstehen von *Trypanosomen* aus *Halteridien*, und das hieran parallel laufende Hervorgehen des Blepharoplasten der *Trypanosomen* aus dem Hauptkerne der *Halteridium*-Ookineten hat sich u. E. als sehr wahrscheinlich herausgestellt (siehe z. B. die Beobachtungen ARAGAO's, WOODCOCK's (69, 70) und neuerdings diejenige von v. WASIELEWSKI und WÜLKER (66) u. a.), daß sie falsch war und auf der Beobachtung einer ungenügend durchforschten Mischinfektion beruhte.

Für die Annahme, daß der Blepharoplast ein zweiter, hauptsächlich lokomotorischer Kern oder Kinetonucleus sei, liegen also keine genügenden Gründe vor. Auch die Beobachtungen WERBITZKI'S (68) und KÜHN und v. SCHUCKMANN'S an blepharoplastlosen Stämmen sprechen für die Richtigkeit unserer Schlußfolgerung, daß der Blepharoplast kein zweiter Kern ist. Setzt ja der Begriff „Kern“ voraus, daß es sich um ein für das Leben der Zelle oder des Organismus unbedingt notwendiges und ihre (bzw. seine) Funktionen besonders die der Fortpflanzung und Zellteilung regulierendes Zentrum handelt.

Es fragt sich nun, wenn der Blepharoplast also gewiß keinen Kern vorstellt, welche Bedeutung haben wir dann diesem Körper für den *Trypanosomen* beizulegen. Bevor wir zur Lösung dieser Frage kommen, müssen die Teilungsvorgänge des Basalkornes und der Geißel kurz besprochen werden.

5. Basalkorn und Geißel.

Bei der Saffranin-Lichtgrünfärbung finden wir in Übereinstimmung mit HARTMANN und NÖLLER (20) nie ein Basalkorn in der Trypanosomenzelle. In den mit anderen Farbstoffen tingierten Präparaten jedoch lag dieses Körperchen dicht neben dem Blepharoplasten und wie wir schon oben bei der Schilderung des Blepharoplasten bemerkt haben, läßt sich öfters bei der GIEMSA-Färbung eine faserige Verbindung zwischen Blepharoplasten und Basalkorn auffinden (Fig. 24). Dieser Befund steht nicht allein. So meldet WENYON (67) für *Herpetomonas muscae domesticae*, daß dort das Basalkorn auf der Membran der Kinetonucleusbläschen liegt, siehe auch CHAGAS (8). Auch ZUPITZA (71) findet für ein Vögeltrypanosom ein ähnliches Verhalten der genannten Organe. KÜHN und v. SCHUCKMANN (32) hingegen geben für *Tryp. brucei* an, daß sie nie solch eine Verbindung gesehen haben.

Mit WENYON, ZUPITZA und anderen glauben wir, daß das Basalkorn auf oder in der Membran des Blepharoplastenbläschens gelegen ist, meistens an der dem Blepharoplasten gegenüberliegenden Seite (Fig. 3, 24, 41, 62, 69, 72, 83, 99). Das Basalkorn teilt sich selbständig und unabhängig vom Blepharoplasten (Fig. 14, 31, 39, 102), wie dessen Teilungsrhythmus unabhängig vom Kerne ist. Diese Teilung ist eine einfache Durchschnürung (Fig. 108, 109, 110), wie die des Blepharoplasten selbst. Das alte Basalkorn behält nun die ursprüngliche Geißel bei, während vom neugebildeten Basalkorn aus die neue Geißel durch Auswachsen gebildet wird (Fig. 5, 8, 12, 14, 16.

17, 20, 25, 26, 29, 102—105, 111, 112). Eine Spaltung der Geißel, wie dies mehrere Autoren, unter ihnen auch DORFLEIN (11), angeben, fanden wir nie. Bisweilen wird solch eine Spaltung vorgetäuscht dadurch, daß eine Fältelung der undulierenden Membran die beiden Geißeln scheinbar miteinander in Zusammenhang bringt (Fig. 25, 29).

Eine Tatsache ist nun noch zu erwähnen. Das Ende der auswachsenden Geißel weist mehrmals eine knospenförmige Verdickung auf (Fig. 38, 39, 104) und dieser Befund hat Autoren, wie SCHAUDINN z. B. veranlaßt, die Bildung der Geißel aus dem Basalkorn als eine Mitose resp. Centriolteilung aufzufassen. Auch diese Hypothese geht zurück auf die für *Halteridium noctuae* geschilderten Vorgänge, sowie auch ähnliche bei der Spermatogenese von Metazoen (MEVES, GROSS und viele andere Autoren), ferner der Spermienbildung von *Chara*; es kommt mir jedoch fraglich vor, ob die Vorgänge, welche sich im Zelleib dieser höheren Organismen abspielen, ohne weiteres mit den bei Protisten gefundenen Tatsachen sich vergleichen lassen. Einen festen Grund für diese Annahme liefern uns die Bilder, die bei *Trypanosoma brucei* auftreten, nie und auch aus der Literatur lassen sich schwerlich beweisende Argumente hierfür beibringen. Wir haben in dieser Erscheinung eine Dichteänderung des Plasmas infolge der hier stattfindenden Wachstumsvorgänge zu erblicken. Allmählich wächst die Geißel dann am Trypanosomenleibe entlang (Fig. 10, 24, 31, 38, 39); eine zweite undulierende Membran wird gebildet und schließlich haben wir ein nun meist stark verbreitetes Tier, das zwei vollkommen ausgebildete Geißeln und ebensoviele undulierende Membranen besitzt (Fig. 99). Selten finden wir multiple Teilungsstadien (Fig. 105—107). Nun fängt die Teilung des Plasmas an, bis zuletzt die beiden Tochtertrypanosomen nur noch durch eine schmale Brücke verbunden sind. Dann trennt sich auch diese Verbindung und die zwei Tiere schwimmen frei umher.

Unsere Beobachtungen über die Teilung des Basalkornes und die Neubildung der Geißel stimmen also vollkommen mit den schon mehrfach erwähnten Schilderungen HARTMANN'S und NÖLLER'S derselben Vorgänge bei *Trypanosoma theileri* überein. Auch die Befunde KUSCZINSKY'S bei *Tryp. equiperdum* weisen in dieselbe Richtung hin (siehe auch SCHAUDINN (50), v. PROWAZEK (51), ROSENBUSCH (57)).

Wie läßt sich nun, so wollen wir uns fragen, aus den gefundenen Tatsachen eine einigermaßen wahrscheinliche Erklärung über das Wesen des Blepharoplasten ableiten.

Wir stellen von vornherein fest, daß es nur bei einer Hypothese, der allerdings einige Wahrscheinlichkeit nicht abzuspochen ist,

bleiben muß. Solange wir noch nicht tiefer in die physiologischen Vorgänge, welche bei der Teilung im Körper der Trypanosomen stattfinden, durchzudringen vermögen, werden die hier behandelten Probleme wohl immer in einen mehr oder weniger dichten Schleier gehüllt bleiben.

Der Blepharoplast sei ein Stützorgan, meint DOFLEIN (11). Diese Möglichkeit wollen wir nicht anzweifeln, aber gewiß ist dies wohl nicht die einzige ihnen zukommende Funktion. Wir sehen in dem Blepharoplast-Basalkorn-Geißelapparat ein physiologisch wie morphologisch einheitliches Organ, dessen Komponenten in ihrer Wirkung aufs innigste miteinander in Zusammenhang stehen. Daß bei der Teilung die diesen Apparat aufbauenden Elemente sich einigermaßen unabhängig betragen, ist hierbei nicht von großer Wichtigkeit.

Die Tatsache jedoch, daß am Blepharoplastenbläschen das Basalkorn und der Blepharoplast, sei es indirekt, mittels der Bläschenhülle miteinander verbunden sind, ist für uns die Hauptsache. Die bei der GIEMSA-Färbung auftretenden feinen Fasern zwischen Blepharoplasten und Basalkorn führen wir zurück auf das bei dieser Trockenfixierung sich leicht einstellende Zusammenfallen des Bläschens, so daß künstlich eine direkte faserige Verbindung zwischen diesen beiden Körperchen vorgetäuscht wird. Auch könnte man an eine körnige Fällung des Farbstoffes in dem Bläschen denken. Unseres Erachtens ist also das Blepharoplastenbläschen mit der hieran verbundenen Geißel ein Ganzes. Auf diese Weise betrachtet folgt hieraus von selbst, daß die Hauptfunktion des Blepharoplastenbläschens eine die Bewegung der Geißel bedingende sein muß.

Nicht ein Kern, ein Kinetonucleus also, sondern ein Organell, das gereizt, immer aufs neue die Geißel zu neuen Bewegungen herausfordert. Man möchte an ein Sinneszentrum, nach dem rhythmische Impulse hinströmen, und das seinerseits die Geißel, mitsamt der undulierenden Membran in Bewegung zu halten bezweckt, denken. Ähnlich wirkende Organe gibt es in der Tierwelt mehrere, denke man z. B. an die statischen Organe der Quallen.

Wie sich Reiz, Rezeption und Erregung aneinanderketten, wie die Auslösung der Reize, welche die Geißel zu ihren Bewegungen veranlassen, stattfindet, entzieht sich jeder Beobachtung. Aber zweifelsohne gibt es bei diesen Tieren eine Sinnesrezeption, eine Überleitung der Erregung und eine hiermit in kausalem Zusammenhang stehende Auslösung der Bewegungen der undulierenden Membran. Die Beobachtungen PROWAZEK'S und BYLOFF'S über die Be-

wegungen der undulierenden Membran stehen hier mit in Einklang. So schreibt BYLOFF (7) S. 27:

„Bei aufmerksamer Beobachtung der Bewegung zeigt es sich, daß dieselbe stets in der Gegend des Blepharoplasten beginnt, um von hier gegen das Geißelende fortzulaufen. Die Bewegung nimmt ihren Anfang in Form von leichten Wellenbergen, um ungefähr im zweiten Drittel des Körpers die höchste Energie zu erreichen und hernach gegen das freie Ende nach Art der Bewegung eines Wimpels leise zu verklingen.“ „Ich folge hier der Schilderung PROWAZEK's, möchte derselben aber noch hinzufügen, daß mit dem Ausklingen in der Geißelspitze nicht die ganze Bewegung beendet ist, sondern sich vielmehr an diese Phase eine zweite anschließt, genau in der umgekehrten Richtung zur Geißelwurzel hin, um von da wieder zu beginnen. Dieses Spiel kann sich kontinuierlich fortsetzen oder es kann auch rhythmisch oder ganz unregelmäßig erfolgen und dann wohl auch gelegentlich die Welle wirklich bis zum Geißelende laufen.“

Auch aus anderen Gruppen der *Flagellaten* könnte man ohne Mühe für diese Annahme Argumente genug beibringen. Es genüge jedoch diese Auseinandersetzung. Daß bisweilen, wie bei den blepharoplastlosen Stämmen, der Blepharoplast fehlen kann, steht dieser Deutung nicht im Wege. Die bei diesen Stämmen vorgefundenen Verhältnisse sind noch sehr wenig erforscht worden und die Angaben hierüber nur spärlich. So ist wohl gewiß, daß das Blepharoplastkorn, oder das als solches benannte Stäbchen fortfallen kann, aber was mit dem Bläschen selbst geschieht, in oder auf dem dieses Korn gewöhnlich liegt, das finden wir nicht gemeldet. Allem Anscheine nach wird dies wohl bestehen bleiben, denn die Autoren, wie WERBITZKI (68) und KÜHN und v. SCHUCKMANN (32) geben an, daß nach einiger Zeit in diesen blepharoplastlosen Stämmen wieder Individuen aufgefunden werden, welche einen deutlichen Blepharoplasten aufweisen.

6. Involutionsformen.

Wir fanden diese Formen, von denen einige in den Fig. 124—128 wiedergegeben sind, bei den mit Saffranin-Lichtgrün gefärbten Präparaten. Sie ähneln ziemlich wohl den von v. PROWAZEK (51, bei derselben Parasitenart gefundenen Stadien. Eine Verschmelzung des auch hier bläschenförmigen Blepharoplasten mit dem Kerne fand sich aber nie vor. Ganz vereinzelt (Fig. 128) waren auch Individuen zu finden, die zwei Kerne besaßen, so daß eine Teilung dieser

Formen möglich zu sein scheint. Ihr seltenes Auftreten in den Präparaten macht es jedoch unwahrscheinlich, daß wir diesen Involutions- oder Dauerformen eine besondere Bedeutung für die Vermehrung der Individuen zuzuschreiben haben, wie z. B. den multiplen Vermehrungsformen von *Tr. lewisi* zukommt.

Sie stellen offenbar eine Anpassung an ihr Medium dar, oder müssen vielleicht auch als senile, alsbald zugrunde gehende Formen angesehen werden.

Nebenbei finden sich allerhand Übergangsformen zu den normalen Trypanosomen (Fig. 120—124).

Zusammenfassung der Resultate.

1. Die Teilung des Trypanosomenkernes ist eine promitotische Teilung unter Bildung einer typischen, aus lokomotorischen und generativen Elementen bestehenden Teilungsspindel.

2. Der Blepharoplast liegt an der Wand eines immer anwesenden Bläschens und teilt sich durch eine einfache Durchschnürung.

3. An oder in der Wand des Blepharoplastenbläschens ist das Basalkorn gelegen, das sich ebenfalls durch eine einfache Durchschnürung teilt.

4. Blepharoplast und Basalkorn besitzen nicht denselben Teilungsrhythmus; auch Blepharoplast und Kern weisen in dieser Hinsicht Unterschiede auf.

5. Der Blepharoplast stellt keinen zweiten lokomotorischen Kern dar, ist aber sehr wahrscheinlich als ein Sinneszentrum, das die Geißel zu seinen Bewegungen herausfordert, aufzufassen.

6. Überdies gibt das System Blepharoplast-Basalkorn-Geißel-undulierender Membran, das als ein einheitliches Organ zu betrachten ist, dem Trypanosomenkörper die ihm zukommende Festigkeit.

7. Die zweite Geißel entsteht immer durch Auswachsen aus dem neugebildeten Basalkorn.

8. Bisweilen findet man auch bei *Tr. brucei* die sogenannten „Involutionsformen“.

Amsterdam, 5. Juli 1918.

Literaturverzeichnis.

- 1) ALEXEIEFF, A. (1911): Haplomitose chez les Engléniens et dans d'autres groupes de Protozoaires. C. R. Soc. Biol. T. 71.
- 2) — (1912): Notes sur les Herpetomonadidae (Trypanosomidae DOFLIN 1911). Arch. de Zool. Exp. et gén. T. 9. Sér. 5. Notes et Revue p. 29.
- 3) BEHN, K. (1911): Gehen die bei Rindern kulturell nachweisbaren Flagellaten aus Trypanosomen hervor? Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh. Bd. 70. 1911.
- 4) BERLINER, E. (1909): Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. Bd. 15.
- 5) BOSCH, F. J. (1904): Recherches sur le structure et l'appareil nucléaire des Trypanosomes. Arch. f. Protistenk. Bd. 5.
- 6) BOUET, J.: Culture du Trypanosome de la grenouille. Tr. rotatorium Ann. de l'Institut Pasteur T. 20.
- 7) BYLOFF (1907): Studien über Trypanozoon lewisi und brucei. Sitz.-Ber. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math. Naturw. Klasse Bd. 116 Abt. 3.
- 8) CHAGAS, C. (1910): Über eine neue Trypanosomiasis des Menschen, Mem. Inst. Oswaldo Cruz. Bd. 1.
- 9) DOBELL, C. C. (1908): The structure and life-history of *Copromonas subtilis* n. g. et n. sp. Quart. Journ. of Micr. Sc. Vol. 52.
- 10) DOFLIN, FR. (1910): Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. VI.: Experimentelle Studien über die Trypanosomen des Frosches. Arch. f. Protistenk. Bd. 19.
- 11) — (1916): Lehrbuch der Protozoenkunde. 3. Aufl.
- 12) — (1916a): Studien zur Naturgeschichte der Protozoen VIII. *Pyxidicula operculata* Zool. Jahrb. Anat. Bd. 39.
- 13) EHRLICH (1909): Über die neuesten Ergebnisse auf dem Gebiete der Trypanosomenforschung. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. Bd. 13 Beih. 6.
- 14) FANTHAM, H. B. (1911): The life history of *Trypanosoma gambiense* and *Trypanosoma rhodesiense* as seen in rats and guinea pigs. Proc. from the Royal Society B. Vol. 83.
- 15) GONDER, R. (1910): *Trypanosoma vespertilionis*. Zentralbl. f. Bakt. Parasit usw. 1. Abt. Orig. Bd. 53.
- 16) HARTMANN, M. (1909): Studien über multiple Kernteilung und generative Chromidien bei Protozoa. Biol. Zentralbl. Bd. 29.
- 17) — (1911): Die Konstitution der Protistenkerne. Jena.
- 18) — (1916): Die Kernteilung von *Chlorogonium elongatum*. Sitz.-Ber. Ges. f. Naturf. Freunde zu Berlin.
- 19) HARTMANN, M. und JOLLOS, V. (1910): Die Flagellatenordnung „Binucleata“. Phylogenetische Entwicklung und systematische Einteilung der Blutprotozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 19.
- 20) — und NÖLLER, W. (1918): Untersuchungen über die Cytologie von *Trypanosoma theileri*. Arch. f. Protistenk. Bd. 38.
- 21) — und PROWAZEK, S. v. (1910): Blepharoplast, Caryosom und Centrosom. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.
- 22) — und SCHILLING, CL. (1917): Die pathogenen Protozoen. Lehrbuch. Berlin.
- 23) HINDLE, E. (1909): The life history of *Trypanosoma dimorphon* Dutton and Todd. University of California. Publications in Zoology. Vol. 6 No. 6.

- 24) v. JANICKI, C. (1911): Zur Kenntnis des Parabasalapparates bei parasitischen Flagellaten. Biol. Zentralbl. Bd. 31.
- 25) — (1912): Bemerkungen zum Kernteilungsvorgang bei Flagellaten, namentlich bei parasitischen Formen. Verh. Naturf. Ges. Basel. Bd. 23.
- 26) — (1915): Untersuchungen an parasitischen Flagellaten. 2. Teil. Die Gattungen *Devescovina*, *Parajoenia*, *Stephanonympha*, *Calonympha*. Über den Parabasalapparat, über Kernkonstitution und Kernteilung. Z. W. Z. Bd. 112.
- 27) JOLLOS, V. (1917): Untersuchungen zur Morphologie der Amöbenteilung. Arch. f. Protistenk. Bd. 37.
- 28) KEYSSELTZ, G. Generations- und Wirtswechsel von *Trypanoplasma borelli*. Arch. f. Protistenk. Bd. 7.
- 29) — (1910): Über die undulierende Membran bei Trypanosomen und Spirochäten. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.
- 30) KLEINE, F. K. und TAUTE, M. (1911): Trypanosomenstudien. Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamte Bd. 31.
- 31) KUSCZYNSKI, M. H. (1917): Über die Teilung der Trypanosomenzelle nebst Bemerkungen zur Organisation einiger nahestehender Flagellaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 38.
- 32) KÜHN, A. und v. SCHUCKMANN, W. (1912): Cytologische Studien an Trypanosomen. Zool. Jahrb. Festschr. 60. Geburtstag von W. SPENGLER, Bd. 15² Suppl.
- 33) LAVERAN, A. et MESNIL F. (1894): Trypanosomes et Trypanosomides. Paris 1894.
- 34) — — (1900): Sur le mode de multiplication du Trypanosome du rat. C. Rd. d. Soc. de Biol. 1900.
- 35) — — Sur le nature centrosomique du corpuscule chromatique posterieur des Trypanosomes. C. R. d. l. Soc. de Biol. 1901.
- 36) — — (1901/1902): Recherches morphologiques et expérimentales sur le trypanosome de Nagane et le trypanosome des rats. Annales de l'Institut Pasteur XV 1901, XVI 1902.
- 37) — — (1902): Des trypanosomes des Poissons. Arch. f. Protistenk. Bd. 1.
- 38) LEBEDEFF, W. (1910): Über *Trypanosoma rotatorium* GRUBY. Festschrift zum 60. Geburtstage RICHARD HERTWIG's Bd. 1.
- 39) MACHADO, A. (1911): Cytologische Untersuchungen über *Trypanosoma rotatorium* GRUBY Mem. do Inst. OSWALDO CRUZ T. 3.
- 40) MARTIN, C. H. (1910): Observations on *Trypanoplasma congeri* I. The division of the active form. Quart. Journ. of Mic. Sc. N. S. Vol. 55.
- 41) MINCHIN, E. A. (1908): Trypanosomes of the tse-tse flies and other Diptera. Quart. Journ. of Mic. Sc. Vol. 52.
- 42) — (1909): Observations on the flagellates Parasites in the blood of fresh water fishes Proc. Zool. Soc. 1909.
- 43) — and WOODBOCK, H. M. (1910): Observations on certain blood parasites of Fishes occurring et Rovigno. Quart. Journ. of Mic. Sc. Vol. 55.
- 44) SALVIN-MOORE, J. E. and BREINL, A. (1908): The life history of *Tr. equiperdum*. Proc. Roy. Soc, Vol. 80.
- 45) — — (1909/10): The cytology of the Trypanosomes I and II. Ann. of trop. Med. and parasit. Vol. 1 u. Vol. 2.

- 46) NÖLLER, W. (1917): Blut- und Insektenflagellatenzüchtung auf Platten. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. Bd. 21.
- 47) PETRIE, G. F. (1905): Observations relating to the structure and geographical distribution of certain trypanosomes. Journ. of Hygiene Vol. 5.
- 48) PLEHN, M. (1903): *Trypanoplasma cyprini* n. sp. Arch. f. Protistenk. Vol. 3.
- 49) PORTER, A. (1910): The life cycle of *Herpetomonas jaculum* found in the blood of gold fish. Parasitology Vol. 2.
- 50) PROWAZEK, S. v. (1904): Die Entwicklung von *Herpetomonas*, einem mit den *Trypanosomen* verwandten Flagellaten. Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt Bd. 20.
- 51) — (1906): Studien über Säugetiertrypanosomen I. Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt Bd. 22.
- 52) — (1909): Kritische Bemerkungen zum *Trypanosomen*problem. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. Bd. 13 Nr. 10.
- 53) — (1912): Handbuch der pathogenen Protozoen I 1912. Pathogene *Trypanosomen* von M. MAYER.
- 54) PLIMMER, H. G. and BRADFORD, A. (1899): Vorläufige Notiz über die Morphologie und Verbreitung des in der Tse-tse-Krankheit gefundenen Parasiten. Zentralbl. f. Bakt. Paras. usw. Bd. 26 1. Abt.
- 55) RABINOWITSCH, L. und KEMPER, W. (1899). Beitrag zur Kenntnis der Blutparasiten speziell der Rattentrypanosomen. Zeitschr. f. Hyg. Bd. 30.
- 56) ROBERTSON, M. (1911): Transmission of Flagellates living in the blood of certain fresh water fishes. Phil. Trans. of the Royal Soc. London. Ser. B. Vol. 202.
- 57) ROSENBUSCH, F. (1909): *Trypanosomen*studien. Arch. f. Protistenk. Bd. 15.
- 58) SCHAUDINN, FR. (1904): Generations- und Wirtswechsel bei *Trypanosomen* und Spirochäten. Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt Bd. 20.
- 59) SCHÜSSLER, H. (1917): Cytologische und entwicklungsgeschichtliche Protozoenstudien. Arch. f. Protistenk. Bd. 38.
- 60) SENN, G. (1902): Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse von den flagellaten Blutparasiten. Arch. f. Protistenk. Bd. 1.
- 61) — und v. WASIELEWSKI (1900): Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten des Rattenblutes. Zeitschr. f. Hyg. und Infektionskrankh. Bd. 35.
- 62) SLUYTER, C. PH. en SWELLENGREBEL, N. H. (1912): De dierlyke parasieten van den mensch en van onze huisdieren.
- 63) SWELLENGREBEL, N. H. (1911): Présence de *Trypanosomes* chez les bovidés en Hollande. Bull. d. l. Soc. de Path. Exotique T. 4 No. 8.
- 64) THOMSON, J. D. (1908): Cultivation of the *Trypanosome* found in the blood of goldfish. Journal of Hygiene Vol. 8.
- 65) WASIELEWSKI, TH. v. und KÜHN, A. Untersuchungen über Bau und Teilung des Amöbenkernes. Zool. Jahrb. Abt. Anat. u. Ontogenie Bd. 38.
- 66) — und WÜLKER, G. (1918): Die Hämoproteusinfektion des Turmfalken. Arch. f. Schiffs- und Tropenhyg. Bd. 22 Beih. 2.
- 67) WENYON, C. M. (1913): Observations on *Herpetomonas muscae domesticae* and some allied flagellates. Arch. f. Protistenk. Bd. 31.
- 68) WERBITZKI, F. W. (1910): Über blepharoplastlose *Trypanosomen* Vol. 53. Zentralbl. f. Bakt. Paras. usw. Abt. 1. Orig. Bd. 53.
- 69) WOODCOCK, H. M. (1906): A review of presenz knowledge relating to the *Trypanosomes* and allied forms. Quart. Journ. of Mic. Sc. Vol. 50.

- 70) WOODCOCK, H. M. (1914): Studies on Avian Haemoprotozoa III observations on the develop ment of *Trypanosoma noctnae* of the little owl in *Culex pipiens* with remarks on the other parasites occurring. Quart. Journ. of Micr. Sc. Vol. 60 1914.
- 71) ZUPITZA, M. (1909): Beitrag zur Kenntnis der Vogel- und Fischtrypanosomen Kameruns. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. Bd. 13 Beih. 3.

Tafelerklärung.

Tafel 13 u. 14.

Öl. Imm. $\frac{1}{11}$, Leitz. Ap. 1,03. Tubuslänge 154 mm. Komp. oc. 12.

Tafel 13.

- Fig. 1—8. Bau des Ruhekernelnes.
Fig. 1, 2, 4, 5, 8. GIEMSA-Färbung.
Fig. 3. Saffranin-Lichtgrün.
Fig. 6, 7. DELAFIELD's Hämatoxylin.
Fig. 9—100. Die Kernteilung.
Fig. 9—39. GIEMSA-Färbung.
Fig. 16—21. Kerndegeneration.
Fig. 22—39. Kernteilungsserie.
Fig. 40—70. DELAFIELD's Hämatoxylin.
Fig. 40—47. Die Bildung des Randkörpers.
Fig. 48—52. Die Teilung des Randkörpers.
Fig. 53—56. Die Bildung der Äquatorialplatte.
Fig. 57—59. Die Bildung der Tochterplatten.
Fig. 60—68. Die Bildung der Tochterkerne.

Tafel 14.

- Fig. 69. Die Bildung der Tochterkerne.
Fig. 70. Die Bildung der Äquatorialplatte.
Fig. 71—80. HEIDENHAIN's Hämatoxylin. Kernteilungsserie.
Fig. 81—100. Saffranin-Lichtgrün. Kernteilungsserie.
Fig. 83—87. Bildung und Teilung des Randkörpers.
Fig. 86—95. Bildung und Teilung der Äquatorialplatte.
Fig. 96—101. Kerneubildung.
Fig. 109, 112—119. Die Teilung des Blepharoplasten.
Fig. 109, 112. DELAFIELD's Hämatoxylin.
Fig. 113—119. Saffranin-Lichtgrün.
Fig. 102—112. Basalkorn und Geißel.
Fig. 102—107. GIEMSA-Färbung. Geißelneubildung.
Fig. 107. Multiple Teilung.
Fig. 108—112. DELAFIELD's Hämatoxylin.
Fig. 120—128. Involutions- und Übergangsformen. Saffranin-Lichtgrün.
Fig. 120—123. Übergangsformen.
Fig. 124—128. Involutionsformen.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Über Kernveränderungen bei *Actinosphaerium* in Hunger- und Encystierungskulturen.

Von
Caroline Speeth.

(Hierzu Tafel 15 u. 16 und 5 Textfiguren.)

1. Physiologischer Zustand einer Kultur in Beziehung zur Encystierungsfähigkeit.

a) Literatur.

Wie HERTWIG (1898) zum erstenmal erwähnte und später (1904) eingehender ausführte, ist der physiologische Zustand einer *Actinosphaerium*-Kultur zu verschiedenen Zeiten nicht immer derselbe. Perioden intensiver Futteraufnahme und infolgedessen reichlicher Vermehrung wechseln ab mit Tagen und Wochen, wo die Tiere trotz genügend vorhandener Nahrung nichts zu sich nehmen und die Vermehrung stillsteht. Solche Zustände wurden von HERTWIG auch bei *Paramaecium* und *Dileptus gigas* beobachtet, desgleichen bei *Paramaecium* auch von CALKINS (1902) und von letzterem mit dem treffenden Namen „Depressionszustände“ bezeichnet. Nach solchen Perioden des Niedergangs können sich die Kulturen wieder erholen. Folgen sich aber die Depressionen zu rasch und sind sie zu stark, so gehen die Kulturen schließlich zugrunde.

HERTWIG erklärt das Eintreten solcher freiwilliger Hungerperioden, die auch in der Natur vorkommen, in folgender Weise: Durch sehr reiche Fütterung findet eine Verschiebung der „Kern-Plasma-Relation“ zugunsten des Kerns statt, indem durch die langandauernde starke Funktion sich die Kernsubstanz auf Kosten des

Plasmas vermehrt. Das Verhältnis der beiden muß deshalb nach solchen Perioden eine Umregulierung durchmachen, damit das Tier wieder funktionsfähig wird. Das geschieht bei *Actinosphaerium* durch Chromidienbildung.

Dieselben zyklischen Veränderungen im Zustand ihrer *Actinosphaerium*-Kulturen wie HERTWIG beobachteten HOWARD (1908), MACKINNON (1908), BOISSEVAIN (1909) und BOROWSKY (1910). Letzterer stellte als durchschnittliche Dauer einer Vermehrungsperiode 2—2 1/2 Monate fest. Während der Depression soll der größte Teil der Tiere durch Encystierung und Absterben verschwinden, ein etwaiger Rest sich nach 5—6 Tagen wieder erholen.

BOROWSKY vermutet als Grund für das Eintreten einer Depression eine Vergiftung, hervorgerufen durch die Stoffwechselprodukte der dauernd gleichen Nahrung. Ihm gelang es zwar nicht, den direkten Nachweis zu führen, daß durch Futterwechsel eine Auffrischung des Materials erzielt werden kann. Dagegen hatte z. B. schon CALKINS (1903) bei seinen Versuchen mit *Paramaecium caudatum* gefunden, daß einige seiner Kulturen, die sich in schwerer Depression befanden, gerettet werden konnten, indem ihnen statt der gewohnten Heuinfusion Fleischextrakt als Nahrung gegeben wurde. Auch ENRIQUES (1907) vermutet, daß die Depressionserscheinungen in Protozoenkulturen eine Folge der Vergiftung durch Stoffwechselprodukte darstellen.

In Verfolgung dieser Anschauung gelang es WOODRUFF (WOODRUFF and ERDMANN 1914) durch sorgfältigste Kulturführung, tägliche Isolierung der geteilten Tiere und Überführung in frische Kulturflüssigkeit, eine *Paramaecien*-Kultur unter Ausschluß von Konjugation bis zur 4500. Generation zu züchten, ohne daß sie Degenerationserscheinungen zeigte. Dagegen fanden er und ERDMANN auch unter diesen Umständen zeitweise Abnahme der Teilungsfrequenz, die stets zusammenging mit einer völligen Reorganisation des Kernapparats, der „Endomyxis“. Sie nannten diese Schwankungen „rhythms“ und glaubten, daß sie wahrscheinlich identisch seien mit den minor¹⁾ depression periods von HERTWIG und CALKINS. Für ihre Ursache hielten sie innere Gründe, dieselben, die auch die Konjugation herbeiführten.

Dem gegenüber zeigte dann JOLLOS (1916), daß auch der Vorgang der „Endomyxis“, von ihm als „diploide Parthenogenese“ bezeichnet, jederzeit durch äußere Einwirkung, durch Unterlassen der

¹⁾ Im Original fettgedruckt.

täglichen Isolierung der Tiere und Überführen in höhere Temperatur, durch Zusatz von stark verdünntem Ammoniakwasser und durch Einführung von schädigenden Bakterien ausgelöst werden kann. Ferner gelang es ihm, nachzuweisen, daß auch in den nach WOODRUFF'S Methode geführten Kulturen das Auftreten der Parthenogenese und damit der „Rhythmus“ bedingt ist durch äußere Faktoren, sich summierende Einwirkungen der Kulturbedingungen, leichte Temperaturschwankungen u. dgl. Dabei lehnte er aber einen gewissen Einfluß der erblichen Konstitution, also innerer Bedingungen, nicht völlig ab.

Über den Zusammenhang zwischen dem physiologischen Zustand einer Kultur und ihrer Encystierungsfähigkeit gibt HERTWIG (1904) folgende Beobachtungen bei der Entwicklung seiner später hyperchromatisch gewordenen Kultur: Das Ausgangsmaterial bildeten Tiere, die die Zeit der Riesenkernbildung¹⁾ überstanden hatten, mit äußerst zahlreichen, sehr kleinen Kernen. Sie encystierten sich gut. Dann trat durch starke Fütterung Umregulierung der Kern-Plasma-Relation ein, indem die Kerne bei gleichbleibend übergroßer Zahl normale Größe annahmen. Während dieser Periode erfolgte keine Encystierung. Auf sie kam in der Stammkultur eine Zeit auf- und abschwankender Fütterungsintensität, die mit dem Untergang abschloß, wobei es neben der schon vorhandenen Hyperplasie zu starker Hypertrophie der Kerne kam. Während dieses letzten Abschnitts encystierten sich die *Actinosphaerien* anfangs gut, später starben die meisten während des Versuchs unter Sequesterbildung (Ausstoßung kernreicher Plasmapartien) ab.

Nach MACKINNON'S Untersuchungen (1908) geht eine beginnende Depression in der Futterkultur Hand in Hand mit einer Verminderung der Encystierungsfähigkeit; beide sind bedingt dadurch, daß ein Übergewicht des Kerns über das Plasma eingetreten ist, das in letzterem Fall die Kernzahlreduktion erschwert. BOISSEVAIN (1909) fand sogar, daß während der Depressionsperioden, auch so-

¹⁾ In der betreffenden Kultur hatte eine tiefe Depression damit abgeschlossen, daß bei den meisten Tieren eine enorme Vergrößerung einzelner Kerne unter Auflösung der übrigen eintrat. Dabei konnten sich echte chromatinfreie Nucleoli bilden, die unter riesigem Wachstum fast den ganzen übrigen Kerninhalt verdrängten (nucleolare Riesenkerne), oder es konnte ohne Sonderung die Vergrößerung die gesamte Chromatinrosette und auch das Reticulum ergreifen (chromatische Riesenkerne). Die von der Erscheinung befallenen Tiere gingen zugrunde, wobei die chromatischen und zum Teil die nucleolaren Riesenkerne sich schon vorher auflösten. Meist wurden letztere aber ausgestoßen.

lange ihr Material noch nicht degeneriert war, Encystierungsversuche ohne Erfolg blieben.

Ich habe nun neuerdings über *Actinosphaerium* gearbeitet. Meine eigentliche Aufgabe waren histologische Untersuchungen. Dabei möchte ich aber auch einiges über den Verlauf meiner einzelnen Kulturen und ihre Encystierungsfähigkeit mitteilen.

Ich habe drei Futterkulturen mit verschiedenem Ausgangsmaterial geführt, die ich A, B und C nennen will.

b) Kultur A.

Das Material zu der Kultur A stammte aus dem Possenhofener Weiher. Die *Actinosphaerien* waren schon etwa einen Monat in Gläsern des Instituts gezüchtet worden, als ich am 20. Oktober 1917 mit meinen Untersuchungen begann. Um stets reichliches Material zur Verfügung zu haben, legte Herr Geheimrat HERTWIG von ihnen eine Stammkultur an. Darin vermehrten sich die Tiere unter täglichem Wasserwechsel und Fütterung mit *Stentoren* zunächst so stark, daß Herr Geheimrat ohne Schaden alle 2–3 Tage 100–200 Stück herausfischen konnte. Diese gab er mir, und ich verwandte sie dann teils sofort zu Encystierungskulturen, teils legte ich Futterkulturen in folgender Weise an: Ich benutzte aufeinandergeschliffene Uhrschälchen von 7–8 cm Durchmesser, deren Ränder zum luftdichten Abschluß mit Vaseline bestrichen wurden um das Eindringen von Pilzsporen und Bakterien möglichst zu verhindern.

Jedes Schälchen wurde mit etwa 100 Tieren besetzt. Das Wasser wechselte ich alle 1–2 Tage, und zwar benutzte ich Leitungswasser. Da das Münchener Wasser aber sehr „hart“ ist, mußte erst durch Kochen der lösliche doppeltkohlensäure Kalk unter Vertreibung der Kohlensäure in neutrales Calciumkarbonat übergeführt werden, das dann ausfällt und durch Filtrieren entfernt werden kann. Danach war es aber nötig, das Wasser mit Hilfe des Durchlüftungsapparates wieder lufthaltig zu machen.

Als Nahrung verwandte ich *Stentoren*, die in besonderen Bechergläsern gezüchtet und den Futterkulturen in der Weise zugesetzt wurden, daß stets ein Überschuß vorhanden war.

Bis Mitte Januar konnte ich keine Veränderung in der Beschaffenheit des Materials wahrnehmen. Die Tiere fütterten mit ziemlich gleichmäßiger Intensität und vermehrten sich so stark, daß ich ebenfalls aus einer Futterkultur alle 2–3 Tage 100–200 Stück herausnehmen konnte. Diese Periode ungestörter Vermehrung und

Nahrungsaufnahme währte also etwa 3 Monate, während BOROWSKY (1910) bei seinen Futterkulturen eine durchschnittliche Dauer derselben von 2—2½ Monaten gefunden hatte.

Gegen Mitte Januar trat zum erstenmal eine Depression auf, die etwa drei Wochen dauerte. Die *Actinosphaerien*, die im Verlauf der vorhergehenden Periode durchweg sehr klein geworden waren, fütterten während dieser Zeit nur schwach und vermehrten sich so langsam, daß man 1—1½ Wochen brauchte, um den gleichen Überschuß zu Encystierungsversuchen zu erhalten wie früher in 2 bis 3 Tagen.

Vom 7. Februar 1918 ab machte sich dann, zusammengehend mit reichlicherer Nahrungsaufnahme, eine Neigung zur Plasmogamie bemerkbar. Es bildeten sich riesige Plasmodien, deren größter Durchmesser etwa 1,2 cm betrug. Nach einer Woche gingen die Plasmodien wieder in Einzeltiere auseinander oder es trat innigere Verschmelzung zu großen, kugeligen *Actinosphaerien* ein. Vielleicht hat also hier die vorausgegangene starke Verkleinerung den Anlaß zur Plasmogamie gegeben, da die Tiere vorher Schwierigkeiten gehabt haben mochten, die Stentoren zu fangen und zu verdauen.

Die Besserung hielt aber nicht lange stand. Mitte Februar trat eine erneute tiefe Depression ein. Im Laufe des März erholten sich zwar die Tiere wieder und vermehrten sich von neuem, eine noch stärkere Depression brachte Anfang April die Kultur zum Aussterben. —

Das Bild des Verlaufes der Kultur A wird ergänzt durch das Verhalten der abgezweigten Encystierungskulturen. Diese wurden in genau derselben Weise angesetzt, wie ich es von den Futterkulturen beschrieben habe, mit der einzigen Ausnahme, daß bei ihnen keine *Stentoren* dazugegeben wurden. Auch hier wurde das Wasser alle 1—2 Tage gewechselt.

Während der bis Mitte Januar dauernden Periode stärkster Vermehrung der Futterkultur encystierte sich von den in futterfreies Wasser gebrachten *Actinosphaerien* stets der größte Teil innerhalb weniger Tage. Und zwar konnte man stets zwei Sorten von Cysten unterscheiden, zwischen denen sich wohl auch Übergänge fanden. Bekanntlich verläuft ja die Encystierung von *Actinosphaerium* in der Weise, daß eine Muttercyste sich in eine Anzahl von Tochtercysten teilt und diese je zwei Sekundärcysten bilden, welche, nachdem sie einen Reifungsprozeß durchgemacht haben, wieder verschmelzen zu Konjugationscysten. In letzteren tritt nach einiger Zeit eine Zu-

rückziehung des Plasmas von der Cystenhülle ein, wonach dieses eine besondere „Dottermembran“ abscheidet.

Die einen der beiden erwähnten Cystenarten, die weitaus die Mehrzahl darstellten, bildeten untereinander verschiedene aber doch normal große Konjugationscysten, während die anderen, die Zwergcysten, die zunächst viel seltener waren, aus 1—4 äußerst kleinen Konjugationscysten bestanden, die eine stark bräunliche Verfärbung zeigten. So betrug bei zwei aus derselben Kultur stammenden, am gleichen Tag abgetöteten Exemplaren der mittlere Durchmesser der Hülle der Einzelcysten 87μ und 52μ . — Auch HERTWIG (1904) erwähnt im Anfang seiner später hyperchromatisch gewordenen Kultur das Auftreten solcher zwei Arten von Cysten.

Drittens gab es in jeder Kultur stets noch sehr kleine Tiere, bei denen keine Encystierung eintrat, sondern die schließlich verhungerten. Ein abgetötetes Exemplar, das nicht zu den kleinsten gehörte, besaß z. B. einen Durchmesser von 100μ . Die Hungertiere zeigten locker verteilte, bei auffallendem Licht weiße, bei durchfallendem schwärzliche Anhäufungen, besonders in der Rinde, und bräunliche Flecke in der Marksicht. Diese Verfärbungen und die bei denselben Tieren auftretenden Veränderungen des Kernapparats fanden sich in der gleichen Weise und in verstärktem Maße bei den Hungertieren meiner Kultur B, weshalb ich sie erst später erörtern will, wenn ich diese bespreche.

Wie ich oben angegeben habe, waren die Mitte Januar in die erste Depressionsperiode eintretenden *Actinosphaerien* meiner Kultur A im Durchschnitt sehr klein. Sie encystierten sich zwar auch in der folgenden Zeit noch stets zum größten Teil, verloren aber diese Fähigkeit in der letzten Depression, die zum Aussterben der Kultur führte. Aber ich konnte feststellen, daß die Muttercysten im Verhältnis zu ihrer geringen Größe zu viel Tochtercysten bildeten. Das zeigte sich darin, daß das Volumen der Konjugationscysten gegen früher eine Verringerung erfahren hatte. Bei 8 Ende Oktober abgetöteten Konjugationscysten betrug der mittlere Durchmesser der äußeren Umhüllung der Einzelcysten 85μ , bei 8 Anfang Februar fixierten 62μ . Er hatte also etwa im Verhältnis 4:3, das Volumen in dem von 64:27 abgenommen. Der Protoplasmakörper maß Ende Oktober 59μ , Anfang Februar 43μ . Also auch hier ist die Verminderung größer wie 4:3 bzw. 64:27.

(Gemessen wurden die beidemal in Pikrin-Essigsäure abgetöteten, mit Borax-Karmin gefärbten und mit salzsaurem Alkohol differenzierten Tiere im Glycerin. Zum Vergleich wählte ich die Konju-

gationscysten, bei denen schon eine Zurückziehung des Plasmakörpers von der Hülle stattgefunden hatte.)

Die späteren Cysten zeigten auch sonst Spuren von Entartung. Der Protoplasmakörper war nicht mehr stets kugelig, sondern oft ellipsoid- oder bohnenförmig und dann innerhalb des Hohlraums der Konjugationscysten excentrisch gelegen. In vielen Fällen zeigten sich außer den Einzelcysten innerhalb der Gallerthülle noch schaumige Massen, die wohl aus nicht verbrauchtem Protoplasma bestanden.

Auch HERTWIG (1904) fand eine Abnahme der Cystengröße bei fortgesetzter Kultur. Bei seinem hyperchromatisch gewordenen Material war der Durchmesser der Primärcysten von 84μ auf $52,5 \mu$ im Durchschnitt zurückgegangen. Das Volumen hatte sich demnach auf $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$ vermindert, noch weit stärker als bei den Konjugationscysten meiner Kultur A. HERTWIG fand dafür die Erklärung in der Feststellung, daß sich die relative Kernzahl seiner *Actinosphaerien* gegen früher stark vermehrt hatte. Auch bei meinen Kulturen war wohl der Grund für die Abnahme der Cystengröße eine Kernhyperplasie, die ich bei den zu gleicher Zeit abgetöteten nicht encystierten Tieren feststellen konnte.

Durch frühere Untersuchungen hat es sich ferner herausgestellt, daß eine ähnliche Wirkung wie durch lang andauernde Kultur auch durch tiefe Temperaturen erzeugt werden kann. SMITH (1903) hatte nämlich in seinen Kältekulturen eine relative Verminderung der Cystengröße und Vergrößerung der Zahl der von einer Muttercyste gebildeten Tochtercysten gegenüber seinen Wärmekulturen festgestellt. Seine Resultate wurden von MACKINNON (1908) bestätigt. Auch BOISSEvain (1909) kam, soweit ihr anormales Material es zuließ, zu dem gleichen Ergebnis. Wenn aber auch der Erfolg der Kälteeinwirkung der gleiche ist wie der fortgesetzter Kultur, so dürfte doch der Grund im ersten Fall eher in einer schwächeren Kernzahlreduktion zu finden sein und nicht in einer Vermehrung der Kernzahl der freien Tiere wie im zweiten.

c) Kultur B.

Ein in bezug auf die Encystierung völlig verschiedenes, im übrigen ziemlich ähnliches Bild lieferte der Verlauf meiner Futterkultur B. Ich begann sie mit 8 *Actinosphaerien*, die ich am 23. April aus einem Teich bei Stockdorf geholt hatte. Die Kultur wurde ganz in der oben beschriebenen Weise angesetzt und geführt. Als ich die Tiere holte, waren sie ohne jede Spur von Nahrung und nahmen

auch in den ersten Tagen kein Futter an. Erst nach und nach setzten Nahrungsaufnahme und Vermehrung langsam ein. Das allmähliche Ansteigen der Zahl wird durch folgende Tabelle veranschaulicht:

23. April	8 Tiere
25. "	8 "
27. "	10 "
29. "	12 "
1. Mai	24 "
6. "	150 "
7. "	250 "

Am 7. Mai setzte ich die erste Hungerkultur in der bei meinen A-Encystierungskulturen beschriebenen Weise an, wobei ich das Wasser alle 2—3 Tage wechselte. Sie blieb, ebenso wie alle folgenden, von denen die letzte am 18. Juni angesetzt wurde, in bezug auf Encystierung ohne Erfolg.

In der Futterkultur vermehrten sich die Tiere weiter sehr stark und wurden dabei im Durchschnitt immer kleiner. Auch hier bereitete die geringe Größe wahrscheinlich Schwierigkeiten bei der Nahrungsaufnahme, denn vom 14. Mai ab begannen die Tiere, miteinander zu verschmelzen.

Einige der gebildeten Plasmodien brachte ich in nahrungsfreies Wasser und beobachtete sie mit besonderem Interesse, da ein Zusammenhang zwischen Plasmogamie und Encystierung zwar noch nie bewiesen ist aber oft vermutet wird, so von SCHAUDINN in dessen Referat über HERTWIG's Arbeit (1898) und auf diese Anregung hin von HERTWIG (1898) selbst. Aber auch in dieser Hungerkultur fand eine Encystierung nicht statt, sondern die verschmolzenen Tiere trennten sich wieder und verkleinerten sich weiter durch Teilung. Über ihre Veränderung während des allmählichen Verhungerns werde ich später berichten.

Bei den Futtertieren dauerte die Verschmelzungstendenz, verbunden mit besonders starker Fütterung, über 14 Tage. Noch am 28. Mai konnte ich unregelmäßig gelppte Plasmodien feststellen.

Nach weiteren acht Tagen hatte sich das Bild vollkommen gewandelt. Die *Actinosphaerien* hatten fast völlig aufgehört zu fressen und auch ihre Vermehrung eingestellt. Die Depression trat bei ihnen also schon nach $1\frac{1}{2}$ Monaten ein, nach halb so langer Zeit wie in Kultur A.

Man konnte zwei Sorten von Tieren unterscheiden, zwischen denen sich auch Übergänge fanden. Die einen waren klein, etwa

100—150 μ im Durchmesser. Sie besaßen zum großen Teil keine scharfe Trennung mehr in Mark und Rinde und keine Pseudopodien. Die meisten von ihnen gingen in den nächsten Tagen zugrunde.

Die zweite Sorte von *Actinosphaerien* war 250—300 μ groß im Durchmesser. Bei ihnen war die Trennung zwischen Mark und Rinde deutlich, die Pseudopodien zeigten gute Ausbildung. Die so beschaffenen Tiere allein fraßen in den nächsten Tagen, vermehrten sich aber nicht. Am 19. Juni begann ich, statt mit *Stentor*, mit *Paramaecium* zu füttern. Dies hatte aber auch keinen Einfluß auf die Vermehrung. Am 21. Juni kamen durch Versehen fremde *Actinosphaerien* in die Kultur. sie kommt also von da ab nicht mehr in Betracht. Sie starb übrigens auch bald aus, wobei 3 Cysten gebildet wurden. Höchstwahrscheinlich stammten diese Cysten eben von den eingeschleppten Tieren; denn es hatte sich ja, wie ich oben schon bemerkt habe, bei diesem Material in keiner einzigen Hungerkultur Cystenbildung vorgefunden.

d) Kultur C.

Bei der dritten Kultur (C) schlug ich ein anderes Verfahren ein wie bei den beiden ersten (A u. B). Das Material zu ihr stammte aus dem Possenhofener Weiher und war in Bechergläsern des Instituts gehalten worden. Als ich die Zucht übernahm, ließ ich die Tiere in einem Becherglase und setzte nur von Zeit zu Zeit *Stentoren* zu. Die Verhältnisse waren also den im allgemeinen in der Natur vorliegenden ziemlich ähnlich. Während der ganzen Zeit, in der ich mit den Tieren arbeitete, vom 1. Mai bis 8. Juli, fielen sie mir auf durch ihr gutes Aussehen. Sie waren ziemlich gleichmäßig groß, etwa 400—500 μ im Durchmesser und zeigten deutlich Mark und Rindenschicht sowie gut ausgebildete Pseudopodien. Nahrungskörper wiesen diese *Actinosphaerien*, wenn sie zu Hungerkulturen herausgefischt wurden, stets nur in geringer Zahl auf. Infolge der mäßigen Futteraufnahme war auch ihre Vermehrung nicht sehr stark.

Dagegen encystierten sie sich in allen Hungerkulturen stets ausgezeichnet. Allerdings konnte man allmählich eine gewisse Abnahme in der Schnelligkeit der Encystierung wahrnehmen. Am 1. Mai und am 28. Mai in reines Wasser gebrachte *Actinosphaerien* hatten schon innerhalb von 5 Tagen sämtlich Muttercysten gebildet. Bei einer am 17. Juni angesetzten Kultur dauerte es schon 8 Tage, bis alle mit der Encystierung begonnen hatten. In einem am 21. Juni mit 20 Tieren besetzten Uhrsälchen hatten am 30. Juni, also nach 9 Tagen, erst 18 Tiere Muttercysten gebildet, und es

währte bis zum 8. Juli, also 17 Tage, ehe die zwei Nachzügler sich encystiert hatten. Merkwürdigerweise ging die Verzögerung zusammen mit einer Neigung zur Plasmogamie, die sich in der dritten Hungerkultur entwickelt hatte und hier also sogar etwas ungünstig auf die Encystierung einwirkte. Allerdings ist es auch möglich, daß beide Erscheinungen durch einen dritten Faktor bedingt sind.

2. Einfluß von Kälte und Wärme auf die Encystierungskulturen.

Um auch den Einfluß von verschiedenen hohen Temperaturen auf die Encystierungsfähigkeit der *Actinosphaerien* kennen zu lernen, setzte ich von dem sehr reichlichen Material meiner Kultur A auch Kälte- und Wärmekulturen zur Encystierung an. Als Temperaturen wählte ich 8 und 22°, später 15 und 25°.

Dabei machte ich die Beobachtung, daß sowohl in der Kälte wie in der Wärme die Hungertiere sich vor dem Eintritt in die Encystierungsperiode noch in der Richtung weiter entwickelten, die bei der Futterkultur gerade die herrschende war. Befand diese sich gerade in starker Vermehrung, so teilten sich auch die Hungertiere noch 1—2 mal, ehe sie begannen, sich zu encystieren, und zwar, was ja wohl auch sonst die Regel ist, nicht alle, sondern nur der größte Teil, während der Rest ungeteilt die ursprüngliche Größe beibehielt. Setzte aber in der Futterkultur gerade eine Periode der Verschmelzung ein, so zeigten auch die Hungertiere eine Neigung zur Plasmogamie. Interessant ist nun, daß Temperaturunterschiede auf diese beiden Tendenzen in entgegengesetzter Weise einwirkten, wie ich im folgenden zeigen werde.

Die Teilungen verliefen nämlich in der Wärme bedeutend rascher als in der Kälte. Als Beispiel mögen einige Daten folgen von zwei Kulturen, die am 20. November mit je 75 möglichst gleichwertigen Tieren besetzt worden waren.

Zahl der Tiere am:

	28. Nov.	29. Nov.	30. Nov.	1. Dez.	3. Dez.	7. Dez.
21°—22°	75	150	240	Encystierung		
8°—9°	75	88	130	140	Encyst.

In den zwei Tagen vom 28.—30. November hatten sich also die *Actinosphaerien* bei 21°—22° auf $1\frac{6}{5}$, bei 8°—9° auf $\frac{8}{5}$ — $\frac{9}{5}$ der ursprünglichen Zahl vermehrt, also bei 13° Unterschied in der Wärme

fast doppelt so stark wie in der Kälte. Das stimmt gut mit dem Resultat überein, das BOROWSKY (1910) für Futterkulturen fand. Er stellte nämlich eine Verdoppelung der Vermehrungsrate bei einer Temperaturdifferenz von 9° fest. Der Umstand, daß bei meinen Tieren zur Erzielung des gleichen Effekts der Gradunterschied größer sein mußte, hängt wahrscheinlich damit zusammen, daß BOROWSKY'S Angaben sich auf Futter-, meine auf Hungertiere beziehen und sich in der Wärme der Hunger als Hemmnis der Vermehrung wohl früher fühlbar macht als in der Kälte.

Bei anderen Protozoen soll nach DOFLEIN (1916) bei einem Temperaturunterschied von 10° eine doppelt so starke Vermehrung erfolgen. Als Erklärung kann das VAN'T HOFF'sche Gesetz herangezogen werden, wonach chemische Prozesse bei einer gewissen Temperatur doppelt bis dreimal so rasch verlaufen wie bei einer um 10° niedrigeren.

Im Gegensatz dazu macht sich dagegen eine bestehende Neigung zur Verschmelzung bei tiefer Temperatur in viel stärkerem Maße bemerkbar als bei hoher. Als ich am 11. Februar Tiere, bei denen eine solche bestand, in 11° und 18° — 19° brachte, zeigte sich in der Kälte eine weit ausgedehntere Plasmodienbildung als in der Wärme. In ersterer waren fast sämtliche Tiere in Plasmogamie begriffen. Es waren Plasmodien bis zu $\frac{1}{2}$ cm größtem Durchmesser entstanden. Dabei war das Entoplasma häufig noch getrennt, die Pseudopodien wohl ausgebildet. Es zeigten sich überhaupt alle Stadien beginnender Verschmelzung, so daß Zählungen sich nicht recht durchführen ließen.

Als am 12. Februar die Temperatur von 10° auf 15° — 16° und von 18° — 19° auf 25° erhöht wurde, waren am 13. Februar in der kühler gehaltenen Kultur noch zahlreiche Plasmogamien vorhanden, an denen bis zu 6 Tieren beteiligt schienen, während in der, die der größeren Wärme ausgesetzt war, sich nur noch etwa 8 Plasmodien fanden, die je aus höchstens 3 Einzeltieren bestanden. Daneben freilich zeigten beide Kulturen eine nicht bestimmbare Zahl größerer, durch völlige Verschmelzung entstandener Einzeltiere.

Der Grund, weshalb in der Kälte Plasmogamie einen so viel größeren Umfang annimmt als in der Wärme, liegt meiner Ansicht nach mehr auf physikalischem Gebiet. Wahrscheinlich spielt die bei tieferer Temperatur größere Kohäsionskraft und größere Viskosität des Plasmas eine gewisse Rolle. Vielleicht läßt sich damit auch eine andere Tatsache erklären. Bei Teilungstendenz ist nämlich die Vermehrung nicht nur in gleichen Zeiten in der Kälte viel

schwächer als in der Wärme, sondern auch bis zum Beginn der Encystierung, der bei tieferer Temperatur erst viel später eintritt, wächst die Zahl der Kältetiere lange nicht in dem Maße wie die der Wärmetiere.

Über die Verzögerung des Eintritts der Encystierung durch tiefe Temperatur liegen schon einige Angaben vor. SMITH (1903) stellte als erster die Tatsache fest. MACKINNON (1908) fand, daß sich *Actinosphaerien* nach 48 Stunden encystierten, wenn man sie als Hungerkultur unter 25° brachte, dagegen bei 10° 4—5 Tage brauchten, bis der gleiche Vorgang eintrat.

Auch in meinen Kulturen fand sich durchweg bei hoher Temperatur eine Beschleunigung, bei tiefer eine Verzögerung des Encystierungsbeginns.

So hatten sich von zwei am 12. November angesetzten Kulturen bei 22° schon am 15. November 3 Muttercysten gebildet, während bei 8° sich solche erst am 23. November zeigten, also 8 Tage später.

War der Temperaturunterschied kleiner, so war auch die Verzögerung der Encystierung geringer. Betrug die Differenz z. B. nicht 14° wie im vorhergehenden Fall, sondern nur 10° ($t_1 = 25^\circ$, $t_2 = 15^\circ$), so begann bei 15° die Encystierung nach 5 Tagen, bei 25° schon nach 2 Tagen, also nur 3 Tage früher.

Durch plötzliche Temperaturerhöhung konnte die Encystierung unmittelbar ausgelöst werden. So waren am 28. November eine 22°-Kultur und eine 8°-Kultur angesetzt worden. Bei ersterer begann die Encystierung am 30. November, die Kältetiere zeigten dagegen noch am 3. Dezember keine Vorbereitungen dazu. Ich brachte dann die eine Hälfte von ihnen in 22°, während ich die andere unter 8° beließ. Schon am folgenden Tag, dem 4. Dezember waren unter den in Wärme übergeführten Tieren 8 Muttercysten, während von den in der Kälte verbliebenen *Actinosphaerien* erst am 7. Dezember 3 Exemplare Zeichen beginnender Encystierung aufwiesen.

So tritt also ein enger Zusammenhang zwischen Temperatur und Zeitpunkt des Encystierungsbeginns zutage. Auch hier kann das VAN'T HOFF'sche Gesetz wieder zur Erklärung herangezogen werden. Denn es ist klar, daß, wenn die chemischen Vorgänge, die die Assimilation der aufgenommenen Nahrung bewirken, bei höherer Temperatur rascher ablaufen, bei dieser auch eher Hunger eintreten muß und dadurch die Encystierung früher ausgelöst werden muß.

Was die relative Zahl der überhaupt auftretenden Encystierungen betrifft, so fand BOISSEVAIN (1909) bei ihrem Material, das allerdings vorher eine schwere Depression durchgemacht hatte, in der Wärme

(22°) durchweg zahlreichere und weiter durchgeführte Encystierungen als in der Kälte (9°). Dagegen konnte MACKINNON (1908) bei ihrem auch nicht mehr ganz normalen Material einen durchgehenden Unterschied nicht bemerken. Die Encystierung verlief in manchen Fällen besser in der Wärme, in anderen besser in der Kälte.

Ich konnte im allgemeinen in dem Prozentsatz der Tiere, die sich bei verschiedenen Temperaturen encystierten, keine durchgehenden Schwankungen bemerken. Nur ganz gegen Ende meiner Futterkultur A fand es sich, daß die schon stark degenerierten Tiere eine Temperatur von 25° nicht mehr aushielten, sondern abstarben, während sie sich bei 15° noch zum Teil encystierten.

3. Vorgänge beim Verhungern der Actinosphären.

Wie ich schon oben bemerkt habe, encystierte sich von dem aus meiner Futterkultur A stammenden Material stets nur ein Teil der Tiere bei Encystierungsversuchen, während ich von den *Actinosphaerien* der Stammkultur B überhaupt keine Cysten erhalten konnte. Ich will nun im Folgenden zeigen, welche Veränderungen beim allmählichen Verhungern mit denjenigen Tieren vor sich gingen, bei denen eine Encystierung nicht eintrat.

Ich werde zunächst die Veränderungen in den Hungerkulturen der Zucht B schildern, da ich dort ja das reichste Material von Hungertieren zur Verfügung hatte. Übrigens zeigten auch die aus der Futterkultur A stammenden verhungerten *Actinosphaerien* zum Teil große Ähnlichkeit mit den aus Kultur B hervorgegangenen.

BOROWSKY (1910) fand, daß in seinen Hungerkulturen die *Actinosphaerien* noch etwa 14—18 Tage leben konnten. In meinen dauerte es meist etwas länger, gewöhnlich etwa drei Wochen, bis alle Tiere zugrunde gegangen waren.

Wie ich oben schon für das Hungermaterial von Kultur A bemerkt habe, zeigten auch die Kultur B entstammenden Hungertiere unter der Lupe bei auffallendem Licht weiße, bei durchfallendem schwärzliche Flecke in der Rinde und bräunliche Verfärbungen vor allem in der Marksicht. Die schwärzlichen Flecke traten am meisten hervor etwa am 11. Hungertag und wurden später wieder kleiner. Wenig auffällig sind sie auch schon bei Futtertieren vorhanden. Unter dem Mikroskop erkannte man, daß sie aus Träubchen stark lichtbrechender Körnchen bestanden, von denen sich ein Teil losgelöst hatte und in lebhaft tanzender Molekularbewegung die ganze Rindenvakuole erfüllte. Hie und da lagen auch kleine

Stäbchen dazwischen und mit einzelnen Körnchen auch in den Vakuolenwänden. An den Stäbchen sowie an den Träubchen konnte man eine bräunliche Tönung wahrnehmen. Ein Bild der Anordnung der Körnchen gibt Textfig. A. Nur sind hier sicher die einzelnen



Textfig. A. Anordnung der „Exkretkörnchen“ (nach dem lebenden Tier).
Gez. mit Oc. 8, Obj. 7 auf Objektischhöhe.

Teilchen etwas zu groß gezeichnet, da sich, eben wegen ihrer dauernden Bewegung, ihre wirkliche Größe nicht feststellen ließ.

Brachte man ein Tier zum Platzen, so behielten die einzelnen Körnchen ihre tanzende Bewegung bei, das ruhende Träubchen in der Mitte wurde als fester Brocken ausgestoßen. Das war ja auch nach der Theorie der „BROWN'schen Bewegungen“, um die es sich doch offenbar hier handelt, nicht anders zu erwarten; denn nach dieser entsteht das Tanzen der Partikelchen durch Stöße infolge der unsichtbaren Molekularbewegung der Flüssigkeit in der Vakuole (WARBURG 1912); ihre Bewegungen hängen nur von der mittleren kinetischen Energie der Flüssigkeitsmolekel, also von der Temperatur ab und haben nichts mit dem Leben des Tieres zu tun.

Die Körnchen, die man ja wegen des Merkmals der BROWN'schen Bewegung leicht identifizieren kann, wurden zum erstenmal von F. E. SCHULTZE (1874) beobachtet, desgl. von BÜTSCHLI (1880—82) und von BOROWSKY (1910) eingehender beschrieben. Er nennt sie „Exkretkörnchen“, da er meint, daß sie durch Verdauung der Nahrung (bei Futtertieren), des Reservematerials und schließlich des Protoplasmas gebildet werden.

Seine Beschreibung von Anordnung und Aussehen deckt sich mit meinen Befunden. Er fand sie am auffallendsten am 13.—14. Hungertag. BOROWSKY stellte auch fest, was ich bestätigen kann, daß sich die Körnchen in Säuren und Basen auflösen, so daß man sie an Präparaten nur erhält, wenn man bis zuletzt nur neutrale Flüssigkeiten anwendet.

Diese „Exkretkörnchen“ identifiziert BOROWSKY nun mit den Pigmentkörnchen, welche HERTWIG (1904) bei *Actinosphaerium* be-

schrieben hat. Von ihnen gibt HERTWIG an, daß sie durch Umbildung chromatischer Substanz entstehen. Er konnte sie stets auch in mit Pikrinessigsäure abgetöteten und mit Boraxkarmin gefärbten Tieren nachweisen. HOWARD (1908), dessen Arbeit BOROWSKY nicht zu kennen scheint, konnte bei *Actinosphaerium* sogar Bildung von Pigmentkörnchen im Innern von Kernen beobachten. Mir ist es deshalb unverständlich, wie BOROWSKY die Pigmentkörnchen mit den „Exkretkörnchen“ gleichsetzen kann. Gemeinsam ist beiden doch nur die dunkle Färbung, wobei aber die „Exkretkörnchen“ durch ihre starke Lichtbrechung viel schwärzer erscheinen als das braune Pigment, und das bei den Pigmentkörnchen nur häufige Vorkommen in der Rindenschicht. Dagegen ist ein Unterscheidungsmerkmal für die „Exkretkörnchen“ die Bewegung und für die Pigmentkörnchen die Tatsache, daß sie in den zur Fixierung benützten Säuren und basischen Färbemitteln unlöslich sind.

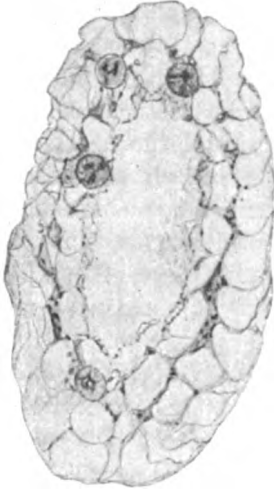
Ich werde später zeigen, daß die bräunlichen Verfärbungen, die außer den „Exkretkörnchen“-flecken noch an Hungertieren wahrzunehmen sind, von Pigmentbildung herrühren.

Vorher seien aber die übrigen Veränderungen dargestellt, die sich am Körper der *Actinosphaerien* durch Hunger vollziehen. Während auf frühen Stadien die Tiere licht und durchsichtig erscheinen, entwickelt sich nach und nach eine besonders grobe Vakuolisierung. Später treten stark lichtbrechende Körnchenansammlungen im Innern auf, die bedeutend größer sind als die „Exkretkörnchen“. Zugleich bilden sich die Pseudopodien zurück und schließlich haben wir nur noch einen großblasigen Vakuolenklumpen, im Innern von körniger Masse erfüllt.

Untersuchen wir die Tiere auf Schnitten, so fällt zunächst auf, daß sich das Endoplasma von Ectoplasma kaum mehr unterscheidet. Beide sind gleich grob vakuolisiert. Auf späteren Stadien finden wir dann im Innern der Marksicht einen Zerfallsraum. Als ich diese Tatsache zum erstenmal bemerkte, glaubte ich zuerst, eine übrig gebliebene Nahrungsvakuole vor mir zu haben, so sehr machten die kollabierten und zum Teil in Körner zerfallenen Massen des Protoplasmas den Eindruck halbverdauter Nahrungssubstanz. Es erschien mir allerdings seltsam, daß ein *Actinosphaerium* noch am 5. Hungertag Futterreste in sich enthalten sollte.

Später stellte ich dann fest, daß ganz allgemein sich im Verlauf des Hungerns ein von innen nach außen fortschreitender Zerfall des Protoplasmas einstellt. Am häufigsten erhielt ich Bilder, in denen die Rinde mit den anschließenden Markpartien und den darin

liegenden Kernen noch wohl erhalten war, während das Innere schon zerfallen und mehr oder weniger mit körniger Masse erfüllt schien (Textfig. B). Die von mir nach ihrem Aussehen im Leben als Vakuolenklumpen bezeichneten Tiere dagegen zeigten auf Schnitten nur noch einen von dünner, stark färbbarer Rindenschicht umgebenen Körnerhaufen, in dem Kerne in allen Stadien der Degeneration lagen.



Textfig. B.

Textfig. B.

Schnitt durch ein Hungertier mit zentralem Zerfallsraum und Chromidienbildung. Gez. bei ZEISS hom. Immers. 2 mm, Comp.-Oc. 2, Tubuslänge 16 cm, auf Objektischhöhe.

Sehr gut mit diesen Befunden stimmt überein, daß auf späten Hungerstadien die Behandlung der Tiere etwas schwierig wird. Viele platzen schon beim Herausfischen, andere lösen sich während der Fixierung und Färbung auf. Außerdem erhielt ich in der Pikrinessigsäure, der Osmiumsäure oder dem Alkohol öfter die Ausscheidung einer gallertartigen Masse, die sich in lange Fäden ziehen ließ und in der nachher im Präparat mehrere Tiere zusammen eingebettet lagen. Ich vermute, daß sie sich in dem Zerfallsraum gebildet hatte.

HERTWIG (1904) beschreibt bei seinen aus der Riesenkernkultur ¹⁾ entstandenen kleinkernigen *Actinosphaerien* ein schließliches Zugrundegehen, indem die Tiere platzten und einen Teil der Marksubstanz entleerten, so daß im Innern nur schwache Körnerhaufen zurückblieben, bis kurz darauf das ganze Tier einging. Ein solches Verhalten setzt eigentlich die von mir geschilderten Vorgänge voraus.

BOROWSKY (1910) fand wie ich bei seinen Hungertieren als erste Veränderung eine gleich grobe Vakuolisierung von Rinde und Mark. Auf späteren Stadien dagegen beschreibt er nicht das Auftreten eines Zerfallsraumes, sondern einer Riesenvakuole, die von feinen Plasmafäden durchzogen ist.

In vollständigem Gegensatz aber stehen meine Befunde zu denen BOROWSKY's in bezug auf die Veränderungen des Kernapparates.

¹⁾ Siehe Anmerkung S. 5.

BOROWSKY beschreibt als einziges Verhalten der Kerne bei Hungertieren Verschmelzung. Dabei soll ein kleines Anwachsen der Kerngröße von 13–18 μ auf 17–21 μ Durchmesser eintreten. Das ergibt im Durchschnitt nur eine Vergrößerung des Volumens auf das 1,8fache [19³:15^{1/2}]. Es erscheint daher unverständlich, wie die auffallend geringe Kernzahl zustande kommt, die BOROWSKY bei seinen Hungertieren beobachtet hat [höchstens 17–20].

Mit den Angaben über das Schicksal der Kerne stellt sich BOROWSKY im Gegensatz zu HERTWIG, der (1902 u. 04) bei Hungertieren Auflösung vieler bis sämtlicher Kerne zu Chromidien beschrieben hatte. Eine solche hat BOROWSKY nie beobachtet. Bei meinen Hungertieren dagegen erfolgte eine Reduktion der Kernzahl ganz in der von HERTWIG angegebenen Weise.

Kernverschmelzung konnte ich dagegen in meinen Präparaten nie feststellen. Ich erhielt wohl hie und da Bilder, die auf eine solche hinzuweisen schienen. Bei genauerer Untersuchung stellte es sich aber immer heraus, daß es sich um nahe bei- oder übereinanderliegende Kerne handelte und die beiderseitigen Membranen völlig erhalten waren.

Dagegen fand ich Kernauflösung und Degeneration in mannigfaltiger Weise. Zunächst mögen aber einige Angaben über die Kernverhältnisse der Futterkultur (B) folgen, aus der die Hungerkulturen abgezweigt waren. Schon bei den Futtertieren fiel es auf, daß die Kerne, im Durchschnitt schon ziemlich klein (7,5 μ), untereinander noch so starke Größenunterschiede aufwiesen. Die größeren waren äußerst chromatinreich und daher intensiv gefärbt. Die meisten kleineren dagegen erschienen licht und vakuolisiert. Auch zeigten sich bei den Futtertieren schon Fälle, wo die Kernmembran aufgelöst war, und andere, wo Chromatin ins Plasma übertrat.

Viel besser konnte man aber diese Vorgänge bei Präparaten von mit Pikrinessigsäure abgetöteten und mit Boraxkarmin gefärbten Hungertieren beobachten. Es stellte sich dabei heraus, daß die Kerne nach und nach zerfallen und das Chromatin ins Plasma übertritt. Man erhält dabei Bilder, bei denen die Membran noch wohl erhalten ist und nur an einigen Stellen geplatzt erscheint (Fig. 1). Oft ist sie aber auch nur noch auf einer Seite vorhanden, auf der anderen haben die Chromatinpartikelchen schon begonnen, in das umgebende Plasma einzuwandern (Fig. 2). Schließlich kann man nur noch an der besonders starken Häufung chromatisch färbbarer Teilchen an einer Stelle erkennen, daß dort früher einmal ein Kern gewesen war (Fig. 1). Fig. 5 zeigt ein ganz besonders auffallendes Bild von

Anhäufung größerer und feinerer Chromatinteilchen, ein richtiges Chromatinnest, in einem ausgezogenen Zipfel eines Tieres. Es ist sicher durch Zerfall mehrerer Kerne entstanden.

Oft geht aber auch der Prozeß in der Weise vor sich, daß die Membran sich nicht auflöst, sondern durch sie hindurch das Chromatin ins Plasma tritt. Als eine diesen Vorgang vorbereitende Verlagerung des Chromatins möchte ich Bilder deuten, wie ich sie bei den meisten, sonst noch wohl erhaltenen Kernen zweier Tiere erhielt. Bei ihnen saßen rings auf den kugeligen Nucleoli lauter kleine Chromatinkügelchen wie Beeren auf Stielchen. Der Kern wird dann, wie sich durch Vergleiche ergibt, immer schwächer färbbar (Fig. 3). Schließlich bleibt nur ein Gerüsthafen übrig (Fig. 4).

Die ins Plasma übergetretenen Chromatinteile stellen dann die „Chromidien“ dar. Diese wurden ja von HERTWIG (1902) zum erstenmal bei *Actinosphaerium* beobachtet. Er beschrieb sie (1902 u. 1904) so: „Feine oder gröbere Körner, oder Stäbchen oder dreieckige oder schwach verästelte Körperchen, die sich genau färben wie die Substanz des Amphinucleolus. Sie bestehen auch unzweifelhaft aus einem Gemisch von Chromatin und Nucleolarsubstanz“ (1904 S. 308). Meine Befunde stimmen mit dieser Schilderung vollkommen überein.

Der morphologischen Ähnlichkeit der Chromidien von *Actinosphaerium* mit dem Chromidialnetz der *Thalamophoren* gegenüber betonte HERTWIG schon 1904, daß es sich in beiden Fällen physiologisch nicht um Gleichwertiges handle. Das Chromidialnetz der *Thalamophoren* sei der Hauptsitz der funktionellen Tätigkeit der Kernsubstanz, könne daher auch Ausgangspunkt für die Bildung neuer Kerne werden. Die Chromidien des *Actinosphaerium* schienen ihm dagegen vorwiegend „überschüssige, aus dem Kern heraustretende und ohne weitere Funktion zugrunde gehende Teile“ zu sein wie die Chromidien der Eizellen.

Etwas anders faßt GOLDSCHMIDT (1905) den Gegensatz, wenn er die „vegetativen“ Chromidien des *Actinosphaerium* den „generativen“ der *Thalamophoren* gegenüberstellt und erstere zu dem Macronucleus, letztere zu dem Micronucleus der Infusorien in Parallele setzt.

Die Bildung der Chromidien geschieht, wie ich oben schon erwähnt habe, nach HERTWIG's Befunden derart, daß durch Auflösung der Membran die chromatische Substanz ins Plasma übertritt. Das kann in so starkem Maße erfolgen, daß alle Kerne zugrunde gehen und man reine „Chromidialtiere“ erhält, wie sie HERTWIG öfters in hungernden, selten in überfütterten Kulturen angetroffen hat (1904). Die andere, von mir auch beobachtete Art der Chromidienbildung,

Durchtritt von Chromatin durch die wohlerhaltene Membran, wurde von HOWARD (1908) bei seinen degenerierenden Futtertieren neben den ersten auch gefunden.

In bezug auf die Anordnung der Chromidien gibt HERTWIG (1904) an, daß sie in den Maschen der Vakuolenwände liegen, reichlicher im Mark als in der Rinde, wo sie ganz fehlen können. Ich fand fast nie Chromidien in der Rinde, sondern diese war auf meinen Präparaten meist völlig farblos oder schwach gelblich getönt. Dagegen konnte ich eine Konzentration der Chromidien an der Grenze zwischen Rinde und Markschrift wahrnehmen. Es erscheint stets auf Schnitten ein richtiger Ring von besonders großen und besonders dicht liegenden Chromatinbrocken (Textfig. B). Das ist auch eigentlich zu erwarten; denn in der Zone zwischen Ecto- und Entoplasma liegen ja gerade die Kerne, durch deren Zerfall die Chromidien entstehen. Nach dem Innern zu werden diese dann immer feinkörniger, bis eine Diffusfärbung des auf solchen Stadien meist schon zerfallenen Inhalts resultiert.

Es beginnt dann auch allmählich die Umwandlung der frei gewordenen Chromatinmassen in Pigment. Für *Actinosphaerium* ist diese von HERTWIG (1904), HOWARD (1908) und BOISSEVAIN (1909) eingehend beschrieben worden. Ich kann ihre Befunde nur bestätigen. Auf dieser Pigmentbildung beruht die schon im Leben beobachtete bräunliche Verfärbung der Hungertiere. Daß diese nicht mit den durch die „Exkretkörnchen“ hervorgerufenen schwärzlichen Flecken identisch ist, wie BOROWSKY (1910) meint, habe ich bei Besprechung derselben schon gezeigt. Auch ich fand die schon von HERTWIG beschriebene Ausstoßung zerfallener Plasmapartien, gefüllt mit Chromidien, Pigment und geschrumpften, chromatinarm gewordenen Kernen (Fig. 6).

Eine Umbildung von Kernsubstanz in Pigment ist auch sonst nichts Seltenes. So beschreibt z. B. POPOFF (1912) bei Degeneration von *Euglypha alveolata* eine Umbildung der im Plasma liegenden Chromidien in bräunliches Pigment und sogar eine entsprechende Verfärbung der noch im Kerne befindlichen Chromatinreste.

Auch ist der Vorgang in keiner Weise auf Protozoen beschränkt. Es sei hier nur RÖSSLE'S Arbeit über den Pigmentierungsvorgang im Melanosarkom (1904) erwähnt, worin er zeigt, wie im Entwicklungsgang der für das Melanosarkom spezifischen Chromatophore eine Umwandlung des Chromatins in Nucleolarsubstanz stattfindet, diese dann aus dem Kern austritt und zu bräunlich-schwärzlichem Pigment wird.

Bisher erfolgte die Schilderung der Kernverhältnisse bei Hungertieren nach mit Pikrinessigsäure fixierten und mit Boraxkarmin gefärbten Präparaten. Beschränkung auf Pikrinessigsäurefixierung verhindert, daß man eine etwa durch Osmiumsäure eintretende Bräunung als Pigment ansieht. Und nur bei Färbung mit Boraxkarmin kann man mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit entscheiden, ob man Chromatin vor sich hat oder nicht, während Eisenhämatoxylin ungünstig ist, da sich mit ihm, was man bei Nachfärbung gut beobachten kann, außer den Chromidien noch alle möglichen Partikelchen dunkel färben. —

Die Tiere hatten sich in der oben beschriebenen Weise etwa während der ersten 8 Hungertage entwickelt. Die zerfallenden Kerne lagen durchweg noch im wohl erhaltenen Protoplasma, der Zerfallsraum in der Markschrift begann erst allmählich aufzutreten.

Die weiteren Vorgänge möchte ich an der Hand von mit Safranin-Lichtgrün gefärbten Präparaten schildern, weil man durch die Doppelfärbung einen besseren Einblick in die nun auftretenden Verhältnisse bekommt. Als Fixierungsmittel wurde hier FLEMMING'sche Lösung angewandt.

Bei einem wohl erhaltenen Kern (Fig. 10) zeigt sich nach Safranin-Lichtgrün-Behandlung das Kernnetz hellgrün gefärbt, aber kräftiger als die Strukturelemente des Protoplasmas. Der Kernsaft scheint eine ganz schwache Tönung anzunehmen. Leuchtend hellrot färbt sich nur das Chromatin (Basichromatin nach JÖRGENSEN [1913]), während die echte Nucleolarsubstanz (Oxychromatin nach JÖRGENSEN 1913) grün erscheinen würde, sobald sie ganz chromatinfrei vorhanden wäre.

Wenn sich der oben beschriebene Zerfallsraum im Innern weiter ausdehnt, so gelangen schließlich auch einige Kerne an seine Grenze. Diese beginnen dann zu degenerieren. Zunächst erscheint in ihrem Innern nicht mehr ein schwachgrünes Netzwerk wie bei wohl erhaltenen Kernen (Fig. 10), sondern das Gerüst schwindet bis auf wenige Fäden, der ganze Kern aber beginnt eine diffus schmutzig-graue, offenbar aus Mischung von Rot und Grün entstandene Färbung anzunehmen (Fig. 11). Diese schlägt immer mehr nach rot um, wobei zunächst noch verwaschen dunklere Amphinucleolen zu erkennen sind (Fig. 12), bis schließlich der ganze Kern eine tief dunkelrote Farbe aufweist (Fig. 13).

Zusammen mit der Verfärbung findet ein Dichterwerden statt, so daß man diesen ganzen Vorgang der Kerndegeneration wohl mit dem in der pathologischen Literatur üblichen Namen der Pyknose

bezeichnen kann. Der Durchmesser beträgt anfangs etwa 11μ , am Schluß des Prozesses liegt der Kern als dunkelrotes, höchstens 5μ messendes Körperchen in der zentralen Zerfallsmasse.

Bei den sich so entwickelnden Kernen war eine besondere Kernmembran nicht nachweisbar. Wahrscheinlich nimmt sie teil an der Verdichtung und umhüllt auch noch das kleine resultierende Körperchen.

In einem Fall allerdings war das anders. Dort hatte die Zersetzung der Marksicht offenbar sehr rasch stattgefunden, denn schon am 11. Hungertag bestand das betreffende Tier nur noch aus einem Haufen zerfallenen Plasmas, umhüllt von einer dünnen Schicht wohlhaltener Rindensubstanz. In dem zerfallenen Markraum lagen die Kerne dicht gedrängt; und zwar hatte, im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Fällen, hier eine Trennung von Kerninhalt und Membran stattgefunden. Letztere umhüllte wie ein zu weiter Sack den sehr stark (bis zu $3\frac{1}{2} \mu$ Durchmesser) verdichteten Kern (Fig. 14). Die Farben der einzelnen geschrumpften Körper wiesen alle Übergänge zwischen dunkelgrün und dunkelrot auf. Neben den so degenerierten Kernen fanden sich freilich auch alle Stadien der Kernauflösung in Chromidien (Fig. 15). —

So habe ich also bei allen aus der Futterkultur B stammenden Hungertieren stets nur ein Zugrundegehen der Kerne durch Zerfall unter Chromidienbildung oder Pyknose gefunden. Nie aber konnte ich, wie BOROWSKY (1910) Kernverschmelzung feststellen. Das gleiche gilt auch, soweit ich die Verhältnisse untersucht habe, für die *Actinosphaerien*, die sich in den aus der Futterkultur A stammenden Hungerkulturen nicht encystierten. Die Kerne waren auch bei ihnen schon früh etwas verkleinert und stark chromatisch. Ihre Zahl schien mir normal. Einige waren in Zerfall begriffen und einzelne Chromidiennester waren zu finden. —

Kernauflösung unter Chromidienbildung, wie sie in Hungerkulturen vorkommt, findet sich auch unter gewissen Umständen in Futterkulturen. Als Beweis möchte ich einige Beobachtungen über die Kernverhältnisse bei in Depression befindlichen *Actinosphaerien* von Stammkultur A anführen. Das Material war damals so knapp, daß nur noch 2 Tiere vorliegen, eins vom 28. Februar und eins vom 2. März, also beide aus der zweiten tiefen Depression stammend, aus der sich ja, wie ich oben erwähnte, die Kultur noch einmal erholte.

Beide abgetöteten Tiere zeigten bemerkenswerte Verschiedenheiten. Das vom 28. Februar stammende *Actinosphaerium* wies eine

durchweg gleichartige Vakuolisierung auf, die keine Unterscheidung zwischen Rinde und Mark ermöglichte. Die Kerne waren gleichmäßig durch das Ganze verteilt, von äußerst großer Zahl und normalem Durchmesser ($12,75 \mu$). Sie zeigten sehr zahlreiche Chromatinnucleolen. Es lag also „Hyperplasie“ und „Hyperchromasie“ vor (HERTWIG 1904). An einigen Stellen konnte man beginnenden Kernzerfall, Chromidien- und Pigmentbildung wahrnehmen.

Im Gegensatz dazu waren die Kerne des drei Tage später abgetöteten Tieres gering an Zahl. Sie besaßen einen mittleren Durchmesser von $17,5 \mu$, also das 2,8 fache Volumen wie im vorhergehenden Fall. Ob sie durch Verschmelzung entstanden sind, vermag ich nicht zu entscheiden. Bilder, die darauf hindeuteten, erhielt ich nicht. Die Kerne zeichneten sich dadurch aus, daß eine deutliche Membran nicht zu erkennen war. Das Kernreticulum ging im Aussehen fast ohne weiteres in das kleinmaschige Plasma der Vakuolenwände über. Der ganze Kern hob sich nur im Anfang durch einen etwas anderen Grundton von demselben ab. Dies Verhalten haben meine vergrößerten Kerne mit HERTWIG's „chromatischen Riesenkernen“ (1904) gemeinsam. Bei denen gibt aber HERTWIG ungleich viel größere Maße (84μ Durchmesser), so daß meine Befunde höchstens als sehr frühe Stadien der „chromatischen Rieskerne“ zu deuten wären.

Schon bei sonst noch wohl erhaltenen Kernen sah die Chromatinrosette im Innern wie zerfetzt aus (Fig. 7). Während dann die Abgrenzung des Kerns gegen das Plasma immer undeutlicher wurde und im Innern Spalten entstanden, ging bei den noch im Reticulum liegenden Chromatinteilen eine Umbildung zu bräunlichem Pigment vor sich (Fig. 8). Auch dies beschreibt HERTWIG von seinen „chromatischen Riesenkernen“. Schließlich fand man als Kernrest nur noch eine dunkler gefärbte Plasmastelle mit einer sehr kleinen Chromatinrosette (Fig. 9).

Dabei waren aber die Chromidien ungeheuer viel zahlreicher als bei dem Tier vom 28. Februar. Sie rührten, wie aus dem eben Gesagten hervorgeht, offenbar meist nicht von den vergrößerten Kernen her, sondern von früher zugrunde gegangenen, nicht zur Vergrößerung gelangten, wodurch sich dann auch die gegen das 3 Tage früher abgetötete Tier stark verminderte Kernzahl erklärt. Auch hier zeigten sie stärkste Ausbildung und dichteste Anordnung an der Grenze zwischen Rinde und Mark und gingen nach der Mitte zu in feinen chromatischen Staub über.

4. Die Reduktion der Kernzahl bei der Encystierung.

Wir haben gesehen, daß beim Verhungern der *Actinosphaerien* eine Reduktion der Kernzahl in der Weise erfolgt, daß sich die Kerne in Chromidien auflösen oder unter Pyknose der Degeneration anheimfallen.

Auch bei der Encystierung von *Actinosphaerium* tritt eine enorme Verringerung der Kernzahl ein. Nach HERTWIG (1898) verschwinden bis zu 95 Proz. aller Kerne. Es ist nun von Interesse, auch hier zu untersuchen, auf welche Weise die Reduktion stattfindet.

Als Möglichkeiten kommen in Betracht: 1) Kernauflösung, 2) Verschmelzung und 3) Ausstoßung. Die Frage, welche von diesen dreien realisiert ist, wird in der Literatur verschieden beantwortet.

Die ersten Beobachter, die die Cysten nur in toto untersuchten, waren in der Beziehung mehr auf Vermutungen angewiesen. Von ihnen glaubten F. E. SCHULZE (1874) und BRANDT (1877), daß die alten Kerne sämtlich zugrunde gingen und sich an ihrer Stelle neue bildeten.

SCHNEIDER (1871) und BÜTSCHLI (1880—82) waren dagegen mehr für Kernverschmelzung, indem sie sich auf BRANDT'S Beobachtung von der Größenzunahme der Primärcystenkerne gegenüber den gewöhnlichen *Actinosphaerium*-Kernen beriefen.

BRAUER (1894) untersuchte als erster Cysten auf Schnitten. Er kam zu der Annahme, daß die Kernzahlreduktion durch Verschmelzung der ursprünglichen Kerne zustande käme. Beweis dafür war ihm, daß er die Kerne der Muttercysten oft in Gruppen von 2—4 beieinander liegend fand, so daß sie sich gegenseitig abplatteten. Bei anderen waren keine Scheidewände, nur noch eine Einkerbung zu erkennen. Eine dritte Sorte von Kernen schließlich zeigte bedeutende Vergrößerung gegenüber den ursprünglichen Verhältnissen.

Von zerfallenden Kernen hat er nichts beobachtet. Dagegen gibt er an, daß er zuweilen in der Gallerte und zwischen dieser und dem Tier eigentümliche kernähnliche Gebilde gefunden habe. Wegen ihrer Unähnlichkeit mit gewöhnlichen *Actinosphaerium*-Kernen und der Unregelmäßigkeit ihres Vorkommens glaubte er aber, die Körper nicht für ausgestoßene Kerne halten zu müssen, sondern für Flagellaten, die sich durch die Gallerthülle gebohrt hätten, um später die Cysten anzugreifen.

Zu einem ganz anderen Resultat wie BRAUER kommt HERTWIG (1898). Kernverschmelzung hält er von vornherein für ziemlich un-

wahrscheinlich, da durch die Vereinigung von 20—30 Einzelkernen ja riesige Gebilde zustande kommen müßten. Zudem hat er gefunden, daß die Hauptverminderung der Kernzahl zeitlich zusammenfällt mit einer kleinen Abnahme der Kerngröße von 13μ auf $11—12 \mu$ im Durchschnitt. Die von BRANDT und BRAUER beobachtete Zunahme erfolgt erst, wenn etwa noch doppelt so viel Kerne vorhanden sind, als später Primärcysten gebildet werden.

Nach HERTWIG's Befunden werden auf allen Stadien der Encystierung bis zur Primärcystenbildung Kerne aufgelöst. Den Vorgang beschreibt er so: zunächst erfolgt eine Lockerung des Zusammenhangs zwischen Kerngerüst, Membran und Protoplasma verbunden mit Schrumpfung des Kerninhalts. Schließlich „liegt die Kernmembran als schlaffer Sack im Protoplasma, innerhalb derselben die Kernmasse als kompakter Körper, in welchem die Nucleoli bei Färbung nicht mehr so deutlich wie sonst abgegrenzt sind“ (1898 S. 653). In anderen Fällen ist die Kernmasse zu einem homogenen, sich gleichmäßig färbenden Körper geworden. Schließlich findet man nur noch geschrumpfte Bläschen mit einem zentralen Korn.

HERTWIG traf Kerne in Rückbildung nie gleichzeitig in größerer Menge an. Er erklärt das aus einem ganz allmählichen Verlauf des Prozesses. Ausgestoßene Kerne fand er hie und da in der Gallerte; doch glaubte er, daß diese bei der Behandlung künstlich aus ihrem Zusammenhang gelöst seien.

In ganz ähnlicher Weise wie HERTWIG beschreibt MACKINNON (1908) eine Auflösung der nicht für die Primärcystenbildung notwendigen Kerne. Daneben bemerkte sie aber, besonders in Kälte-kulturen, innerhalb der Gallerte Körper von intensiver Färbbarkeit und 6μ Durchmesser, die Ähnlichkeit mit Richtungskörpern zeigten. Aber ihr Vorkommen schon im Muttercystenstadium, sowie die Andeutung einer Chromatinrosette bewogen sie, die Gebilde für ausgestoßene Kerne zu halten. Sie fand solche in allen ihren Kulturen mit einer Ausnahme. MACKINNON glaubt, daß die Ausstoßung zwar kein ganz normaler Vorgang ist, aber sehr leicht eintritt, wenn, etwa durch Kälte, die Resorptionskraft des Plasmas herabgesetzt ist.

Die Encystierung von stark anormalem Material hat BOISSEVAIN (1909) untersucht. Die von ihr verwandten Tiere zeigten eine durch lange Kultur enorm vergrößerte Kernzahl, die der Grund dafür war, daß nur ein Teil von ihnen sich überhaupt encystierte und von diesen wiederum viele nur bis zum Muttercystenstadium kamen. Als Versuche des Plasmas, der übergroßen Kernzahl Herr zu werden, beschreibt BOISSEVAIN Chromatinauswerfung, Kernauflösung und

Ausstoßung von Kernen. Die degenerierenden Kerne sind nach ihren Befunden entweder membranlos, mit pseudopodienähnlichen ins Plasma übergehenden Fortsätzen und können hie und da im Moment der Kernauflösung verschmelzen; oder es schrumpft in anderen Fällen Kerninhalt und Membran, die noch lange deutlich zu sehen bleibt. Bildung pyknotischer Kerne und Kernzerstückelung beschreibt BOISSEVAIN nur in einem Fall, wo eine Encystierung nicht mehr eintrat. Daß alle Anstrengungen des Plasmas meist doch nicht genügten, die Zahl der Kerne in den Muttercysten auf ein normales Maß zu reduzieren, zeigte sich darin, daß in den Fällen, wo überhaupt Tochtercysten gebildet wurden, diese fast stets ungeheuer zahlreich waren. Gegen Ende ihrer Untersuchungen fand BOISSEVAIN dann die Kern-Plasma-Relation noch weiter zu ungunsten des Plasmas verschoben durch eine Vergrößerung der Kerne.

Bei vielen ihrer Cysten und zwar auffallenderweise gerade bei denen, die sich normal entwickelten, fand die Kernzahlreduktion durch Ausstoßung von Kernen und kernreichen Plasmapartien statt. BOISSEVAIN sagt nichts über den Zustand der ausgestoßenen Kerne. Auf ihren Abbildungen finden sich entweder wie Chromatin färbbare homogene oder von einer Membran umhüllte, farblose Körperchen. Letztere zeigen im Innern einen Chromatinring und darin ein Chromatinkörnchen. —

Man sieht also, daß in der Literatur alle drei Möglichkeiten für die Reduktion der Kernzahl — Degeneration bis zur völligen Auflösung, Ausstoßung und Verschmelzung von Kernen — entweder als gleichzeitig oder ausschließlich vorkommend beschrieben sind. Es erschien daher wünschenswert, daß die Frage noch einmal eingehend untersucht würde. Ich tat das mit Hilfe zahlreicher Schnittpräparate von allen Stadien der beginnenden Encystierung. Als Färbungen verwandte ich nach Konservierung mit FLEMMING'scher Lösung Safranin-Lichtgrün oder Eisenhämatoxylin, nach Abtötung mit Pikrinessigsäure nur letzteres unter Vorfärbung mit Boraxkarmin.

Das Material stammte aus meiner Futterkultur C, von der ich ja in allen Hungerkulturen restlos Encystierung erhielt.

Die von mir beobachtete Art der Kernzahlreduktion besteht nun darin, daß die Kerne degenerieren und dann in irgendeinem Stadium der Degeneration ausgestoßen werden. Verschmelzung von Kernen fand ich in keinem einzigen Fall.

Zu Beginn der Encystierung besitzen die Kerne von *Actinosphaerium* ungefähr einen Durchmesser von 13—13,5 μ . Sie haben ein ziemlich engmaschiges Gerüst, das durch eine Membran ab-

geschlossen wird, die sich wie das Gerüst bei Safranin-Lichtgrün-Behandlung hellgrün färbt. Die Chromatinmasse ist oft auf mehrere Nucleolen (Amphinucleolen) verteilt. Meist bildet sie aber eine Rosette, bei der nur die peripheren Teile stark, die zentralen schwach gefärbt sind (Fig. 16).

Das erste Zeichen beginnender Degeneration besteht, wie auch HERTWIG (1898) angibt, darin, daß der Kern zu schrumpfen anfängt. Und zwar lockert sich zuerst der Zusammenhang zwischen Gerüst und Membran. Diese Tatsache spricht dafür, daß letztere ein für sich bestehendes Gebilde, nicht bloß eine äußere Differenzierung des Gerüsts ist (Fig. 17 u. 18). Erst später beginnt auch die Membran zu schrumpfen und sich von dem umgebenden Plasma loszulösen.

Schon in diesem frühen Stadium kann eine Ausstoßung des Kernes erfolgen. So finden sich Fälle, wo der Kern geschrumpft in seiner Membranhülle liegt und mitsamt einem Rest von Protoplasma ausgestoßen worden ist (Fig. 19). Bei manchen der auf diesem Stadium aus dem Tierkörper eliminierten Kerne fällt es auf, daß sich innerhalb des Kernnetzes verschiedene helle Vakuolen gebildet haben (Fig. 37).

In den meisten Fällen wird zugleich mit der Schrumpfung, zuweilen auch schon vor ihr eine Form der Kerndegeneration eingeleitet, die mit der in den Lehrbüchern der Pathologie (KREHL und MARCHAND 1915) als Pyknose bezeichneten die meiste Ähnlichkeit hat. Als erstes Zeichen macht sich eine auffallend starke Färbbarkeit der chromatischen Bestandteile des Kernes bemerkbar. Sie ist besonders gut zu beobachten bei Safranin-Lichtgrün-Färbung, da damit das Basichromatin solcher Kerne sich nicht nur dunkler, sondern auch mehr bläulichrot färbt als das normale. Man findet so beschaffene Nucleoli bei sonst unveränderten ebenso wie bei bereits geschrumpften Kernen (Fig. 18).

In Kernen, wo das Basichromatin so einen anderen Farbton angenommen hat, beginnt um den Chromatinkörper herum eine starke Diffusfärbung des übrigen Kerninhalts aufzutreten. Sie scheint mir ihren Grund in einer Verdichtung desselben zu haben. Der auf diese Weise innerhalb des übrigen Kernes entstehende Körper ist stets kugelförmig, was für seine flüssige Beschaffenheit spricht. Er färbt sich mit Eisenhämatoxylin dunkel, aber, wenigstens im Anfang, heller als die in ihm liegenden Nucleoli. Bei Safranin-Lichtgrün-Behandlung erscheint er dunkelblaugrün.

Man kann beobachten, wie die Verdichtung ganz allmählich beginnt. Der entstehende Körper ist zunächst noch klein, das Kern-

netz um ihn noch wohl erhalten, nur etwas geschrumpft. Es sind ihm sogar zuweilen noch Chromatinkörnchen eingelagert (Fig. 15).

Auf späteren Stadien hat der „Binnenkörper“ fast die Gesamtmasse des Kernes in sich vereinigt. Er liegt innerhalb der Membran wie in einem schlaffen Sack. Vom Kernnetz sind daneben nur noch spärliche Reste zu sehen (Fig. 21).

Auf manchen Schnitten (Fig. 22) zeigt der „Binnenkörper“ sich noch von einer besonderen, stark färbbaren Wand umgeben. Ich vermute, daß es sich hier um eine Niederschlagsmembran handeln wird.

Während man also mit Safranin-Lichtgrün-Behandlung hier klare und auffallende Bilder erhält, ist die Eisenhämatoxylin-Methode, besonders für späte Stadien, nicht günstig. Der ganze „Binnenkörper“ erscheint dann intensiv blauschwarz, nur ganz schwach kann man im Innern noch die Chromatinrosette erkennen (Fig. 23). Intensiv gleichmäßig gefärbte Kugeln (Boraxkarmin) bildet auch BOISSEVAIN (1909) als pyknotisch degenerierte Kerne ab.

Die Beispiele von Pyknose, die ich auf späten Stadien des Verhungerns gefunden habe, unterscheiden sich von den soeben beschriebenen schon dadurch, daß die Färbbarkeit eine ganz andere ist. Dort fand sich als erstes Zeichen der Veränderung eine Tönung des Kerninhalts, die als eine Mischfarbe zwischen Rot und Grün erschien, und das Endprodukt bildete ein tief dunkelrot gefärbtes, verdichtetes Körperchen (Safranin-Lichtgrün). —

In den Cysten fand auf dem nun erreichten Stadium nach meinen Befunden eine Kernausstößung in der Mehrzahl der Fälle statt. Es kann sich da nicht um künstlich bei der Präparation hervorgerufenes Austreten handeln. Das geht aus Bildern hervor, wie Fig. 24 eines darstellt. Dort sieht man deutlich, wie die Kernvakuole an die Peripherie gerückt ist und sich nun öffnet, um den pyknotischen Körper zu entlassen. Es scheint sogar so, als ob die Membran nicht mit austreten werde. Wäre das der Fall, so ergäbe sich damit eine Erklärung für die zusammengefallenen Membranreste, die man innerhalb von Vakuolen öfters bei weiter entwickelten Muttercysten findet (Fig. 35 u. 36). Die meisten von ihnen kommen dagegen wohl auf andere Weise zustande, wie wir später noch sehen werden.

Das Austreten pyknotisch degenerierter Kerne ist nicht nur nichts Außergewöhnliches, es kommt sogar häufig vor. Bei den meisten untersuchten Muttercysten sah ich die auffallend gefärbten Körper in oder außerhalb der Gallerte liegen. In der Mehrzahl der

Fälle fanden sie sich aber nicht einzeln, sondern zu 3—4 oder noch mehr beisammen (Fig. 25 u. 32). Sie lagen dann gemeinsam in einer sich stark grün färbenden Masse, die wohl aus einem Gemisch von zerfallenden Kernen, Membranen und mitausgestoßenen Protoplastenbestand.

Die Tatsache, daß man auf späteren Stadien der Encystierung verhältnismäßig nicht sehr häufig noch Kerne in der Gallerte findet, hat meiner Meinung nach verschiedene Gründe. Einmal wird ein großer Teil der degenerierenden Kerne schon zu einer Zeit ausgeschieden, wo die Gallerthülle noch gar nicht oder nur schwach entwickelt ist. Weiter zerfallen andere, wie ich noch zeigen werde, im Plasma schon so stark, daß man die dann eliminierten Produkte gar nicht mehr als Kerne ansprechen würde, wenn man ihre Entwicklung nicht stufenweise verfolgt hätte. Schließlich habe ich Anhaltspunkte für die Vermutung, daß die Zerfallserscheinungen der pyknotischen Kerne nicht nur bei den im Plasma verbliebenen, sondern auch in gewissem Maße bei den ausgestoßenen Kernen vor sich gehen können, so daß auch die auf früheren Stadien eliminierten Kerne sich bis zur Unkenntlichkeit verändern können.

Die durch Pyknose entstandenen Kerngebilde können sich nun in verschiedener Weise entwickeln. Einmal kann die Konzentration noch weiter fortschreiten; dann erhalten wir schließlich ein kleines, stark färbbares Körperchen in einer großen Vakuole (Fig. 26), das entweder zuletzt aufgelöst oder ebenfalls ausgestoßen wird. Es würde dann den von HERTWIG (1898) beschriebenen homogenen, sich gleichmäßig färbenden Körpern und den von BOISSEVAIN (1909) abgebildeten, ausgestoßenen Kernen entsprechen. Grün gefärbt mit roten Chromatinkügelchen fand ich solche Bläschen äußerst häufig an und in der Gallerte oder auch zwischen Gallerte und Tier (Fig. 21). Doch war ich hier nie ganz sicher, ob ich wirklich Kerne vor mir hätte oder irgendwelche Flagellaten, ein Verdacht, den auch BRAUER (1894) seinen in der Gallerte gefundenen kernähnlichen Gebilden gegenüber hatte.

Während zugleich mit dem Fortschreiten der Pyknose häufig eine Vermehrung des Chromatins stattgefunden zu haben scheint, tritt im weiteren Verlauf bei anderen Fällen als den oben beschriebenen nun eine Verminderung desselben ein. Sie kann in verschiedener Weise erfolgen. Einmal kann Chromatin durch die Kernwand hindurch austreten. Dieser Vorgang wäre dann als Karyorhexis (KREHL und MARCHAND 1915) zu bezeichnen. Man findet dabei Fälle, wo lauter nucleolenartige Kügelchen mit rotem Zentrum

und grüner Ringschicht dem pyknotischen Körper kappenartig aufsitzen (Fig. 27). Auf anderen Bildern sind dieselben bereits durch die ihn locker umhüllende Membran getreten (Fig. 28). Bei Eisenhämatoxylin-Färbung erscheint es zuweilen so, als ob Chromatinteilchen allein — wie Tröpfchen sehen sie aus — durch die Membran gedrungen seien, die unter Umständen auch dem pyknotischen Kern noch fest aufliegen kann (Fig. 30). Im Innern erkennt man noch einen schwächer färbbaren Körper, der wohl aus Nucleolsubstanz besteht. Bei anderen Objekten muß vorher eine besonders starke Chromatinvermehrung stattgefunden haben, denn wir finden nicht nur zahlreiche Chromatinkügelchen außerhalb, sondern auch noch stark färbbare chromatische Nucleolen im Innern des durch Pyknose entstandenen Körpers (Fig. 29). Interessant ist es, daß man den gleichen Austritt von Chromatinkügelchen, verbunden zugleich mit Abschnürung von Teilen des übrigen Kernkörpers, auch bei ausgestoßenen Kernen finden kann.

Chromatinaustritt durch die intakte Membran hatte schon HOWARD (1908) bei den Kernen hungernder *Actinosphaerien* festgestellt. Ich konnte oben seine Befunde bestätigen. Der Vorgang ist aber überhaupt gar nichts Seltenes. So beschreibt WALDEYER (1906) bei den Kernen degenerierender Follikelzellen einen Zerfall des Chromatins in Körnchen und Klümpchen, die sich an die Oberfläche verlagern und durch die Membran hindurch ins Plasma treten. Nach SWARCZEWSKI'S (1908) Schilderung von der „Chromidiogamie“ bei *Arcella* löst sich in vielen Fällen der Chromatinkörper der Hauptkerne in kugelige Blasen auf, die durch die Membran ins Plasma treten und verschwinden. Dagegen wandert nach SCHAUDINN (1900) bei der Microgametenbildung der Coccidien das Chromatin erst nach Auflösung der Kernhülle ins Plasma.

Bleibt die Membran intakt, so sind nach SCHMAUS und ALBRECHT (1893) zwei Fälle möglich: Entweder befinden sich normalerweise schon Öffnungen in der Kernwand, durch die hindurch die Chromatinkügelchen dann wandern können, oder es erfolgt eine Sprossung der Membran selbst. Ich glaube nicht, daß dieser Fall bei den degenerierenden *Actinosphaerium*-Kernen vorliegt, sondern neige mehr zu der Annahme von Poren in der Membran. Unwahrscheinlich erscheint mir dagegen ein dritter Modus, den JÖRGENSEN (1910) erwähnt, daß nämlich die Kernmembran das Chromatin zunächst löst und dann nach außen in das Plasma abgibt. —

Ich hatte oben die Entstehung des pyknotischen Körpers aus einer Verdichtung des Kerninhalts um die zentrale Chromatinrosette

erklärt. Es besteht dafür aber auch noch eine andere Deutungsmöglichkeit. GOLDSCHMIDT (1905) beschreibt die Degeneration von *Pelomyxa*-Kernen folgendermaßen: Die Membran schwillt an, wodurch der Inhalt von ihr losgelöst wird. Plastin und Chromatinsubstanz beginnen sich zu trennen, so daß eine Plastinkugel mit Chromatinkörnchen entsteht. Erstere fängt an sich auszudehnen und als blaß färbbare homogene Masse den Kernraum einzunehmen. Der Chromatinklumpen löst sich völlig von ihr los, sitzt ihr nur noch kappenartig auf und wird schließlich aus dem Kern eliminiert. Man sieht ohne weiteres, daß in der Weise auch der Vorgang bei *Actinosphaerium* aufgefaßt werden könnte. Mir scheint aber diese Deutung hier insofern etwas unwahrscheinlich, als man sich nicht recht vorstellen kann, wo die große Menge von Plastinsubstanz hergekommen sein soll, da doch gegen eine Verdünnung die starke Färbbarkeit spricht. Ebenso wäre es mit der erwähnten Auffassung nicht vereinbar, daß oft nach Austritt des Chromatins noch ein besonderes, dunkleres, offenbar aus Nucleolarsubstanz bestehendes Körperchen innerhalb des pyknotischen Kernes sich zeigt. —

Ist der Austritt des Chromatins erfolgt, so bleibt ein homogen grün bzw. blau gefärbter Körper zurück (Fig. 27, 28, 30), in dem stets ein mehr oder weniger grobes Netzwerk zu sehen ist. Besonders grobmaschig zeigt es Fig. 39. Wie ich erwähnte, ist ein sich etwas dunkler blau bzw. grün mit einer Beimischung von Rot färbender, wohl aus Plastin bestehender Nucleolus zuweilen vorhanden (Fig. 28, 30).

Gerade letztere Fälle lassen aber, besonders wenn der Nucleolus eine schwach rote Tönung zeigt (Safranin-Lichtgrün), auch noch eine andere Deutung für ihr Zustandekommen zu als Karyorrhesis. Es kann nämlich auch sein, daß bei ihnen die (basi-)chromatisch färbare Substanz nicht durch Austritt verschwunden ist, sondern dadurch, daß sie selbst sich chemisch verändert und infolgedessen ihre Färbbarkeit verloren hat, oder aber in einen löslichen Körper umgewandelt und dann ausgelaugt worden ist. Letzteres bezeichnete man dann als Chromatolyse (KREHL u. MARCHAND 1915). Für diese Deutung spricht ein Bild, wie es Fig. 31 zeigt, wo innerhalb des grünen Körpers sich zwei schwach rot-, also basichromatisch gefärbte Nucleolen befinden, oder ein Fall, wo von vier ausgestoßenen Kernen die Chromatinrosette des einen dunkel, die des zweiten heller blaurot gefärbt ist, die des dritten nur noch schwach rot getönt erscheint und der vierte keine Spur von Rot mehr aufweist (Fig. 32).

Der Kern, der alle Basichromatizität verloren hat, kann dann, wenn die Membran reißt, in lauter Stücke zerfallen. Fig. 33 zeigt einen solchen grünen Kernkörper gerade im Austritt aus der Cyste, die sich schon in Primärcysten abgefurcht hat. Er ist unregelmäßig gelappt und mehrere kleine Teile haben sich bereits losgeschnürt.

In vielen Fällen bleibt aber die Membran unverletzt. Dann diffundiert der stark gefärbte Kernsaft durch sie hindurch, was unter Umständen auch erst eintreten kann, wenn der Kern schon vorher ausgestoßen wurde und in der Gallerte liegt (Fig. 34. Primärcyste). Von der dunklen Membran umschlossen bleibt dann im Innern nur eine helle Vakuole, die von spärlichen Resten des Kerngerüsts durchzogen ist.

Auf noch späteren Stadien finden wir die Membran dann zusammengefallen als ein grünes oder merkwürdigerweise zuweilen auch rot gefärbtes Säckchen (Safranin, Lichtgrün) (Fig. 35). Eine Rotfärbung der Membran findet sich zuweilen auch auf früheren Stadien, so bei dem auf Fig. 38 zwischen Gallerte und Tierkörper liegenden Kern.

Nur wenige Kerne werden innerhalb der Cyste so weit degenerieren, bei den meisten wird schon früher die Ausstoßung erfolgen. Nur bei einem einzigen Präparat von späten Muttercysten fand ich Membranreste in größerer Zahl. Ich konnte feststellen, daß auch sie noch ausgestoßen werden. So fand ich z. B. einen Fall, wo bei einer Muttercyste im Beginn der Abfurchung sich eine Vakuole bereits geöffnet hatte, um den ganz zusammengefallenen Membransack in die Gallerte zu entlassen (Fig. 36).

Da von MACKINNON (1908) und BOISSEVAIN (1909), die beide Kernausstoßung in größerem Maßstab beobachtet haben, dieselbe für ein leicht pathologischer Vorgang gehalten wird, möchte ich noch einige Bemerkungen über das benutzte Material hinzufügen. Die zur Encystierung verwandten *Actinosphaerien* stammten, wie ich oben schon erwähnte, aus meiner Futterkultur C. Diese war ja, wie ich im Kapitel 1 ausgeführt habe, nicht im Uhrschälchen, sondern mit nicht übermäßig viel Nahrung in Bechergläsern gezüchtet worden. Eine durch Überfütterung eingetretene krankhafte Veränderung war also ausgeschlossen.

Die Tiere machten einen durchaus guten Eindruck. Sie waren groß, zeigten deutlich Mark- und Rindenschicht und gute Pseudopodienbildung. Von anormalen Kernverhältnissen war nicht das geringste zu bemerken. Daß sie sich stets ausnahmslos encystierten.

stellte ich schon fest. Die nicht schon als Muttercysten abgetöteten Tiere bildeten eine durchaus normale Zahl von Primärcysten.

So glaube ich berechtigt zu sein, die beobachtete Ausstoßung der degenerierten Kerne für einen völlig normalen Vorgang zu halten.

5. Das Stadium der heteropolen Kerne.

Auch den weiteren Verlauf der Encystierung von *Actinosphaerium* habe ich untersucht, wobei ich besonderen Wert legte auf die verschiedenen Kernteilungen und das der Primärcaryokinese folgende Stadium der „heteropolen Kerne“. Ich fand in allen wesentlichen Punkten die eingehenden Darlegungen HERTWIG's (1898) vollauf bestätigt, so daß sich eine erneute Behandlung wohl erübrigt. Nur zur Phase der „heteropolen Kerne“ sei es mir gestattet, noch einige Bilder zu bringen; denn die dabei auftretenden Vorgänge haben solche Beachtung in der Literatur gefunden, daß jeder Beitrag zu den betreffenden Fragen willkommen sein dürfte.

Nach HERTWIG's Beobachtungen entsteht auf dem in Rede stehenden Stadium das bei der Primärcaryokinese noch fehlende Centrosom. Seine Befunde faßt er selbst (1898) folgendermaßen zusammen:

„Die Neubildung des Centrosoma fällt in die Zeit, in welcher die Primärcysten in die beiden Sekundärcysten zerlegt werden. Der Kern ist um diese Zeit Ausgangspunkt einer intensiven Strahlung; er hat eine für einen *Actinosphaerium*-Kern ganz außergewöhnliche Struktur angenommen. Echte Nukleolen treten auf; das Chromatin verbreitet sich auf dem Kerngerüst, so daß man zum erstenmal von einem chromatischen Netzwerk reden kann. Die Maschen des letzteren sind nach dem Ausstrahlungszentrum orientiert. Nur im Umkreis des abgewandten Pols erhält sich ein Teil des Kerngerüsts frei von Chromatin und in seiner regellosen ursprünglichen Anordnung. Indem die zentrierten Fäden des Kerngerüsts in die Plasmastrahlung hineinwachsen, die hineingewachsenen Teile sich abschnüren und zu einem eigenen Körper formieren, entsteht das Centrosom (S. 700).“¹⁾

„Das neuentstandene Centrosom bildet einen spongiösen Körper, welcher Ausgangspunkt einer intensiven Strahlung ist. Unter Zunahme seiner Größe rückte es vom Kern ab, kehrt dann wieder zu ihm zurück und beginnt, der Kernoberfläche dicht angeschmiegt,

¹⁾ Im Original gesperrt.

eine Umgestaltung. Durch lokale Verdichtungen entstehen im Reticulum kleine Körper, Centriolen (BOVERI), welche allein erhalten bleiben, während der Rest des Gerüsts aufgelöst wird“ (S. 705).

Der nach HERTWIG zur Bildung des „spongiösen Centrosoms“ führende Austritt von Kernsubstanz ist es nun gerade, der zu Deutungen und Vergleichen angeregt hat. Unter den Protozoen lassen sich vor allem die Verhältnisse bei *Noctiluca* mit denen von *Actinosphaerium* in Parallele setzen (HERTWIG 1898, GOLDSCHMIDT und POPOFF 1907). „Wie bei *Actinosphaerium* bildet sich auch bei *Noctiluca* während der heteropolen Beschaffenheit des Kernes, dicht an der Kernmembran anliegend, ein von Stäbchen und Körnern zusammengesetztes, stark färbbares Gebilde, welches genau das Aussehen und die Färbungseigenschaften der Chromidialgebilde beim *Actinosphaerium* (des spongiösen Centrosoma) aufweist“ (GOLDSCHMIDT u. POPOFF S. 332).

Ferner wiesen GOLDSCHMIDT u. POPOFF (1907) auf die erstaunliche Ähnlichkeit hin, die zwischen den erwähnten Vorgängen bei *Actinosphaerium* und Bildern besteht, wie man sie häufig während der Entwicklung der Spermatozyten und Oocyten der Metazoen findet. Die einem Punkt zustrebenden chromatischen Fäden der heteropolen Kerne erinnern ja an und für sich schon sehr an die zum Bukett vereinigten Chromosomenschleifen bei der Ei- und Samenreife. Weiter treten aber, wie es z. B. POPOFF für Oocyten von *Paludina* und *Helix* und bei letzterer auch für Spermatozyten gezeigt hat, an dem Punkt der Membran, den die Chromosomenschleifen berühren, außen chromatisch färbbare Körner und Stäbchen auf, die sich schon im leptotenen Stadium zeigen und im pachytenen stärker werden. Während sie vorher dem Kern so dicht anliegen, daß die Membran stellenweise aufgelöst scheint, treten sie in der Wachstumsphase von ihm ab, zerstreuen sich im Plasma und verschwinden.

Das „spongiöse Centrosom“ von *Actinosphaerium*, die „Sphäre“ von *Noctiluca* und ähnliche Gebilde bei anderen Protozoen, sowie die beschriebenen chromatischen Körnchen und Stäbchen bei Metazoenocyten und Spermatozyten deuten nun GOLDSCHMIDT u. POPOFF alle in gleicher Weise als Chromidien, die aus dem Kern ausgestoßen werden. Und zwar sollen sie das Trophochromatin darstellen, von dem der Kern sich befreit, so daß er bei *Actinosphaerium* und in den betreffenden Fällen von Metazoengeschlechtzellen während der Reifeteilungen nur Idiochromatin enthält. Die Beziehungen der erwähnten Gebilde zu den Centrosomen seien dagegen, auch bei

Actinosphaerium, rein topographischer Natur, indem Chromidien und Strahlungszentren sich beide an der Stelle bildeten, wo das homogene Plasma am reichlichsten vorhanden sei.

Im Gegensatz zu dieser Ansicht spricht BUCHNER (1910) dagegen dem Centriol bei den beschriebenen Vorgängen gerade die entscheidende Rolle zu, wenigstens was die Metazoen anbetrifft. Es soll einen anziehenden Einfluß ausüben sowohl auf die im Plasma zerstreuten „Mitochondrien“ als auch auf die chromatischen Bestandteile des Kernes. Dadurch soll es die charakteristische Bukettanordnung erzeugen, wobei es dann, indem es aktiv wie z. B. auch bei Mitosen die Kernmembran auflöst, einem Teil der chromatischen Bestandteile des Kernes den Austritt ermöglicht. Als auf ein besonders gutes Beispiel für letzteren, bei dem auch die Ähnlichkeit mit den Verhältnissen bei *Actinosphaerium* wieder sehr zutage tritt, weist BUCHNER auf die Bilder hin, die JÖRGENSEN (1910) über die Ovocytenentwicklung bei *Proteus anguineus* gibt.

JÖRGENSEN selbst schließt sich in bezug auf den Vorgang bei *Actinosphaerium* der Ansicht von GOLDSCHMIDT u. POPOFF an, indem auch er meint, daß der Chromidienaustritt nicht die Bildung eines Centrosoms bezwecke. Wie BUCHNER für Metazoen, so glaubt JÖRGENSEN auch für *Actinosphaerium* und *Noctiluca* die Auflösung der Kernmembran auf die Tätigkeit eines vorübergehend aktivierten, wenn auch noch nicht distinkt darstellbaren Centriols zurückführen zu müssen.

In den letzten Jahren ist nun, vor allem von den Anhängern der Mitochondrienlehre, für die Bukettstadien der Metazoen die Herkunft der beschriebenen Gebilde, die nach ihrer Ansicht Plastosomen sind, aus dem Kern in Zweifel gezogen worden, mit einziger Ausnahme vielleicht von den durch JÖRGENSEN dargestellten Verhältnissen bei *Proteus*. Das tut z. B. DUESBERG (1911) und meint zugleich, für die „Chromidien“ der Protozoen müsse man dagegen noch, solange die Beobachtungen von R. HERTWIG, SCHAULINN u. a. nicht widerlegt seien, den Ursprung aus dem Kern annehmen. —

Aus dem bisher Gesagten erscheint es wohl verständlich, daß ich es für nützlich erachte, noch einmal kurz die Vorgänge im Stadium der heteropolen Kerne bei *Actinosphaerium* zu schildern, soweit ich sie beobachtet habe, wenn ich auch nichts wesentlich Neues bringen kann.

Für die betreffenden Stadien erwies sich die Safranin-Lichtgrün-Methode als weniger günstig. Die besten Bilder erhielt ich wie HERTWIG (1898) mit Eisenhämatoxylin und zwar dann, wenn ich

etwa 6 Stunden mit Eisenaun gebeizt und über Nacht gefärbt hatte. Durch längere Behandlung mit Eisenaun bekamen die Schnitte einen schmutzig gelben Ton und nahmen die Farbe nicht mehr gleichmäßig an.

Bei den aus der Primärcaryokinese hervorgegangenen Kernen ist zunächst das Chromatin unregelmäßig in größeren Brocken und kleineren Körnchen auf dem Kernnetz verteilt. Als erstes Zeichen der Veränderung macht sich dann ein allmähliches Abfließen der chromatischen Teile auf das Gerüst bemerkbar, während aus den chromatischen Brocken, den Amphinucleolen, nunmehr echte, aus Platin bestehende Nucleolen sich bilden. Sie haben die Struktur homogener, lichter Bläschen mit dunklem Rand und sind, auf einem späteren Stadium, am deutlichsten zu sehen bei Textfig. D.

Das Chromatin verteilt sich nun nicht gleichmäßig auf dem Kernnetz, sondern in der Hälfte, die dem „Hauptpol“, wie HERTWIG ihn nennt, zugekehrt ist, tritt es in weit größerem Maße auf. Und zwar sind es vor allem die auf diesen Pol zulaufenden, zunächst noch mehr oder weniger parallelen, später immer deutlicher in einem Punkt konvergierenden Fäden, die besonders stark imprägniert erscheinen, während die sie verbindenden Netzteile zart und ungefärbt bleiben. Auch der Kernsaft zeigt sich in der dem Hauptpol zugewandten Kernhälfte mit Eisenhämatoxylin mehr oder weniger dunkel getönt, wie aus den Abbildungen ersichtlich ist.

Die Hauptpole zusammengehöriger Tochterkerne waren auf meinen Präparaten stets nach außen gewandt, und ihre Verbindungslinie fiel in die Längsachse der Cyste.

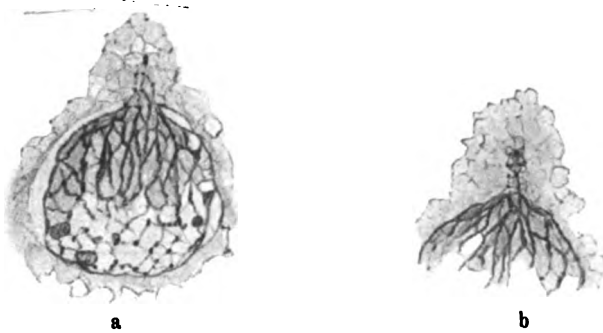
Am „Gegenpol“ bleibt das Kernnetz in der alten Anordnung, locker in unregelmäßigen Maschen. Sie sind licht und chromatinfrei, nur in den Ecken zeigen sie stärker färbbare Körnchen. In diesem Teil des Kernes liegen auch die Nucleolen.

Rings um den Kern ist eine Schicht von homogenem, körnchenfreiem Plasma vorhanden, die am Hauptpol ihre größte Dicke besitzt. Sie zeigt dort schon früh zuweilen eine leichte Strahlung, was ja für JÖRGENSEN'S Vermutung von der Tätigkeit eines noch nicht distinkt darstellbaren, aber schon vorhandenen Centrosoms einen gewissen Anhalt gäbe.

Der zur Bildung des „spongiösen Centrosoms“ führende Austritt von Kernsubstanz kann nur in sehr mannigfaltiger Weise erfolgen, wie auch HERTWIG (1898) gezeigt hat. Ich gebe zwei Bilder, um die großen Unterschiede, die möglich sind, zu beleuchten. Sie

stammen beide aus Primärcysten, in denen die Bildung der Teilfurche noch kaum begonnen hatte.

In dem einen Fall, den Textfig. Ca u. b darstellt, besteht das ausgestoßene Gebilde nur aus einem Netz von mehreren Stäbchen und Körnchen, unter denen eines ganz besonders hervorleuchtet.



Textfig. Ca u. b. Bildung des „spongösen Centrosoms“ durch Austritt chromatischer Substanz am Hauptpol. Aufeinanderfolgende Schnitte des gleichen Kernes. Gez. mit ZEISS hom. Immers. 2 mm, Comp.-Oc. 8, 16 cm Tubuslänge, auf Objektischhöhe.

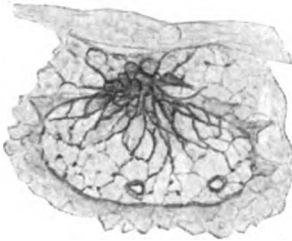
In ihrem Umkreis ist das homogene Plasma stark angehäuft und zeigt eine schwach strahlenförmige Anordnung. Mit dem Kern stehen die Körnchen noch durch färbare Fäden in Verbindung, die als deutliche Fortsetzung der Kerngerüstfäden erscheinen.

Ihren Ursprung vom Kern beweisen diese Teile vor allem auch dadurch, daß die zwischen ihnen liegende Grundsubstanz dieselbe dunklere Tönung zeigt wie der Kernsaft der dem Hauptpol zugewandten Kernhälfte. Es gewinnt, besonders nach Textfig. Ca, ganz den Anschein, als ob der Kern gewissermaßen einen Fortsatz in das umgebende homogene Plasma vorgestreckt hätte; dieser Eindruck wird noch verstärkt dadurch, daß im ganzen Umkreis des Hauptpols außer an der Austrittsstelle, wohl durch Schrumpfung, der Zusammenhang des Kernes mit dem umgebenden Plasma unterbrochen scheint. Daß der Kern auf diesem Stadium eine Neigung hat, sich vom Cytoplasma zurückzuziehen, erwähnt auch HERTWIG.

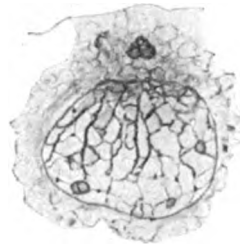
In dem anderen Fall, den ich darstellen möchte (Textfig. D), hat der Kern noch die aus der Primärcaryokinese stammende Linsenform. Die Hauptachse liegt im kürzesten Durchmesser. Man hat hier nicht so sehr den Eindruck, als ob Körnchen und Stäbchen ausgetreten seien, sondern als ob die ganzen Kernfäden selbst, sich über die Kernmembran hinaus verlängernd, einen spongösen Körper

bildeten. Sie treten auch noch über diesen hinaus, oder es ist Chromatin auf die stark strahlenförmig angeordneten Strukturelemente des körnchenfreien Plasmas abgeflossen, beides Deutungen, die nahe liegen.

Im Cytoplasma scheinen ziemlich starke, nach der Austrittsstelle zu gerichtete Kräfte vorhanden zu sein. Ich schließe das daraus, daß hier, wie ich es bei manchen Präparaten fand, der Cysteninhalte an der gegenüberliegenden Stelle von der Cystenhülle zurückgezogen erscheint.



Textfig. D.



Textfig. E.

Textfig. D. Bildung des „spongiösen Centrosoms“ durch Austritt chromatischer Substanz am Hauptpol. Gez. mit ZEISS hom. Immers. 2 mm, Comp.-Oc. 8, 16 cm Tubuslänge, auf Objektischhöhe.

Textfig. E. „Spongiöses Centrosom“ frei im homogenen Protoplasma liegend. Gez. mit ZEISS hom. Immers. 2 mm, Comp.-Oc. 8, 16 cm Tubuslänge, auf Objektischhöhe.

Während hier die ausgetretenen Massen noch in breiter Basis mit dem Kern in Verbindung stehen, findet man in anderen Fällen, in denen die Entwicklung offenbar weiter fortgeschritten ist, dann Bilder, wo die Kernmembran sich bis auf eine kleine Öffnung geschlossen zu haben scheint und dadurch die ausgetretenen Kernfäden an dieser Stelle gewissermaßen zusammengerafft worden sind. Schließlich wird der spongiöse Körper völlig abgeschnürt und durch Dazwischentreten homogenen Plasmas vom Kern gelöst. Die Trennung erscheint vorbereitet auf Textfig. Cb, auf Textfig. E ist sie vollzogen. Die Membran hat die deutlich vorher vorhandene Öffnung wieder geschlossen, das „spongiöse Centrosom“ liegt, innerhalb seiner Maschen auch dunkel getönt, in einiger Entfernung vom Kern. Es ist umgeben von einer lichterem Zone des körnerfreien Protoplasmas.

Nach HERTWIG'S Beschreibung macht dann das „spongiöse Centrosom“ unter Reduktion seiner Masse eine Umwandlung durch zum Centriol. Diese zu beobachten hatte ich leider keine Gelegenheit. Doch genügt es für die vorerwähnten Vergleiche ja, festzustellen,

daß es sich, wie auch HERTWIG annimmt, auf dem Stadium der heteropolen Kerne tatsächlich um einen Austritt chromatisch färbbarer Substanz handelt, und daß dieser durch eine Öffnung in der Membran erfolgt. —

Zum Schluß ist es mir ein Bedürfnis, Herrn Geheimrat Prof. Dr. v. HERTWIG, meinem hochverehrten Lehrer, herzlich zu danken für die stete Anteilnahme, die er meinen Untersuchungen entgegenbrachte. Auch Herrn Priv.-Doz. Dr. P. BUCHNER gegenüber fühle ich mich zu großem Dank verpflichtet für wertvolle Anregungen und manchen guten Rat.

Literaturverzeichnis.

- 1909 BOISSEVAIN, M.: Über Kernverhältnisse von Actinosphaerium eichhorni bei fortgesetzter Kultur. Arch. f. Protistenk. Bd. 13.
- 1909 BORGERT, A.: Fortpflanzung der tripyleen Radiolarien. II. Teil. Arch. f. Protistenk. Bd. 14.
- 1910 BOROWSKY, W. M.: Untersuchungen über Actinosphaerium eichhorni. Arch. f. Protistenk. Bd. 19.
- 1877 BRANDT, K.: Über Actinosphaerium eichhorni. Dissertation. Halle a. S.
- 1894 BRAUER, A.: Über die Encystierung von Actinosphaerium. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 58.
- 1910 BUCHNER, P.: Von den Beziehungen zwischen Centriol und Bukettstadium. Arch. f. Zellforsch. Bd. 5.
- 1915 —: Praktikum der Zellenlehre. I. Sammlung naturwiss. Praktika Bd. 5.
- 1880—82 BÜTSCHLI, O.: Protozoa. BRONN's Klassen u. Ordn. d. Tierreichs Bd. 1a.
- 1902 CALKINS, G. N.: Studies on the Life-History of Protozoa. I. The Life-Cycle of Paramaecium caudatum. Arch. f. Entwicklungsmech. Bd. 15.
- 1916 DOEFLIN, F.: Lehrbuch der Protozoenkunde. Jena.
- 1911 DUESBERG, J.: Plastosomen, „Apparato reticolare interno“ und Chromidialapparat. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 20 2. Hälfte.
- 1907 ENRIQUES, P.: La conjugazione e il differenziamento sessuale negli Infusori. Arch. f. Protistenk. Bd. 9.
- 1905 GOLDSCHMIDT, R.: Die Chromidien der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 5.
- 1907 GOLDSCHMIDT, R. u. POPOFF, M.: Die Caryokinese der Protozoen und der Chromidialapparat der Protozoen und Metazoenzelle. Arch. f. Protistenk. Bd. 8.
- 1873 GREEFF, R.: Über die Encystierung von Actinosphaerium eichhorni. Sitz.-Ber. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturw. in Marburg.
- 1898 HERTWIG, R.: Über Kernteilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von Actinosphaerium eichhorni. Abhandl. d. kgl. bayr. Akad. d. Wiss. II. Kl. Bd. 19.
- 1902 —: Die Protozoen und die Zelltheorie. Arch. f. Protistenk. Bd. 1.

- 1903 HERTWIG, R.: Über das Wechselverhältnis von Kern und Protoplasma. Sitz-Ber. d. Ges. f. Morph. u. Physiol. Bd. 18.
- 1904 —: Über physiologische Degeneration von Actinosphaerium eichhorni. Festschrift f. E. HÄCKEL. Jena.
- 1914 —: Über Parthenogenesis der Infusorien und die Depressionszustände der Protozoen. Biol. Zentralbl. Bd. 34.
- 1908 HOWARD, W. T.: A detailed study of the changes occurring in the physiological degeneration of Actinosphaerium eichhorni. Journ. of Experimental medicine Vol. 10.
- 1900 JÖRGENSEN, M.: Zur Entwicklungsgeschichte des Eierstocks von Proteus anguineus (GROTTENOLM). Festschrift f. R. HERTWIG. Jena.
- 1913 —: Zellenstudien I u. II. Arch. f. Zellforsch. Bd. 10.
- 1894 JOHNSON, H. P.: The Plastogamy of Actinosphaerium. Journ. of Morph. Vol. 9.
- 1916 JOLLOS, V.: Die Fortpflanzung der Infusorien und die potentielle Unsterblichkeit der Einzelligen. Biol. Zentralbl. Bd. 36.
- 1915 KREHL, L. u. MARCHAND, F.: Handbuch der allgemeinen Pathologie. Bd. 3
1. Abt.: Pathologie der Zelle. Leipzig.
- 1908 MACKINNON, D.: A few observations on the Encystation of Actinosphaerium eichhorni under different conditions of Temperature. Quarterly Journ. of Microsc. Science Vol. 52 Part. 3.
- 1912 POPOFF, M.: Geschlechtliche Fortpflanzung von Euglypha alveolata. Arch. f. Protistenk. Bd. 25.
- 1904 RÖSSLE, R.: Der Pigmentierungsvorgang im Melanosarkom. Zeitschr. f. Krebsforschung S. 291.
- 1900 SCHAUDINN, F.: Untersuchungen über den Generationswechsel bei Coccidien. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog. Bd. 13.
- 1895 SCHMAUS, H. u. ALBRECHT, E.: Über Caryorrhesis. Arch. f. path. Anat. u. Physiol., Supplementheft zu Bd. 138.
- 1874 SCHULZE, F. E.: Rhizopodenstudien. I. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 10.
- 1903 SMITH, G.: Actinosphaerium eichhorni. A Biometrical Study in the Mass Relation of Nucleus and Cytoplasma. Biometrika Vol. 2.
- 1908 SWARCZEWSKY, B.: Über die Fortpflanzungserscheinungen von Arcella vulgaris. Arch. f. Protistenk. Bd. 12.
- 1906 WALDEYER, W.: Pathologische Erscheinungen an Eiern. in: O. HERTWIG's Handb. d. vergleich. und experiment. Entwicklungsgesch. d. Wirbeltiere Bd. 1 I. Teil 1. K.
- 1914 WOODRUFF, L. u. ERDMANN, R.H.: A normal periodic reorganisation process without cell fusion in Paramecium. Journ. of Exper. Zool. Vol. 17.

Tafelerklärung.

Tafel 15.

Sämtliche Figuren bei ZEISS hom. Immers. 2 mm, Comp.-Oc. 8 und 16 cm Tubuslänge auf Objektischhöhe gezeichnet. Schnittpräparate. Fixierung mit Pikrinessigsäure, Färbung mit Boraxkarmin.

Fig. 1—4. Zerfall von Kernen bei Hungertieren.

Fig. 5. Chromidiennest in einem Zipfel eines Hungertieres.

Fig. 6. Ausgestoßenes Protoplasmstück mit zerfallenden Kernen, von einem Hungertier stammend.

Fig. 7. Vergrößerte Kerne von Futtertieren in Depression.

Fig. 8. Ein solcher vergrößerter Kern in Auflösung.

Tafel 16.

Sämtliche Figuren bei ZEISS hom. Immers. 2 mm, Comp.-Oc. 8 und 16 cm Tubuslänge auf Objektischhöhe gezeichnet. Schnittpräparate. Bei Fig. 9, 22, 23 Fixierung mit Pikrinessigsäure und Färbung mit Boraxkarmin und Eisenhämatoxylinfixierung, bei allen übrigen mit FLEMING'scher Lösung. Färbung bei Fig. 26, 29, 30 mit Eisenhämatoxylin, sonst mit Safranin-Lichtgrün.

Fig. 9. Rest eines vergrößerten Kerns.

Fig. 10. Noch wohlerhaltener Kern eines Hungertieres.

Fig. 11—12. Pyknotische Kerne von Hungertieren an der Grenze des zentralen Zerfallsraumes.

Fig. 13—14. Pyknotische Kerne von Hungertieren ganz im Zerfallsraum liegend.

Fig. 15. Kernreste eines Hungertieres im zentralen Zerfallsraum liegend.

Fig. 16. Normaler Kern einer Muttercyste.

Fig. 17—18. Geschrumpfte Kerne.

Fig. 19. Geschrumpfter Kern mit Plasma ausgestoßen.

Fig. 20. Beginn der Pyknose in geschrumpftem Kern.

Fig. 21—23. Geschrumpfte und stark pyknotische Kerne.

Fig. 24. Pyknotischer Kern im Austritt aus dem Protoplasmakörper.

Fig. 25. Ausgestoßener Haufen von pyknotischen Kernen und zerfallenem Plasma.

Fig. 26. Pyknotischer, stark geschrumpfter Kernrest.

Fig. 27—29. Austritt von Chromatin bei pyknotischen Kernen.

Fig. 30. Dasselbe. Der Kern wird gerade aus der Cyste ausgestoßen.

Fig. 31. Pyknotischer Kern in Chromatolyse.

Fig. 32. Chromatolyse bei pyknotischen Kernen, die mit Plasmaresten ausgestoßen worden sind.

Fig. 33. Chromatinfreier, zerfallender Kernrest im Austritt aus der Cyste.

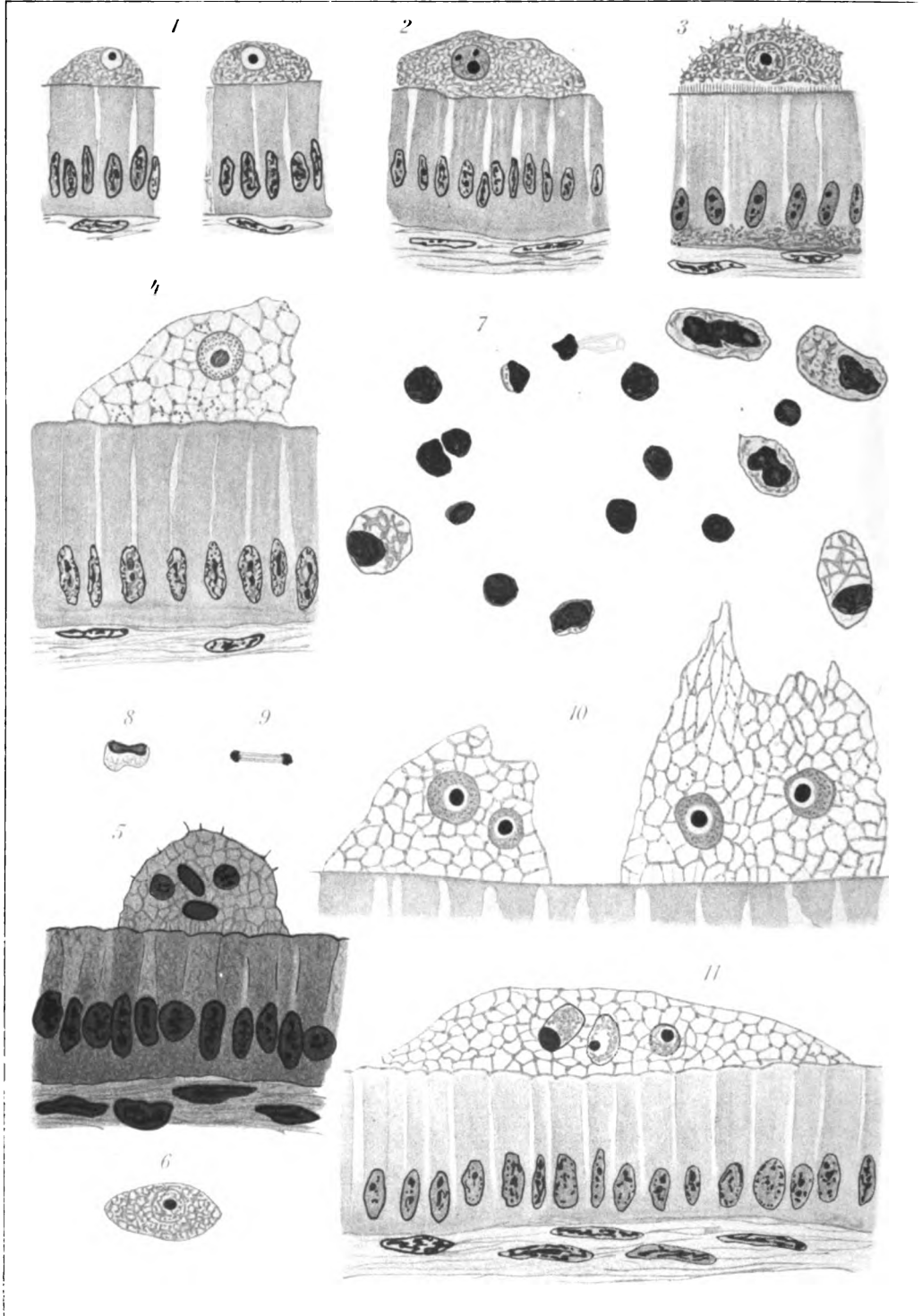
Fig. 34. Diffusion des Kerninhalts bei einem in der Gallerte liegenden chromatinfreien Kern.

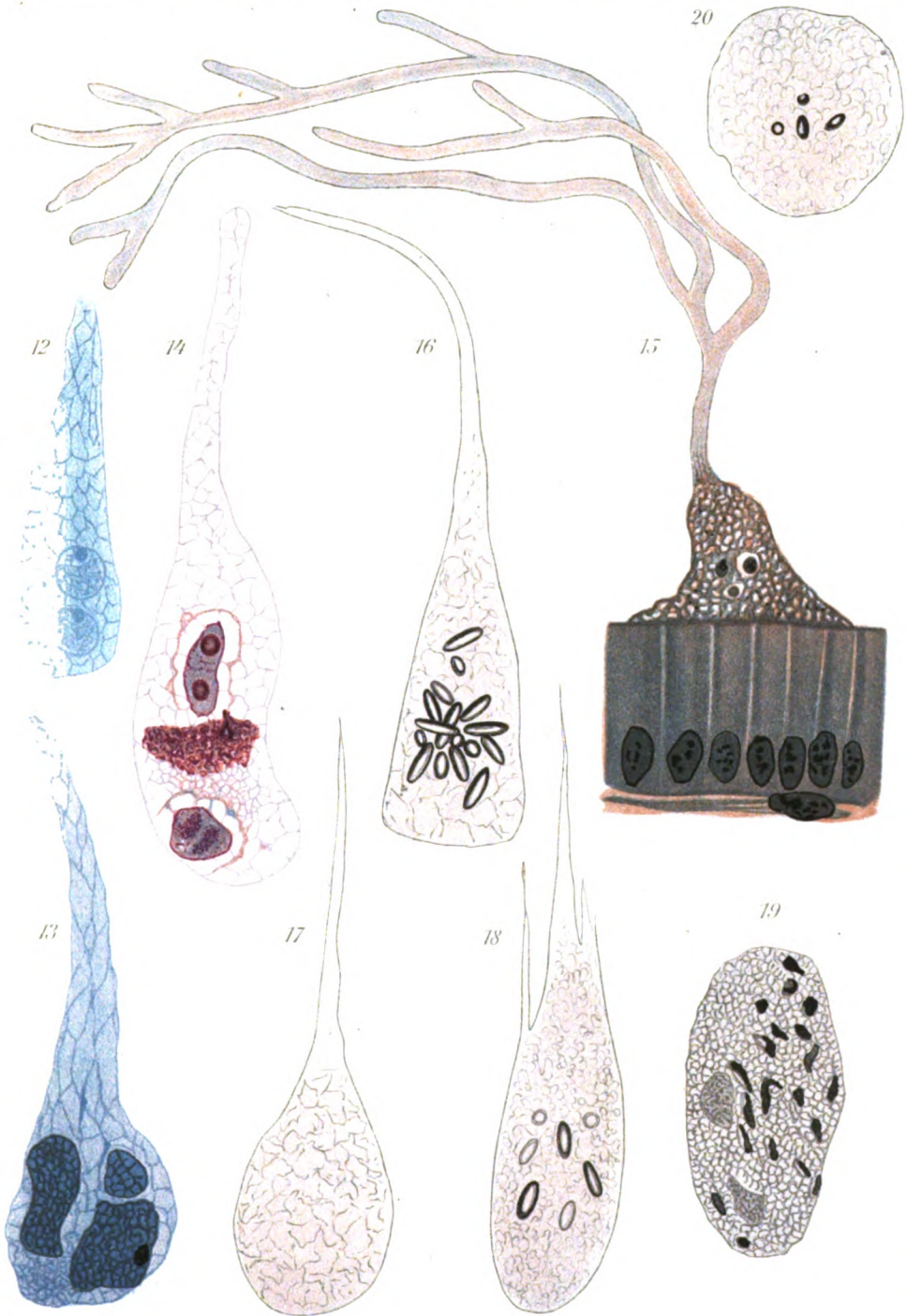
Fig. 35. Membranrest.

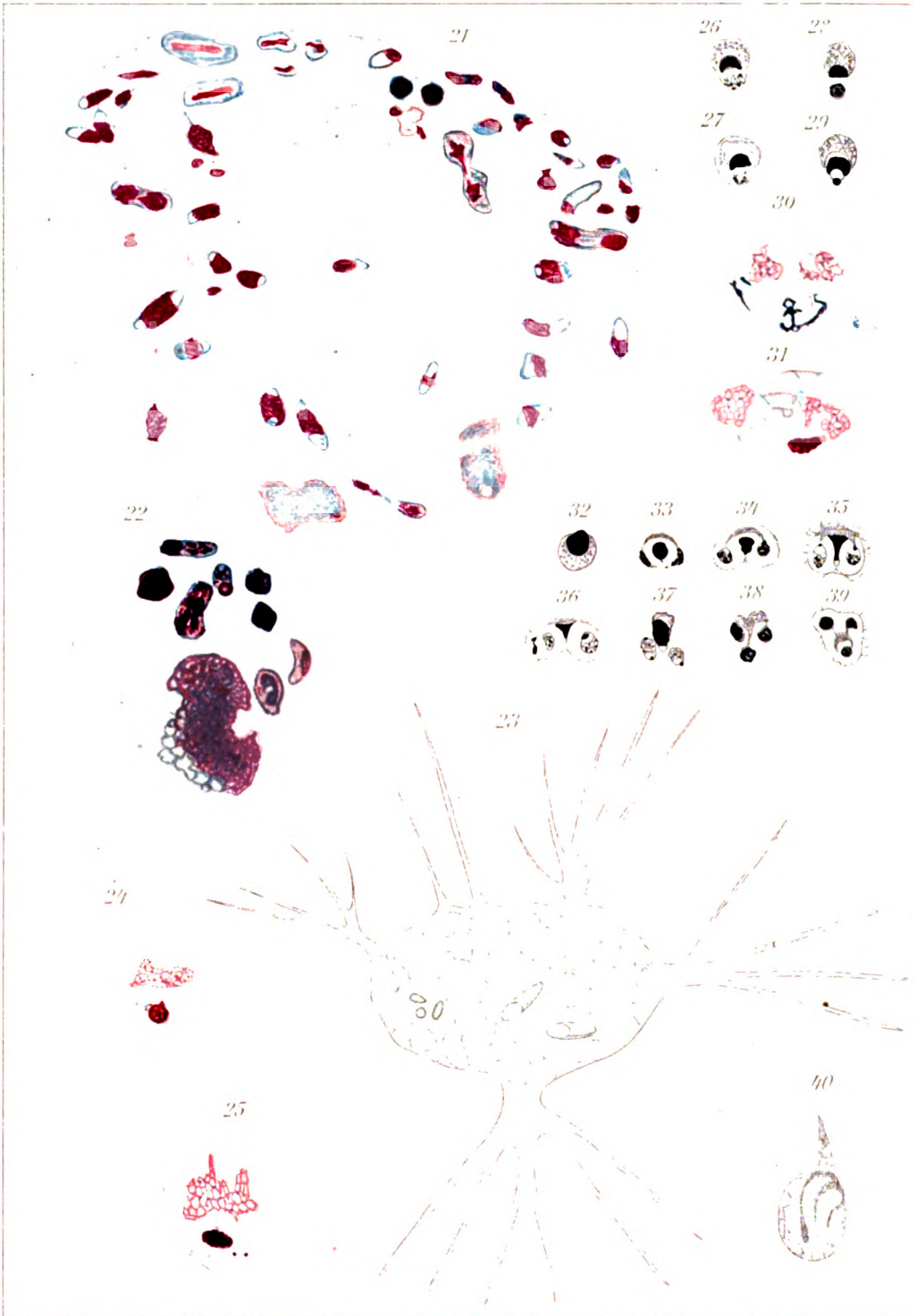
Fig. 36. Membranrest wird ausgestoßen.

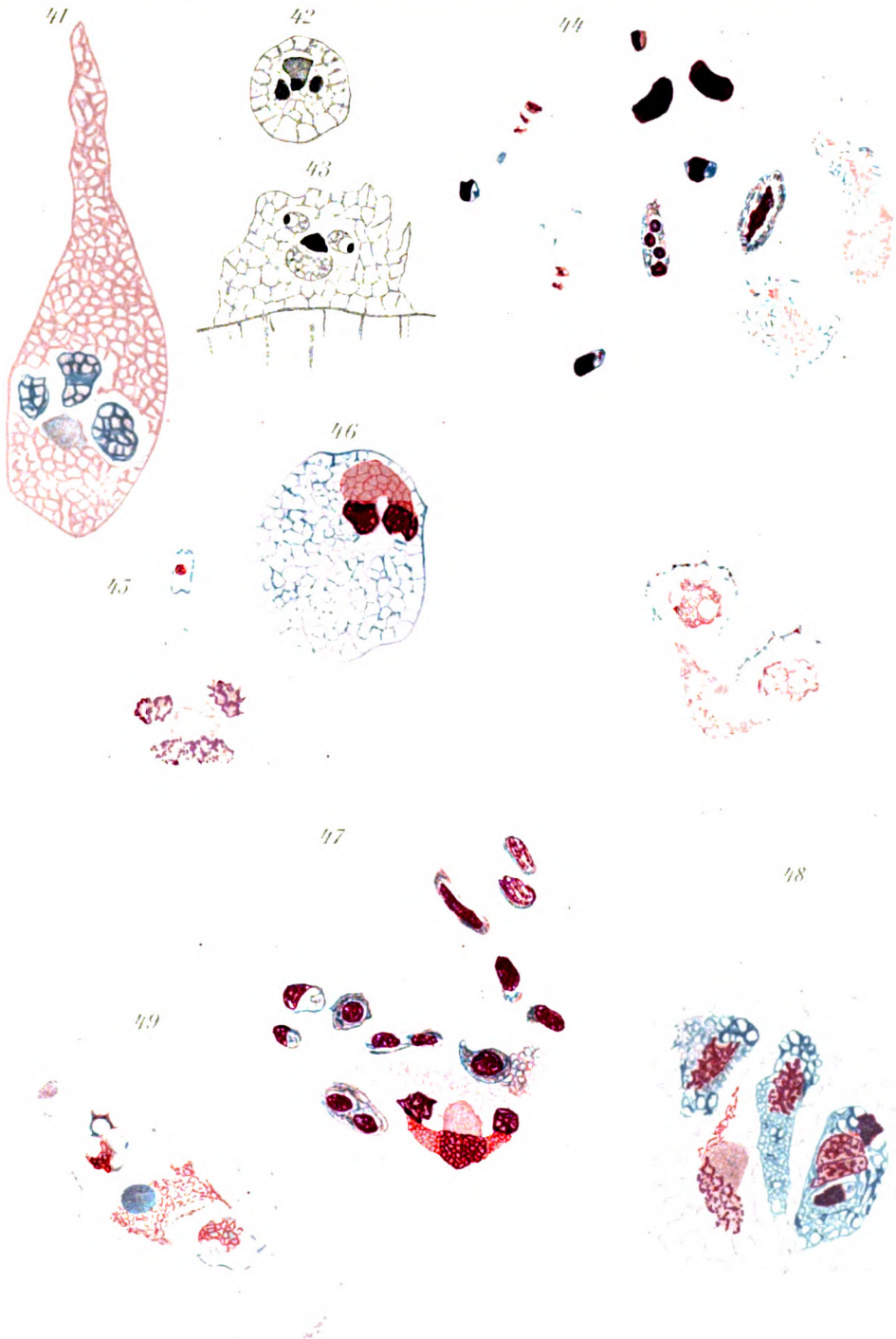
Fig. 37—38. Zwischen Gallerte und Plasma liegender Kern.

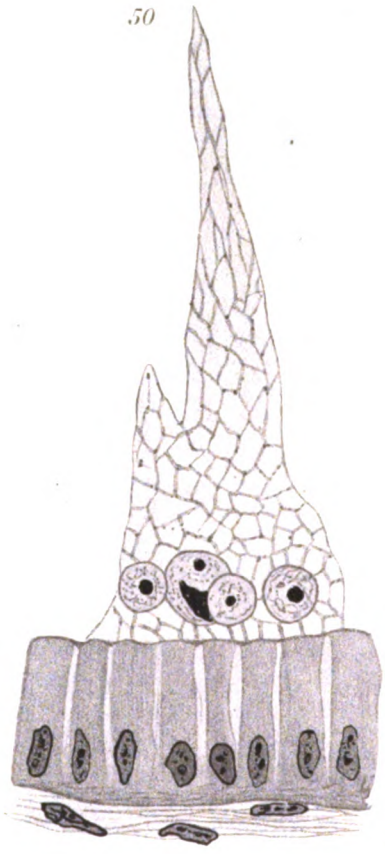
Fig. 39. Chromatinfreier pyknotischer Kern.











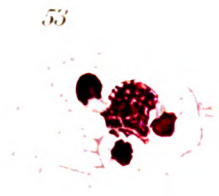
50



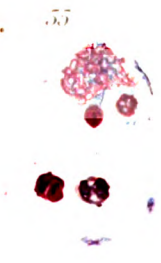
51



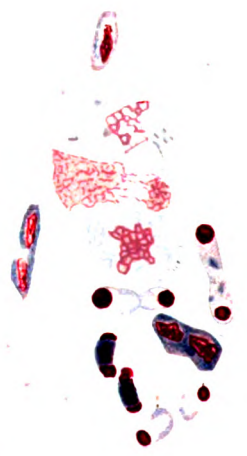
52



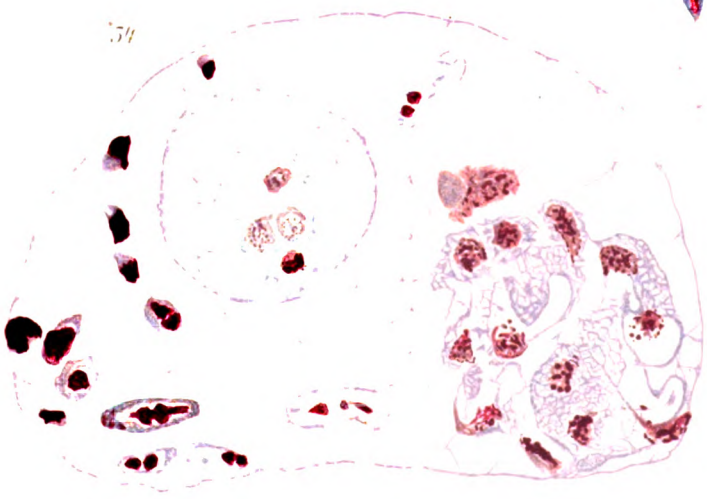
53



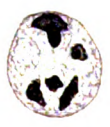
54



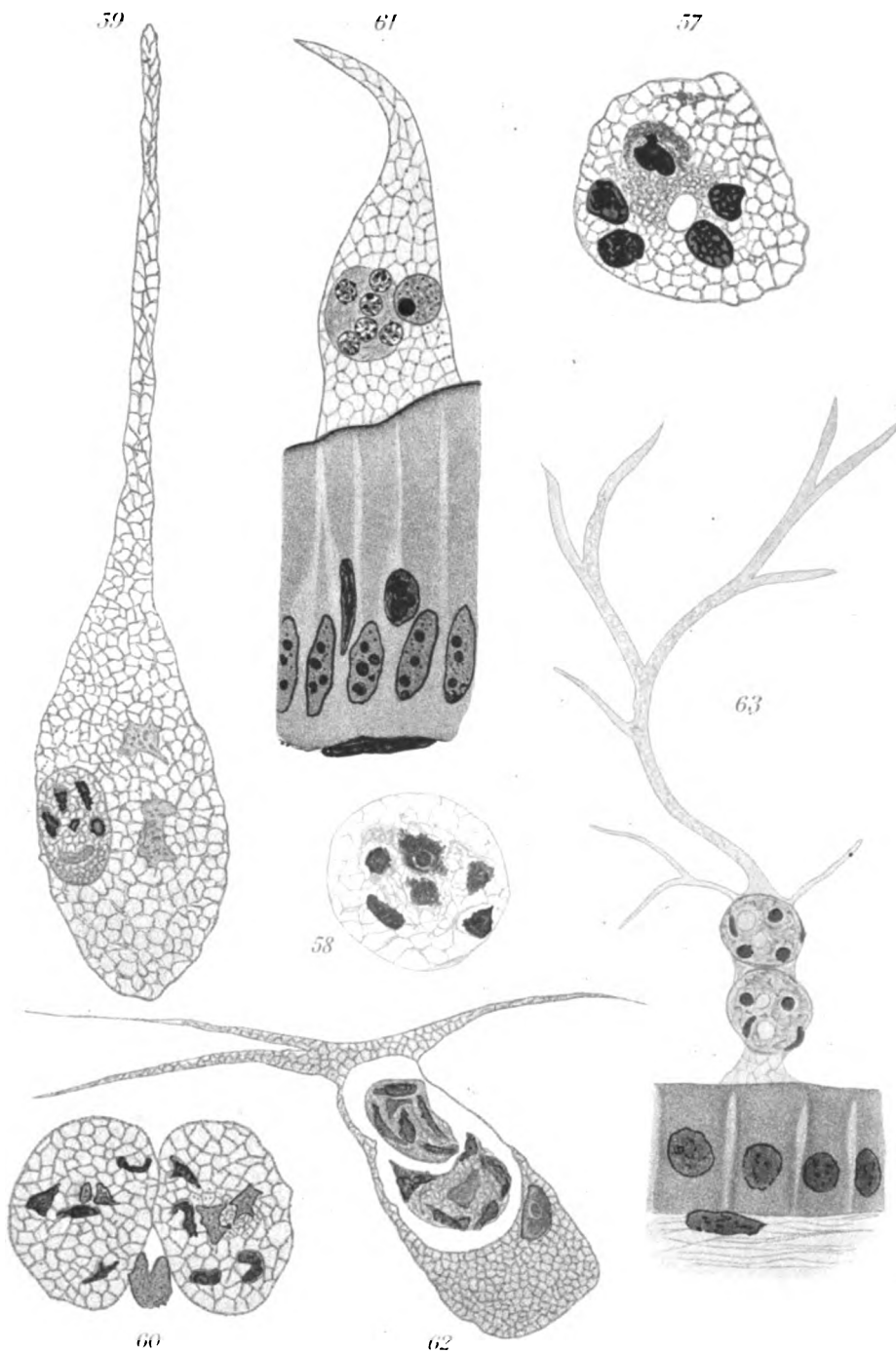
55

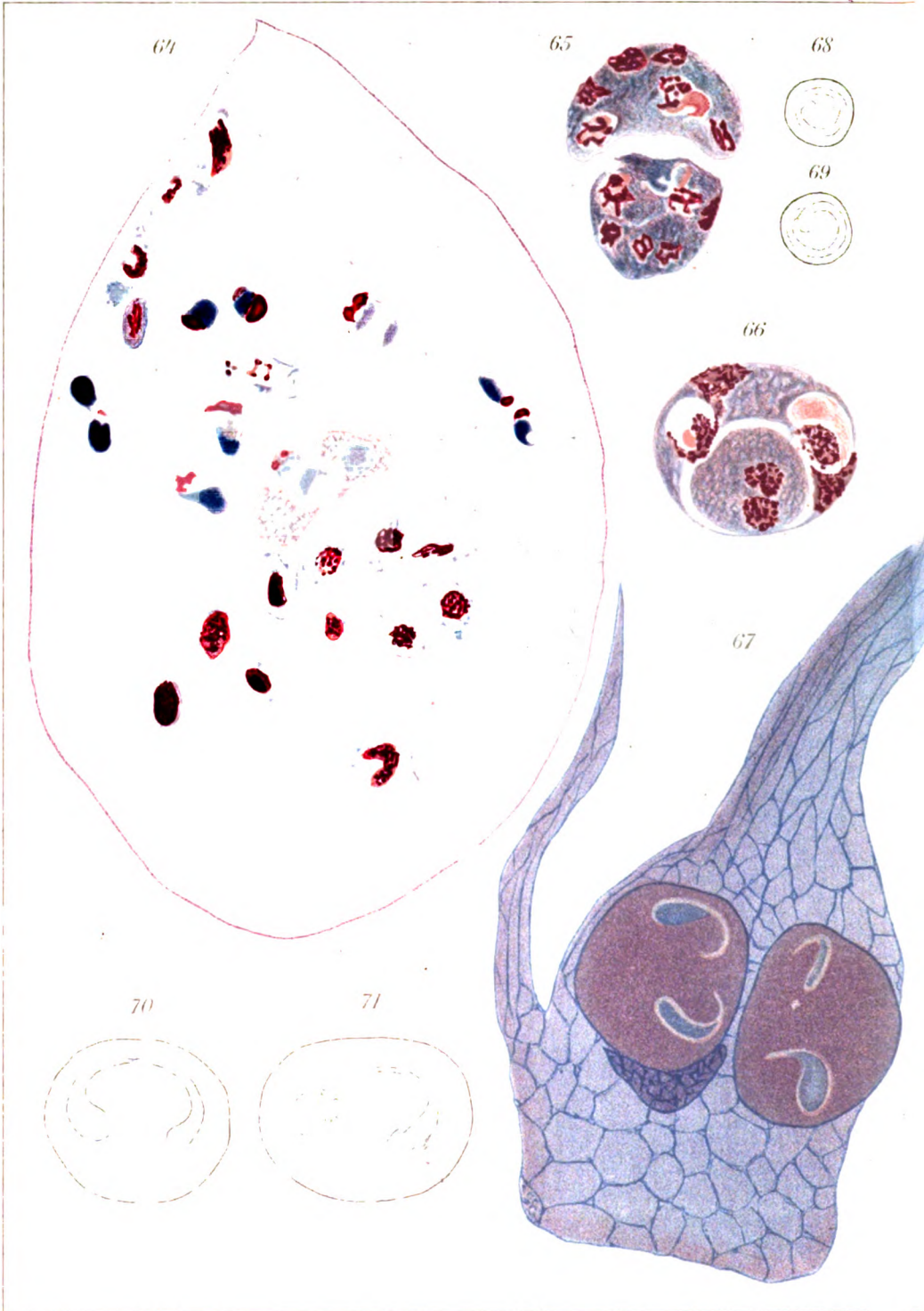


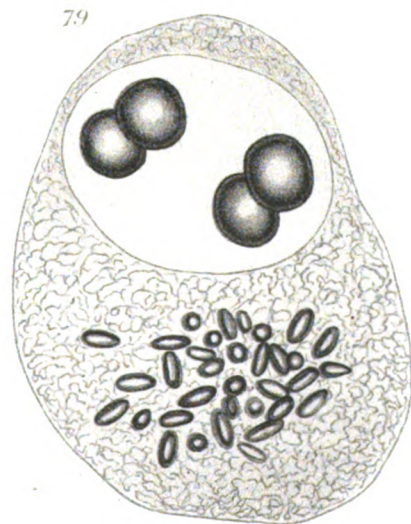
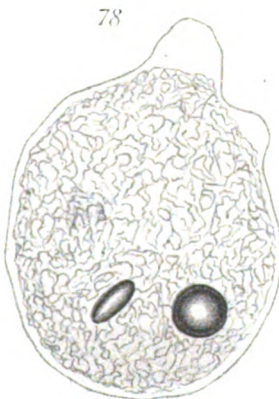
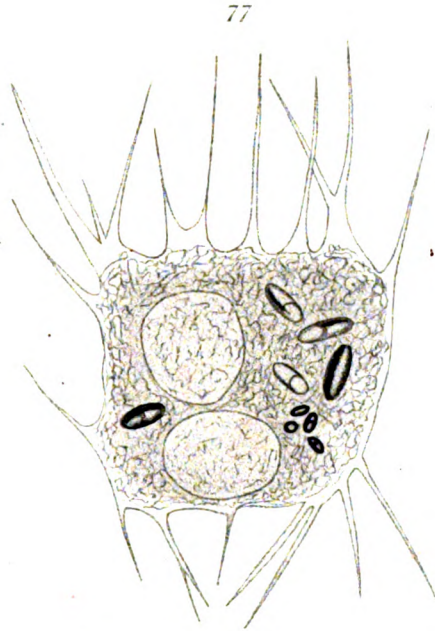
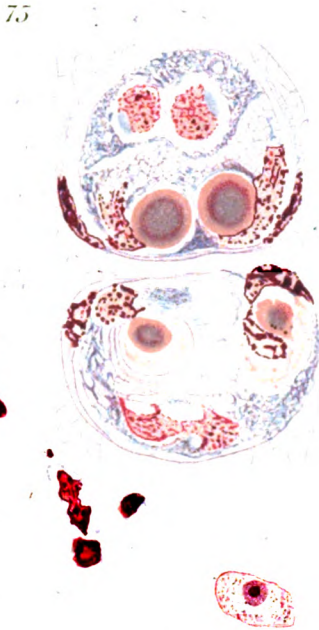
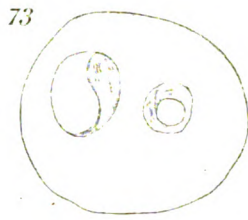
56



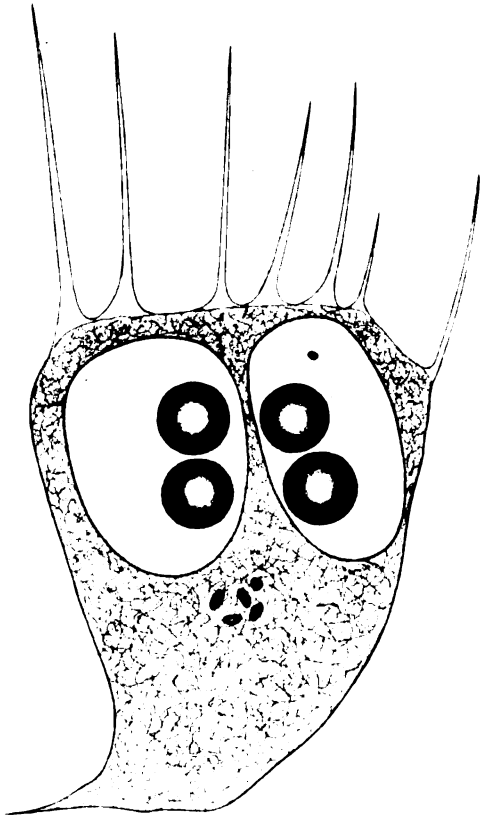
57



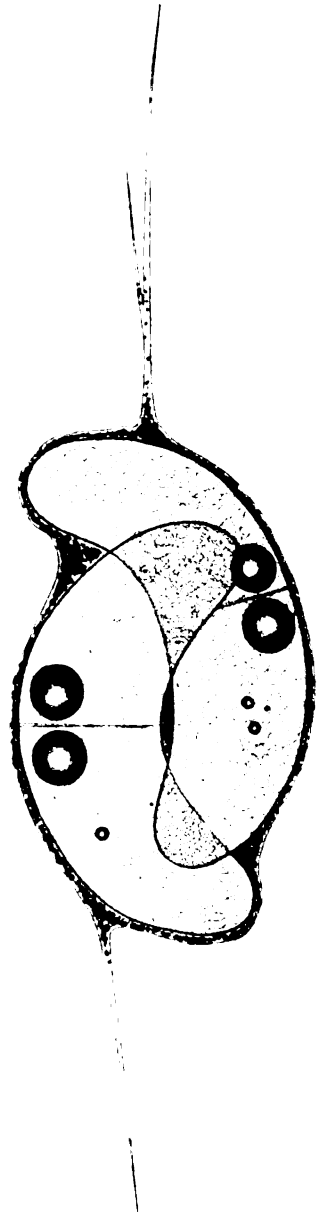




80



81



89



90



91



92



93



94



95



96



97



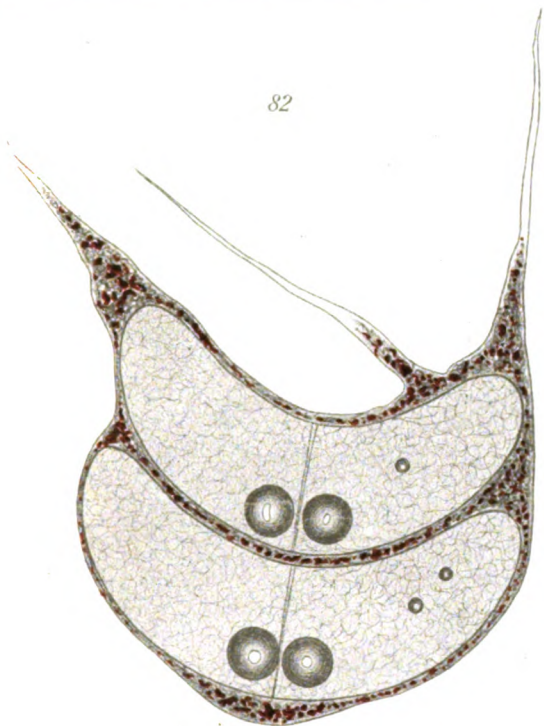
98



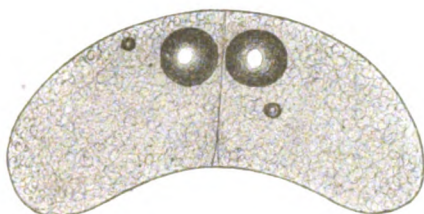
99



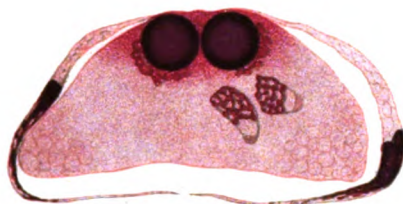
82



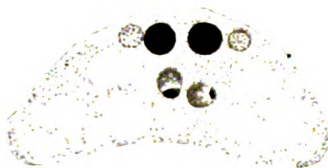
83



84



85



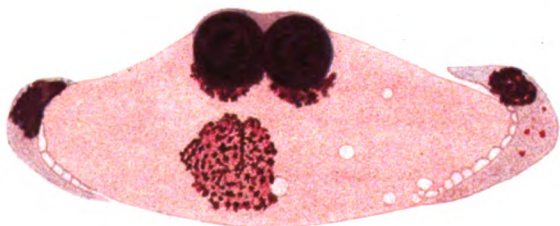
86



87

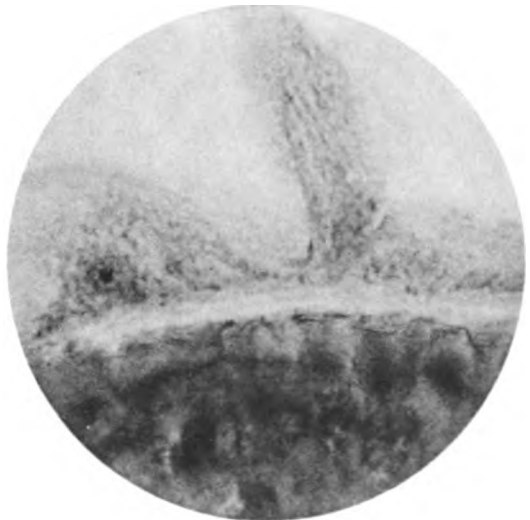


88

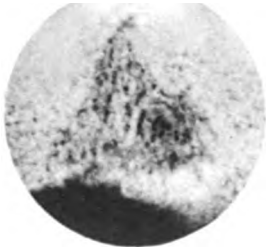




100



102



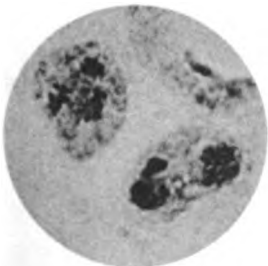
101



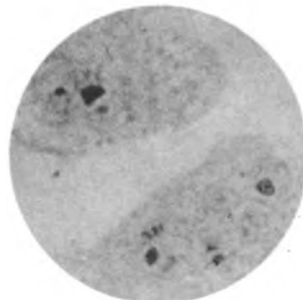
103



104



105



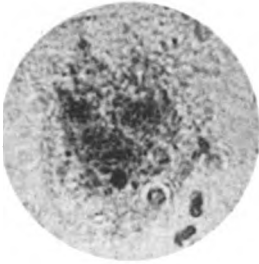
106



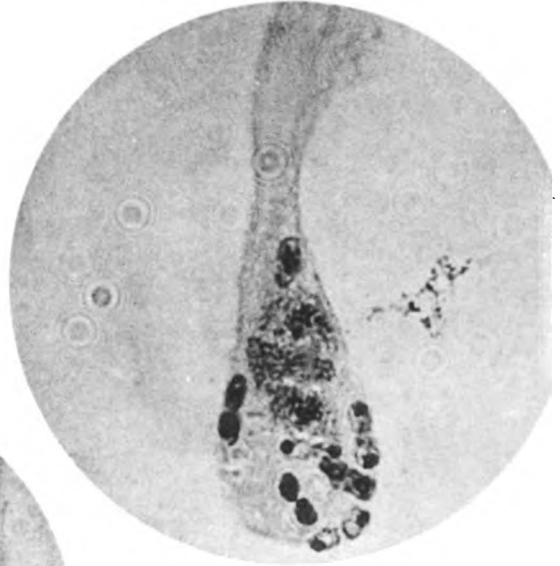
107



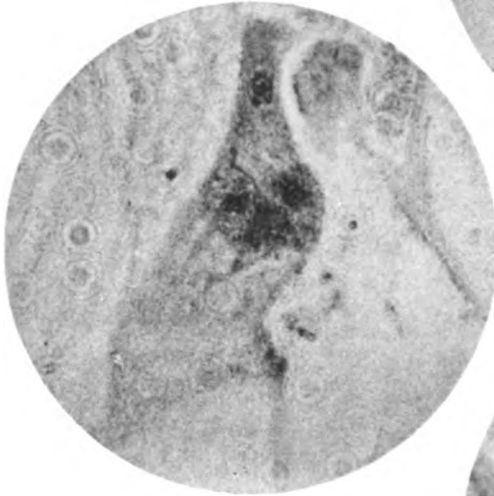
108



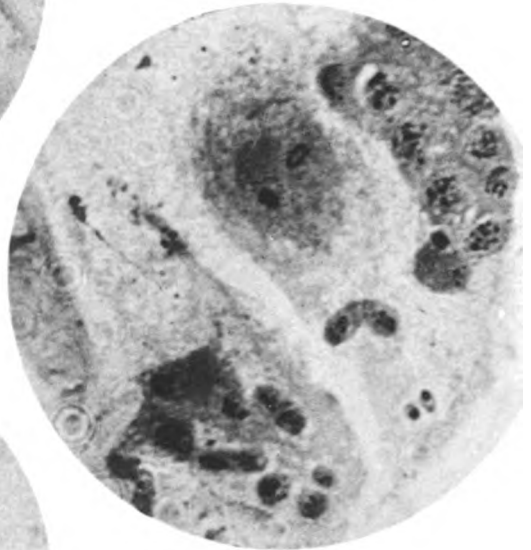
109



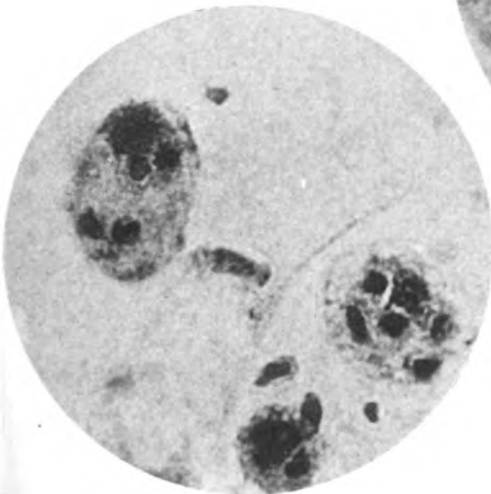
111



110



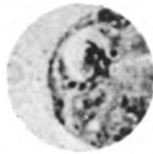
112



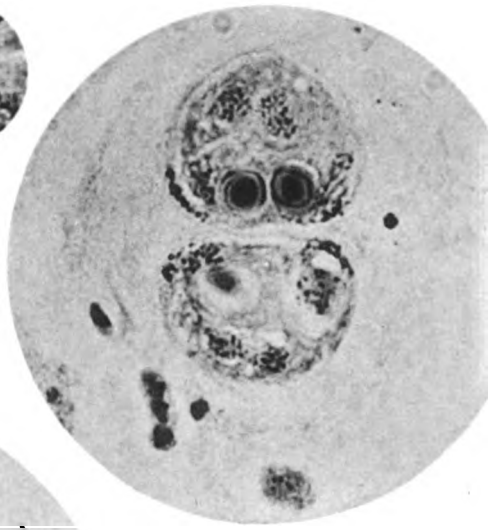
113



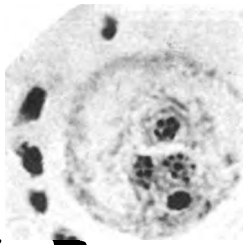
114



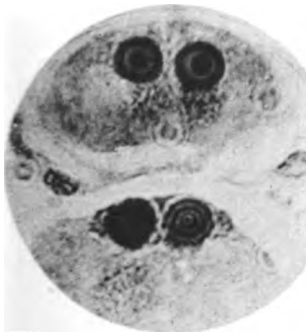
114a



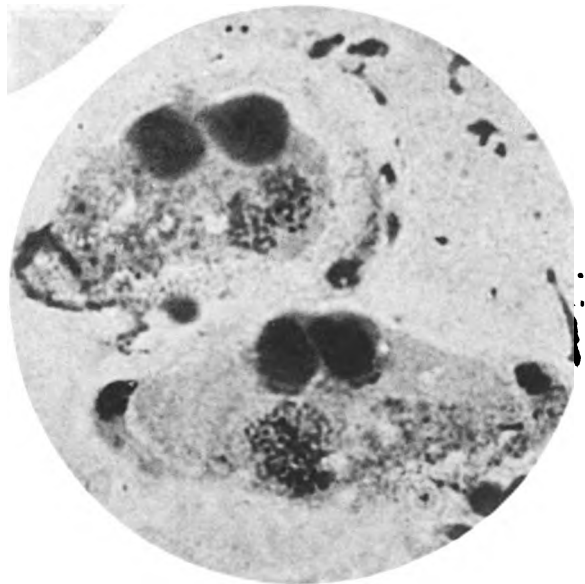
115



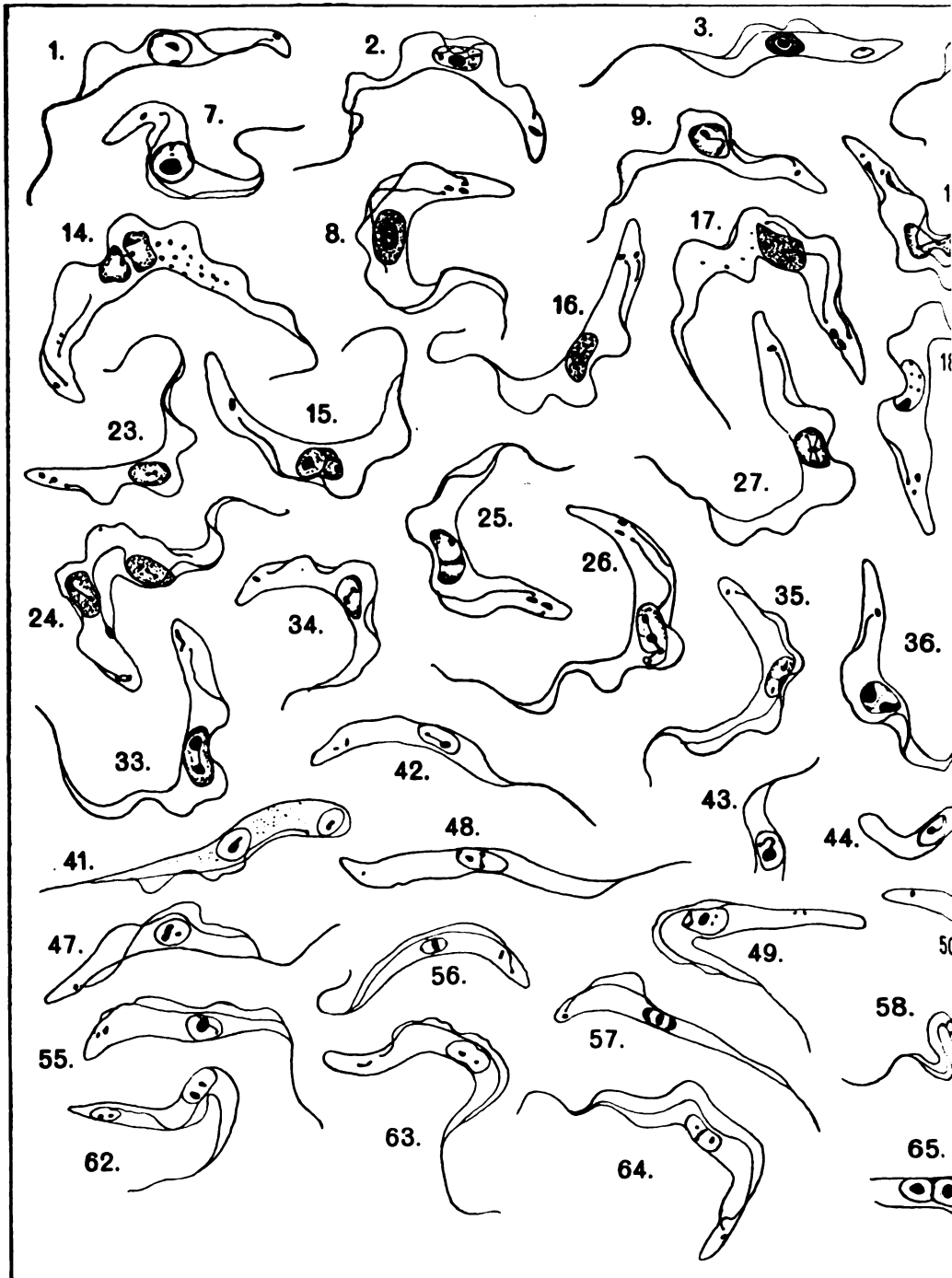
116

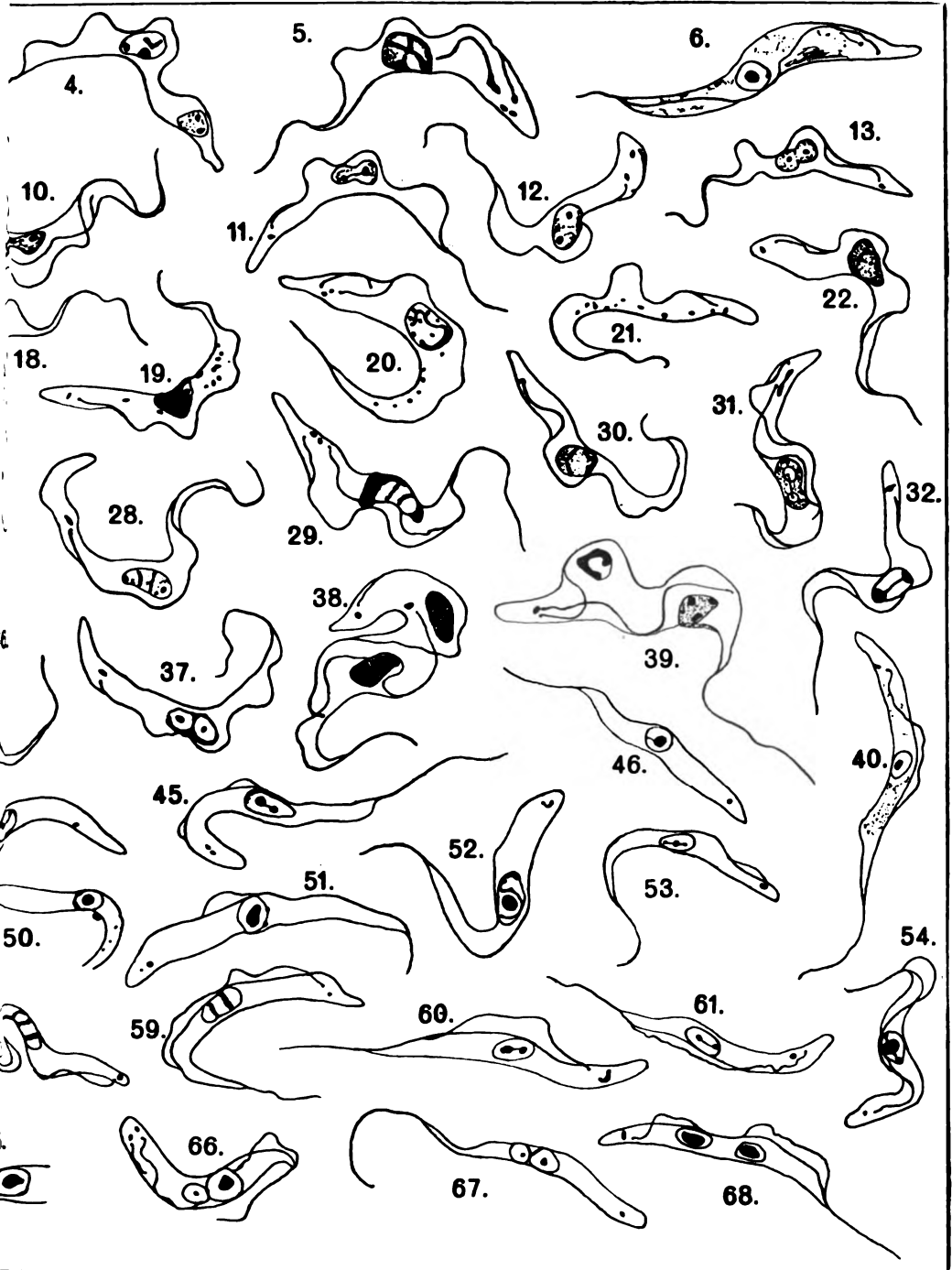


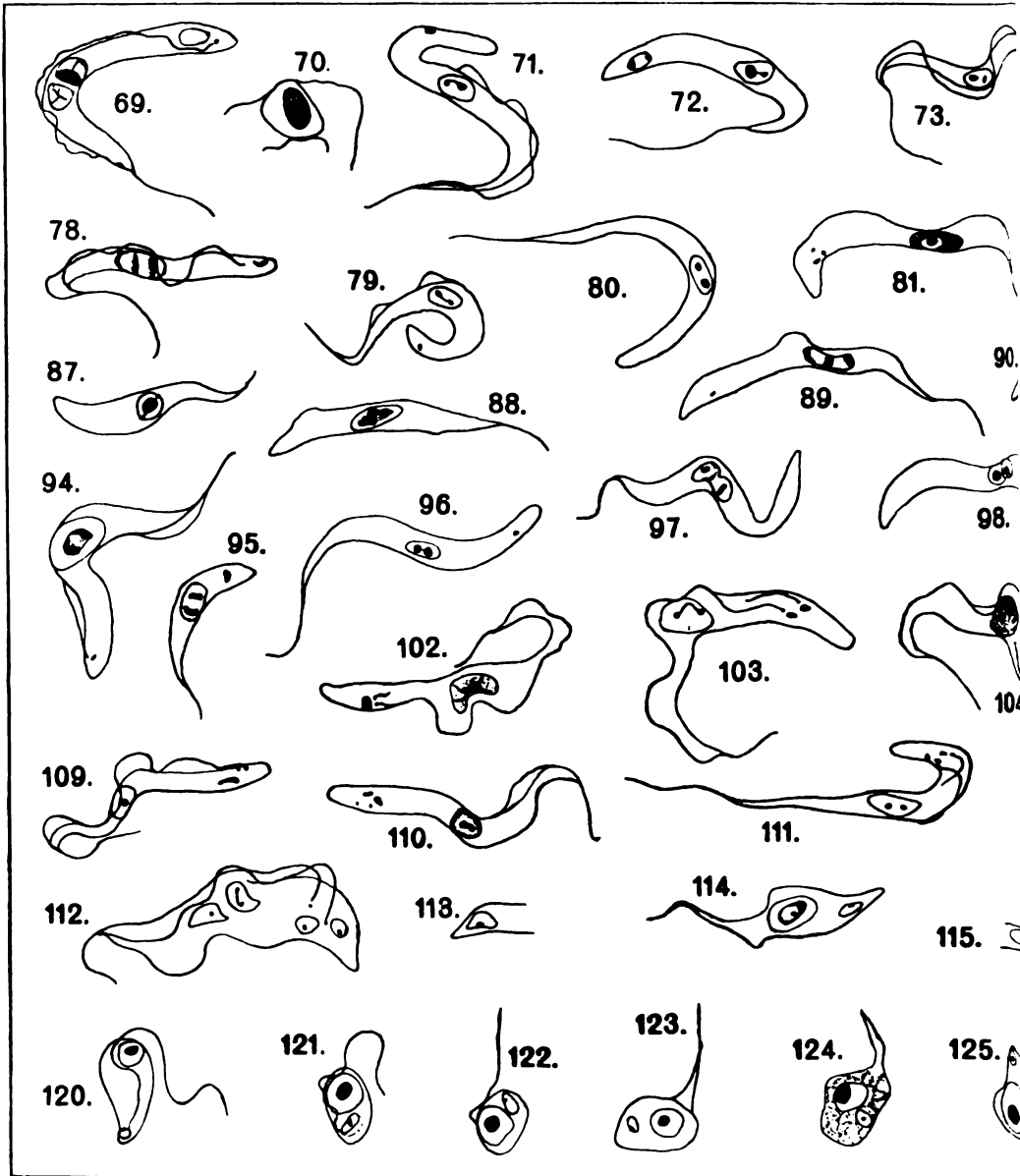
117

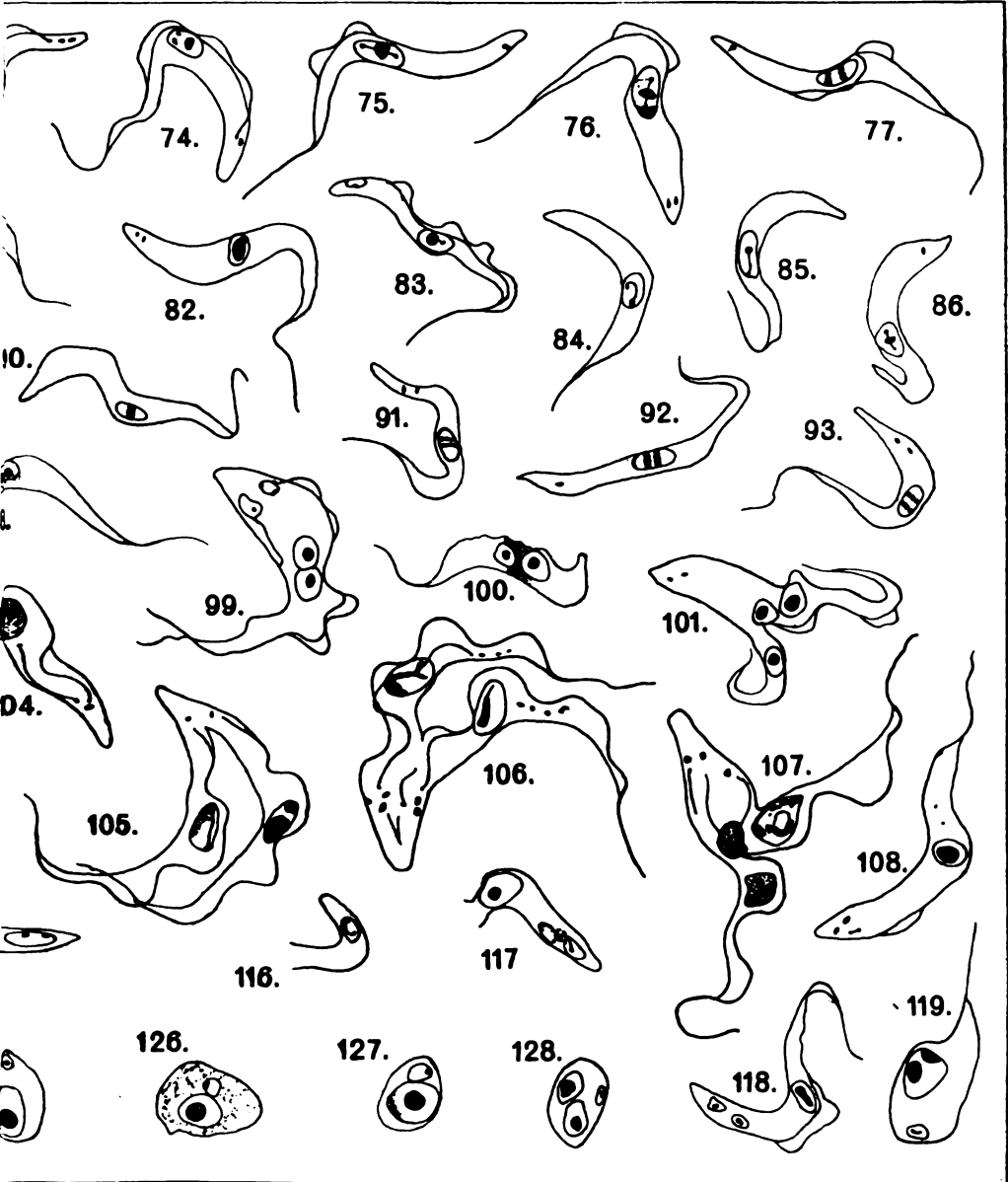


118

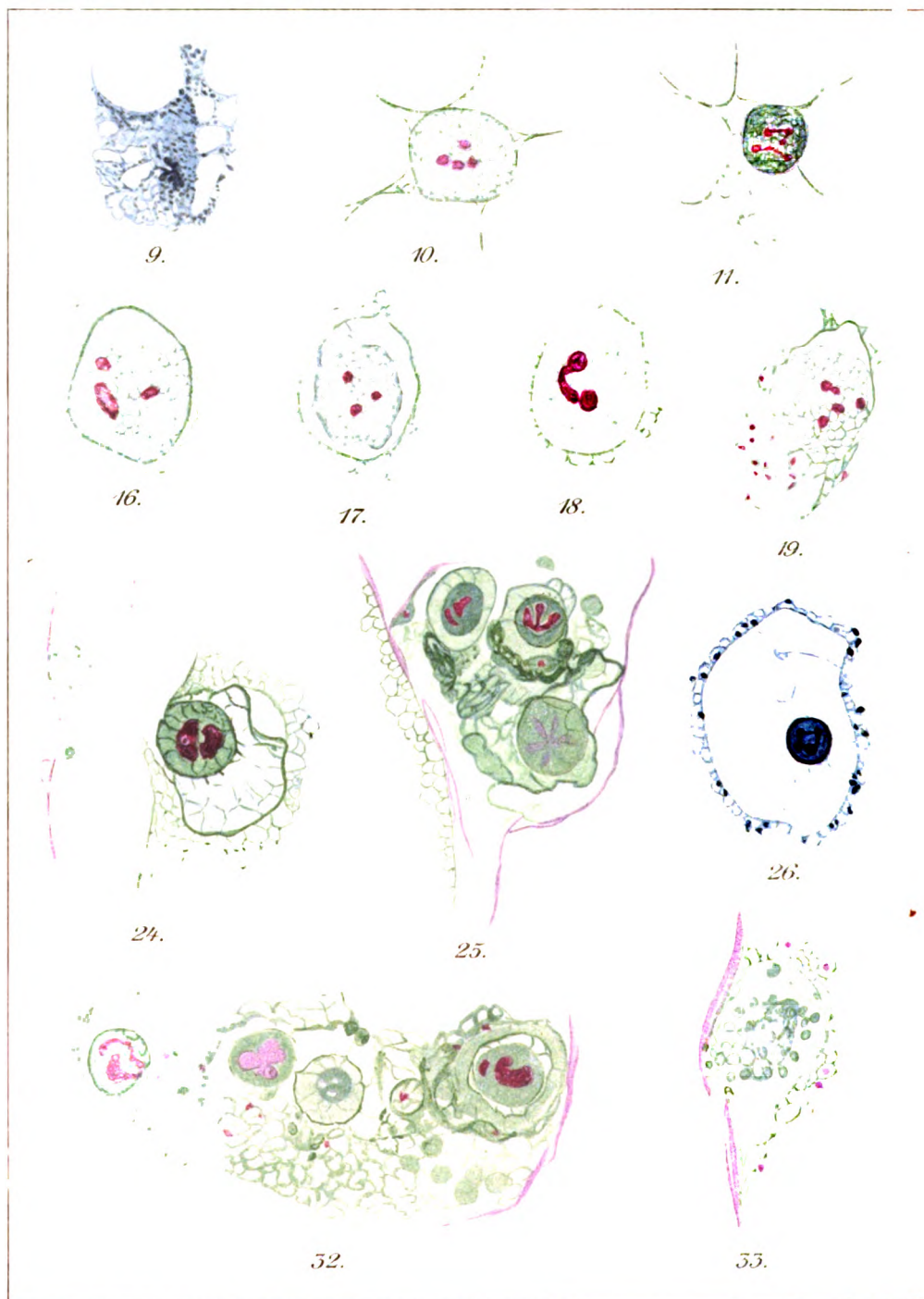






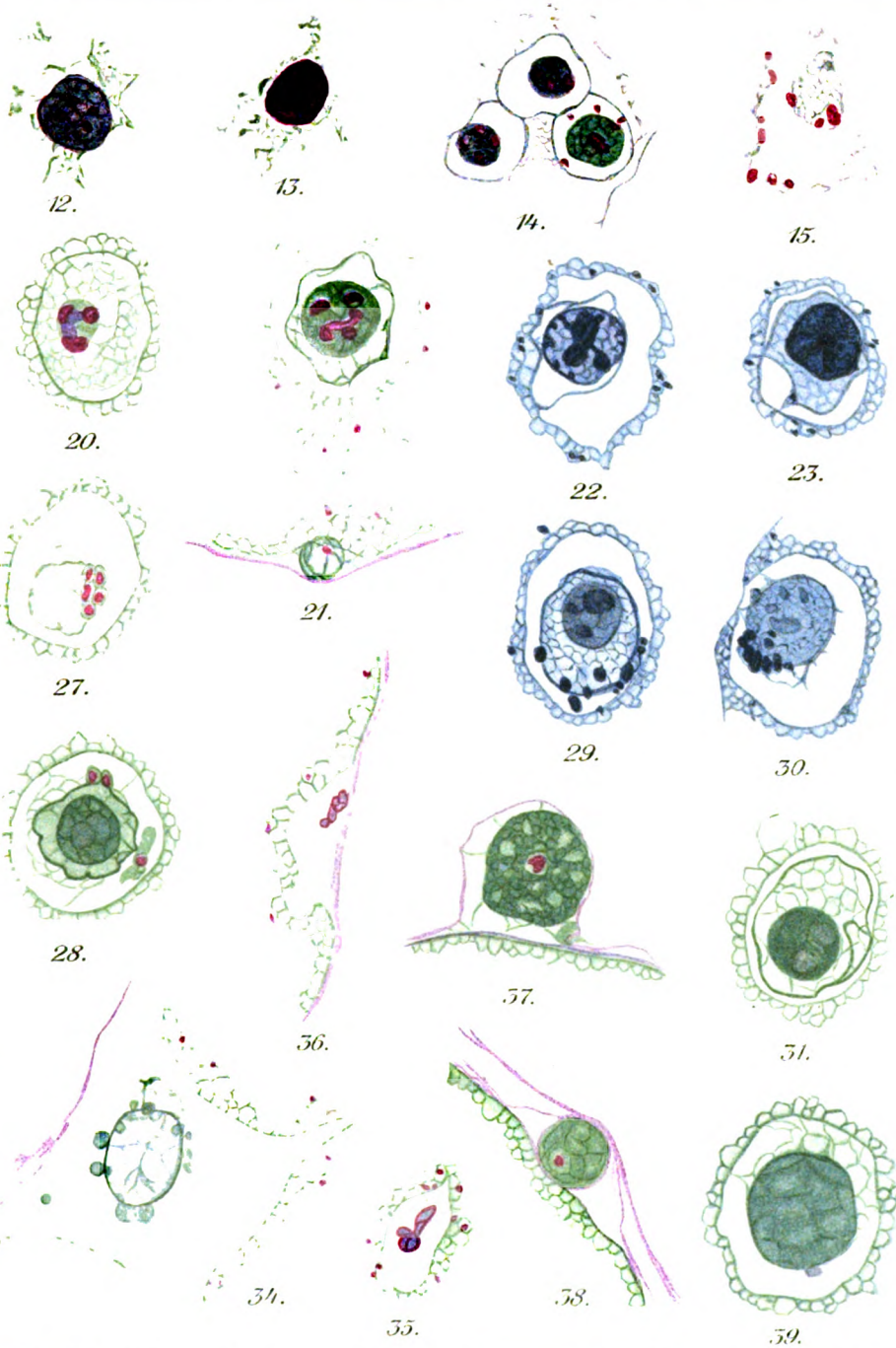


v Fischer in Jena.



Speeth gez.

Verlag von Gustav Fischer



Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Kiel.)

***Quasillagilis*,**
ein neues Ciliatengenus aus dem Schwarzen Meer.

Von
Dr. Werner Busch.

(Hierzu Tafel 17 u. 18.)

Während einer kurzen Tätigkeit als Kommandanturarzt des rumänischen Landbezirkes Insuratei unweit der Donau hatte der Verf. Gelegenheit, an der Spitze der langen, weit ins Meer sich erstreckenden Hafenmole von Constanza etwas Oberflächenseewasser mit FLEMMING'scher Lösung zu konservieren. Die Bearbeitung dieser geringen, im Feldkoffer seitdem mitgeführten Schöpfprobe konnte erst nach Rückkehr an das Kieler Zoologische Institut erfolgen. Infolge Materialmangels war es nicht möglich, den ganzen Lebenszyklus sowie die genauen Kernverhältnisse der beschriebenen Art näher zu studieren. Wenn sich der Verf. trotzdem zu einer Veröffentlichung der wenigen bisher erhobenen Befunde entschließt, so bewegt ihn dazu die Erkenntnis, daß das Gewinnen reichlicheren Materials zunächst für längere Zeit unmöglich sein dürfte, andererseits das Infusor einige Besonderheiten aufweist, die es vielleicht als nicht ganz uninteressant erscheinen lassen. Die Literatur wurde, soweit es sich ermöglichen ließ, durchgesehen. Auf die Einsicht mancher ausländischer Arbeiten mußte verzichtet werden. *Quasillagilis constanziensis* nov. gen. et spec. erweist sich als zu den holotrichen Ciliaten gehörig. Die größte gemessene Körperlänge (ohne Cilien) beträgt 0,013 mm, die kleinste 0,009 mm; die größte gemessene Körper-

breite beträgt (an der Stelle des größten Umfanges) $9\ \mu$. Der Körper ist drehrund, vorn (in der Gegend des Peristomfeldes) breit abgerundet, hinten etwas verjüngt mit stumpf zulaufendem Hinterende (Fig. 1 u. 2). Das vordere Körperdrittel wird durch eine Schnürfurche von dem hinteren Teil abgetrennt. Diese Furche bildet einen geschlossenen Ring, der den Körper leicht schräg umfaßt. Im Profil gesehen ist die Furche tief, mit steilen Rändern und schmalen Talboden. Die Furche bildet also keine Spirale und ist so orientiert, daß in der Gegend des Peristoms die Furche am weitesten vom oralen Pol des Ciliaten entfernt liegt. Das Peristomfeld ist am konservierten Material außerordentlich schwer zu erkennen (Fig. 4). Soweit es sich wahrnehmen ließ, beginnt es als seichte, stumpf abgerundete Furche auf etwa ein Drittel Höhe des Abstandes der Rinne vom oralen Pol, erheblich von der Medianlinie nach der linken Seite verschoben. Sich langsam vertiefend steigt das Peristomfeld in einer anscheinend sehr schwach linksgewundenen Spirale in die Höhe, um nach der Kulmination wieder etwas abwärts zu steigen und sehr breit gerundet zu enden. Das Cytostom liegt anscheinend an dieser Stelle und führt in einen wohl nicht tiefen Cytopharynx. Es läßt sich erkennen, daß der Cytopharynx das ganze Ectoplasma durchsetzt. Die genauere Struktur bleibt unbekannt. Anscheinend vom Rande des Peristomfeldes entspringen ein oder mehrere Säume sehr feiner langer Cilien. Ein Zusammenschluß zu Membranellen läßt sich nicht genau feststellen. Diese Cilien sind $7-8\ \mu$ lang und etwas schräg nach außen von der Körperlängsachse des Ciliaten gerichtet. Seitlich und unweit des aboralen Körperpols befindet sich (Fig. 3, 1 u. 2) eine sehr flache längs-ovale Mulde, deren größter Durchmesser schräg zur Körperachse angeordnet ist. Innerhalb dieser Mulde entspringt eine Geißel (Länge $9\ \mu$), die dem Dickendurchmesser und der Länge der später beschriebenen „Körbchen“ cilien durchaus entspricht. Ihr Ursprungsteil durchsetzt das ganze Ectoplasma. Die genaue Insertion konnte nicht festgestellt werden. Die $9\ \mu$ lange Geißel ist im Verlauf leicht wellenförmig gestaltet und scheint in einer linksgewundenen Spirale zu schlagen. Die Achse des mutmaßlichen Schwingungskegelmantels steht schräg zur Körperlängsachse in einem Winkel von ungefähr 30° . Der Anordnung nach dürfte die Geißel als Steuerruder aufzufassen sein. — Von dem dem aboralen Pole genäherten unterem Rande der Ringfurche entspringen einander parallel zwei Cilienkränze von der Dicke der Endgeißel (Cilienbündel?). Die Ursprungsstellen der Cilien des einen Kranzes alternieren mit denen des anderen. Diese Cilien sind gleich-

mäßig mit geringen Wellenbewegungen nach vorn und etwas nach außen gerichtet. Sie umfassen zusammen den nackten oralen Teil des Ciliatenkörpers korbartig in der Weise, daß die Korböffnung breiter als der Korbboden ist. Zwischen zwei Cilien eines Kranzes beträgt der Abstand meist $0,9 \mu$. Das von dem „Körbchen“ umschlossene Körperdrittel ist bis auf das Peristomfeld völlig nackt. Unterhalb der Schnürfurche, nach dem aboralen Pole zu, entspringen — den Cilienkränzen des Körbchens und einander parallel — etwa 13 (die Zahl scheint in geringen Grenzen zu variieren) Wimperkränze, die den Körper reifartig voll umfassen. Diese Cilien sind durchschnittlich 7μ lang und feiner als die „Körbchencilien“. Außerdem läßt sich deutlich bei den meisten Exemplaren eine Sonderung in zwei Gruppen erkennen. Die Wimperhaare der vier der Schnürfurche nächstgelegenen Kränze sind oft leicht nach vorn gerichtet. Die Cilien der übrigen Reihen (ungefähr 8) stehen auf der Körperlängsachse senkrecht nach außen gerichtet mit einer meist vorhandenen geringen Neigung zum aboralen Körperpol hin. Der Wurzelteil der Cilien durchsetzt das ganze Ectoplasma. Die genaue Insertion ließ sich nicht feststellen. Der aborale Teil des Ciliatenkörpers ist bis auf die Geißel nackt. Der Körper wird außer einer vermutlich vorhandenen Pellicula von einer verhältnismäßig starken homogenen Ectoplasmaschicht überall umhüllt. Nur in der Tiefe der Schnürfurche scheint das Ectoplasma etwas verdünnt zu sein. Das Entoplasma ist merkwürdig grob strukturiert. Es lassen sich lichtbrechende homogene Kugeln von ca. $0,5 \mu$ feststellen sowie eine recht dicht gedrängte Anzahl kleinerer bis feinsten gleichgearteter Kugeln. Am auffallendsten sind aber an den mittels FLEMMING'scher Lösung konservierten Ciliaten eine Anzahl mehr oder weniger schwarz gefärbter Kugeln.

Diese meist völlig runden, nur selten etwas länglich gestalteten Körper enthalten einen scheinbar völlig homogenen Inhalt mit sehr dünner oder nicht wahrnehmbarer Membran. Da die Schwärzung sofort nach der Behandlung mit der Konservierungsflüssigkeit statt hat, enthalten die Körper wahrscheinlich Olein oder Lipide. Gewöhnlich liegen diese Kugeln im hinteren Teil des Ciliaten und sind bei vollausgebildeten Ciliaten in dem vor der Furche gelegenen Körperdrittel nie vorhanden. Sie sind $1-2 \mu$ breit und liegen (8—15 an Zahl) im Binnenplasma regellos verteilt. Bei einigen Exemplaren lassen sich auch erheblich kleinere Körnchen derselben Art finden, die in kleinen Häufchen beieinander liegen, so daß der Eindruck erweckt wird, als wären sie aus den großen Kugeln durch Zerfall

entstanden. Bei einem Ciliaten konnte beobachtet werden, wie aus dem Entoplasma einer Stelle des Hinterendes, gegenüber der Geißelmulde, ein solcher Körper das Ectoplasma durchtrennend, über die Körperoberfläche teilweise herausragte, nur noch von einer dünnen Membran bedeckt. Ob es sich hierbei um die Cytopyge oder um ein Artefakt gehandelt hat, läßt sich nicht feststellen. Sehr wahrscheinlich entstammen diese dunklen Körper der Nahrung (siehe unten). Immerhin ist der scheinbare Zerfall in kleinere Kugeln bemerkenswert und vielleicht für die Entscheidung der Frage wichtig, ob nicht eine Olein- oder Lipoid-Spaltung im Körper dieser Ciliaten statthaben kann. Außer diesen Einschlußkörpern waren noch bei wenigen Exemplaren Bakterien von der Größe und Gestalt des *Bacterium termo* in Nahrungsvakuolen zu sehen, deren Wand sich infolge der Konservierung eng angelegt hatte. Die Bakterien waren durchschnittlich $2\ \mu$ lang und können demnach bequem mittels des Cilienkörbchens aus dem Wasser herausfiltriert werden. Sie dürften neben den dunklen Körpern die Hauptnahrung der Ciliaten abgeben. Das Cilienkörbchen ist demnach als ein Reusenfangnetz mit sehr enger (weniger als $0,9\ \mu$) Maschenbreite anzusehen. Auch die Maschenlänge dürfte meistens keine große sein, da sich die Cilien der beiden Kränze oft kreuzen. Von diesem feinen Filtrierapparat werden vermutlich die Nahrungskörper (Bakterien usw.) nach dem Anfang des Peristomfeldes geschwemmt und von den Peristomcilien aufwärts in das Cytostom geflimmert. — Im Entoplasma des hinteren Hauptkörperteils, dem aboralen Pol genähert, befindet sich, bei den voll ausgebildeten Ciliaten recht gleichmäßig, der im Verhältnis zum ganzen Ciliaten sehr große Macronucleus (Durchmesser bei einem $12\ \mu$ langen Exemplar $4,3\ \mu$). Bei allen Exemplaren zeigt sich eine schmale Kernsaftzone zwischen dem Chromatin und der Kernumgrenzung. Über die Kernstruktur kann nur soviel ausgesagt werden, daß das Chromatin in einem relativ grobmaschigen Netz angeordnet zu sein scheint. Näheres ließ sich infolge Materialmangels leider nicht feststellen. Ebenso muß die Möglichkeit des Vorhandenseins mehrerer Kleinkerne offen gelassen werden. Ein Micronucleus ist bei den meisten Ciliaten deutlich zu erkennen und liegt dem Großkern an der der Körperwand zugekehrten Seite dicht an. Außer diesen Formen lassen sich einige Cysten und Übergangsformen finden, die sich (jedoch nur mit Vorbehalt) in den Formenkreis des Ciliaten einreihen lassen. Zunächst werden einige flaschen- oder urnenförmig gestaltete Dauercysten angetroffen, die ein von einer glatten, dünnen und durchsichtigen

Cystenwand umschlossenes homogenes Binnenplasma aufweisen (Fig. 8 u. 9). In diesem Plasma läßt sich in allen Fällen der Macronucleus in nicht wesentlich verändertem Zustande erkennen. Nur die Kernsaftzone war verbreitert. Jedoch dürfte nach den genauen Untersuchungen VAN GOOR's (4, S. 200) über den Einfluß der Konservierungsflüssigkeiten auf den Kern von *Noctiluca* einige Vorsicht bei der Deutung von Kernbildern bei konserviertem Material am Platze sein.

Der Micronucleus war bei einer Cyste ebenfalls an derselben Stelle zu finden. Die Kerne lagen etwas mehr vorn, der Ringfurche genähert. Außerdem läßt sich in jeder Dauercyste eine Anzahl der vorher beschriebenen dunklen Körper sehen, die also den ganzen Encystierungsprozeß überstehen. Ihre Lage ist insofern bemerkenswert, als sie in gleicher Zahl auch im vorderen Drittel sich befinden, zum Unterschied von den voll ausgebildeten Ciliaten. Außer diesen Einschlußkörpern birgt das sonst völlig homogene Cystenplasma bei einigen Ciliaten ein Kristall von dreieckiger, keilförmiger Gestalt im optischen Querschnitt. Die Cystenlänge beträgt 12—16 μ , ist also nur unwesentlich von der des voll ausgebildeten Ciliaten verschieden. Bei allen Cysten ist eine deutliche Einschnürung am „Halse“ wahrnehmbar. Die Einschnürung entspricht der Schnürfurche des ausgebildeten Ciliaten. Der „Mündungsteil“ der Cyste besitzt bei einigen Exemplaren schirmartig umgebogene Ränder, bei anderen sitzt er wie ein abgerundeter Stopfen auf einer Flasche. Als mutmaßliche Übergangsformen zu diesen Cysten finden sich Ciliaten von eigentümlicher Körperform. Bei einer Gruppe (Fig. 5) ist die aborale Körperhälfte von einer der ausgebildeten Cystenwand ganz gleichen glatten Hülle schalenartig umgeben. Ungefähr in der Mitte des Körpers geht die Schale ohne deutlichen Absatz in sanftem Gefälle in die äußerste Ectoplasmaschicht (Pellicula?) über. Die Wimperreihen der Körpermitte sind geschwunden und an ihrer Stelle deutet nur eine schwache Längsriffelung der Oberfläche auf sie hin. Aller Wahrscheinlichkeit nach wurden sie vor der Encystierung hochgeschlagen und verschmolzen dann mit dem Körper.

Die Endgeißel ist geschwunden (eingeschmolzen?) und nur die in der Cystenwand noch deutlich erkennbare flache Mulde deutet ihre ursprüngliche Lage an. Das „Wimperkörnchen“ ist zwar vorhanden, hat aber eigenartige Umwandlungen erfahren. An Stelle der Doppelreihe starker Cilien lassen sich ungefähr 22 Membranellen feststellen, die von oben gesehen das Bild einer rechtsgewundenen Spirale geben (Fig. 5). Der ursprüngliche voluminöse orale Körperteil des Ciliaten befindet sich etwas deformiert in der Mitte des

Korbes. Die Membranellen stoßen an der Spitze miteinander zusammen und scheinen sowohl hier wie in ihrem ganzen Verlaufe miteinander verklebt zu sein. Vom Cytostom und dem Peristomfeld ist nichts zu finden. Das Plasma hat sich auf der einen Seite von der Cystenhülle abgetrennt. Der Kern, in gleicher Größe wie bei den ausgebildeten Ciliaten, liegt noch an der üblichen Stelle. Ebenso befinden sich die dunklen Körper nur in den hinteren zwei Dritteln des Körpers. Weiterhin lassen sich Formen einreihen, deren Cystenbildung schon weiter fortgeschritten ist. Die Cystenhülle reicht bei ihnen bereits bis zur Halsschnürfurche (Fig. 7). Sowohl Körperwimperreihen wie Wimperkörbchen sind völlig mit dem Körper verschmolzen und nur als Oberflächenriffelung erkennbar. Bei einer dieser Encystierungsstadien zeigte sich eine eigentümliche Verdoppelung der Cystenwand, für die keine Erklärung gegeben werden kann (Fig. 6). Jedoch scheint sie nicht das normale Verhalten zu kennzeichnen. Bei allen Cysten ist auf diesem Stadium eine relativ starke Ablösung des Plasmas von der Cystenwand festzustellen. Ob diese Ablösung typisch ist oder ein Artefakt darstellt, läßt sich nicht angeben. Auffallend ist ferner auf diesem Stadium das außerordentlich grob und dicht granuliertes Plasma. Es lassen sich helle Granula bis zu fast 1μ Durchmesser feststellen neben einer Menge kleinerer bis feinsten Körnchen. Der Kern liegt dicht an der Schnürfurche und zeigt ein stark kontrahiertes chromatisches Innere (Kunstprodukt?) und eine relativ breite Kernsaftzone. Mit dem Kern sind die dunklen Kugeln und das umgebende Plasma nach dem vorderen Teil geströmt. Noch deutlicher tritt dies bei einigen anderen Cysten hervor, bei denen der Kern sich zum größten Teil mit vielen dunklen Körpern im „oralen Kegel“ befindet. Hier ist von den Cilien kaum mehr als die schwache Riffelung der Körperoberfläche zu erkennen (Fig. 7). —

Diese Ciliaten sind aus mehreren Gründen interessant. Die Geißel am Hinterende entspricht vielleicht der sogenannten „Tastborste“ bei *Metacystis* (6). Nur die Grube, aus der sie entspringt, erscheint ungewöhnlich. Die Ansicht PASCHER'S (7, S. 18), daß zwischen Cilien und Flagellen kein deutlicher Unterschied besteht, erhält dadurch möglicherweise eine neue Stütze. Ebenso kann es vielleicht die Ansicht von VICTOR FRANZ (3, S. 263) stützen, nach welchem Forscher die Ciliaten phylogenetisch (wie die Rhizopoden nach PASCHER auf die Flagellaten) ebenfalls auf Flagellaten und damit in weiterer Linie auf die Pflanzen zurückgehen. —

Der Verf. sieht sich genötigt, eine neue Gattung zu begründen,

da ihm das Wimperkörbchen und die Geißel zusammen mit dem schräg seitlich stehenden Peristomfeld genügend Gründe dafür zu bieten schienen. Am nächsten dürfte dieser Gattung *Metacystis* COHN stehen (7, S. 100, Taf. VIII, Fig. 15—17; 5; 2). Die oralen Körbchenwimpern entsprechen in ihren zwei Reihen ziemlich genau denen von *Quasillagilis*. Nur ist der orale Teil sehr klein und der Mund endständig und anders geformt. Im übrigen ist *Metacystis* vollkommen verschieden gebaut. Ferner hat die Gattung *Urozona* SCHEWIAKOFF eine gewisse Ähnlichkeit. Sowohl die schief eingepflanzte „Tastborste“, wie die parallelen Wimperreihen der Körpermitte zusammen mit dem nackten oralen und aboralen Teil würden stimmen.

Es fehlt jedoch die Schnürfurche, der Cilienkorb, das seitlich stehende Peristomfeld und die Mulde, aus der die Geißel entspringt. —

Nach der verbesserten Zählmethode (LOHMANN) mittels kleiner abzentrifugierter Wasserproben wurden die Ciliaten gezählt und für Ende Mai 1918 in 1 l Wasser der Oberfläche am Molenkopf 600 voll ausgebildete und 400 in der Encystierung begriffene Ciliaten gezählt. Sie stellten die einzigen Ciliaten im Nanoplankton dieser Stelle dar neben zahlreichen Flagellaten. In der folgenden kleinen Tabelle sind die für 1 l Oberflächenwasser berechneten Zahlen zusammengestellt:

<i>Quasillagilis</i> (voll entwickelt)	600 Exemplare
<i>Quasillagilis</i> -Cyste	400 „
Flagellaten (alle Species)	15 200 „
Diatomeen (alle Species)	2 800 „
<i>Micrococcus</i> Species	11 400 „

Zahlreiche Bakterien (hauptsächlich Typus *Bacter. termo*).

Die *Micrococcus*-Zellen waren 2—3,7 μ breit und öfters zu kleinen schleimigen Kolonien vereinigt. Da die Hülle und der Inhalt sich ebenfalls durch die FLEMMING'sche Lösung recht intensiv schwärzte und die Hülle ebenso zart war wie bei den Inhaltskörpern der Ciliaten, wird es sich neben den Bakterien um die Hauptnahrungskörper der Ciliaten handeln. Es kämen also auf 1000 Ciliaten rund 12 000 *Micrococcus*-Zellen, auf 1 Ciliat 12 Zellen. Das ist eine merkwürdige Parallele zu der Zahl der in den Ciliaten gefundenen „dunklen Körper“, die zwischen 8 und 15 meistens in einem Tier vorhanden waren.

Da sowohl das *Bacterium termo* wie die Micrococcen hauptsächlich in verschmutztem Wasser vorkommen, wäre es möglich, daß

diese Verschmutzung auch die Encystierung der Ciliaten veranlaßt hat. Es waren dem Wasser manche abgerissene Algenfetzen beigemischt von der starken Algenflora der Molenfelsblöcke. Die Zersetzung dieser Fetzen und des an der stromstillen Molenleeseite angetriebenen organischen Detritus hat wahrscheinlich diese lokale Verschmutzung herbeigeführt. Auch die deletäre Einwirkung der um die Jahreszeit recht intensiven Sonnenstrahlung auf die oberflächliche Wasserschicht käme dabei in Frage.

Die Einreihung von *Quasillagilis* unter die holotrichen Ciliaten muß als eine vorläufige bezeichnet werden. Herr Prof. Dr. HARTMANN machte den Verf. liebenswürdigerweise brieflich auf die Ähnlichkeit der Begeißelung mit der der *Trichonymphidae* aufmerksam. Gewiß läßt es sich nicht leugnen, daß die „Körbchen“- wie die „Körper“-Cilien auch als Geißeln aufgefaßt werden können und damit das neue Genus den *Hypermastigina* angereicht werden könnte, — aber ein zwingender Grund scheint dem Verf. dazu doch noch nicht vorzuliegen. Zum mindesten entsprechen die Peristomcilien mehr Cilien als Geißeln. Aber das Genus ist gerade deshalb besonders interessant, weil es die Ansicht PASCHERS (7, S. 6) zu bestätigen scheint, wonach zwischen Cilie und Geißel kein grundlegender Unterschied bestehen dürfte. Das Ciliatengenus steht anscheinend morphologisch zwischen Flagellaten und Ciliaten.

Literaturverzeichnis.

- 1) BLOCHMANN (1895): Die mikroskopische Pflanzen- und Tierwelt des Süßwassers. Abtlg. I Protozoa.
- 2) COHN (1866): Neue Infusorien im Seewasseraquarium. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 16.
- 3) VICTOR FRANZ (1919): Zur Frage der phylogenetischen Stellung der Protisten, besonders der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 39.
- 4) VAN GOOR (1918): Die Cytologie von *Noctiluca miliaris*. Arch. f. Protistenk. Bd. 39.
- 5) GOURRET et RORSER (1886): Les Protozoaires du Vieux-Port de Marseille. Arch. Zool. exp. Bd. 4.
- 6) M. HAMBURGER u. W. v. BUDDENBROCK (1911): Ciliata mit Ausschluß der Tintinoidea. Nordisches Plankton XIII.
- 7) MOEBIUS (1888): Bruchstücke einer Infusorienfanna der Kieler Bucht. Arch. f. Naturgesch. 54. Jahrg., I.
- 8) PASCHER (1917): Flagellaten und Rhizopoden in ihren gegenseitigen Beziehungen. Arch. f. Protistenk. Bd. 39.

Tafelerklärung.

Tafel 17.

Fig. 1. *Quasillagilis constanziensis*, voll entwickeltes Exemplar. Auf dem Bilde rechts neben dem Macronucleus der Micronucleus. Die Cilien der Körpermitte sind nur an den beiden Seiten gezeichnet, sonst als Punkte in den als Ringe gezeichneten Wimperreihen angedeutet. Das Peristomfeld auf der rechten Seite. Es ist der Anfang der Wimperrinne gezeichnet. Der Cytopharynx liegt auf der Rückseite.

Fig. 2. Ein Exemplar bei $\frac{1}{12}$ Ölimmersion, Tub. 15,2, Okular 3, LEITZ, Stativ E gezeichnet.

Fig. 3. Die Endgeißel.

Tafel 18.

Fig. 4. Das „rückseitige“ Ende des Peristomfeldes (Stelle des Cytopharynx). Der „vordere“ Anfang der Wimperrinne nur angedeutet.

Fig. 5. Ciliat im Beginn der Encystierung.

Fig. 6. Fortgeschrittenes Encystierungsstadium (mit doppelter Cystenmembran).

Fig. 7. Weiter fortgeschrittenes Encystierungsstadium. Die Cilien nur als Längsriffelung der Oberfläche zu erkennen

Fig. 8. Dauercyste (urnenförmig).

Fig. 9. Dauercyste (flaschenförmig).

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

***Sphaerobactrum Warduae*, ein kettenbildender Ciliat.**

Von

Prof. Dr. **W. J. Schmidt** in Bonn.

(Zoologisches Institut.)

(Hierzu Tafel 19.)

Einleitung.

Daß Ciliaten durch mehrfache unvollkommene Teilung oder Knospung Ketten bilden können, ist bei der Gruppe der stets parasitären Astomen schon seit längerer Zeit bekannt. Nach der Zusammenstellung von CÉPÈDE¹⁾ (1910, S. 515 f.) wurde ein derartiges Verhalten bei den Genera *Anoplophrya*, *Discophrya*, *Bütschliella*, *Haptophrya* festgestellt und gelegentlich scheint es auch bei *Collinia* aufzutreten. Mehrfache Teilung bzw. Knospung eines Muttertieres („bourgeonnement caténulaire“) liefert eine zusammenhängende Reihe metamer angeordneter Individuen, die im allgemeinen an die Tierketten erinnert, die bei gewissen Anneliden (Sylliden, Nais) und rhabdocölen Turbellarien (Microstomum u. a. m.) durch unvollkommene Querteilung entstehen. Häufig ist das vordere Individuum durch seine Größe oder auch andere Eigentümlichkeiten als „primité“ von den nachfolgenden Satelliten unterschieden. Dabei kann der Vermehrungsvorgang als eine Reihe ungleicher Teilungen (Knospungen) am hinteren Ende des Primiten sich abspielen oder als gleiche oder ungleiche Teilung der Satelliten fortschreiten; im

¹⁾ Recherches sur les infusoires astomes. Anatomie, Biologie, Ethologie parasitaire, Systématique. Arch. Zool. exp. (5) t. 3 p. 341.

letztgenannten Falle kommt es zur Bildung primitenartiger Individuen innerhalb der Kette. Diese verschiedenen Varianten des Vermehrungsvorganges können in einer Kette nebeneinander bestehen (vgl. bei CÉPÈDE S. 417). Eine solche Astomenkette enthält bis etwa 8 Individuen; Ketten mit ungerader Individuenzahl kommen ebenso vor, wie solche mit gerader Zahl; eine Regel scheint hierin nicht zu bestehen.

CÉPÈDE möchte die biologische Bedeutung der Ketten darin erblicken, daß ein metamerisierter Parasit — mit Ausnahme der noch nicht hinreichend klargestellten Verhältnisse bei *Collinia* handelt es sich um Darmparasiten — eine Verwundung durch Darmdetritus überstehen kann, die ein ungegliedertes Tier zugrunde richten würde; denn ein durch ein gleiches Trauma geschädigtes Einzeltier der Kette wird durch Autotomie beseitigt, und der unverletzt gebliebene Rest bleibt am Leben. So würde denn Kettenbildung eine Anpassung an die parasitäre Lebensweise darstellen. Auch ohne Schädigung tritt schließlich ein Zerfall der Kette durch Fortpflanzungsautotomie („autotomie reproductrice“) ein. Das Verhalten von Macro- und Micro-nucleus bei den Vermehrungsvorgängen, die zur Kettenbildung führen, entspricht vollkommen dem bei der Zweiteilung. Demnach erscheint die Kettenknospung, morphologisch betrachtet, als eine Reihe von Teilungen, die zunächst unvollendet bleiben, schließlich aber doch ihr Endziel erreichen. Eine derartige Auffassung findet auch ihre Stütze in dem Umstand, daß bei der gleichen Form Zweiteilung und Kettenbildung nebeneinander vorkommen.

Ähnliche Kettenbildungen wie bei den Astomen kehren nach FOETTINGER bei *Opalinopsis* wieder (vgl. BÜTSCHLI¹⁾, Taf. 65 Fig. 4 a u. 6 d), einer Gattung, die parasitisch in Cephalopoden lebt, früher den Astomen eingerechnet, in neuerer Zeit aber (zugleich mit *Opalina*) von ihnen abge sondert wurde. GONDER²⁾ (1905), der die eigentümlichen Kernverhältnisse (Chromidienbildung) bei *Opalinopsis* und der von ihm davon abgezweigten Gattung *Chromidina* untersucht hat, bestätigt die Angaben FOETTINGER's hinsichtlich der Kettenbildung.

[CÉPÈDE (a. a. O. S. 517 Anmerkung) verweist auf eine Mitteilung von GABRIEL, gemäß der bei einer Gregarine Kettenbildung vorkommen soll; doch ist die Deutung der betreffenden Beobachtung nicht unbezweifelt geblieben. Bekannt sind die Ketten der Ceratien.]

¹⁾ Infusoria in BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreichs Bd. I. 3. 1887—89.

²⁾ Beiträge zur Kenntnis der Kernverhältnisse bei den in Cephalopoden schmarotzenden Infusorien. Arch. f. Prot. Bd. 5 S. 240.

Durch MINKIEWICZ^{1) 2)} (1912) sind kettenbildende Formen auch bei freilebenden Infusorien bekannt geworden; leider war mir der ausführliche Bericht dieses Autors: *Etudes sur les infusoires syndesmogames, agamontes et gamètes*“ im Bull. Ac. Sc. Cracovie Sér. B. 1913 nicht zugänglich, und meine Kenntnis derselben beschränkt sich auf das, was DOFLEIN³⁾ (1916) in seinem Lehrbuch davon erwähnt. Es handelt sich um zwei von MINKIEWICZ neu beschriebene Formen, *Polyspira Delagei* und *Gymnodinioides inkystans*, die in den bei der Häutung abgeworfenen Schalen mariner Krebse (Dekapoden) vorkommen.

Polyspira Delagei liefert durch rasch aufeinanderfolgende Teilungen, bei denen eine Trennung der Individuen zunächst unterbleibt, Ketten. Außerdem aber kommt in höchst eigentümlicher Weise eine Doppelkettenbildung bei der Conjugation dadurch zustande daß die beiden vereinten Conjuganten ganz gleichmäßig eine Reihe von Querteilungen durchlaufen, bevor die bekannten Vorgänge an den Kernen sich abspielen; so entstehen Doppelketten, deren einzelne Individuen miteinander conjugieren. (MINKIEWICZ⁴⁾ hatte zunächst ihre Bildung aus einem gleichzeitigen Ablauf von Quer- und Längsteilungen erklärt, dann aber⁵⁾ nach dem Auffinden der Anfangsstadien der Conjugation die eben angeführte, wohl sicherlich richtige Deutung gegeben.) Nach dem Ablauf der Conjugationsvorgänge zerfallen die Ketten in Einzelindividuen oder gelegentlich auch in zwei einfache Ketten von Exconjugierten (MINKIEWICZ⁴⁾ S. 515).

Wie ich aus DOFLEIN (s. o.) ersehe, bildet *Gymnodinioides inkystans* ebenfalls Doppelketten vor der Conjugation. Dieser Autor hebt auch aus der mir nicht zugänglichen ausführlichen Darstellung von MINKIEWICZ (s. o.) hervor, daß die Individuen einer Kette auf eine gewisse Zahl beschränkt sind: bei *Polyspira* sind es bei ungeschlechtlicher Vermehrung 32 Individuen, welche aus einem Muttertier hervorgehen, bei der progamen Teilung nur 16. —

Im vorstehenden dürften wohl alle bisher bekannten Fälle von Kettenbildung bei Ciliaten Erwähnung gefunden haben. Überschaue

¹⁾ Ciliata chromatophora, nouvel ordre d'infusoires à morphologie et reproduction bizarres. C. R. Acad. Sci. Paris t. 155 p. 513.

²⁾ Un cas de reproduction extraordinaire chez un protiste, *Polyspira Delagei* MINKIEW. C. R. Acad. Sci. Paris t. 155 p. 733.

³⁾ Lehrbuch der Protozoenkunde. 4. Aufl. Jena.

⁴⁾ Siehe vorstehende Note 1.

⁵⁾ Siehe vorstehende Note 2.

man die ungeheure Artenzahl und Formenmannigfaltigkeit der Infusorien, so ist es erstaunlich, daß die Kettenknospung als eine Variante rasch aufeinander folgender Zweiteilungen nicht häufiger vorkommt. Es bedarf wohl keines besonderen Hinweises darauf, daß die Ausbildung der Ketten bei den Astomen einerseits, den chromatophoren Ciliaten von MINKIEWICZ andererseits sich ganz unabhängig voneinander vollzogen hat und überhaupt — für sich allein — niemals eine engere Verwandtschaft von Gruppen, in denen sie vorkommt, begründen kann. Die Momente, welche CÉPÈDE für die Kettenbildung bei den Darmparasiten geltend gemacht hat (s. o.), können natürlich für die letztgenannten freilebenden Formen nicht ins Feld geführt werden. —

Bei meinen Untersuchungen an *Bursella spumosa* n. g. n. sp.¹⁾ fand ich in den Planktonfängen aus dem Poppelsdorfer Weiher in Bonn allerdings nur während eines Zeitraumes von wenigen Wochen (Ende März bis Anfang April 1919) einen sonderbaren Organismus, der aus 4 gleich großen Kugeln bestand, die in gerader Linie aneinander gereiht waren, und der, rasch das Wasser durcheilend, unter dem Mikroskope einen seltsamen Anblick darbot. Eine genaue Untersuchung lehrte, daß es sich hier um einen neuen, kettenbildenden Ciliaten handelte, den ich *Sphaerobactrum Warduae* genannt und dessen Diagnose ich schon an anderer Stelle¹⁾ kurz bekannt gegeben habe. Obwohl ich im ganzen nur etwa 50 Exemplare von *Sphaerobactrum* auffand, gelang es mir doch, außer der Sicherstellung des Baues wenigstens die ungeschlechtliche Vermehrung schrittweise am lebenden Material zu beobachten und auch in ihren verschiedenen Stadien im Dauerpräparate festzuhalten (Fixierung mit Sublimat auf dem Objektträger, Färbung mit DELAFIELD'S Hämatoxylin).

Das gleichzeitige Vorkommen von *Bursella spumosa* und *Sphaerobactrum Warduae* und gewisse Übereinstimmungen im Bau beider Formen — Vorkommen von Zoochlorellen, zahlreicher Kleinkerne, schaumige Vakuolisierung des Plasmas — haben mich in Erwägung ziehen lassen, ob nicht die letzte nur einen Entwicklungszustand der ersten darstelle. Aber eine genauere Untersuchung zeigte, daß diesen Übereinstimmungen auch einschneidende Unterschiede gegenüberstehen: so besitzt *Bursella* einen tiefen Mundsack, an dessen Grunde sich ein zipfelförmiger Schlund befindet, *Sphaerobactrum* zwar eine flache Delle, aber keinen Schlund; es ist eine „astome“ Form;

¹⁾ Vgl. Sitzungsber. Niederrh. Ges. f. Natur- und Heilkunde. Bonn, Naturw. Abt. Sitzung vom 5. Mai 1919. Ausführl. erscheint im Arch. f. mikr. Anat. Bd. 95.

mit dem Fehlen eines Zellmundes finden sich bei *Sphaerobactrum* nie von außen stammende Nahrungseinschlüsse wie bei *Bursella*; bei *Bursella* liegt der Macronucleus im hinteren Teil des Tieres, bei *Sphaerobactrum* stets zentral; das Plasma von *Bursella* ist glashell jenes von *Sphaerobactrum* trüb; im Gegensatz zu *Bursella* konnte ich bei *Sphaerobactrum* Trichocysten nicht auffinden. Dazu kommt noch, daß die Teilung von *Bursella*, die ich ebenfalls im Leben und am Dauerpräparat untersucht habe, doch in manchen Einzelheiten anders verläuft als bei *Sphaerobactrum* und daß ich, obwohl mir vielleicht mehrere hundert Teilungszustände von *Bursella* vor Augen gewesen sind, niemals mehr als zwei (in Teilung befindliche) Individuen zusammenhängend gefunden habe, auch oft sah, daß alsbald nach der Teilung des Macronucleus beide Individuen sich trennten. Berücksichtigt man schließlich, daß *Bursella* im Durchschnitt 400 – 500 μ mißt (im ganzen beobachtete ich Differenzen von 240–560 μ), das Einzeltier von *Sphaerobactrum* dagegen durchschnittlich 200 μ , gelegentlich sogar nur 100 μ , so ist mit Sicherheit jede Beziehung zwischen beiden Formen ausgeschlossen.

I. Über die „Vierer“ von *Sphaerobactrum*.

Weitaus am häufigsten begegnete ich *Sphaerobactrum* in Gestalt der schon oben kurz erwähnten Ketten, die ausgewachsen normalerweise stets aus 4 Individuen bestehen; ich werde sie im folgenden kurz als „Vierer“ bezeichnen. Einzeltiere, die ich im Gegensatz zu den Gliedern einer Kette „Einer“ nennen möchte, fand ich höchst selten. Wenn dabei auch die Tatsache mitspielen mag, daß die Viererkette bei ihrer beträchtlichen Größe und sehr charakteristischen Gestalt verhältnismäßig leicht im Plankton zu beobachten und von anderen Organismen zu unterscheiden, der „Einer“ dagegen weniger sicher mit unbewaffnetem Auge zu erkennen ist, so möchte ich doch vermuten, daß der Zustand der Kettenbildung von verhältnismäßig längerer Dauer ist als derjenige des Einers. Dafür spricht auch, daß „Zweier“ mir in viel geringerer Zahl zu Gesicht kamen als Vierer und bei genauer Untersuchung sich gewöhnlich als im Übergang zum Vierer befindlich erwiesen oder nach kurzer Beobachtungszeit sich zur Weiterteilung anschickten. So dürfte denn die Viererkette den stationären Zustand im Entwicklungsgang von *Sphaerobactrum* darstellen und daher sei mit ihrer Beschreibung der Anfang gemacht.

Dem unbewaffneten Auge erscheint der Vierer als ein kleines, eben als solches noch kenntliches Stäbchen von weißlicher Farbe, das sich ziemlich lebhaft im Wasser hin- und herbewegt, oft so, daß die Längsachse annähernd senkrecht steht; doch schwimmt es auch in mehr unregelmäßiger Weise. Im Wassertropfen auf dem Objektträger liegt die Längsachse des Vierers horizontal und er bewegt sich um jene rotierend bald vorwärts bald rückwärts. Dabei verbleiben die 4 Individuen, die ihn zusammensetzen, fast stets in schnurgerader Linie geordnet und nur bei heftigen, jähen Wendungen und unter dem Einfluß von Hindernissen krümmt sich die Achse der Kette leicht bogig ein, um sehr bald wieder sich vollkommen auszurichten.

Die Länge der Vierer betrug durchschnittlich 600—700 μ ; bei einem sehr großen, den ich daraufhin prüfte, sogar 720 μ ; wesentlich kleinere Exemplare als 600 μ sind selten: eines maß nur 400 μ . Bei einer Länge von rund $\frac{3}{4}$ mm und einer Dicke von fast $\frac{3}{10}$ mm bietet es natürlich keine Schwierigkeit, die Vierer mittels Pipette aus einem Planktonfang herauszufischen.

Die den Vierer zusammensetzenden Einzeltiere sind gewöhnlich von gleicher Größe. Doch begegnet man bisweilen solchen Ketten, in denen je zwei Individuen gleich groß, die beiden Paare aber nicht unerheblich in ihren Maßen voneinander abweichen, ein Zustand, der auf ungleicher Teilung im Zweierstadium beruht (s. u.) Auch glaubte ich einige Male wahrnehmen zu können, daß der Durchmesser der Einzeltiere eines Vierers von dem beim Schwimmen meist nach vorn gerichteten Ende zum anderen hin schrittweise abnahm. Mehrmals sah ich Ketten, die nur aus drei Individuen bestanden, die untereinander von ziemlich gleicher Größe waren. Hier liegt die Annahme nahe, daß ein Individuum eines normalen Vierers durch Schädigung oder verfrühte Ablösung verloren gegangen ist. Einer der Dreier zeigte an einem der endständigen Individuen ein in Richtung der Achse gelegenes kleines kugeliges Anhängsel (kernlos!), das wohl auf Austritt von Plasma an der Ablösungsstelle zurückzuführen ist.

Wie schon gesagt, ist die Form der Einzeltiere eines Vierers (Taf. 18 Fig. 1, 2, 8) im allgemeinen kugelig; doch treten sowohl Individuen auf, bei denen die Kugeln in der Längsachse des Vierers etwas abgeplattet erscheinen, als auch solche, bei denen sie in der Richtung dieser Achse etwas gestreckt sind. Als seltene Ausnahme muß ich einen Vierer bezeichnen, dessen Individuen sämtlich eine plumpe birnförmige Gestalt besaßen, wobei die Stielseite

aller Birnen nach der gleichen Richtung wies. Beim Fixieren geht die natürliche Form der Vierer immer etwas verloren, und häufig schieben sich benachbarte Individuen derart ineinander, daß eines das andere in einer flachen Delle aufnimmt, ein Zustand, den ich am lebenden Tier wenigstens in der Ausprägung, wie er am Dauerpräparat öfter zu sehen ist, nicht feststellen konnte.

Eines der endständigen Individuen des Vierers (Taf. 18 Fig. 1) zeigt häufig an der dem Achsenpol entsprechenden Seite eine flache Delle, von der ich vermuten möchte, daß sie die Trennungsstelle bei einer früheren Teilung angibt, die das Ausgangsindividuum des betreffenden Vierers durchlief. Schon hier sei betont, daß die Delle keinerlei Zellmund oder dergleichen darstellt, was ich mehrfach, auch im Dunkelfeld, mit aller Sorgfalt geprüft habe.

Bei einer fertig ausgebildeten Kette von *Sphaerobactrum* berühren sich die einzelnen Individuen nur punktförmig (Taf. 19 Fig. 1). Dieses Verhalten erinnert außerordentlich an den letzten, gewöhnlich nur kurzdauernden Zustand bei der Zweiteilung mancher Ciliaten. Um so erstaunlicher ist es aber, daß diese sehr kurze und dünne Verbindung der Einzeltiere äußerst dauerhaft ist: nicht nur übersteht der Vierer die eben erwähnten Achsenbiegungen, sondern unter der Einwirkung von Hindernissen ziehen sich die punktförmigen Verbindungsstellen bisweilen für einen Augenblick zu kurzen Strängen aus (Fig. 2 bei einem Zweier), um alsbald wieder ihre normale Gestalt anzunehmen. Der Verbindungsstrang zeigt keine besondere Differenzierung; er ist außen von der Pellicula umhüllt, die das ganze Tier bekleidet, innen umschließt er homogenes Plasma. Versucht man Ciliaten auf dem letzten Stadium der Zweiteilung, in dem nur noch ein punktförmiger Zusammenhang der beiden Tochtertiere besteht, zu fixieren, so wird man oft die Feststellung machen, daß die beiden Individuen voneinander getrennt werden; etwas derartiges trat bei *Sphaerobactrum*ketten nie ein.

Die Oberfläche eines Vierers ist überall gleichartig mit feinen, kurzen, dicht gestellten Cilien bedeckt. Sie dringen, was besonders bemerkt sein mag, unmittelbar bis an die Verbindungspunkte der einzelnen Individuen heran und kleiden auch die Delle des endständigen Kettengliedes (s. o.) aus, ohne Änderungen in Form, Größe oder Anordnung zu zeigen. Da die Cilien sehr kurz und zart sind, lassen sie sich bei schwächeren Vergrößerungen im durchfallenden Licht nur schwer beobachten, treten aber im Dunkelfeld sehr deutlich hervor. Die Tätigkeit der Cilien aller Individuen eines Vierers muß koordiniert sein; denn ohne das wäre eine so regelmäßige Fort-

bewegung nicht möglich. Man kann sich vorstellen, daß die koordinierenden Impulse durch die Verbindungsstücke von einem Individuum dem anderen zugeführt werden; denkbar bleibt aber auch, daß ihre Übertragung von Wimper zu Wimper geschieht, da das gesamte Wimperkleid des Vierers kontinuierlich ist.

Bei Vierern mit ungleich großen Individuen gehen meist die größeren in der Bewegung voran (s. auch oben), — wenn auch die Bewegungsrichtung wohl immer umkehrbar bleibt —; das erklärt sich ohne weiteres aus der größeren bewimperten Fläche dieser Kettenglieder, zu denen die übrigen mehr oder minder in die Rolle eines Anhängsels geraten.

Wenn man, nicht zufrieden damit, die Kettenbildung bei *Sphaerobactrum* einfach als Folge der aus unbekanntem Gründen verzögerten letzten Teilungsphasen zu betrachten, eine etwaige biologische Bedeutung derselben erwägt, so scheint mir nur die mit der Bildung des Vierers gegebene Steigerung der Bewegungsgeschwindigkeit gegenüber einem „Einer“ in Frage zu kommen. Denn bei der streng axialen Anordnung der Kettenglieder bewegen sich die hinteren gewissermaßen im Kielwasser des vordersten. Das vorangehende Individuum hat den Hauptwiderstand bei der Vorwärtsbewegung zu überwinden und schafft damit zugleich auch den anschließenden freie Bahn. Deren Flimmerbewegung kommt somit fast rein der Vorwärtsbewegung zugute. Dadurch, daß die 4 Individuen kugelig sind, ist die von Cilien bestandene Fläche natürlich größer als bei einem zylindrischen Stäbchen von der Länge des Vierers und einem Durchmesser gleich dem der Kugeln des Vierers; allerdings dürfte dieser Vorteil durch die mit der größeren Oberfläche und der Form des Vierers verbundenen Steigerung des Reibungswiderstandes gegenüber einem Zylinder wenigstens zum Teil ausgeglichen werden. Für einen Ciliaten, der wie *Sphaerobactrum* keinerlei geformte Nahrung aufnimmt (s. u.), kann eine Steigerung der Geschwindigkeit nur protektive Bedeutung haben. —

Wie die äußere Form, so stimmt auch der innere Bau bei allen Individuen eines Vierers wesentlich überein. Die Mitte jedes Einzelieres wird von einer annähernd kugeligen Plasmaanhäufung eingenommen (Taf. 19 Fig. 1), die den Kern umschließt (s. u.). Rings um diese kompakte Plasmamasse treten im Zelleib große Vakuolen auf, die, gewöhnlich in einfacher Schicht angeordnet, den Rest des Körpers erfüllen und dicht bis an die Pellicula heranreichen; ihre seitlichen Wände sind radial geordnet (Taf. 19 Fig. 1 u. 2). Am lebenden Tier gewahrt man im Plasma zweierlei Einlagerungen: sehr

kleine grüne Gebilde, die sowohl in der zentralen Plasmaansammlung als auch in den Lamellen zwischen den Vakuolen und unmittelbar unter der Oberfläche zerstreut vorkommen und viel größere kugelige oder länglichrunde Massen von gelbgrüner Farbe, die meist in der oberflächlichen Partie der zentralen Plasmaanhäufung anzutreffen sind, durchschnittlich etwa 6 in jedem Glied der Viererkette (Taf. 19 Fig. 1, vgl. auch Fig. 9). Die kleinen grünen Gebilde sind symbiotische Algen, Zoochlorellen, die großen gelbgrünen zusammengeballte Massen dieser Symbionten, die in Verdauung begriffen sind. Das Plasma von *Sphaerobactrum* ist körnig-trüb, eine Eigentümlichkeit, die das lebende Tier weißlich grau erscheinen läßt, aber auch am Dauerpräparat noch nachzuweisen ist.

Wie alle echten Ciliaten ist *Sphaerobactrum* heterokaryot, besitzt zweierlei Kerne. Der Großkern von rundlicher Gestalt, bisweilen in der Richtung der Viererachse abgeplattet (Taf. 19 Fig. 2), zeigt ein feinkörniges Chromatin (Taf. 19 Fig. 9) und außerdem eine größere Anzahl rundlicher oder länglicher Nucleolen (Taf. 19 Fig. 10), gehört also dem bei vielen Infusorien verwirklichten Typus der massigen Kerne an. Er nimmt stets die Mitte der zentralen Plasmaanhäufung in jedem Glied der Viererkette ein. In seiner Nähe findet sich eine Gruppe von Kleinkernen (Micronuclei), deren Anzahl beträchtlichen Schwankungen unterliegt. So ergab sich bei einem Vierer (Taf. 19 Fig. 11) die Zahl der Micronuclei in den verschiedenen Individuen zu 6, 12, 10, 12, bei einem anderen (Taf. 19 Fig. 12) zu 8, 7, 6, 8. Die Gruppe der Kleinkerne hält sich meist ziemlich geschlossen in der Nähe des Macronucleus (Taf. 19 Fig. 12), den sie allerdings von allen Seiten umlagern können; doch sind sie manchmal über eine größere Strecke im Plasma zerstreut, so daß sie nur bei sorgfältigem Suchen alle aufgefunden werden. Die Micronuclei sind etwas kleiner als die Zoochlorellen, messen 3—4 μ , besitzen kugelige Gestalt und färben sich mit DELAFIELD'S Hämatoxylin kräftiger als das Chromatin des Großkerns. Zu den Abbildungen 11 und 12 (Taf. 19) ist noch zu bemerken, daß, um Raum zu ersparen, die Macronuclei mit samt den ihnen zugehörigen Gruppen der Kleinkerne in jedem Vierer etwas zusammengeschoben sind, so daß der Abstand der Großkerne voneinander zu gering, ihre Lage zu den Kleinkernen aber und deren gegenseitige Stellung richtig wiedergegeben ist, mit der Einschränkung, daß alle Micronuclei jeder Gruppe auf ein und dieselbe (senkrecht zur optischen Achse des Mikroskops gelegene) Ebene projiziert wurden; es kommt somit in den Abbildungen hinsichtlich der Kleinkerne nicht zum Ausdruck, ob sie über oder unter dem Großkern liegen.

Die symbiotischen Algen sind im lebenden Tier kräftig grün gefärbt (Taf. 8 Fig. 19) und haben auch in den Dauerpräparaten z. T. diese Farbe beibehalten (Taf. 19 Fig. 9), da die kurze Behandlungsdauer derselben mit Alkohol u. dgl. nicht immer ausreichte, das Chlorophyll in Lösung zu bringen; doch wurden sie mit Rücksicht auf einfachere Wiedergabe der Abbildungen meist (Taf. 19 Fig. 4—8) im blauen Ton dargestellt. Da die Algen sehr klein ($4\ \mu$) und wenn auch in ziemlich großer Anzahl vorhanden, so doch nicht dicht beieinander gelagert sind, erscheint das lebende Tier für die Betrachtung mit unbewaffnetem Auge nicht grün gefärbt. Daß es sich bei diesen Zoochlorellen wirklich um Symbionten handelt, ergibt sich schon daraus, daß sie nie in Vakuolen liegen, sondern stets unmittelbar ins Plasma eingebettet sind. Die geringen Lücken, welche an manchen Dauerpräparaten um die Algen herum zu beobachten sind, beruhen auf einer leichten Schrumpfung des Plasmas, das sich von ihnen etwas zurückgezogen hat; im Leben sind sie nicht wahrnehmbar. An den Dauerpräparaten wird durch die Färbung der winzige Kern der einzelligen Algen sichtbar. Wie es kommt, daß die mit sehr dünner Membran versehenen Zoochlorellen im allgemeinen nicht verdaut werden, ist ein ungelöstes Problem, ein Verhalten, daß um so erstaunlicher ist, als ein gewisser Teil der Algen stets in Verdauung angetroffen wird (s. u.). Übrigens schwankt die Zahl der Algen bei den einzelnen Exemplaren recht erheblich, wie man einem Vergleich der Fig. 7 u. 8 (Taf. 19) entnehmen mag. Wenn auch gelegentlich Sphaerobactren vorkommen, die nur sehr wenig Algen enthalten (Taf. 19 Fig. 6), so daß diese unter schwächeren Vergrößerungen leicht dem Auge entgehen, so habe ich doch niemals ein Tier gesehen, dem sie ganz fehlten.

Sehr charakteristisch für *Sphaerobactrum* sind die kugeligen, im Leben gelbgrün gefärbten Einlagerungen, die in jedem Einzeltier des Vierers auftreten und sich meist in der Peripherie der zentralen Plasmaanhäufung halten (Taf. 19 Fig. 1), gelegentlich aber auch mehr nach außen im Zelleib erscheinen (Taf. 19 Fig. 9). Diese Gebilde liegen gleich den Algen stets im Plasma eingebettet, kommen nie in Vakuolen vor. Die feinen Spalträume, durch die sie in den Dauerpräparaten von ihrer Umgebung getrennt erscheinen (Taf. 19 Fig. 9), sind in der gleichen Weise zu erklären wie die entsprechenden Schrumpflücken um die einzelnen Algen herum. Zerdrückt man ein lebendes Tier, so zerfallen die gelbgrünen Ballen in eine Unmenge von kleinen rundlichen Gebilden, die nach Farbe, Form und Größe ganz mit den symbiotischen Algen übereinstimmen. Wie in

jenen tritt am gefärbten Präparat in jeder Alge des Ballens oft noch der Kern deutlich hervor (Taf. 19 Fig. 13), und nicht selten zeigen die Algen auch jetzt noch Spuren der grünen Farbe. Es kann somit kein Zweifel bestehen, daß die gelbgrünen Ballen aus Zoochlorellen bestehen und bei der gesamten Sachlage bleibt keine andere Erklärung übrig, als daß es sich um angedaute Symbionten handelt. Dafür sprechen auch noch folgende Einzelheiten. Nicht in allen Ballen sind die Kerne noch so gut erhalten wie in Fig 13 (Taf. 19) dargestellt; vielmehr lassen sich von Ballen, deren Algen anscheinend noch ganz unverändert sind, alle Übergänge zu solchen auffinden, deren Inhalt fast homogen aussieht (Taf. 19 Fig. 9) und in denen die einzelnen Algen nur noch schemenhaft zu erkennen sind. Es scheint, als ob die Membran der Algen der Verdauung am längsten widerstände; jedenfalls ist sie noch gut wahrnehmbar, nachdem der Kern an Färbbarkeit und Bestimmtheit eingebüßt und schließlich ganz verschwunden ist.

Im Gegensatz zum gewöhnlichen Ablauf der Verdauung bei den Ciliaten kommt es bei der Verdauung der Symbionten — gleiches stellte ich übrigens auch für *Bursella* fest — nicht zur Absonderung von Flüssigkeit um das Nahrungsobjekt herum, sondern ihre unmittelbare Berührung mit dem Plasma bleibt, auch nachdem sie abgetötet sind, erhalten; Nahrungsvakuolen werden also nicht gebildet.

Meist sind die Ballen von angedauten Algen ziemlich gleich groß, messen ungefähr 20 μ . Doch findet man in einigen Tieren (Taf. 19 Fig. 3 u. 7) wesentlich kleinere. Da die lebenden Algen einzeln liegen, muß man annehmen, daß die Ballen nach und nach vergrößert werden, eine Durchschnittsgröße im allgemeinen aber nicht überschreiten.

Wie schon früher erwähnt, fehlt *Sphaerobactrum* eine Mundöffnung. Pellicula und Bewimperung bekleiden ganz gleichmäßig die gesamte Körperoberfläche. Und wenn man auch in der schon genannten Delle zunächst eine Mundöffnung vermuten könnte, die dann wenigstens einem Glied der Viererkette zukäme, so habe ich doch hier trotz größter Aufmerksamkeit und bei vielfach wiederholter, besonders darauf gerichteter Beobachtung niemals auch nur eine Spur von etwas gesehen, das als Cytostom oder dergl. gedeutet werden könnte. Auch die Untersuchung im Dunkelfeld zeigte die Delle ganz gleichmäßig in ihrem vollen Umfang mit dem feinen Wimperkleid ausgestattet, das den Körper im übrigen bedeckt. Ebensowenig ist mir bei anderen Entwicklungszuständen von *Sphaero-*

bactrum („Einer“ und „Zweier“) jemals geglückt, auch nur eine Andeutung von einer Mundöffnung zu erblicken. Somit muß ich annehmen, daß *Sphaerobactrum* ein mundloser „astomer“ Ciliat ist. Auch ein Zellafter fehlt.

Der Mangel einer Mundöffnung an sich ist nun bei Ciliaten kein außergewöhnliches Merkmal; denn die große Gruppe der Astomen — die auch nach den Anschauungen von CÉPÈDE im übrigen heterogener Zusammensetzung ist — wird ja wegen dieser Eigentümlichkeit zu einem Ganzen zusammengefaßt. Aber bei all diesen Formen handelt es sich um Parasiten, die in Körperflüssigkeiten ihrer Wirte leben und aus diesen „Nährlösungen“ auf osmotischem Wege, ihre (in flüssigem Zustand dargebotene) Nahrung schöpfen. In Anpassung an diesen Lebensraum wurde eine Mundöffnung überflüssig und ging verloren oder blieb, wie es GONDER (a. a. O.) zeigte, in Rudimenten erhalten (bei *Opalinopsis*).

Sphaerobactrum dagegen ist, soweit sein Lebenslauf verfolgt werden konnte, eine freilebende Form, und daß etwa die bisher nicht beobachteten Stadien der geschlechtlichen Fortpflanzung in irgendwelchen Wirten leben sollten, ist schon aus dem Grunde höchst unwahrscheinlich, weil bislang kein parasitärer Ciliat mit symbiotischen Algen bekannt geworden ist. Auch ist nicht recht einzusehen, warum etwa gerade die bisher unbekannt Zustände der geschlechtlichen Fortpflanzung (Conjugation) von *Sphaerobactrum* eine Mundöffnung besitzen sollen. Wir müssen somit nach den bis jetzt bekannten Daten aus dem Lebenslauf von *Sphaerobactrum* annehmen, daß dieser Ciliat bei dem Mangel einer Mundöffnung keinerlei feste Nahrung von außen aufnimmt, wie ich denn auch niemals in einem Tier irgendwelche von außen stammende Nahrungseinschlüsse beobachten konnte, sei es pflanzlicher oder tierischer Herkunft — von den Symbionten sehe ich hier ab. Daß *Sphaerobactrum* als freilebende Form auf osmotischem Wege aus der Umgebung Wasser, und damit gelöste Substanzen (auch Gase) aufnimmt, ist möglich und überaus wahrscheinlich, wenn es auch schwer halten dürfte, den genauen Nachweis dafür zu erbringen und im besonderen zu entscheiden, ob es sich nur um anorganische Nährsalze oder auch organische, insbesondere stickstoffhaltige (pepton- oder eiweißartige) Körper handelt — wobei ihr hinreichendes Vorhandensein im Wasser einmal ganz undiskutiert bleiben soll.

Aber selbst wenn die letzte unbewiesene und vielleicht auch für immer unbeweisbare Annahme zutreffen sollte, so geht doch aus der teilweise eintretenden Verdauung der Symbionten hervor, daß etwa

osmotisch aus der Umgebung aufgenommene organische Substanzen zur Ernährung von *Sphaerobactrum* nicht in gleicher Weise hinreichen wie bei den parasitären, in wahren Nährlösungen lebenden Astomen. Vielmehr scheint mir bei unbefangener Betrachtung der gesamten Verhältnisse die Auffassung als gegeben, daß *Sphaerobactrum* hauptsächlich, wenn nicht sogar ausschließlich seine Bedürfnisse an organischen Nährsubstanzen durch die Symbionten befriedigt. Eine solche Möglichkeit einer dauernden Lebenserhaltung eines Ciliaten auf Grund der Symbionten ist schon mehrfach angenommen worden, hat aber nicht allgemeinen Beifall gefunden, wie z. B. DOFLEIN (Lehrb. 1916, S. 86) hierzu zusammenfassend bemerkt: „In keinem Falle ist allerdings nachgewiesen, daß das Protozoon dauernd auf Nahrung anderer Art verzichten kann.“ Bei dem mundlosen *Sphaerobactrum* wird man aber kaum zu einem anderen Endergebnis kommen können, als daß die Symbionten die Hauptquelle der organischen Nahrung darstellen. Die Ernährung von *Sphaerobactrum* kann somit in gewisser Weise als autotroph gelten.

Während bei den Astomen im Sinne CÉPÈDE's die Mundöffnung als Anpassung an die im Wirt gebotene Nährlösung schwand, also letzten Grundes ihr Verlust eine Folge des Parasitismus ist, erscheint bei *Sphaerobactrum* der Mangel einer Mundöffnung als Ergebnis des symbiotischen Verhältnisses mit den Zoochlorellen.

Unter Berücksichtigung der allgemein anerkannten Beziehungen zwischen Symbionten und Wirt bei Protozoen (vgl. z. B. DOFLEIN a. a. O. S. 84) wird man insgesamt also etwa folgende Vorstellung von dem Stoffwechsel von *Sphaerobactrum* und seinen Symbionten entwickeln dürfen. *Sphaerobactrum* schöpft aus dem umgebenden Wasser mittels Osmose für seinen eigenen Bedarf und seine Symbionten Wasser, anorganische Nährsalze, Sauerstoff, dessen ja auch die Symbionten für ihre dissimilatorische Phase bedürfen. Die Symbionten bauen hieraus photosynthetisch mittels ihrer Chromatophoren die eigene Leibessubstanz auf, wobei ihnen die dazu nötige Kohlensäure wohl als Verbrennungsprodukt vom Wirt her geliefert wird, aber auch im Bedarfsfall aus dem umgebenden Wasser durch Vermittlung des *Sphaerobactrum* entnommen werden könnte. Einen Teil ihrer Speicherungsprodukte geben die Algen gelöst an den Wirt ab, der aber nicht nur davon zehrt, sondern auch einen Teil der Symbionten selbst verdaut. Andererseits dürften die Algen neben der Synthese ihrer Leibessubstanz aus anorganischem Material von den

organischen Substanzen des Wirtes Vorteil ziehen, da bekannt ist, daß gewisse Algenarten beim Vorhandensein organischer Substanzen besonders gut gedeihen. Die Algen geben ihre Stoffwechselabfälle an den Wirt weiter, der den bei der Assimilation des Kohlenstoffs entstehenden Sauerstoff für sich verwerten kann, die unbrauchbaren und giftigen Produkte dagegen mit seinen eigenen (beim Mangel einer kontraktilen Vakuole!) osmotisch ans umgebende Wasser weiterführt.

Bei diesem verwickelten gegenseitigen Geben und Nehmen ist natürlich eine Regulierung der verschiedenen Vorgänge nötig, damit dieses wechselseitige Spiel nicht bald zum Stillstand kommt. Man kann sich vorstellen, daß die Regulatoren in bestimmten Stoffwechselprodukten bestehen, die sich in abnormen Quanten (sei es zu viel, sei es zu wenig) bilden.

Man wird *Sphaerobactrum* von einer freilebenden Form herleiten müssen, die symbiotische Algen besaß und von ihnen zehrte, daneben aber geformte Nahrung aufnahm. Das Gastverhältnis von Ciliat und Zoochlorellen baute sich allmählich in der vollkommenen Weise aus, daß die heterotrophe Ernährung für den Ciliaten bedeutungslos wurde; damit ging die Mundöffnung verloren.

Hier möge noch eine Beobachtung Platz finden, die sich aus der „Plastizität“ (RHUMBLER) des Plasmas von *Sphaerobactrum* erklärt. Saugt man auf dem Objektträger (ohne Deckglas!) so viel Wasser ab, daß das Tierchen genötigt wird, seine Bewegung einzustellen, und dem Glas aufruht, so plattet es sich in kurzer Zeit unter dem Druck der eigenen Last ziemlich stark ab, so daß es aus vier dicken, kreisförmigen Scheiben zusammengesetzt erscheint. Fügt man dann Wasser hinzu, so nimmt es seine Bewegung wieder auf, behält aber die erlittene Deformation zunächst noch bei, die bei der Rotation um die Längsachse sehr deutlich zutage tritt. Ganz allmählich kehren aber die einzelnen Abschnitte der Viererkette zur Kugelgestalt zurück.

II. Über die Entwicklung von *Sphaerobactrum*.

Im Laufe der Untersuchung fanden sich in den Planktonfängen Sphaerobactren, die nur aus zwei Einzeltieren bestanden, weiterhin solche, bei denen diese „Zweier“ im Übergang zum Vierer begriffen waren und schließlich beobachtete ich auch, allerdings selten, „Einer“,

z. T. im Begriff, zu Zweiern zu werden. Wenn auch diese verschiedenen Zustände sich leicht in eine Reihe ordnen ließen, die mit dem „Einer“ beginnt, durch dessen Teilung zum Zweier führt, dessen beide Individuen wiederum sich teilen und damit zum Vierer werden, so habe ich doch die Richtigkeit dieser Verknüpfung der an verschiedenen Individuen beobachteten Stadien durch Kontrolle isolierter, in ausgeschliffenen Glasklötzchen gehaltenen Tiere erhärtet.

Von mehreren Versuchen dieser Art sei nur der folgende mitgeteilt. Gegen Mittag (9. April 19) sah ich einen „Einer“, der durch eine leichte ringförmige Einschnürung in seiner Mitte erkennen ließ, daß er in Teilung eintrat. Er wurde isoliert und zunächst dauernd beobachtet. Etwa um 1^h 30' war die Teilung abgeschlossen, d. h. die beiden Tochterindividuen hingen nur noch punktförmig zusammen, wie es oben von den Gliedern des Vierers beschrieben worden ist. Der so gebildete Zweier wurde dann (isoliert) sich selbst überlassen. Nachmittags 3^h wieder kontrolliert, war er schon im Übergang zum Vierer begriffen.

Mehrfach habe ich auch das weitere Schicksal der Vierer durch Beobachtung am lebenden Material festgestellt: stets zerfallen sie zunächst in zwei Hälften durch Trennung der beiden mittleren Individuen, wenige Minuten darauf lösen sich auch die beiden, jede Hälfte zusammensetzenden Einzeltiere voneinander.

Im ganzen ergibt sich also folgender Ablauf für die Kettenbildung und Teilung bei *Sphaerobactrum*: der „Einer“ liefert durch eine unvollkommene Teilung, bei der die beiden Tochterindividuen durch punktartige Verbindung miteinander in Zusammenhang bleiben, den „Zweier“. Die beiden Individuen des Zweiers treten nach einiger Zeit wiederum in Teilung ein, und auch jetzt behalten die nunmehr insgesamt 4 Tochterindividuen die gegenseitige Verbindung bei. Dann zerfällt der Vierer zunächst in der Mitte und ganz kurze Zeit danach auch an den beiden anderen Verbindungsstellen, so daß nunmehr 4 Einer vorhanden sind.

Dabei ist im einzelnen folgendes bemerkenswert. Das Bewegungsvermögen der Tiere bleibt während der ganzen Vorgänge unvermindert. Die beiden Teilungsschritte sind in der Regel äquale Teilungen, so daß die Tochterindividuen gleich groß sind. Fällt die erste Teilung (= des Einers zum Zweier) ungleich aus, so kann sich dieser Vorgang auch noch im fertigen Vierer dadurch verraten, daß die eine Hälfte des Vierers 2 größere Einzeltiere besitzt als die andere (s. Taf. 19 Fig. 7); unter solchen Umständen war der zweite Teilungsschnitt äqual. Doch scheint es auch vorzukommen,

daß der zweite Teilungsschritt ungleiche Tochtertiere liefert; dann folgen z. B. in der Mitte der Kette ungleich große Individuen aufeinander (Taf. 19 Fig. 2). Ungleiche Teilung beim ersten und zweiten Teilungsvorgang kann Ketten erzeugen, deren Individuen gradatim an Größe abnehmen (s. 235). Alle diese Abweichungen überschreiten nie ein gewisses Maß, und niemals kommt es zur Ausbildung eines „Primiten“ wie bei den Astomen; es handelt sich eben bei *Sphaerobactrum* nicht um einen terminalen Knospungsvorgang am Ausgangsindividuum der Kette, sondern ganz ausgeprägt um zwei halbierende Teilungen, um zwei bald aufeinander folgende, unvollkommene Zweiteilungen.

Die beiden Individuen des Zweiers treten zu gleicher Zeit in Teilung ein: Synchronismus der Teilung. Zwar können geringfügige Unterschiede in den beiden Hälften des in Teilung begriffenen Viers bestehen, indem sowohl die Kernteilung als auch die Plasmazerschnürung der einen Hälfte gegen die andere etwas zurückbleibt (vgl. Taf. 19 Fig. 7). Aber niemals teilt sich erst das eine und dann das andere Individuum eines Zweiers, so daß vorübergehend Dreier zustande kämen; wenn solche vorkommen, dann sind sie in anderer Weise zu erklären (s. o.), und sie sind nicht fähig, nachträglich zu Vierern zu werden.

Die Zahl der Individuen einer Kette geht nie über vier hinaus; auch das ist ein bemerkenswerter Unterschied gegenüber der Kettenknospung der Astomen, bei denen die Kette keine bestimmte Zahl von Individuen besitzt; dagegen erscheint es als ein gewisser Anklang an die von MINKIEWICZ (s. o.) beschriebenen Ketten mit festgelegter Zahl der Einzeltiere, die auch darin an *Sphaerobactrum* erinnern, daß sie gleich groß sind.

Da die Glieder der Viererkette streng geradlinig angeordnet sind, müssen die Teilungsebenen der beiden Individuen eines Zweiers in derselben und auch in der gleichen Richtung gelegen sein, wie die Ebene der Teilung, die aus dem Einer den Zweier hervorgehen ließ. Diese Voraussetzung wird durch die Beobachtung der Teilungsvorgänge an Kern und Plasma durchaus bestätigt (vgl. Taf. 19 Fig. 7).

Die Größe der einzelnen Individuen nimmt vom Zweierstadium zum Viererstadium anscheinend etwas ab. Wenigstens finde ich als Durchschnitt für die Glieder eines Viers 150—180 μ , während zwei Zweier 416 und 464 μ maßen, demnach auf ihre Einzeltiere 208 bzw. 232 μ kommen. Der einzige „Einer“, den ich messen konnte, besitzt allerdings eine Größe von 192 μ . Sollte

diese Annahme zutreffen, dann würde die Verringerung der Körpermaße offenbar deshalb zustande kommen, weil die Teilungen so rasch aufeinander folgen, daß eine entsprechende Neubildung von Körpersubstanz damit nicht gleichen Schritt halten kann.

Sehr bemerkenswert ist schließlich noch, daß beim Zerfall des Vierers, so oft ich ihn beobachten konnte, zunächst die beiden Hälften getrennt werden, also der erste Teilungsschnitt, wenn auch verspätet, so doch vor dem zweiten sein Endziel erreicht.

Nach diesen allgemeinen, hauptsächlich auf den Beobachtungen am lebenden Material beruhenden Angaben über Ablauf der Teilungen und Zerfall des Vierers sollen nun die Einzelheiten auch unter Berücksichtigung der Dauerpräparate geschildert werden.

Der „Einer“ (Taf. 19 Fig. 3) besitzt die gleiche Gestalt und denselben Bau wie ein Einzeltier des Vierers, so daß ich nur noch einmal kurz daran zu erinnern brauche, daß er kugelig (oft mit stark ausgeprägter Delle versehen) und allseits fein und gleichmäßig bewimpert ist. Eine Mundöffnung fehlt ihm ebenso wie den Individuen des Vierers. Das Plasma ist auch hier in einen zentralen dichten und einen peripheren großwabigen Teil zu scheiden. Im ersten sind der Kern und die Nahrungsballen eingebettet. Zoochlorellen finden sich durch den ganzen Zelleib zerstreut.

Bei der Teilung des Einers (Taf. 19 Fig. 4) spielen sich die Vorgänge ab, welche im allgemeinen von der Querteilung der Ciliaten bekannt sind. Der *Macronucleus* streckt sich in die Länge und nimmt hantelförmige Gestalt an (Taf. 19 Fig. 4). Dabei verschwinden die im Ruhe Kern vorhandenen nucleolenartigen Gebilde. Über das Verhalten der *Micronuclei* konnte ich bei diesem Teilungsschritt nichts feststellen; doch ist es wohl ganz selbstverständlich, daß es sich grundsätzlich nicht von dem bei der zweiten Teilung unterscheiden wird.

Mit den Veränderungen am Kern geht die Durchschnürung des Plasmas Hand in Hand; sie beginnt als eine seichte Ringfurche, die das Tier in der Mitte senkrecht zur Längsachse des *Macronucleus* umzieht und langsam tiefer und tiefer einschneidet, bis nur noch der punktförmige Zusammenhang der beiden Tochtertiere besteht. Wenn in Fig. 5 (Taf. 19), einem Stadium, in dem die Zerschnürung des Großkerns in zwei Tochterkerne schon abgelaufen ist, der Zusammenhang zwischen den beiden Individuen noch ein so breiter ist, so beruht das darauf, daß beim Fixieren die Einschnürung zum Teil wieder rückgängig gemacht wurde (was auch für Abbildung 4 Taf. 19 gilt). Daß in diesem Falle die Teilung schon ziemlich ab-

geschlossen ist, ergibt sich nicht nur aus der Gestalt des Kerns, sondern auch aus dem Umstand, daß an den einander zugekehrten Seiten der beiden Tochtertiere bereits die großwabige Struktur des Plasmas in der Peripherie des Körpers vorhanden ist. Fig. 6 (Taf. 19) stellt einen fertigen Zweier dar; normalerweise ist das Verbindungsstück kürzer, hier wurde es durch heftige Bewegungen des Tieres im Augenblick des Fixierens gezerrt. Bei der Teilung werden mit der Halbierung des Plasmas Zoochlorellen und Nahrungsballen beiden Tochterindividuen zugewiesen.

Wie aus dem Einer der Zweier, so geht durch Wiederholung des gleichen Teilungsvorganges aus dem Zweier der Vierer hervor. Fig. 7 (Taf. 19) zeigt diesen Vorgang schon in ziemlich fortgeschrittenem Zustande. Beide Großkerne haben Hantelform angenommen und stehen kurz vor der Durchschnürung; doch ist anscheinend die Teilung in dem größeren (unteren) Individuum des Zweiers etwas zurückgeblieben, da der Verbindungsstrang der späteren Micronucleushälften noch breiter ist, auch die Einschnürung des Plasmas hier weniger weit gediehen ist als dort. Die hantelförmigen Großkerne sind von einer dicken Rinde kompakten Plasmas bekleidet, während der übrige Zelleib den vakuolisierten Bau besitzt. Man sieht an diesem Individuum auch, daß die erste Teilung hinsichtlich des Plasmas bis zur Durchschnürung auf die punktförmige Berührungsstelle erledigt ist, ehe die zweite durchgeführt wird. An Vierern, welche die letzte Teilung soeben durchgemacht haben (Taf. 19 Fig. 8), verraten das die Kerne oft noch durch zipfelförmige Auswüchse; ebenso ist ein wenn auch geringer Unterschied zwischen der Verbindung der beiden mittleren und der (breiteren!) der übrigen Individuen bemerkbar. Im fertigen Vierer (Taf. 19 Fig. 2) sind die Kerne rund oder gar in Richtung der Längsachse etwas abgeplattet.

Über das Verhalten der Micronuclei während der Teilung, das ich nur beim Übergang des Zweiers zum Vierer beobachten konnte, ist folgendes bemerkenswert. Wie im allgemeinen bei den Ciliaten eilen die Kleinkerne dem Großkern bei der Zweiteilung voraus: neben dem anscheinend noch ruhenden Macronucleus konnte ich den Teilungsvorgang der Micronuclei im Stadium der Kernspindel feststellen. Nachdem die Vermehrung der Micronuclei eingetreten ist, und der Großkern sich hantelförmig gestreckt hat, vollzieht sich ihre Sonderung in zwei Gruppen, die sich an den auseinander weichenden Enden der Hantel halten und so bei der Teilung in die beiden Tochterindividuen gelangen. Die auf diesem

Stadium rundlichen Kleinkerne liegen stets in der kompakten Plasma-
rinde des Macronucleus (s. o.).

Über das Verhalten der in Mehrzahl vorhandenen Micronuclei bei der Teilung der Ciliaten ist bisher wenig berichtet worden. C. TÖNNIGES¹⁾ (1914) gibt nach seinen Beobachtungen bei *Frontonia leucas* und anderen Formen an, daß die Kleinkerne, nachdem sie ihre Teilung durchlaufen haben, in zwei nach der Zahl möglichst gleichen Gruppen auf die Tochterindividuen verteilt werden. Die Vierer von *Sphaerobactrum* bieten die günstige Gelegenheit, die Zahlenverhältnisse der Micronuclei bei je vier von einem Muttertier stammenden Individuen zu prüfen. Mehrfache derartige Zählungen haben mich überzeugt, daß im Laufe der Teilungen durch eine ungleichmäßige Zuweisung der Micronuclei an die Tochtertiere erhebliche Veränderungen in der Zahl der Kleinkerne auftraten. Darauf hat auch schon TÖNNIGES (a. a. O.) für die von ihm untersuchten Formen aufmerksam gemacht. Ich verweise nochmals auf die beiden Abbildungen 11 u. 12 (Taf. 19), welche die Zahlenverhältnisse der Micronuclei bei zwei Vierern darstellen: in der ersten schwankt die Zahl der Kleinkerne bei den einzelnen Individuen eines Vierers zwischen 6 und 12, in der zweiten zwischen 6 und 8. Eigentümlicherweise finden sich in diesen beiden Vierern je zwei Individuen mit gleicher Micronucleuszahl: in Fig. 11 das zweite und vierte (von oben gezählt) mit je 12 Kleinkernen, in Fig. 12 das erste und vierte mit je 8 Micronuclei. Daß diese Gleichheit Zufall und jedenfalls nicht die Folge einer exakten Verteilung der Kleinkerne ist, ergibt sich ohne weiteres daraus, daß die betr. Einzeltiere mit gleicher Micronucleuszahl nicht jeweils unmittelbare Nachkommen eines Muttertieres sind.

Man kann auch aus dem Vierer Rückschlüsse auf die Micronucleusverhältnisse der Zweier ziehen, da offenbar die Summe der Kleinkerne in jeder Hälfte des Vierers gleich sein muß der Anzahl der Micronuclei in dem betreffenden Individuum des ehemaligen Zweiers vor ihrer Verteilung, d. h. nachdem ihre Vermehrung eingetreten ist. Betrachten wir unter diesem Gesichtspunkt die Fig. 11 u. 12 (Taf. 19), so muß das in Fig. 11 abgebildete Tier aus einem Zweier hervorgegangen sein, dessen eines Individuum 22, dessen anderes 18 Kleinkerne besaß, das Tier von Fig. 12 dagegen aus einem Zweier mit 15 bzw. 14 Kleinkernen in seinen beiden Einzeltieren.

¹⁾ Die Trichocysten von *Frontonia leucas* (EHRBG.) und ihr chromidialer Ursprung. D. Zeitschr. Bd. 32 S. 298.

Daraus ergibt sich also, daß in den beiden Teilungsschritten, die aus dem Einer den Vierer werden ließen, Unregelmäßigkeiten in der Verteilung der Micronuclei vorkamen. Das ist nicht verwunderlich, da ja ein besonderer Mechanismus, der die mathematisch genaue Teilung der Micronucleusgruppen sichern könnte, fehlt. Es wäre denkbar, daß eine zu starke Anhäufung der Micronuclei in einem Individuum dadurch wieder geregelt wird, daß ihre Verteilung sich bei der folgenden Zweiteilung ohne vorausgegangene Vermehrung vollzieht.

Conjugationsvorgänge — die auch hinsichtlich der in Mehrzahl vorhandenen Micronuclei von Interesse wären — habe ich ebenso wenig beobachten können wie Encystierungszustände. Es soll im kommenden Jahr darauf geachtet werden, ob *Sphaerobactrum*, das ich einstweilen nur in der kurzen Zeitspanne einiger Wochen von Ende März bis Anfang April beobachten konnte, von da an bis jetzt (Ende Mai) aber in allwöchentlich vorgenommenen Planktonproben nicht mehr aufzufinden war, wiederum zur gleichen Zeit auftritt und damit, wenigstens in dem hier beschriebenen Teil seines Lebenslaufes an eine bestimmte Jahreszeit geknüpft ist.

Schlussbemerkungen.

Eine so eigenartige Form wie *Sphaerobactrum* dem System der Ciliaten einzureihen, ist nicht ganz leicht. Darüber kann wohl kein Zweifel bestehen, daß es sich um ein aspiriges holotriches Infusor handelt. So charakteristisch für *Sphaerobactrum* der Mangel einer Mundöffnung ist, so wird man sich doch nie entschließen können, auf dieses Merkmal hin an eine Verwandtschaft zu den Astomen im weitesten Sinne (einschl. *Opalina*, *Opalinopsis* u. dgl.) zu denken. Denn selbst unter der Voraussetzung, daß die genannte Gruppe nicht genetisch zusammengehörige, sondern nur durch ihr Milieu ähnlich gewordene Ciliaten umfaßt, so gehört doch *Sphaerobactrum* nicht dorthin, weil es kein Parasit ist, die Mundöffnung nicht durch Parasitismus, sondern, wie wir glauben, durch die autotrophe Ernährung verloren ging. Wie schon oben betont wurde, kann auch aus der Eigentümlichkeit der Kettenbildung nicht auf einen Zusammenhang mit Formen, bei denen diese ebenfalls vorkommt, geschlossen werden. Da auch die Symbiose mit Zoochlorellen einen bei vielen Ciliaten ganz unabhängig erworbenen Besitz darstellt, bleiben für die Beurteilung der systematischen Stellung von

Sphaerobactrum nur die in Körperform, Bewimperung und Kernverhältnissen gegebenen spärlichen morphologischen Merkmale. Nun erhebt sich aber die Frage, ob nicht die einfache kugelige Körperform und die gleichartige Bewimperung mit dem Übergang zur autotrophen Ernährung angenommen und damit die eigentlichen genetischen Beziehungen verschleiert wurden. Unter solchen Umständen scheint es mir richtiger, einstweilen von einer gewaltsamen Einreihung von *Sphaerobactrum* in das bestehende System der Holotrichen abzusehen, die immer nur einer Seite seiner Eigentümlichkeiten gerecht werden könnte, vielmehr zukünftige ähnliche Befunde freilebender mundloser Ciliaten abzuwarten, um auf einer breiteren Basis der Tatsachen einen gesicherten Entscheid zu treffen.

Zum Schlusse wiederhole ich hier die Diagnose von *Sphaerobactrum Warduae*¹⁾, die ich bereits in den Sitzungsberichten der Niederrh. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde (s. o.) gegeben habe und die eine Reihe der im vorstehenden mitgeteilten Tatsachen ganz kurz zusammengefaßt enthält:

Sphaerobactrum Warduae bildet durch zwei aufeinander folgende unvollkommene Teilungen eines Einzeltieres („Einers“) frei schwimmende, geradlinige Ketten von vier kugeligen (gleich großen) Individuen, die durch sehr kurze und dünne, aber dauerhafte Verbindungsstücke zusammenhängen. Der „Vierer“ zerfällt durch Trennung der mittleren Individuen in seine Hälften, deren jede bald darauf in entsprechender Weise zwei Einzeltiere liefert.

„Einer“ kugelig mit flacher Delle an einer Stelle der Oberfläche (ihre Verbindungslinie mit dem Mittelpunkt des Tieres entspricht der Längsachse des Vierers), allseits fein und gleichmäßig bewimpert, ohne Cytostom, Schlund u. dgl., also mundlos (auch der Zellafter fehlt). Macronucleus rundlich, in der Mitte des Tieres gelegen, in seiner Nähe eine Gruppe von Kleinkernen. Plasma feinkörnig trüb, um den Kern herum kompakt, im übrigen von großen Vakuolen durchsetzt, die gewöhnlich eine einfache Lage zwischen Oberfläche und Kern bilden. Ohne kontraktile Vakuole. Im Plasma einzeln verteilte symbiotische Algen, Zoochlorellen, ferner (oft größere) kugelige Ballen angedauter Symbionten.

Die aus dem Einer durch Teilung hervorgehenden „Zweier“ und weiterhin „Vierer“ gleichen in ihren Komponenten völlig Einzel-

¹⁾ *Sphaerobactrum* (von *σφαίρα* Kugel und *στάβρον* Stab) = Kugelstab, nach dem charakteristischen Aussehen des Vierers; den Speziesnamen habe ich zu Ehren meiner Frau gewählt (*Wardua*, ein armenischer Vorname = Rosa).

tieren, nur daß den mittelständigen Individuen der Kette die Einfeldung fehlt, während sie wenigstens an einem der endständigen oft wahrnehmbar ist.

Länge der Vierer 600—700 μ , selten kleiner (400 μ).

Planktonisch; der Vierer schwimmt (im freien Wasser) häufig mit senkrecht gestellter Längsachse und unter Rotation um dieselbe vorwärts und rückwärts. Bewegung der Einzeltiere weniger regelmäßig. Autotrophe Ernährung mittels der Symbionten wahrscheinlich. Fundort: Poppelsdorfer Weiher in Bonn; Ende März — Anfang April.

Tafelerklärung.

Tafel 19.

Fig. 1 ist eine Skizze nach dem lebenden Tier; die übrigen Abbildungen dagegen wurden nach Totalpräparaten hergestellt (Fixierung Sublimat, Färbung DELAFIELD's Hämatoxylin) unter Benutzung des ABBE'schen Zeichenapparates (Abstand der Zeichenfläche von der Austrittspupille des Mikroskops = 250 mm). Optik bei Fig. 1 LEITZ' Objektiv 2 und Okular 3, bei Fig. 2 ZEISS' Apochromat 16 mm und Komp.-Okular 6, bei Fig. 3—8, ZEISS' Apochromat 8 mm und Komp.-Okular 6, bei Fig. 9 u. 11—13, ZEISS' Apochromat 2 mm N. A. 130 und Komp.-Okular 4, bei Fig. 10 dasselbe aber Komp.-Okular 8.

Fig. 1. „Vierer“. Die Einzeltiere von gleicher Größe, das unterste axial leicht eingedellt. In jedem Einzeltier die zentrale Plasmamasse, umgeben von einer einfachen Schicht großer Vakuolen, ferner die grünen Symbionten und die gelbgrünen kugeligen Ballen angedauter Algen sichtbar. Vergr. etwa 100:1.

Fig. 2. „Vierer“. Die Einzeltiere von etwas verschiedener Größe, das unterste leicht eingedellt; in der zentralen Plasmamasse eines jeden liegt der Macronucleus. Vergr. 94:1.

Fig. 3. „Einer“. Vergr. 187:1.

Fig. 4. „Einer“ in Teilung. Macronucleus hantelförmig. Vergr. 187:1.

Fig. 5. „Zweier“ soeben durch Teilung entstanden. Vergr. 187:1.

Fig. 6. Fertiger „Zweier“. Durch heftige Bewegung beim Fixieren ist das Verbindungsstück zwischen beiden Einzeltieren zu einem kurzen Strang ausgezerrt worden. Vergr. 187:1.

Fig. 7. „Zweier“ in Teilung. Die Teilung ist beim unteren größeren Paarling etwas weniger weit fortgeschritten als beim oberen kleineren. Vergr. 187:1.

Fig. 8. „Vierer“ soeben durch Teilung entstanden. Vergr. 187:1.

Fig. 9. Einzeltier eines Vierers. Macronucleus in der zentralen Plasmaanhäufung; in seiner Nähe die Kleinkerne, von denen 10 sichtbar sind; durchs Plasma zerstreut symbiotische Algen (Zoochlorellen) grün, ferner zwei Ballen in Verdauung befindlicher Symbionten sichtbar. Vergr. 500:1.

Fig. 10. **Macronucleus**, feinkörniges Chromatingerüst mit eingelagerten rundlichen oder länglichen Nukleolen. Vergr. 1000:1.

Fig. 11 u. 12. Kernverhältnisse zweier „Vierer“. Die **Macronuclei** sind nur angedeutet, die **Micronuclei**, die bisweilen teils über, teils unter dem zugehörigen Großkern lagen, alle in eine Ebene projiziert. Das Zahlverhältnis der Kleinkerne in Fig. 11 ist: 6:12:10:12; in Fig. 12 ist es: 8:7:6:8. Vergr. 500:1.

Fig. 13. Ballen angedauter Algen. Vergr. 500:1.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Aus dem Zoologischen Institut der tiermedizinischen Fakultät
und der biologischen Versuchsanstalt für Fischerei, München.

Untersuchungen über *Octomitus intestinalis truttae*.

Von
Wilhelm Schmidt.

(Hierzu Tafel 20 u. 21.)

A. *Octomitus intestinalis truttae*.

a) Morphologie, Biologie und Ökologie.

Octomitus intestinalis truttae (syn. *Hexamitus intestinalis*, DUJARDIN, syn. *Urophagus intestinalis*, MOROFF) ist auf Grund meiner Beobachtungen und Untersuchungen, die nachstehend besprochen werden, in die Familie *Tretamitidae* BÜTSCHLI, Ordnung *Polymastigina* BLOCHMANN, Unterklasse *Zoomastigina*, Klasse *Mastigophora* einzureihen.

Er lebt vornehmlich im Darne von Batrachiern, Tritonen, Bufoniden und Pisciden, angeblich auch in Schildkröten und Eidechsen. GRASSI fand ihn im Darne von *Rana esculenta* und *Bufo vulgaris*, PROWAZEK im Darne der griechischen Landschildkröte (*Testudo graeca*), M. PLEHN und MOROFF hauptsächlich in Darm und Gallenblase von *Trutta iridea*, seltener *Trutta fario*, SELIGO in *Leucaspis delineatus* (Moderlieschen). ALEXEIEFF fand die gleiche Art in marinen Fischen der Gattung *Motella* und *Box*. PROWAZEK beschreibt einen Vertreter der Gattung als *Octomitus intestinalis n. sp.* im Darm der Ratte (1904). Als *Hexamitus intestinalis* wird er beschrieben von DUJARDIN (1841), STEIN (1878), KENT (1880—82), SELIGO (1887), DANILEWSKY (1889), KLEBS (1893), SENN (1900), PROWAZEK (1904), ALEXEIEFF (1910), DOFLEIN (1916), als *Heteromita pusilla* VON PERTY, als *Amphimonas intestinalis* VON DIESING (1865), als *Dicercomonas (Mono-*

morphus) *ranarum* (1879) bzw. als *Dicercomonas intestinalis* (1882) von GRASSI, als *Octomitus* sp. DOBELL von DOBELL (1908). Ich fand ihn außer in Gallenblase und Darm von *Trutta fario* und *Trutta iridea* im Darm eines Karpfens, welcher durch Masseninfektion von *Eimeria* und *Sanguinicola* in äußerst schlechtem Ernährungszustand war.

Bisher war man geneigt, *Octomitus intestinalis* und die häufig gleichzeitig in Erscheinung tretenden Darmaffektionen in kausalen Zusammenhang zueinander zu bringen. Die nachfolgenden Untersuchungen, die sich in der Hauptsache auf Forellen erstreckten, sollten Klarheit schaffen, inwieweit es sich hier um spezifischen Parasitismus oder einfachen Kommensalismus handelt. Daß mir dies gelungen ist, verdanke ich in erster Linie den überaus wertvollen Anregungen von Herrn Professor Dr. DEMOLL und Fräulein Professor Dr. M. PLEHN, wofür ich nicht versäumen möchte, ihnen auch an dieser Stelle meinen ganz besonderen Dank abzustatten. Material wurde mir in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt sowohl von der Teichwirtschaft Wielenbach der biologischen Versuchsanstalt selbst als auch von der Fischzuchtanstalt des bayerischen Landesfischereivereins Starnberg, der Fischzuchtanstalt Mühlthal und der Fischhandlung Kuffner, München, die ihre Fische aus der Moosach und der Fischzuchtanstalt Barbara's Ruh, Freising bezogen hatte. Auch allen diesen Stellen sei hier mein Dank ausgesprochen.

Octomitus intestinalis truttae lebt im Darm und in der Gallenblase, meist gleichzeitig in beiden Organen. Die Größe ist nicht konstant. Man findet Individuen von 5—15 μ Länge und 2—7 μ Breite. Auch DOBELL sowie PROWAZEK haben sehr kleine Formen beobachtet. „Very minute forms of this parasite are sometimes found — not reaching a greater length than 2—3 μ “ (DOBELL S. 431). „Neben ausgewachsenen Hexamiten fand ich mehrmals kleine, fast bakterienartige, junge Formen, die mit ihren Geißeln wackelnde Bewegungen ausführten“ (PROWAZEK 16, S. 37/38). Die Gestalt ist im allgemeinen birn- oder spindelförmig, am Vorderende mehr breiter, abgerundet, nach dem Hinterende schwanzförmig auslaufend (Fig. 1 u. 2); doch wechseln auch hier die Bilder infolge der ungemein großen Metabolie des Flagellaten (Fig. 1, 2, 6, 7). *Octomitus* besitzt 3—4 Paar Geißeln. Doch ist die letztere Zahl die häufigere. Wenn nur 3 Paare vorkommen, so ist das hintere Schwimmgeißelpaar und der dazu gehörige Axialblepharoblast ausgefallen. Die vorderen drei Paare dienen der Schwimm- und Strudelbewegung. Sie haben verschiedene Insertionspunkte. Während nämlich die beiden vorderen Paare von den einander gegenüber-

liegenden 4 Seitenblepharoblasten konvergent ihren Ausgang nehmen, ist das hintere Paar im Axialblepharoblasten vereinigt.

Die Schwanz- oder Schleppgeißeln, die nach meinen Beobachtungen beim Schwimmen nur als Steuerorgan, im Ruhezustand nur als Haft- und Stützorgan dienen, inserieren getrennt an den paarigen, einander gegenüberliegenden, seitlich gelagerten, stäbchenförmigen Schwanzblepharoblasten. Die Schwimmgeißeln sind ungefähr so lang wie der Körper, die Schleppgeißel ungefähr das Doppelte, seltener länger. Nach DOBELL erreichen letztere ca. das Dreifache der Körperlänge („a length equal to three times that of the body“ (DOBELL S. 431).

Die Bewegung wird von diesen 8 Geißeln ausgeführt und zeitweise, wie mir scheinen will, bei dichterem Medium (ich habe dies hauptsächlich im Darmschleim, seltener in der Galle, und hier nur dann beobachtet, wenn das Präparat durch Verdunstung eingedickt war) durch Seit- und Abwärtsschlagen des Schwanzes bzw. des Achsenstabes unterstützt. MOROFF hat dasselbe beobachtet: „Sehr oft wird der Schwanz kräftig zu Boden geschlagen, hier und da spaltet er sich gabelförmig; sehr oft klebt er sich mit den beiden langen Schleppgeißeln am Boden an und führt in verschiedenen Richtungen kräftige, zitternde Bewegungen aus (MOROFF S. 93). Er bringt zwar dieses Verhalten in Beziehung zur Nahrungsaufnahme.

KOFOID und SWEZY geben über den Achsenstab von *Trichomonaden* an, daß er bei den Bewegungen derselben im Darmschleim als Bewegungsorgan dient. Da *Octomitus intestinalis* hinsichtlich der Morphologie, Biologie und Ökologie sicher ein ganz naher Verwandter von *Trichomonas* darstellt, bin auch ich geneigt, dem Achsenstab neben der formgebenden Rolle auch eine bedingte, aktive Beteiligung an der Bewegung zuzusprechen. Bei raschem Schwimmen, das sehr gleichmäßig erfolgt, sind sämtliche drei Paar Schwimmgeißeln nach vorne gerichtet, bei mäßiger Schnelligkeit wird meistens das dritte Paar nachgeschleppt. Bei langsamer Bewegung, die stoßweise erfolgt, ist meist nur das vordere Geißelpaar in Tätigkeit, während die anderen zwei Paare nachgeschleppt werden. Dagegen sind im Zustand der Ruhe meist sämtliche Schwimmgeißelpaare in sanftstrudelnder Tätigkeit, während das Hinterende des Tieres, das in diesem Stadium immer abgerundet ist, mit den beiden Schleppgeißeln am Boden oder irgendeiner haltgebenden Substanz festsetzt (Fig. 7 u. 8).

Das Protoplasma ist hell und sehr feinwabig und enthält keine geformten Nahrungspartikelchen. Die von MOROFF „sehr oft beob-

achteten fremden Körper im Protoplasma“ (S. 93) glaube ich eher in Übereinstimmung bringen zu dürfen mit der einige Stunden vor dem Tode einsetzenden Vakuolisierung des Plasmas, wobei Vakuolen von minutiöser Kleinheit allmählich eine Größe erreichen, die den Körper oft zu $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{4}$ ausfüllen kann (Fig. 6). Dieser Vorgang läßt sich oft sehr übersichtlich beobachten bei Intravitalfärbung mit Bismarckbraun in Lösung 1:50 000 oder Methylenblau 1:10 000. Doch ist er auch ohne Färbung bei genügend starker Vergrößerung festzustellen.

Sehr kompliziert ist bei den Flagellaten der Verankerungs- und Verbindungsapparat der Organellen (Geißeln + Blepharoplasten + Kerne + Parabasalia + Achsenstab) untereinander. Für diesen Komplex hat JANICKI 1913 den Namen „Karyomastigont“ vorgeschlagen. JANICKI hat zusammen mit A. FOA eingehende Studien darüber gemacht; besonders an den *Octomitus intestinalis* verwandten Formen, wie *Lophomonas*, *Joenia*, *Parajoenia* sowie an den ihm ganz nahe verwandten Formen *Calonympha*, *Foaina* und *Devescovina* (JANICKI, S. 625). Wenn ich nun im folgenden den Karyomastigonten bei *Octomitus intestinalis* näher beschreibe, so soll dies neben anderen Argumenten ein Beweis dafür sein, *Octomitus* als echte Gattung in die Ordnung *Polymastigina* einzureihen.

Der Flagellat besitzt 2 Kerne. Sie liegen in der Nähe des Vorderendes und sind oval bis mandelförmig.

Sie sind vorne einander zugekehrt, manchmal direkt aneinander gelagert, manchmal aber auch durch eine mehr oder minder große Plasmazone voneinander getrennt. Sie sind stets von einem schmalen hellen Plasmahof umgeben (Fig. 17), der am deutlichsten bei Giemsa-färbung zu sehen ist. Kernmembran ist stets vorhanden. Sie ist gegen das hintere Ende zu verbreitert und anscheinend etwas angeschwollen (Fig. 1 u. 2). Der Binnenkörper ist sehr chromatinreich. Meist liegt er in der hinteren Anschwellung und ist von ovaler bis platter Gestalt. Manchmal ist er zu einem verdickt schleifenartigen Gebilde formiert und an dem entgegengesetzten Ende gelagert. Bei einigen Tieren habe ich auch einen bläschenförmigen Kern und ziemlich gleichmäßig verteilte Chromatinkörnchen beobachtet. Doch ist hier die Membran nicht so deutlich zu sehen. Ob sich hier eine Kernteilung vorbereitet, konnte ich nicht feststellen, ebensowenig wie ich Teilung in vita oder aufeinanderfolgende Stadien nach der Encystierung beobachten konnte. Interessant ist hier der Vergleich mit *Octomitus intestinalis* n. sp., welchen PROWAZEK im Darm der Ratte gefunden hat. Neben typischen Ähnlichkeiten sowohl in der Form des Flagellaten, der Plasmastruktur wie der

Zahl und Lage der Blepharoblasten und Geißeln ist die Gleichartigkeit in Lage und Bau der Kerne so auffallend, daß eine Zugehörigkeit zu derselben Gattung außer Zweifel erscheint.

Vor den beiden Kernen befinden sich die 4 Seitenblepharoblasten, teils peripher, teils mehr median gelagert. Direkt zwischen beiden oder etwas hinter ihnen liegt der Axialblepharoblast. Bei der amöboiden Verlängerung des Vorderendes wandert er mit nach vorne, während die beiden Kerne mehr zurück bleiben. Der Axialblepharoblast ist ungefähr doppelt so groß wie einer der Seitenblepharoblasten, was so zu erklären ist, daß hier zwei Basalkörner so innig miteinander verbacken sind, daß eine Differenzierung unmöglich ist. Axialblepharoblast sowohl wie die beiden Seitenblepharoblastenpaare senden nach rückwärts je einen dünnen Faden, die Achsenfäden, aus, die in ihrer Gesamtheit den Achsenstab bilden. Während die zwei seitlichen Achsenfäden eine Verbindung der beiden Seitenblepharoblasten mit den beiden Schwanzblepharoblasten darstellen, endigt der mittlere frei im Kopf- und Schwanzende des Flagellaten.

Der Achsenstab besteht aus einer glasartig durchsichtigen Masse und wird von den beiden seitlichen Achsenfäden wie von einer dichten Hülle begrenzt. Er kann sich sowohl ausdehnen als auch kontrahieren. Dabei schiebt er bei ersterem Vorgang die Pellicula nach vorn oder hinten (Fig. 8, 3, 1). Der Flagellat erscheint dann je nach der Intensität des Vorgangs als ein mäßig- oder stärkergeschwänztes oder flaschenähnliches Gebilde. Der Achsenstab ist am Vorderende meist verbreitert, am hinteren Ende mehr zugespitzt (Fig. 1. 5). PROWAZEK schreibt über *Octomitus intestinalis muris* von dem Achsenstab in bezug auf die Achsenfäden: „Sie scheinen mir der optische Ausdruck einer das ganze Tier durchziehenden Röhre zu sein, die nach Art einer Bleifeder hinten in eine scharfe, dunkelfärbare Spitze ausläuft“ (16, S. 38). Er ist wie ich an Schnitten einwandfrei beobachten konnte im Querschnitt oval bis drehrund, je nachdem der Flagellat mehr schlanke oder mehr kugelige Gestalt angenommen hatte. Dieser Umstand sowie die Tatsache, daß der Achsenstab bei bis zur Hälfte abgerundeten Tieren immer eine Lage fast genau parallel der gekrümmten Rückenlinie einnimmt (Fig. 17, 19), dazu die Beobachtungen, daß derselbe als schwanzförmige Verlängerung häufig mehr oder weniger heftig schlagende Bewegungen ausführt, bestärken mich in der Annahme, daß wir es hier mit einem sehr elastischen Organell zu tun haben. Beim Austritt aus dem Protoplasma wird er von den beiden Schwanzblepharoblasten gürtelförmig umlagert. Die Hauptfunktion des Achsenstabes ist

wohl die formgebende. Er scheint ähnlich wie bei den Trichomonaden als Achsenskelett zu funktionieren. Die seitlichen Achsenfäden werden in ihrer vorderen Hälfte von einer schmalen Zone stark färbbarer Körnchen und Schollen überlagert, die häufig unvermittelt mit einer kurzen Verbreiterung abschließt. „Die auffallendste Bildung des ganzen Tieres sind zwei von den beiden Kernen des Vorderendes bis gegen das Hinterende verlaufende starre mit E.-H. schwarz sich färbende „Achsenstäbe“, die außen noch einen, in Bleifederton sich färbenden, mit einer undeutlichen dickwandigen Alveolarstruktur versehenen Belag besitzen“ (PROWAZEK 16, S. 38). Ob diese Schollen und Körnchen mit den Chromidien KOFOID's und SWEZY's bei *Trichomonas*, die Verbreiterung der Zone mit der chromatischen Masse BENSEN's bei *Lambliia intestinalis* identisch sind oder etwas ähnliches darstellen, entzieht sich meiner Beurteilung.

Ein Cytostom scheint vorhanden zu sein, allerdings auf ein ganz geringes Maß beschränkt. An vielen Total- wie Schnittpräparaten habe ich eine schwachkonturierte, helle, kleinste, ovale bis ellipsoide Zone beobachtet, die — das Tier vom Rücken gesehen — immer rechts vom Scheitelpunkt, in der Nähe der vorderen Geißelbasis sich befand. Doch könnten hier meine Beobachtungen durch Färbungseffekte getrübt sein. Dagegen bestärken mich in meiner Vermutung von dem Dasein eines Cytostoms folgende einwandfreie Beobachtungen:

1. Sämtliche von mir gesehene Tiere weisen bei allen angewandten Färbungsmethoden (HEIDENHAIN, HANSEN, DELAFIELD, GIEMSA, Toluidin, Orcein-Wasserblau) eine helle durchscheinende strukturlose, kleine Zone in der Umgebung des Scheitelpunktes auf (Fig. 15—18).

2. Das vordere Ende des Tieres ist amöboid beweglich (Fig. 7, 8). Ähnliche Verhältnisse hat DOFLEIN (7 S. 590), an *Trichomonas hominis* beobachtet: „Die Nahrungsaufnahme geschieht durch eine muldenartige Mundstelle an dem amöboid beweglichen Vorderende.“

3. Auf gefärbten Schnitten konnte ich des öfteren bei bis zur Hälfte abgerundeten Tieren auf der unteren Seite, in der Nähe des Vorderendes eine Art Einbuchtung wahrnehmen (Fig. 19).

4. Im Zustande der Ruhe, d. h. des Nichtschwimmens sind im Gegensatz zu der langsamen stoßweisen Vorwärtsbewegung meist sämtliche Geißeln in sanfter strudelnder Bewegung. Das Vorderende ist in diesem Zustand meist kolben- bis birnförmig verlängert und wird lebhaft nach links und rechts bewegt, so daß man den Eindruck gewinnt, als ob das Vorfeld nach Nahrung abgetastet würde (Fig. 8). Die punktierten Linien geben verschiedene Lagen dieses Vorfeldes wieder.

5. Unter dem abgedichteten Deckglas oder in der feuchten Kammer habe ich oft an Stellen, an denen sich eine stärkere Konzentration von Flüssigkeit und Gallensalzen ansammelte, 10 und mehr Flagellaten mit dem Kopfende gegeneinander lebhaft strudelnd beisammen gesehen. Mitunter schwamm eines weg und machte einem zweiten Platz (Fig. 23).

6. Auch viele einzelne Tiere habe ich beobachtet, wie sie im Darmschleim sich zwischen Darminhaltspartikelchen hindurchzwängten und suchende Bewegungen ausführten oder das bewegliche Vorderende wie einen Rüssel in dichtere für das Tier undurchdringlichere Massen hineinsteckten.

Auch PROWAZEK scheint ein Cytostom für unsere Form anzunehmen, wenn er von seinem *Octomitus intestinalis* n. sp. schreibt: Die Form scheint sowohl mit den Trichomonaden als auch mit *Megastoma* verwandt zu sein. Bezüglich der letzteren braucht man sich die sogenannte Sauggrube nur auf ein minutiöses, kaum wahrnehmbares Areal reduziert zu denken, wobei die Geißelinsertionen die entsprechenden Verlagerungen erfahren, und man erhält einen ähnlich gebauten Flagellaten (16, S. 39).

Die für *Hexamitus* charakteristischen Mundstellen in oder neben den Schleppeißelfurchen sind nicht vorhanden. Es wäre also nur noch an die Nahrungsaufnahme auf osmotischem Wege zu denken, insbesondere deshalb, weil geformte Nahrung weder im Leben noch nach dem Tode nachgewiesen werden kann. Ausschließen kann ich diese Möglichkeit nicht, obschon ich mir den Grund für die lebhaft amöboide Beweglichkeit des Vorderendes im Zustande der Ruhe nicht erklären kann, da ja auch ohne diese — bei ungünstigen Strömungsverhältnissen würde ja die Zuhilfenahme der Geißeln genügen — die Osmose vor sich gehen müßte.

Der Flagellat ist ungemein metabol. Während die Jugendformen eine schlanke, spitze Birnform besitzen, neigt das ausgewachsene Individuum schon mehr der Spindelform zu. Im Alter oder bei ungünstigen Lebensbedingungen nähern sie sich deutlich der Eiform (Fig. 6—8). Natürlich läßt sich nicht ein starres Grundgesetz aufstellen. Ich habe junge und ältere Tiere beobachtet, wie sie im Augenblick oft ganz konträre Gestalt annahmen, um aber immer wieder zu einer entsprechenden Grundform zurückzukehren. Bei Wendungen von ca 180 Grad hatte ich Gelegenheit, die blitzartige Bewegung zu beobachten. Das Vorderende wird fingerartig verlängert und legt sich über oder neben den Körper, der Schwanz mit den beiden Geißeln wird wie ein Steuer in Winkel gestellt

und in einem Bruchteil einer Sekunde ist die Wendung vollzogen (Fig. 3).

Der ursprüngliche Aufenthaltsort ist der Darm. Hier habe ich sie sowohl im Mitteldarm bis in die Grenzgegend des Pylorus hinein und im Gegensatz zu MOROFF sehr oft auch gleichzeitig im Enddarm angetroffen. Sie leben nur in der oberflächlichen Schleimschicht des Darmlumens. In Abklatschpräparaten habe ich sie jedesmal und relativ reichlich gefunden. Hatte ich dagegen zuerst die Schleimlage entfernt, so war es mir — einen einzigen Fall ausgenommen — nie möglich sie zu entdecken. Die Reaktion des Darmsaftes plus Speisebreies war stets alkalisch. Brachte ich sie aus diesem Medium in den sauerreagierenden Magensaft, so starben sie in kurzer Zeit ab. Auch im neutralisierten Medium ist die Lebensdauer kurz. Daraus schließe ich, daß die Lebensfähigkeit durch die Alkaleszenz der Umgebung bedingt wird. Interessant ist hier ein Vergleich mit Arten aus der Gattung *Trichomonas*, bei denen — *Trichomonas vaginalis* ausgenommen — ähnliche Verhältnisse vorliegen. Vom Darm aus gelangen sie wohl auf dem Weg durch den *Ductus coledochus* in die Gallenblase. Ob sie zu Fortpflanzungszwecken oder infolge Verschlechterung der Lebensbedingungen aus dem Darm dahin auswandern, konnte ich nicht eruieren. DANILEWSKY macht die merkwürdige Angabe, „daß sie bei Verschlechterung der Ernährungsbedingungen des Wirts in Lymphe, Blut, Galle und Urin eindringen und sich daselbst vermehren“ (DOFLEIN 7, S. 626, 3).

Über die Art der Nahrung ist es nur möglich, eine Vermutung auszusprechen. Da feste Partikelchen nicht vorhanden oder so klein sind, daß man sie nicht sehen kann, wäre nur an eine flüssige Form der Nahrungssubstanzen zu denken. Inwieweit hier Darmschleim, Darmsaft, Galle, resorptionsfähige Eiweiße, Fette und Kohlehydrate, organischer, gelöster Detritus oder anderweitige Abbauprodukte in Betracht kommen, bleibt weiterer Forschung vorbehalten. „Nach BÜTSCHLI und KLEBS finden sich im Körper von Hexamitusarten große weißliche Kugeln, welche sich wie Glykogen verhalten, das ja in anderen Protozoengruppen vielfach vorkommt, bei Mastigophoren aber sonst fehlt“ (DOFLEIN 7, S. 624—25).

Sobald die Lebensbedingungen für den Flagellaten sich verschlechtern oder derselbe aus anderen Gründen Depressionserscheinungen zeigt, tritt Vakuolisierung des Protoplasmas ein (Fig. 6). Die Vakuolen, anfangs außerordentlich klein, nehmen an Größe und Deutlichkeit zu, je mehr das Tier sich dem Absterben nähert. So habe ich schon Vakuolen gesehen, die den fünften bis vierten Teil

des Protoplasmas eingenommen haben. Die Zahl der Vakuolen ist dabei verschieden. Sie wechseln an Zahl von 3—20. Nicht alle Exemplare zeigen vor dem Tode diese Vakuolisierung des Plasmas. Manchen ereilt der Tod so schnell, daß erstgenannter Vorgang gar nicht eintreten kann (Fig. 4—5). Die Geißeln bleiben hier sehr lange erhalten. Unter den Individuen mit Vakuolisierung treten meistens solche mit eiförmiger Gestalt auf. Einige sitzen mit dem breiteren, abgerundeten Hinterende, das durch Verankerung bzw. Stützung mit den beiden Schleppgeißeln unbeweglich geworden ist, fest. Nur das amöboid bewegliche Vorderende tritt nach früher beschriebener Weise in Tätigkeit (Fig. 8). Andere runden sich ab und rotieren an ein und derselben Stelle, woran die Geißeln durch sanftes Schlagen aktiv beteiligt sind (Fig. 9—10). Nach einiger Zeit hört auch diese Bewegung auf und die Kugel nimmt einen Zustand der Ruhe ein. Hier habe ich oft selbst schon während des Rotierens mit Hilfe des Spiegelkondensors (Dunkelfeldbeleuchtung) das Fehlen der einen oder anderen Geißel beobachtet (Fig. 11). Die Geißeln sind hier um die Kugel herumgeschlungen. Nach einiger Zeit, die sehr variiert und nach Stunden bemessen sein kann, sind sämtliche Geißeln abgefallen. Bei einigen dieser Kugeln konnte ich eine mehr oder weniger scharf konturierte Membran feststellen, der nach innen eine schmale, hellere Zone anliegt (Fig. 12). Im Innern sah ich mehr oder weniger zahlreiche, lichtbrechende Stellen, unregelmäßig gelagert und zentral oder etwas nach der Peripherie verschoben zwei größere, weniger stark lichtbrechende Komplexe. Inwieweit diese Kugeln etwas ähnliches darstellen wie die bei *Hexamitus intestinalis* in *Testudo graeca* von PROWAZEK beschriebenen Cysten und ein Stadium bilden in der Reihe der von vielen Autoren und auch von mir sehr oft beobachteten zwei- und vierkernigen Cysten, lasse ich offen. Die Vermutung PROWAZEKS (16, S. 37), die zweikernige Cyste sei durch Heterogamie entstanden, halte ich nicht für richtig, da sie auf einer falschen Voraussetzung beruht, nämlich dem Vorhandensein eines Kernes im Flagellaten. Eher glaube ich, daß hier eine einfache Kernteilung vorliegt, wie dies ähnlich KOFOID und CHRISTIANSEN bei *Lambliia intestinalis* annehmen und ALEXEIEFF bei *Hexamitus intestinalis* im Darm von Tritonen beobachtet und beschreibt (ALEXEIEFF 1, S. 402—03). Jedenfalls wurden bisher in der Literatur geschlechtliche Vorgänge bei *Octomitus intestinalis* nicht beschrieben und auch ich habe trotz wiederholter Prüfungen darauf keine wahrnehmen können. Sehr oft habe ich Cysten beobachtet, die sich mit den Bildern von ALEXEIEFF über Cysten von

Hexamitus intestinalis bei marinen Fischen der Gattung *Motella* und *Box* vollständig decken. Sie haben eine ovale bis kreisrunde Form von ungefähr 8–10 μ Durchmesser. Das Protoplasma ist nicht homogen, zeigt oft etwas dichtere Anhäufungen und enthält 2 oder 4 stark färbare Kerne, die fast immer von einem schmalen, hellen Plasmahof umgeben werden (Fig. 13–14). Diese Cysten sind gegenüber den lebenden Flagellaten sehr widerstandsfähig. Im Brutofen, wo sie zusammen mit lebenden Flagellaten 5 Stunden bei 40–45° Celsius aufbewahrt wurden, sind sie nach dieser Prozedur vollkommen unversehrt, während die Flagellaten zum großen Teil mazeriert sind. Selbst ein vollständiges Eintrocknen überstehen sie ohne irgend welche äußerlich sichtbaren Schädigungen. Wie sich diese Cysten im Leben weiter entwickeln, konnte ich nicht beobachten, da die Galle, die hier in Betracht kommt, infolge massenhafter Bakterieninfektion rasch verdirbt.

PROWAZEK geht bei seinen Studien gleich von der zweikernigen Cyste aus, die er durch Kopulation zweier Individuen entstehen läßt. Nach einem anfänglichen Reduktionsvorgang der Kerne folgt ein Anschwellen derselben plus Synkaryonbildung und dann Dauerencystierung. Nach einiger Zeit setzt die multiplikative Teilung des Kopulationskernes ein, wodurch zahlreiche Tochterkerne gebildet werden. Zur Stützung dieser Ansicht führt PROWAZEK an, daß er neben den ausgewachsenen Individuen mehrmals kleine, fast bakterienartige, junge Formen angetroffen habe, die mit ihrem Schwanz wackelnde Bewegungen ausgeführt hätten. DOBELL, welcher ähnlich kleine Formen beschrieben hat, schreibt dagegen: „Multiplication appears to take place by means of longitudinal division, but is very difficult, to observe. Cysts of an oval shape are also found by *Octomitus*. From these cysts a single monad subsequently escapes. No sexual process has been observed (DOBELL, p. 431).

Am nächsten scheint den Tatsachen ALEXEIEFF zu kommen in seiner Studie „sur la division de *Hexamitus intestinalis* Dujardin“. Allerdings fehlt das Schlußbild, da auch seine Beobachtungen nicht weiterreichen. Ich verweise hier auf die einzelnen Stadien (Textfig. 1–7, S. 403), da besonders das letzte Stadium mit der von demselben Autor beobachteten Vermehrungscyste bei *Motella mustella* und auch mit den von mir beschriebenen Cysten Beziehungen zu haben scheint. Ich selbst habe trotz wiederholter Versuche mit *Octomitus*kulturen derartige Teilungsstadien nicht beobachten können. ALEXEIEFF faßt seine Beobachtungen folgendermaßen zusammen: „La division nucléaire chez *H. intestinalis* s'effectue suivant une „mitose

primitive“. C'est une mitose, parceque 1° la membrane nucléaire disparaît complètement; 2° il y a des chromosomes 3° il se différencie une formation de nature fusoriale. C'est une mitose primitive surtout à cause de l'absence complète de centres cellulaires, et aussi parceque les chromosomes paraissent se répartir en deux groupes, sans se diviser individuellement (quoique certains aspects puissent être invoqué en faveur de ce dédoublement). Le changement très profond, qui a lieu dans la structure du noyau, dont la couche diffuse de chromantine à la périphérie se convertit en chromosomes arrondis bien individualisés, doit se comprendre évidemment comme une sorte de „mise en mouvement“ de la substance chromatique en vue d'une répartition plus facile“ (1, p. 403).

Anschließend hieran möchte ich noch einige Betrachtungen über den Parabasalapparat anstellen, und zwar, soweit es sich einerseits mit eigenen als auch andererseits mit Beobachtungen in Einklang bringen läßt, die einige Autoren schon früher bei verwandten Gattungen gemacht haben. (Der Parabasalapparat wurde ja zuerst bei den parasitischen Formen der Flagellaten beobachtet.) Fast mit allen Färbemethoden, die ich angewandt habe, gelang die Sichtbarmachung dieses Organelles. Am besten wurden die Bilder nach Färbung mit HEIDENHAIN'schem Hämatoxylin, HANSEN'schem Eisenhämatoxylin und GIEMSA's Azur-Eosinlösung (Fig. 1, 2, 6, 17). Er stellt sich dar als körnchen- bis schollenförmiger Belag der beiden seitlichen Achsenfäden und zwar ausgehend von dem zweiten, vorderen Blepharoplastenpaar bis zur Mitte des Flagellaten hinziehend und meist mit einer klumpigen Verdickung oder Anlagerung abschließend. Ja manchmal scheint es sogar, daß der Achsenfaden in seiner vorderen Hälfte nur durch diese Körnchen und Schollen vertreten ist. Wie schon gesagt, steht der Parabasalapparat mit dem zweiten Blepharoplastenpaar direkt in Verbindung. Der Konnex mit dem vorderen und dem Schwanzblepharoplastenpaar wird durch die Fortsetzung der seitlichen Achsenfäden aufrecht erhalten. Der Axialblepharoplast, welcher durch ein fadenartiges Gebilde (Fig. 3, 7) mit dem zweiten Blepharoplastenpaar verbunden ist, wird quasi von dem Parabasalörper eingeschlossen. PROWAZEK, welcher ebenfalls bei *Octomitus intestinalis* n. sp. *muris* diese fadenartige Verbindung des zweiten Blepharoplastenpaares unter sich beobachtet hat, scheint dieselbe durch eine „Art von Fibrille“ gebildet zu werden. Der zylindrische, klumpenartige Abschluß des Parabasalkörpers gegen das Schwanzende zu habe ich besonders bei größeren Formen stärker ausgeprägt angetroffen. BENSEN, welcher bei *Lambliia intestinalis*

und *L. muris* eine ähnliche Bildung fand, bezeichnet dieselbe als „chromatische Masse“. KOFOID und CHRISTIANSEN sehen in dieser Bildung bei *Lamblia intestinalis* den Parabasalapparat. „Hinter den Kernen liegt dorsal vom Achsenstab eine paarige, starkfärbbare Masse. Diese ist bei älteren Tieren stärker entwickelt und soll mit den Stoffwechselfvorgängen sich verändern“ (DOFLEIN 7, S. 630). Färbbare, schollige, klumpige und körnige Gebilde sind bei vielen Polymastiginen beobachtet worden. Bei *Trichomonas angusta* AL. liegen sie nach KOFOID und SWEZY zum großen Teil im Achenstab, etwas über die Mitte gegen das Schwanzende zu. Bei *Trichomonas lacertae* PROW. sind sie nach demselben Autor hauptsächlich dem Basalfaden der undulierenden Membran angelagert, bei *Tetratrichomonas gallinarum* nach MARTIN und ROBERTSON parallel dem Basalfaden angeordnet und bei *Foaina gracilis* JANICKI nach demselben Autor in der hinteren Hälfte um den Achsenstab formiert. KOFOID und SWEZY haben bei *Trichomonas* neuerdings den Basalfaden mit dem Parabasalapparat homologisiert. Als Beweis führen sie seinen Zusammenhang mit dem Blepharoplasten und sein Hervorwachsen aus demselben an. Alle diese Beobachtungen scheinen mir Homologia bzw. Variationen des von mir beschriebenen Parabasalapparates zu sein.

Einen Parabasalfaden konnte ich nicht feststellen, ebensowenig gelang es mir festzustellen, inwieweit er identisch ist mit den seitlichen Achsenfäden und der fadenartigen Verbindungslinie des Axial- und der hinteren Seitenblepharoplasten. „In den allermeisten bekannten Fällen freilich werden gleichzeitig mit dem Parabasalapparat Axialstrukturen in den Flagellaten angetroffen“ (JANICKI, S. 664); „doch ist mir aus eigener Erfahrung bekannt, wie schwer unter Umständen der Nachweis des Parabasalfadens ist“ (S. 657). Dem Parabasalfaden fällt nach JANICKI außer der Stützfunktion die Aufgabe zu, den Parabasalörper mit den Blepharoplasten bzw. den Basalkörnern in Verbindung zu bringen.

Über die Bedeutung des Parabasalapparates steht das Endergebnis noch aus. KUSCZYNSKI kommt nach Untersuchungen bei *Trichomonas* zu dem Schluß, daß derselbe nur eine vorübergehende, vielleicht periodische Bildung darstellt. „Le corps sidérophile joue un rôle incontestable dans le métabolisme nutritif du flagellé“ (ALEX-EIEFF, 3, S. 500). JANICKI sieht in dem Parabasalapparat vermutlich ein Depositum von im Stoffwechsel der parasitischen Flagellaten ausgearbeiteten, spannkraftreichen Substanzen, welche stetig einerseits für die Arbeit der Geißeln verbraucht, andererseits

neu aus dem Plasma angelagert werden. Ähnliche Gedanken entwickelt auch M. HEIDENHAIN über die sogenannten Wimperwurzeln bei Besprechung der Flimmerzellen: „Für sehr wahrscheinlich halte ich ferner, daß die Fadenapparate mit der Ernährung der Cilien etwas zu schaffen haben, denn es ist in Rechnung zu ziehen, daß innerhalb der Cilien fortdauernd chemische Spannkkräfte in kinetischer Energie umgesetzt werden; es muß also die beständige Zuleitung eines Materials statthaben, welches als Kraftquelle dient und innerhalb der Cilien verbrannt wird. Daher kann man sich wohl vorstellen, daß die Wimperwurzeln die nötigen Stoffe aus dem Zellkörper aufsammeln und den Cilien zuleiten. Wie dies geschieht, darüber kann man sich freilich nur schwer eine Vorstellung machen; es ist eben dabei zu beachten, daß über die Form und direkte Ursache des Stofftransportes innerhalb der Zellen (bei Sekretion, Resorption usw.) überhaupt nichts sicheres bekannt ist“ (S. 987).

Zum Schluß möchte ich nicht unerwähnt lassen, inwieweit hier die Beschaffenheit des Parabasalkörpers (bei der verwandten Form von *Devescovina* ist ja eine Spiralform sehr deutlich zu erkennen) Berührungspunkte mit der mitochondrialen Spiralhülle um den Achsenfaden mancher Spermatozoen bei Metazoen bietet. Ich mache nur aufmerksam auf die Körnchenform der Mitochondrien, auf das Zusammentreten von Körnchen zu bestimmt gestalteten Fäden, auf die massige einheitliche Gestalt des Mitochondrienkörpers in den Spermien bzw. Spermatiden von *Pygaera bucephala* (MEVES, Bd. 56), alles Vorgänge, welche vielleicht eine Parallele beim Parabasalapparat der Flagellaten finden.

b) Kultur-Versuche mit *Octomitus intestinalis tr.*

Erstaunlich ist, die kolossale Resistenz der Cysten (siehe Protokoll III Versuche 1 und 2). Gegenüber MOROFF, welcher Octomiten aus dem Darm nur eine halbe Stunde am Leben zu erhalten vermochte, konnte ich sie 28 Stunden halten (Protokoll II, Versuch D); einmal unter einem abgedichteten Deckglas 6 Stunden (Protokoll II, Versuch F). Flagellaten aus der Galle konnte ich 74 Stunden halten (Protokoll I, Versuch B). Am besten eignet sich eine Temperatur von 6—14° Celsius.

Bei saurer Reaktion gehen sie nach kurzer Zeit ein (Protokoll III, Versuch 3—6). Versuche mit 0,6% und 0,8% NaCl-Lösung ergaben 4½ bzw. 3 Stunden Lebensdauer (Protokoll II, Versuch B, C). In gesunder Karpfengalle gingen sie nach 7½ Stunden zugrunde (Protokoll II, Versuch A). Mit infizierter Karpfengalle (*Chloromyxum*)

4:1 gemischt, blieben sie 25 Stunden am Leben (Protokoll II, Versuch G). Versuche mit Nährböden (Lebergallenextrakt, Bouillongalle, Glycerin-Oschinsky) schlugen fehl.

Die Nachteile, die allen Versuchen anhaften und damit vorerst bis zur Ausfindigmachung eines geeigneten Nährbodens jede Dauerzucht unmöglich machen, sind einmal die rasche Zersetzung der Galle infolge massenhafter Ansiedelung und rapider Ausbreitung aller möglichen Bakterien und zweitens mit großer Wahrscheinlichkeit die eigenen Stoffwechselprodukte der Flagellaten selbst.

Alle Versuche, welche den Zweck verfolgten, den fortlaufenden Entwicklungszyklus restlos festzustellen, schlugen fehl.

Protokoll I.

Beobachtungen von *Octomitus intestinalis tr. in vitro*.

- A. Reinkultur aus Galle einer Regenbogenforelle, welche getötet wurde, in steriler Petrischale bei 6—8/2—4 Grad Celsius.
1. Dauer äußerster Mobilität: 44—46/38—40 Stunden.
 2. Dauer der Lebensfähigkeit: 51/44 Stunden.
- B. Reinkultur in Gallenblase einer Regenbogenforelle, welche getötet wurde, in steriler Petrischale bei 6—8/2—4 Grad Celsius.
1. Dauer äußerster Mobilität: 58—60/50—52 Stunden.
 2. Dauer der Lebensfähigkeit: 74/62 Stunden.
- C. Reinkultur aus Galle einer Regenbogenforelle, welche gestorben war, in steriler Petrischale bei 6—8/2—4 Grad Celsius.
1. Dauer äußerster Mobilität: 46—48/44—45 Stunden.
 2. Dauer der Lebensfähigkeit: 56/50 Stunden.
- D. Reinkultur in Gallenblase einer Regenbogenforelle, welche gestorben war, in steriler Petrischale bei 6—8/2—4 Grad Celsius.
1. Dauer äußerster Mobilität: 58—60/48—50 Stunden.
 2. Dauer der Lebensfähigkeit: 68/58 Stunden.
- E. Reinkultur in Gallenblase einer Regenbogenforelle, welche einen Tag tot war, in Petrischale bei 6—8/14—16 Grad Celsius.
1. Dauer äußerster Mobilität: 43—44/40—42 Stunden.
 2. Dauer der Lebensfähigkeit: 48/45 Stunden.
- F. Reinkultur in Gallenblase einer Regenbogenforelle, welche schon 2—3 Tage tot war, in Petrischale bei 6—8/14—16 Grad Celsius.
1. Dauer äußerster Mobilität: 34—36/30—32 Stunden.
 2. Dauer der Lebensfähigkeit: 44/37 Stunden.

Protokoll II.

Kulturversuche mit *Octomitus intestinalis tr.*

- A. Ein Tropfen Galle (Reinkultur) einer Regenbogenforelle, welche schon einen Tag tot war, in 1 ccm frischer Karpfengalle bei 6—8 Grad/2—4 Grad Celsius.
1. Dauer äußerster Mobilität: 3—4 Stunden/3 Stunden.
 2. Dauer der Lebensfähigkeit: 7 $\frac{1}{2}$ Stunden/7 Stunden.

- B. Ein Tropfen Galle (Reinkultur) einer Regenbogenforelle, welche getötet wurde, in 1 ccm 0,6 Proz. NaCl-Lösung bei 6—8 Grad / 2—4 Grad Celsius.
1. Dauer äußerster Mobilität: $\frac{1}{2}$ —1 Stunde / dito.
 2. Dauer der Lebensfähigkeit: $4\frac{1}{3}$ Stunden / 4 Stunden.
- C. Ein Tropfen Galle (Reinkultur) einer Regenbogenforelle, welche bereits einen Tag tot war, in 0,8 Proz. NaCl-Lösung bei 6—8 Grad / 16—18 Grad Celsius.
1. Dauer äußerster Mobilität: $\frac{1}{2}$ Stunde / 1 Stunde.
 2. Dauer der Lebensfähigkeit: 3 Stunden / 4 Stunden.
- D. Mitteldarmstück aus Pylorusgegend einer Regenbogenforelle, welche getötet wurde (stark infiziert) bei 2—4 / 14—16 Grad Celsius.
1. Dauer äußerster Mobilität: ? / ?
 2. Dauer der Lebensfähigkeit: 24 / 16 Stunden.
- E. Voraussetzung wie unter D.
1. Dauer äußerster Mobilität: 10—12 / 5—8 Stunden.
 2. Dauer der Lebensfähigkeit: 28 / 15 Stunden.
- F. Mitteldarminhalt eines Karpfen (stark infiziert) unter abgedichtetem Deckglas (Vaselin) bei ca. 18—20 Grad Celsius.
1. Dauer äußerster Mobilität: 2 Stunden (10^h 14— 12^h 12)
 2. Dauer der Lebensfähigkeit: 6 Stunden (10^h 14— 4^h 15).
- G. $\frac{1}{4}$ ccm Galle (Reinkultur) einer Regenbogenforelle, welche schon einen Tag tot war, in 1 ccm frischer Karpfengalle (Chloromyxum) bei 6—8 Grad / 18 Grad Celsius in offener / geschlossener Uhrschale.
1. Dauer äußerster Mobilität: ? / ?
 2. Dauer der Lebensfähigkeit: 25 Stunden / 22 Stunden (9 Uhr 53—10 Uhr 44 / 9 Uhr 53—7 Uhr 50).

Protokoll III.

Kulturversuche mit *Octomitus intestinalis tr.*

1. ca. $\frac{1}{2}$ ccm Galle (Reinkultur) einer Regenbogenforelle, welche schon einen Tag tot war, bei 48—45 Grad Celsius 5 Stunden im Brutofen kultiviert.
Ergebnis: Flagellaten tot, zum großen Teil mazeriert. Vermehrungscysten (2- und 4kernig) vollkommen erhalten.
2. ca. $\frac{1}{2}$ ccm Forellengalle (Reinkultur) plus ca. 1 ccm frische Karpfengalle auf natürlichem Wege zum Eintrocknen (vollständig bei ca. 2 Tage Dauer) gebracht bei ca. 16—18 Grad Celsius.
Ergebnis: Flagellaten vollständig zerfallen (bei Giemsa-Färbung nur noch Blepharoplastenstruktur und Protoplasmagerinnsel zu erkennen). Vermehrungscysten (2- und 4kernig) vollkommen erhalten.
3. Flagellaten in unverdünnten Magensaft (sauere Reaktion) einer Regenbogenforelle gebracht.
Ergebnis: tot nach einer Minute.
4. Flagellaten in verdünnten (Karpfengalle) Magensaft einer Regenbogenforelle gebracht.
Ergebnis: tot nach $3\frac{1}{2}$ Minuten.
5. Flagellaten in Magenschleim (Reakt. sauer) einer Regenbogenforelle gebracht —
1. unverdünnt, 2. mit Leitungswasser verdünnt.
Ergebnis: 1. tot nach 2 Minuten; 2. tot nach 2 Minuten.

6. Flagellaten in Magensaft (Reakt. sauer) einer Regenbogenforelle gebracht: 1. unverdünnt; 2. mit Forellengalle verdünnt.

Ergebnis: 1. tot nach 3—5 Minuten; 2. tot nach 3—5 Minuten.

c) Übertragungsversuche¹⁾ mit *Octomitus intestinalis*.

Die Fische wurden vor den Versuchen so auf die Nahrungsaufnahme dressiert, daß sie das natürlich oder mittels einer PRAVAZ'schen Spritze künstlich infizierte Organstückchen (Leber, Milz, Darm) von der Pinzette wegnahmen. Einige sprangen sogar über das Wasser und holten es sich aus der Luft. Vor der Infektion ließ ich die Fische gewöhnlich 3 oder mehrere Tage hungern, um die Freßlust zu steigern und ein Ausspucken der **infizierten** Nahrung (**Galle, Gallenblase**) zu verhindern. Die Nachprüfung der Infektion während des Lebens erstreckte sich auf die Untersuchung von Kot, welcher durch Ausdrücken²⁾ aus dem Enddarm erhalten wurde. Diese einzig mögliche Methode ist einmal nicht sehr einfach, da sie große Übung erfordert und vorsichtig durchgeführt werden muß, zweitens ist nicht immer im Enddarm Kot vorhanden und drittens genügt eine einmalige negative Untersuchung nicht, um das Nichtmehrvorhandensein von *Octomitus* im Darmtraktus zu diagnostizieren. Denn man muß bedenken, daß die Octomiten im Enddarm nicht so häufig auftreten wie im Mitteldarm und der Grenzgegend des Pylorus und zweitens, daß einmal bei geringer Infektion Octomiten nur vereinzelt oder überhaupt nicht im Enddarm bzw. der zu untersuchenden Kotmenge vorhanden sind. Erst eine **dreimalige, negative Untersuchung** von Enddarmkot, wobei der dritten Untersuchung eine reichliche Fütterung vorauszugehen hat (Kotgewinnung!), genügt, um mit Sicherheit die Diagnose von dem Fehlen der Octomiten zu stellen.

Die nachfolgenden Versuche, welche ich an gesunden Fischen (Bach- und Regenbogenforellen) der Teichwirtschaft Wielenbach vorgenommen habe, zeitigten folgendes Ergebnis:

1. Die Infektion erfolgt direkt per os. Es bestehen 3 Möglichkeiten:

- a) Durch Fressen eines schon infizierten Organs;
- b) durch Aufnahme einer mit Flagellaten (Kot) verunreinigten Nahrung;

¹⁾ Versuchstiere für die Infektion per os nach vorhergegangener Abstumpfung der Magensäure mittels einer verdünnten Sodalösung sind Nr. 7, 11, 13, 15, 16, 17.

²⁾ Anlässlich dieser Untersuchung hatte ich einmal Gelegenheit, zugleich mit dem Kot lebendes Sperma bei einem 1sömmerigen Milchner (2sömmeriger „Kümmerner“?) zu beobachten.

- c) durch das Atemwasser, wobei die Flagellaten durch die Kiemenreusen in der Maulhöhle festgehalten auf dem Wege durch den Schlund in den Darm gelangen.

In der Hauptsache ist wohl aber nur die Möglichkeit unter b) in Betracht zu ziehen.

2. Die Infektion ist bei gesunden Fischen nur eine vorübergehende (bei den Versuchen belief sich die Höchstdauer auf 9 Tage).

3. Schädigungen irgendwelcher Natur konnten nicht festgestellt werden.

4. Mäßige Erhöhung der Alkaleszenz des umgebenden Mediums bedingt Schaffung günstigerer Lebensbedingungen für den Parasiten. Das Verweilen der Flagellaten im Darm wird hierdurch begünstigt und damit die Körperpassage verzögert. (Bei den Versuchen belief sich die Höchstdauer des Darmaufenthalts auf 23 Tage.) Und zwar haben wir hier mit 3 Möglichkeiten zu rechnen:

- a) Ungünstige Lebensbedingungen werden ausgeschaltet. Z. B. wird durch Darreichung von Alkali (Futter, welches 1 Stunde lang in einer verdünnten Sodalösung eingeweicht wurde) die **Magensäure abgestumpft**. Dadurch wird einmal die Magenpassage erleichtert und zweitens ein Gefährlichwerden des häufig sauer reagierenden oberen Drittels des Mitteldarms beseitigt.
- b) Günstige Lebensbedingungen werden geschaffen z. B. durch Erhöhung der Alkaleszenz des Darmes, wobei die Konzentration jedoch nur so groß sein darf, daß sie die Darmschleimhaut noch nicht schädigt; also lediglich die Grenze des **alkalischen Optimum** erreichen darf.
- c) Dasselbe wie b), wobei aber die Konzentration schon so groß ist, daß eine vorübergehende oder dauernde Schädigung (Ätzung!) der Darmschleimhaut eintritt mit gleichzeitiger **Störung und Veränderung** der Sekretion und des Stoffwechsels.

Das Verhalten der Fische spricht für Letzteres. Sehr gefräßige Tiere zeigten nach einmaliger Fütterung oft tagelange Appetitsstörungen und weigerten sich auch, normale Nahrung aufzunehmen, wobei sie ängstlich dem Futter auswichen oder im Gegensatz zum normalen Verhalten gar nicht beachteten. Die Fische zeigten eine leichte Dunkelfärbung, was ich des öfteren als ein Zeichen vorhandenen Unwohlseins beobachten konnte.

Protokoll I.
Übertragungsversuche durch Infektion per anum.

Nr.	Gattung u. Art	Fundort	Alter	Länge	Tag der Infektion	Infiziert mit	Kontuntersuchung		Tag des Todes	Sektionsbefund
							Tag der Untersuchung	Ergebnis: + od. —		
1	<i>trutta fario</i>	Wielenbach	1 somm.	5 cm	10. II. 19	Octomitus (Galle)	14. II. 19 19. II. 19 11. III. 19	— — —	11. III. +	leichte Enteritis (End- u. Mitteldarm)
2	<i>trutta fario</i>	"	"	5 cm	10. II. 19	"	14. II. 19 20. II. 19 11. III. 19	— — —	11. III. +	—
3	<i>trutta fario</i>	"	"	6 cm	10. II. 19	"	14. II. 19 19. II. 19 11. III. 19	— — —	11. III. +	—
4	<i>trutta fario</i>	"	"	5 1/2 cm	10. II. 19	"	11. II. 19	—	11. II. ϕ	Bluterguß link. Auge, Enteritis haemorrhagica (Enddarm u. Kloake)
5	<i>trutta iridea</i>	"	"	7 cm	6. III. 19	"	10. III. 19 16. III. 19	— —	16. III. ϕ	leichte Enteritis (Enddarm)
6	<i>trutta iridea</i>	"	"	8 cm	6. III. 19	"	10. III. 19 16. III. 19	— —	16. III. ϕ	—

Protokoll II.

Übertragungsversuch durch Fütterung von natürlich und künstlich infiziertem Material mittels Pinzette.

Fütterungsversuch I.

7 trutta iridea	Wielenbach	2 somm.	11 cm	22. III. 19	mittels Inj.-Spritze infiz. Milz von Forelle	24. IV. 19	+	negativ
				24. III. 19	natürl. infiz. Karpfendarm			
				25. III. 19	mittels Inj.-Spritze infiz. Leber von Forelle			
				29. III. 19	mittels Inj.-Spritze infiz. Forellenmilz			
				31. III. 19	mit natürl. infiz. Gallenblase und Forellendarm	2. IV. 19	+	
				5. IV. 19	mittels Spritze infiz. Forellenleber und natürl. infiz. Darm von Forelle			
				14. IV. 19	mittels Spritze infiz. Karpfenleber und natürl. infiz. Darm	17. IV. 19	+	1) + = getötet φ = gestorben
				17. IV. 19	natürl. infiz. Gallenblase und mittels Inj.-Spritze infiz. Milz von Forelle	23. IV. 19	-	+ (φ) = infolge nahen Todes getötet
Am 25. IV., 9. V., 11. V., 14. V., 21. V. mit alkal. gemacht. Futter (Niere, Leb-r, Darm von Schleien und Karpfen in 5proz. Sodablösung) vorbehandelt				25. IV. 19				
				27. IV. 19				
				29. IV. 19				
				11. V. 19				
				21. V. 19	künstl. infiz. Karpfeniere u. natürl. infiz. For-Darm	21. V. 19	-	
				23. V. 19		23. V. 19	-	
				27. V. 19		27. V. 19	+	
				(30. V. 19			-)	
In Ermangelung: Frischer Bassinkot →				7. VI. 19			+	
				9. VI. 19			+	
				11. VI. 19			+	
				13. VI. 19			+	
				17. VI. 19			+	
				28. VI. 19			-	28. VI. 19

Fütterungsversuch II.

Nr.	Gattung u. Art	Fundort	Alter	Länge	Tag der Infektion	Infiziert mit	Kotuntersuchung		Tag des Todes	Sektionsbefund
							Tag der Untersuchung	Ergebnis: + od. -		
8	trutta fario	Wielenbach	1 somm.	5 1/4 cm	18. III. 19	natürl. infiz. Forellendarm	24. III. 19	-	+	
					28. III. 19	mittels Spritze infiz. Forellenleber				
					31. III. 19	natürl. infiz. Forellendarm	9. IV. 19	-		negativ
Fütterungsversuch III.										
9	trutta fario	Wielenbach	1 somm.	6 cm	14. III. 19	natürl. infiz. Gallenblase von Forelle			φ	Enteritis des Mittel- u. Enddarm Peritonitis fibrinosa
					18. III. 19	natürl. infiz. Forellendarm	24. III. 19	-		Octomitus intestinalis in Mitteldarm u. Pylorusgegend
					28. III. 19	mittels Inj.-Spritze infiz. Forellenleber				Der größere Teil der Flagellaten war schon abgestorben
					31. III. 19	natürl. infiz. Forellendarm	3. IV. 19	+		[Art Octomitus intest. festgestell. durch Spiegelkondensor]
					5. IV. 19	mittels Inj.-Spritze infiz. Forellenleber	14. IV. 19	+	14. IV. 19	

Fütterungsversuch IV.

10	<i>trutta iridea</i>	Wielenbach	1 somm.	8 1/4 cm	28. III. 19	mittels Inj.-Spritze infz. Forellennilz	30. III. 19	+	+	30. III. 19	Im Darminhalt (Mitteldarm) 3 vereinzelte Flagellaten v. d. Art <i>Octomitus intestinalis</i> gefunden (Spiegelkondensor), sonst negativ
----	----------------------	------------	---------	----------	-------------	---	-------------	---	---	-------------	---

Fütterungsversuch V.

11	<i>trutta iridea</i>	Wielenbach	1 somm.	11 1/4 cm	24. III. 19	natürl. infz. Karpfendarm					+	negativ
					25. III. 19	mittels Inj.-Spritze infz. Forellенleber	28. III. 19	-			+	
					29. III. 19	"						
					5. IV. 19	und natürl. infz. Forellendarm						
					14. IV. 19	mittels Spritze infz. Karpfenleber	14. IV. 19	-				
					17. IV. 19	mittels Spritze infz. Forellенleber und Milz	17. IV. 19	+				
					25. IV. 19		25. IV. 19					
					27. IV. 19		27. IV. 19					
					29. IV. 19		29. IV. 19					
					11. V. 19		11. V. 19					
					21. V. 19	künstl. infz. Karpfenniere u. natürl. infz. Forellendarm	21. V. 19					
					23. V. 19		23. V. 19					
					27. V. 19		27. V. 19					
					(30. V. 19)		(30. V. 19)					
					4. VI. 19		4. VI. 19					
					7. VI. 19		7. VI. 19					
					12. VI. 19		12. VI. 19					
					15. VI. 19		15. VI. 19					
					18. VI. 19		18. VI. 19					
					21. VI. 19		21. VI. 19					
					28. VI. 19		28. VI. 19					
												38. III. 19

Am 25. IV., 9 V., 11. V., 14. V., 21. V. mit alkal. gemachtem Futter (Niere, Leber, Darm von Schleien und Karpfen) vorbehandelt.

In Ermangelung: Frischer Bassinkot →

Fütterungsversuch VI.

Nr.	Gattung u. Art	Fundort	Alter	Länge	Tag der Infektion	Infiziert mit	Kotuntersuchung		Tag des Todes	Sektionsbefund
							Tag der Untersuchung	Ergebnis: + od. -		
12	<i>trutta iridea</i>	Wienbach	1 somm.	8 cm	22. III. 19	mittels Inj.-Spritze infiz. Forellenmilz			ϕ	Magenperforation infolge von zwei großen Eisenstückchen, die wahrscheinlich im Bas-sin aufgenommen wurden (Grenze Fundus-Pylorus)
					25. III. 19	mittels Inj.-Spritze infiz. Forellenleber.				
					28. III. 19	natürl. infiz. Forellendarm		28. III. 19		
					5. IV. 19	natürl. infiz. Forellengallenblase und Darm				
					14. IV. 19	mittels Inj.-Spritze infiz. Karpfenleber		14. IV. 19		
					17. IV. 19	mittels Inj.-Spritze infiz. Forellenleber und Milz		17. IV. 19 25. IV. 19	+	25. IV. 19

Fütterungsversuch VII.

13	<i>trutta iridea</i>	Wienbach	1 somm.	10 cm	31. III. 19	natürl. infiz. Forellendarm		2. IV. 19	-	+	negativ
					5. IV. 19	natürl. infiz. Forellendarm und mittels Spritze infiz. Forellenleber		8. IV. 19	+		
					17. IV. 19	mittels Inj.-Spritze infiz. Karpfenmilz		25. IV. 19 27. IV. 19 29. IV. 19 11. V. 19 21. V. 19	- - - - -		

Am 25. IV., 9. V., 11. V., 14. V., 21. V. mit alkal. gemachtem Futter (Niere, Leber, Darm von Schleien und Karpfen) vorbehandelt.

	21. V. 19	künstl. infiz. Karpfenniere u. natürl. infiz. For.-Darm		23. V. 19	—
				27. V. 19	—
		In Ermangelung: Frischer Bassinkot →		(30. V. 19)	—
				4. VI. 19	+
				7. VI. 19	+
				12. VI. 19	+
				15. VI. 19	—
				18. VI. 19	—
				21. VI. 19	—
				28. VI. 19	—
					28. VI. 19

Fütterungsversuch VIII.

14	trutta fario	Wielenbach	1 somm. 5 1/2 cm	18. III. 19	natürl. infiz. Gallenblase u. Enddarm von Forelle		+	negativ
				25. III. 19	natürl. infiz. Gallenblase von Forelle		—	
				28. III. 19	mittels Spritze infiz. Forellenmilz			
				31. III. 19	natürl. infiz. Forellendarm		+	
							4. IV. 19	—

Fütterungsversuch IX.

15	trutta iridea	Wielenbach	1 somm. 12 cm	14. IV. 16	mittels Spritze infiz. Karpfenleber		+	negativ
				17. IV. 16	mittels Spritze infiz. Forellenmilz		—	
							16. IV. 19	—
							25. IV. 19	—
							27. IV. 19	—
							29. IV. 19	—
							11. V. 19	—

Am 25. IV., 9. V., 11. V., 14. V., 21. V. mit alkal. gemachtem Futter (Niere, Leber, Darm von Schleien und Karpfen) vorbehandelt.

Nr.	Gattung u. Art	Fundort	Alter	Länge	Tag der Infektion	Infiziert mit	Kotuntersuchung		Tag des Todes	Sektionsbefund
							Tag der Unter- suchung	Ergeb- nis: + od. -		
	trutta iridea	Wielenbach	1 somm.	12 cm	21. V. 19	künstl. infiz. Karpfenniere u. natürl. infiz. For.-Darm	21. V. 19 23. V. 19 27. V. 19 (30. V. 19)	- ++ ++ -	+	negativ
					In Ermangelung: Frischer Bassinkot →		7. VI. 19 9. VI. 19 12. VI. 19 15. VI. 19 19. VI. 19 28. VI. 19	++ ++ -- -- -- --		
Fütterungsversuch X.										
16	trutta iridea	Wielenbach	1 somm.	7 cm	14. V. 19	mittels Spritze infiz. Karpfenleber	17. IV. 19 22. IV. 19 9. V. 19 14. V. 19	+ - - -	+	negativ
		Am 9. V., 11. V., 14. V., 21. V. mit alkal. gemachttem Futter (Niere, Leber, Darm v Schleien u. Karpfen) in 5proz. SodaaLösung gefüttert.				künstl. infiz. Karpfenniere u. natürl. infiz. For.-Darm	23. V. 19 27. V. 19 (30. V. 19)	+ + -		
		Frisher Bassinkot, da Darmkot nicht vorhanden →					7. VI. 19 9. VI. 19 13. VI. 19 16. VI. 19 19. VI. 19 22. VI. 19 28. VI. 19	++ ++ ++ -- -- -- --		28. VI. 19

Fütterungsversuch XI.

17	trutta iridea	Wielenbach	1 somm.	8 cm	14. IV. 19	mittels Spritze infiz. Karpfenleber	17. IV. 19 22. IV. 19	+	—	ϕ	Eine kleine lokale Enteritis haemorrh. circumscripta (Grenze Pylorus und Mitteldarm). An dieser Stelle 8 Echinorrhynchen verschiedener Größe. Im Darm Octomitus intest. in mäßiger Menge. Dito Bodo saltans.
		Am 9. V., 11. V., 14. V., 21. V. mit alkal. gemachtem Futter (Niere, Leber, Darm von Schleien und Karpfen in 5proz. Sodalösung) gefüttert.			21. V. 19	künstl. infiz. Karpfenniere u. natürl. infiz. For.-Darm	28. V. 19 27. V. 19 30. V. 19	—	+	30. V. 19	Äußerlich: Verfilzung und Aufspaltung der Schwanz- u. Rückenflosse

Fütterungsversuch XII.

18	trutta iridea	Wielenbach	1 somm.	11 cm	14. IV. 19	mittels Spritze infiz. Karpfenleber	25. IV. 19 9. V. 19 14. V. 19 23. V. 19 27. V. 19 30. V. 19	—	—	+	negativ
					17. IV. 19	mittels Spritze infiz. Forellenleber		—	—	28. VI. 19	

Protokoll III.

Übertragungsversuch durch Nahrungsaufnahme im Bassin, welches durch Kot von vier 5---6jähr. kranken truttae irideae verunreinigt wird.

Nr.	Gattung u. Art	Fundort	Alter	Länge	Zeit der Fütterung	Art des Futters	Kotuntersuchung		Tag des Todes	Sektionsbefund
							Tag der Untersuchung	Ergebnis: + od. -		
19	trutta iridea	Wielenbach	1 somm.	9 cm	ab 5. IV. 19 jeden dritten Tag bis 21. IV. 19	Karpfen- u. Forellenleber (gesund)	16. IV. 19	+	♂	Starke Saprolegnieninfektion der Haut und der Schwanzflosse. Sonst negativ
20	trutta iridea	Wielenbach	1 somm.	10 cm	ab 5. IV. 19 jeden dritten Tag bis 21. IV. 19	Karpfen- u. Forellenleber (gesund)	16. IV. 19	+	†	negativ
							25. IV. 19	-	25. IV. 19	

B. Einige Sektionsbefunde von Forellen in makro- und mikroskopischer, pathologischer Hinsicht.

Die nachstehende Tabelle der Sektionsbefunde im Verein mit den Beobachtungen, welche ich an äußerlich völlig gesund zu beurteilenden Fischen einer hiesigen Fischhandlung gemacht habe, zeigt in sofern ein einheitliches Bild, als das Vorhandensein von *Octomitus intestinalis* stets mit pathologischen Veränderungen eines oder mehrerer Organe verknüpft ist. In erster Linie sind es die Leber- und Gallenblasenerkrankungen (Fig. 24, 26), sowie die verschiedenen Grade von Darmentzündungen, in zweiter Linie erst Parasiten, Bauchfellentzündungen, Bauchwassersucht, Magenkatarrh und Anämie. Auffallend ist, daß in der Mehrzahl Rogner mit einer Erkrankung der Leber behaftet sind. Dies hat seinen Grund vielleicht in der Abwicklung des Laichgeschäftes, wobei die in die Leibeshöhle entleerten Eimassen vornehmlich einen Druck auf die Leber ausüben — die Eieindrücke sind eine ebenso häufige wie auffallende Erscheinung — und so durch Schädigung des Leberparenchyms, Funktionsstörungen usw. direkt zu pathologischen Veränderungen führen oder eine primäre Disposition für sekundäre Einflüsse schaffen. In der Hauptsache ist es — die akuten Stadien übergehe ich — die Lebercirrhose und zwar meistens die atrophische, seltener die hypertrophische. Nimmt man nun die Hepatitis als das primäre Moment an, so lassen sich auch sehr leicht die Stauungshyperämie, die verschiedenen Grade von Darmentzündungen, Bauchfellentzündungen und Ascites erklären. Für diese Annahme spricht vor allem der Umstand, daß auch bei nicht mit *Octomitus intestinalis* behafteten Forellen typische Lebererkrankungen dieser Art makro- wie mikroskopisch zu erkennen waren.

Was die Gallenblasenerkrankungen betrifft, dürfte es hier nicht so einfach sein, zu entscheiden, inwieweit zu primären Veränderungen noch sekundäre hinzuzurechnen sind. In der Mehrzahl liegt auch hier Atrophie, in einzelnen Fällen ausgeprägte Hypertrophie vor. Der Gallenblaseninhalte war oftmals dickflüssig, von eitriger Konsistenz, in zwei Fällen mehr oder weniger lederartig verhärtet und mit der Innenwand der Gallenblase zähe verwachsen. In einem Falle war er gallensteinartiger Natur. Steht wohl auch mit Sicherheit fest, daß eine Veränderung der Gallenblase primär mit der Lebererkrankung einhergegangen ist, so muß ich doch die Möglichkeit einer weiteren, wesentlichen, sekundären Schädigung durch das Vorhandensein der Flagellaten offen lassen.

Die histologischen Bilder konnten die makroskopisch-pathologischen Bilder nur bestätigen. Spezifische Veränderungen, die dem Einfluß der Flagellaten zuzuschreiben wären, konnten mit Sicherheit nicht festgestellt werden.

Die Hauptgründe für meine Annahme einer **primären Leber- und Gallenblasenerkrankung** sowie die Beurteilung von *Octomitus* als eines harmlosen Kommensalen, wären kurz folgende:

1. Auch bei nicht mit *Octomitus* infizierten Tieren waren typische Leber-, Gallenblasen- und Darmerkrankungen festzustellen, die keine wesentlichen Unterschiede gegenüber gleichartigen Erkrankungen infizierter Tiere erkennen ließen.

2. *Octomitus* kommt (abgesehen von einer beschränkt temporären Körperpassage) **nie bei vollkommen gesunden Tieren vor**. Es ist also beim Zustandekommen einer Infektion mit *Octomitus* **schon immer eine Erkrankung eines oder mehrerer Organe vorhanden**.

3. Die Eieindrücke in der Leber, die oft zu tiefen Einbuchtungen im Leberparenchym führen und daselbe manchmal direkt gefeldert erscheinen lassen; außerdem die innige Verwachsung von einzelnen Eiern mit der GLISSON'schen Kapsel.

4. Die größere Prädisposition von Zuchtfischen für Organerkrankungen (Innzucht, Fütterung mit Schlachthausabfällen usw.).

5. Die Tatsache, daß die Fische während der Laichzeit für Krankheiten in außerordentlich hohem Grade empfänglich sind.

6. *Octomitus* lebt nur im oberflächlichen Darmschleim (ich habe ihn mit einer einzigen Ausnahme immer nur in Abklatschpräparaten gefunden).

7. Mikroskopisch deutete nichts auf eine Schädigung des Darm- oder Gallenblasenepithels hin. Einen analogen Vorgang wie das Ansaugen an die Epithelzellen bei *Lambliia intestinalis* oder das Unterhöhlen des Epithels und Einbohren in die Mukosa und Submukosa bei *Eimeria* habe ich nie feststellen können.

8. Ein Vergleich mit den ähnlich parasitisch lebenden Verwandten von *Octomitus*, den Trichomonaden, die neuerdings nach eingehenden Studien ebenfalls als harmlose Kommensalen erkannt wurden.

C. Kurze Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die Gesamtergebnisse meiner Untersuchungen wären kurz, wie folgt, zusammenzufassen:

Octomitus intestinalis tr. ist eine Gattung der Ordnung Polymastigina. Er ist ein harmloser Kommensale und im Tierreich, speziell unter den Forellen, weit verbreitet. Abgesehen von einer beschränkt temporären Körperpassage kommt er nie bei vollkommen gesunden Forellen vor. Die Infektion erfolgt mit der Nahrungsaufnahme. Der ursprüngliche Aufenthaltsort ist der Darm. Das Einwandern in die Gallenblase geschieht sekundär. Die pathologischen Begleiterscheinungen sind primärer Natur. Alkalisches Medium ist Lebensbedingung. Die Fortpflanzung erfolgt wahrscheinlich multiplikativ durch einfache Kernteilung.

Am Schluß meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, auch den Mitgliedern des Instituts, die mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite standen, meinen Dank auszusprechen, vor allem Herrn Dr. SCHEURING und Herrn Dr. LANTSCH.

Tabelle einiger Sektions-

Nr.	Art	Fundort	♂ od. ♀	Länge in cm	Laichreife	Äußeres	
						Parasiten	Allgemeines
1	tr narenta 10. II	Mühlthal	♂	40	Hoden anscheinend rückgebildet	—	Kiemens stark anämisch
2	" 10. II."	"	"	46	Hoden schlecht entwickelt	—	—
3	" 18. II."	"	"	45	Hoden stark atrophiert	—	Erstickungserscheinungen. Kiemen stark anämisch. Maximale Pigmentkontraktion
4	tr. iridea 24. II.	"	"	25	Hoden mäßig entwickelt	—	—
5	" 5. III."	Starnberg	♀	40	laichreif, z. T. abgelaicht	—	—
6	" 6. III."	"	"	38	laichreif	—	Kiemens schwach anämisch
7	" 14. III."	"	"	45	laichreif, z. T. abgelaicht	Costia necatrix auf Kiemen	—
8	" 15. III."	"	"	43	laichreif, z. T. abgelaicht	—	Kiemens anämisch
9	" 16. III."	"	♂	33	laichreif	—	—
10	" 16. III."	"	"	27	Hoden noch ungenügend entwickelt	—	Kiemens leicht anämisch
11	" 18. III."	"	♀	40,5	laichreif	—	Kiemens blaßrosa

¹⁾ Bei der Beurteilung von Darmentzündungen bei Fischen muß man sehr weniger starke Darmaffektion hervorzurufen. Es ist ja auch in der Fischzucht wobei dieselbe dem Darmtraktus angepaßt sein muß, so vor allem Insekten, deren

befunde von Forellen.

Inneres			
Parasiten in			Allgemeines
Darm	Gallenblase	Schwimmblase	
—	Octomitus int. in großer Zahl	—	Anämie.
—	Reinkultur von Octomitus	—	Anämie, Hypertrophie der Gallenblase.
—	—	—	Äußerste Anämie. Senile Pigmentflecken der Leber. Fettige Degeneration von Herz und Leber.
Octomitus. 6 Echinorhynchen	viel Octomiten	—	Enteritis ¹⁾ haemorrhagica. Atrophie u. Verdickung der Gallenblase. Gelbliche Fleckung der Leber.
—	—	200 Ancyra-canthei cystidicolae	Peritonitis, Enterit. haemorrh. (Enddarm), Haemorrhagien der Leber; starke Atrophie der Gallenblase. Keine Galle.
—	—	—	Leichte Anämie, Gastritis catarrhalis, Enterit. haemorrh. (Mittel- u. Enddarm). Fast vollständige Atrophie der Gallenblase. Hyperämie der Leber.
3 Botriocephali infundibuliformes. Viel Octomiten	Reinkultur von Octomitus	16 Ancyra-canthei	Schwache Anämie, Enteritis haemorrh. (End- u. Mitteldarm). Peritonitis adhaesiva. Atrophie der Gallenblase. Wenig Galle.
Octomiten in Pylorusgegend	wenig Octomiten	30—40 Ancyra-canthei	Enteritis catarrh. (Enddarm) Peritonitis transsudativa. Starke Atrophie der Leber und Gallenblase. Fast keine Galle. Anämie.
Mäßig 1 Echinorhynchus	wenig Octomiten	10 Ancyra-canthei	Enteritis haemorrh. (Mittel- u. Enddarm) Atrophie u. Verdickung der Gallenblase. Anämie.
—	—	—	Leichte Anämie, Enteritis haemorrh. (End- u. Mitteldarm bis Pylorusgegend). Atrophie der Gallenblase. Wenig Galle.
Octomiten in Enddarm bis Pylorus	ziemlich viel Octomiten	50 Ancyra-canthei	Enterit. haemorrh. (Enddarm), Gastritis catarrhalis, Hepatitis interstit. indurat. chronica.

vorsichtig sein. Schon eine etwas zu fette Nahrung genügt, um eine mehr oder eine bekannte Tatsache, daß die Fische eine ganz spezifische Nahrung benötigen, Chitin als Ballast zu funktionieren hat.

Nr.	Art	Fundort	♂ od. ♀	Länge in cm	Laichreife	Äußeres	
						Parasiten	Allgemeines
12	<i>tr. iridea</i> 21. III.	Starnberg	♀	35	laichreif	—	—
13	"22. III."	"	"	44	nicht völlig laich- reif	—	—
14	"22. III."	"	"	32	laichreif	<i>Costia ne-</i> <i>catrix</i> auf Kiemen	—
15	"25. III."	"	"	36	laichreif	—	—
16	"28. III."	"	"	48	laichreif	—	—
17	"28. III."	"	"	36	laichreif	—	—
18	"28. III."	"	"	28	Laichreife un- vollständig	—	—
19	"29. III."	"	"	32	abgelaicht	—	Kiemen anämisch
20	"31. III."	"	"	32	laichreif z. T. ab- gelaicht	—	—
21	"4. IV."	"	"	43	laichreif	—	—
22	"4. IV."	"	"	23	abgelaicht	—	—
23	"5. IV."	"	"	27	nicht ganz abge- laicht	—	Pilzmycelien auf der Haut

Inneres			
Parasiten in			Allgemeines
Darm	Gallenblase	Schwimmblase	
—	—	30—40 <i>Ancyra-</i> <i>racanthi</i>	Leichte Gastritis, Pylorus, Atrophie der Gallenblase, schwache Hämorrhagien der Leber, keine Galle.
3 Echinorrhynchen, 1 <i>Botriocephalus</i> , Octomiten	Reinkultur von <i>Oc-</i> <i>tomitus</i>	80—100 <i>An-</i> <i>cyracanthi</i>	Entzündung der Kloake.
	Zahlreiche <i>Octomi-</i> <i>ten</i>	80—100 <i>An-</i> <i>cyracanthi</i>	Enterit. haemorrh. (Enddarm), Hämorrhagien und Indura- tion der Leber.
1 Echinorrhynchus, Octomiten	Reinkultur von <i>Oc-</i> <i>tomitus</i>	30 <i>Ancy-</i> <i>racanthi</i>	Gastritis catarrh., Atrophie u. Induration der Leber. Im ductus hepaticus 1 <i>Octomi-</i> <i>tus</i> . Leichte Atrophie der Gallenblase. Wenig Galle.
50 Echinorrhynchen, 3 <i>Botriocephali</i> , viel Octomiten	Reinkultur von <i>Oc-</i> <i>tomitus</i>	30—40 <i>Ancy-</i> <i>racanthi</i>	Enterit haemorrh. (Enddarm), Hämorrhagien und Eiein- drücke der Leber. Leichte Atrophie der Gallenblase.
30 Echinorrhynchen, Viel Octomiten	Massenhaft <i>Octomi-</i> <i>ten</i>	80—100 <i>An-</i> <i>cyracanthi</i>	Peritonitis exsudativa serosa, Enteritis fibrinosa, Hämor- rhagien d. Leber (viel Pig- menteinlagerung), Atrophie der Gallenblase. Wenig Galle.
ziemlich viel <i>Octo-</i> <i>miten</i>	Viel <i>Octomiten</i>	—	Enteritis haemorrhagica.
3 Echinorrhynchen, Vereinzelt <i>Octo-</i> <i>mitus</i> , 1 <i>Botrio-</i> <i>cephalus</i>	Reinkultur von <i>Oc-</i> <i>tomiten</i>	200—300 <i>An-</i> <i>cyracanthi</i>	Anämie, Peritonitis, Enteritis adhaesiva, Schrumpfung und Verhärtung der Leber mit Hämorrhagien und Eiein- drücken. Atrophie der Gal- lenblase. Entzündung der Schwimmbläse.
4 Echinorrhynchen, 2 <i>Botriocephali</i>	"	30—50 <i>Ancy-</i> <i>racanthi</i>	Enteritis, Atrophie der Leber mit Eieindrücken u. starker Pigmentation, Atrophie der Gallenblase. Wenig Galle.
1 Echinorrhynchus, vereinzelt <i>Octomi-</i> <i>tus</i>	"	40—50 <i>Ancy-</i> <i>racanthi</i>	Peritonitis, Enteritis, Hämor- rhagien der Leber mit tiefem Eieindruck, leichte Atrophie der Gallenblase, wenig Galle, in der Schwimmbläse Ex- sudat.
<i>Octomiten</i>	"	—	Höckerleber, Atrophie und Verdickung der Gallenblase. Wenig Galle.
1 Echinorrhynchus, Massenhaft <i>Octo-</i> <i>miten</i>	"	3 <i>Ancy-</i> <i>racanthi</i>	Leichte Enteritis, Hämorrhag- ien der Leber mit Eiein- drücken.

Nr.	Art	Fundort	♂ od. ♀	Länge in cm	Laichreife	Äußeres	
						Parasiten	Allgemeines
24	tr. iridea 11. IV.	Starnberg	♀	36	abgelaicht	—	—
25	" 11. IV."	"	"	32	"	—	—
26	" 11. IV."	"	"	37	zum größten Teil abgelaicht	—	Kiemen etwas anämisch
27	" 15. IV."	"	"	33	abgelaicht	—	"
28	" 15. IV."	"	"	26	nicht völlig abgelaicht	—	Kiemen anämisch
29	" 15. IV."	"	"	27	abgelaicht	—	"
30	" 16. IV."	"	"	39	"	Costia necatrix auf Haut und Kiemen	—
31	" 16. IV."	"	"	32	"	—	Kiemen schwach anämisch, Pilzmycelien auf der Haut
32	" 16. IV."	"	"	33	"	—	Saprolegnien auf der Haut
33	" 20. V."	"	"	25	"	—	Kiemen stark anämisch
34	" 20. V."	"	"	38	"	—	Kiemen anämisch
35	" 9. VI."	"	"	48	"	—	—
36	" 11. VI."	"	"	27	nicht völlig abgelaicht	—	—
37	" 16. VI."	"	"	47	"	—	—

Inneres			
Parasiten in			Allgemeines
Darm	Gallenblase	Schwimmblase	
6 Echinorrhynchen	—	10 Ancyra- canthi	Enteritis haemorrh., Hämorrhagien der Leber, starke Atrophie der Gallenblase.
"	—	100—150 Ancyra- canthi	Peritonitis, Enteritis, starke Atrophie der Gallenblase, Hämorrhagien der Leber.
7 Echinorrhynchen. Massenhaft Octomiten	Reinkultur von Octomitus	15 Ancyra- canthi	Peritonitis, Enteritis, Hyperämie der Leber mit Eieindrücken, Atrophie der Gallenblase (prall gefüllt).
6 Echinorrhynchen. Massenhaft Octomiten	"	50 Ancyra- canthi	Gastritis, Leberinduration mit Pigmentierung und Eieindrücken.
10 Echinorrhynchen	—	—	Anämie, Hypertrophie u. Verhärtung der Leber (ca. 4× so groß) mit Hämorrhagien und Eieindrücken.
11 Echinorrhynchen	—	44 Ancyra- canthi	Peritonitis, Enteritis (Mitteldarm), leichte Gastritis.
5 Echinorrhynchen, viel Octomiten	Massenhaft Octomiten	20 Ancyra- canthi	Enteritis, Porphyroleber mit Eieindrücken und Pigmentierung, Atrophie u. Verhärtung der Gallenblase.
8 Echinorrhynchen. Massenhaft Octomiten	Reinkultur von Octomitus	32 Ancyra- canthi	Enteritis (Enddarm), Hepatitis interstitialis chronica mit etwas Pigmentablagerung. Leichte Verdickung der Gallenblase.
4 Echinorrhynchen	"	—	Enteritis (Mitteldarm), Gastritis catarrh., Induration der Leber.
Octomiten in Mittel- u. Enddarm	"	40 Ancyra- canthi	Starke Anämie.
Reiche Infektion von Octomitus in Mittel- und Enddarm	"	54 Ancyra- canthi	Gastritis, starke Gallenstauungen der Leber.
Häufig Octomiten in Mittel- und Enddarm, 6 Echinorrhynchen, 1 Botrioccephalus	"	34 Ancyra- canthi	Leichte Gastritis, Entzündung der Kloake.
Einzelne Octomiten in Mittel- u. Enddarm	"	10 Ancyra- canthi	Atrophie u. Verdickung der Gallenblase.
Häufig Octomiten in Mittel- und Enddarm, 39 Echinorrhynchen	"	12 Ancyra- canthi	Stauungshyperämie des Darmes, Atrophie der Leber (Felderung infolge zahlreicher Eieindrücke. 3 Eier mit Glisson'scher Kapsel verwachsen.

Literaturverzeichnis.

- 1) A. ALEXEIEFF (1908): Sur la division de *Hexamitus intestinalis* Duj. Compt. rend. de la Soc. de Biol. T. 65 p. 401.
- 2) — (1910): Sur les Flagellés intestinaux des Poissons marins. In: Arch. de Zool. expér. et génér. T. 6 p. 1—10.
- 3) — (1911): Notes sur les Flagellés. Arch. Zool. exp. et gén. 5^e Ser. T. VI.
- 4) DANILEWSKY (1889): Parasitologie, comparée du sang. Charkow.
- 5) DOBELL, C. CLIFFORD (1908): *Octomitus* sp. DOBELL. In: Proceed. Cambridge Philos. Soc. Vol. 14 p. 430.
- 6) F. DOBLEIN (1901): *Hexamitus intestinalis*. Die Protozoen als Parasiten und Krankheitserreger S. 84.
- 7) — (1916): Lehrbuch der Protozoenkunde. Jena, Verlag von GUSTAV FISCHER. 4. Auflage.
- 8) DUJARDIN (1841): *Hexamitus intestinalis*. Histoire natur. de Zooph. Infus. p. 297.
- 9) R. GRASSI (1882): *Dicercomonas intestinalis* (Duj.). In: Atti Soc. ital. Sci. nat. Vol. 24 p. 165.
- 10) M. HEIDENHAIN (1911): Plasma und Zelle. 2. Lfg. Jena, G. FISCHER. S. 98.
- 11) C. JANICKI: Untersuchungen an parasitischen Flagellaten. II. Teil. In: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 112 S. 574—691.
- 12) KENNT (1880—82): *Hexamitus intestinalis*. A. Manuel of Infusoria. London, p. 318 Taf. XIX Fig. 60—62.
- 13) KLEBS (1893): *Hexamitus intestinalis*. Flagellatenstudien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 55 S. 340 Taf. XV Fig. 10a bis b.
- 14) FR. MEVES (1900): Über den von la VALETTE ST. GEORGE entdeckten Nebenkern (Mitochondrienkörper) der Samenzellen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 56.
- 15) MOROFF (1903), (DUJARDIN): *Urophagus intestinalis*. Beitrag zur Kenntnis einiger Flagellaten. Abdruck aus dem Archiv f. Protistenk. Bd. 3, Jena, S. 92 bis 94 Taf. VIII Fig. 11 b—f.
- 16) S. v. PROWAZEK (1904): Untersuchungen über einige parasitische Flagellaten. In: Arb. a. d. kais. Gesundheitsamte. Bd. 21 S. 37—38.
- 17) — Zur Kenntnis der Flagellaten des Darmtraktes. In: Arch. f. Protistenk. Bd. 23.
- 18) SELIGO (1887): *Hexamitus intestinalis*. Untersuchungen über Flagellaten. Conn's Beiträge zur Biologie IV S. 148 Taf. VIII Fig. 1—3.
- 19) SENN (1900): *Hexamitus intestinalis*. Bearbeitung der Flagellaten. In: ENGLER'S und PRANTL'S Ordnung des Pflanzenreiches S. 150.
- 20) STEIN (1878): *Hexamitus intestinalis*. Der Organismus der Infusionstiere III. 1. Hälfte: Flagellaten, Taf. III Abt. V.

Tafelerklärung.

Tafel 20.

Fig. 1—2. *Octomitus intestinalis tr.*

Fig. 3. *Octomitus intestinalis tr.* eine Wendung von ca. 180° ausführend.

Fig. 4—5. Tote *Octomiten* ohne Vakuolisierung.

Fig. 6. Vakuolisierte Form.

Fig. 7. *Octomitus intestinalis tr.* mit dem abgerundeten Hinterende fest-sitzend. Schleppeißeln sind nicht zu sehen. Schwimmgießeln in strudelnder Tätigkeit. Vorderende kolbenartig verlängert.

Fig. 8. Das amöboid bewegliche Vorderende wird lebhaft nach rechts und links (bis zum eingestrichelten Feld) bewegt.

Fig. 9 (ungefärbt). Abgerundete Form, abwechselnd nach rechts und links rotierend.

Fig. 10 (n. GIEMSA gefärbt). Geißeln sind um die Kugel herumgeschlungen. (Bild nach Beobachtung mit Spiegelkondensor vervollständigt.)

Fig. 11 wie Fig. 10. Geißeln zum Teil abgefallen.

Fig. 12. Geißeln vollständig abgefallen. Cystenartige Umwandlung.

Tafel 21.

Fig. 13 (n. GIEMSA gefärbt). 2 kernige Cyste.

Fig. 14 (n. GIEMSA gefärbt). 4 kernige Cyste. Mitosis primitiva.

Fig. 15 u. 16. Mit Toluidin gefärbte Schnitte, Vakuolisierung. Am Vorderende heller Plasmahof.

Fig. 17 (n. HEIDENHAIN gefärbt). Parabasalapparat.

Fig. 18 (n. HEIDENHAIN gefärbt). Horizontalschnitt.

Fig. 19 (n. HEIDENHAIN gefärbt). Sagittalschnitt.

Fig. 20 u. 21 nach GIEMSA gefärbte Totalpräparate.

Fig. 22 nach GIEMSA gefärbtes Totalpräparat (Kugelform).

Fig. 23 nach GIEMSA gefärbtes Totalpräparat. Flagellaten, alle mit dem Kopfende einander zugekehrt.

Fig. 24. Normale Leber.

Fig. 25. Hypertrophische Leber.

Fig. 26. Infizierte, stark hypertrophische, teilweise verhärtete Gallenblase. Auf dem Querschnitt lederartige Masse, welche mit der Innenwand der Gallenblase zähe verwachsen ist.

Fig. 27. Stark hypertrophische, infizierte Gallenblase, in die 5 neugebildete *Ductus hepatici* (a) direkt einmünden, (b) *Ductus cysticus*, (c) Lebergrenze. Die Gallenblase ist bis hier innig mit der Leber verwachsen.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Kleinere Mitteilungen.

Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten, Hamburg.
(Direktor: Ober-Med.-Rat Prof. Dr. Nocht.)

Zur Cystenbildung von *Trichomonas muris*.

Von
Prof. Dr. **Martin Mayer**.

(Hierzu 6 Textfiguren.)

Über die Cystenbildung bei der Gattung *Trichomonas* liegen nur wenige Angaben vor, wenn man die Arbeiten über die früher fälschlich für deren Cysten gehaltenen Formen, die als Pilze (*Blastocystis*) erkannt wurden, nicht in Betracht zieht.

DOBELL hat 1909 bei *Trichomonas batrachorum*, BENSEN 1910 bei *Trichomonas vaginalis*, KUCZYNSKI 1914 bei *Trichomonas muris* und *Trichomonas caviae* und LYNCH 1916 bei *Trichomonas intestinalis* Cysten beschrieben. Bei der Maus sah WENYON bereits 1907 cystenartige Formen. Er schreibt darüber: "There usually appears to be no cyst enclosing them, but forms as in Pl. XI fig. 35 are met with which apparently have a cyst." — "This long survival of *Trichomonas* outside its host and the fact that no definite cysts are formed..." BRUG hat dann 1917 Cysten bei *Trichomonas* von Meerschwein und Ratte beschrieben. Verf. selbst hat 1916 bei der Maus unzweifelhafte Cysten gesehen, zu deren Veröffentlichung er aus äußeren Gründen bisher nicht kam und die Prof. HARTMANN im HARTMANN-SCHILLING'schen Lehrbuch 1917 bereits erwähnt. Bei

Trichomonas intestinalis hat BARLOW 1916 Cysten kurz beschrieben; da er aber angibt, daß sie „homogen im Aussehen“ werden, könnte es sich wohl um *Blastocystis*-Formen handeln.

Bei der Wichtigkeit der Frage und bei der Verschiedenheit der bisherigen Angaben halte ich, obwohl es sich im wesentlichen nur noch um eine Bestätigung der genauer zuerst von BRUG beschriebenen Formen handelt, doch eine kurze Beschreibung meiner Befunde für richtig.

Es fanden sich bei weißen Mäusen mit anderer Infektion im Kot massenhaft encystierte Formen von *Trichomonas muris*, zeitweise neben beweglichen, zeitweise allein.

Die Cysten glichen im wesentlichen den Bildern, die WENYON und BRUG geben. Sie sind rund, messen ca. 12–14 μ im Durchmesser, haben eine deutliche Cystenmembran und enthalten sphärisch aufgerollt um den Kern die undulierende Membran mit gut ausgebildeter Basalleiste und Randfaden (Fig. 1 a u. b). Das Vorhandensein einer Cystenmembran bei den meisten Formen spricht mir dafür, daß es sich um echte Cysten und nicht etwa nur um abgerundete Ruhestadien, wie wir sie z. B. bei Trypanosomen aus Organen der Tsetsefliegen kennen, handelt.

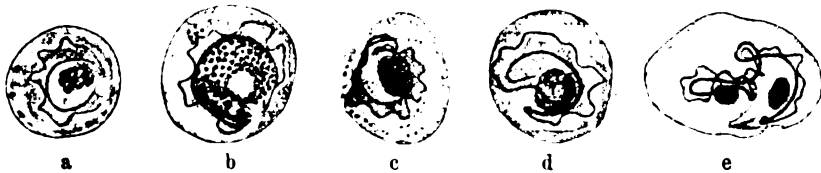


Fig. 1.

Die Membran ist jedoch zweifellos nicht sehr widerstandsfähig und löst sich bei vielen Exemplaren leicht bei Verdünnung des Stuhls in Wasser und Kochsalzlösung auf; man sieht in solchen

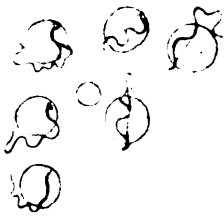


Fig. 2. 800 \times .

Präparaten die Cysten unter Schwund der Membran zunächst etwas quellen (Fig. 1 c u. d) und dann allmählich beweglich werden, wobei zuerst das freie Ende des Randfadens der undulierenden Membran heraustritt, geißelartig schlagende Bewegungen macht, denen dann allmählich die Ausbildung des freibeweglichen Tieres folgt. Fig. 2 gibt einige Skizzen solcher beginnender Beweglichkeit. Zweiteilungen innerhalb der Cyste — wie KUCZYNSKI abbildet, allerdings ohne Cystenmembran — kommen

vor, doch durchaus nicht sehr häufig; Fig. 1 e entspricht einer solchen in der Auflösung.

Da die von DOBELL bei *Tr. batrachorum*, BENSEN bei *Tr. vaginalis*, LYNCH bei *Tr. intestinalis* beobachteten Cysten sich dadurch von denen von *Tr. muris* unterscheiden, daß eine Aufrollung der undulierenden Membran nicht statthat, seien hier Skizzen der verschiedenen Formen wiedergegeben (Fig. 3).

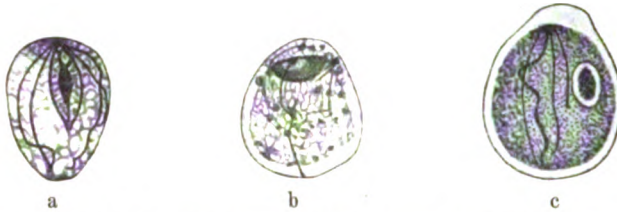


Fig. 3. a) Dauercyste von *Trichomonas batrachorum* nach DOBELL. b) Cyste von *Tr. vaginalis* nach BENSEN. c) Cyste von *Tr. intestinalis* nach LYNCH.

Ohne im übrigen auf den Bau der Trichomonaden einzugehen, seien doch zwei Formen abgebildet (Fig. 4 u. 5), die vielleicht als



Fig. 4. 2850 \times .

Vorstufen der von KOFOLD und SWEZY bei *Trichomonas muris* beschriebenen multiplen Teilung aufgefaßt werden können; anders ist wohl die Zusammenballung der sonst an der Innenseite der Basalleiste angeordneten chromatischen Körner nicht zu verstehen; ob

sie Kernen entsprechen, ist schwer zu entscheiden. Für multiple Teilung sprechen meines Erachtens die starken Größenunterschiede,

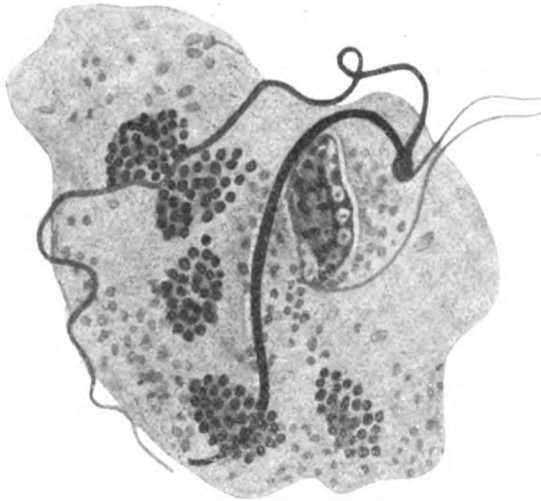


Fig. 5. 2850 X.

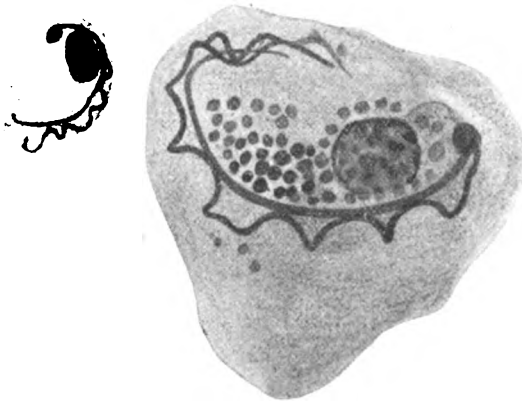
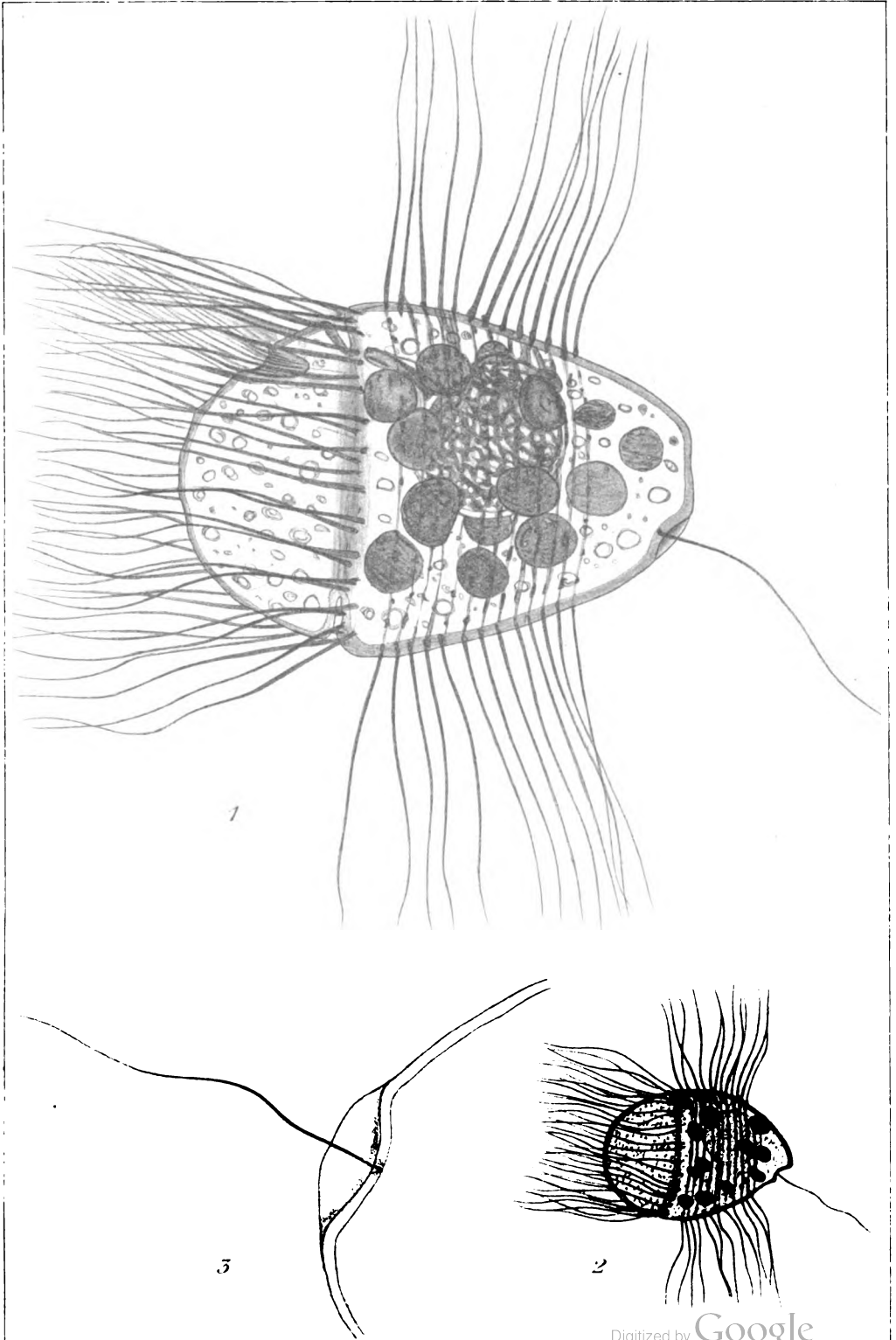


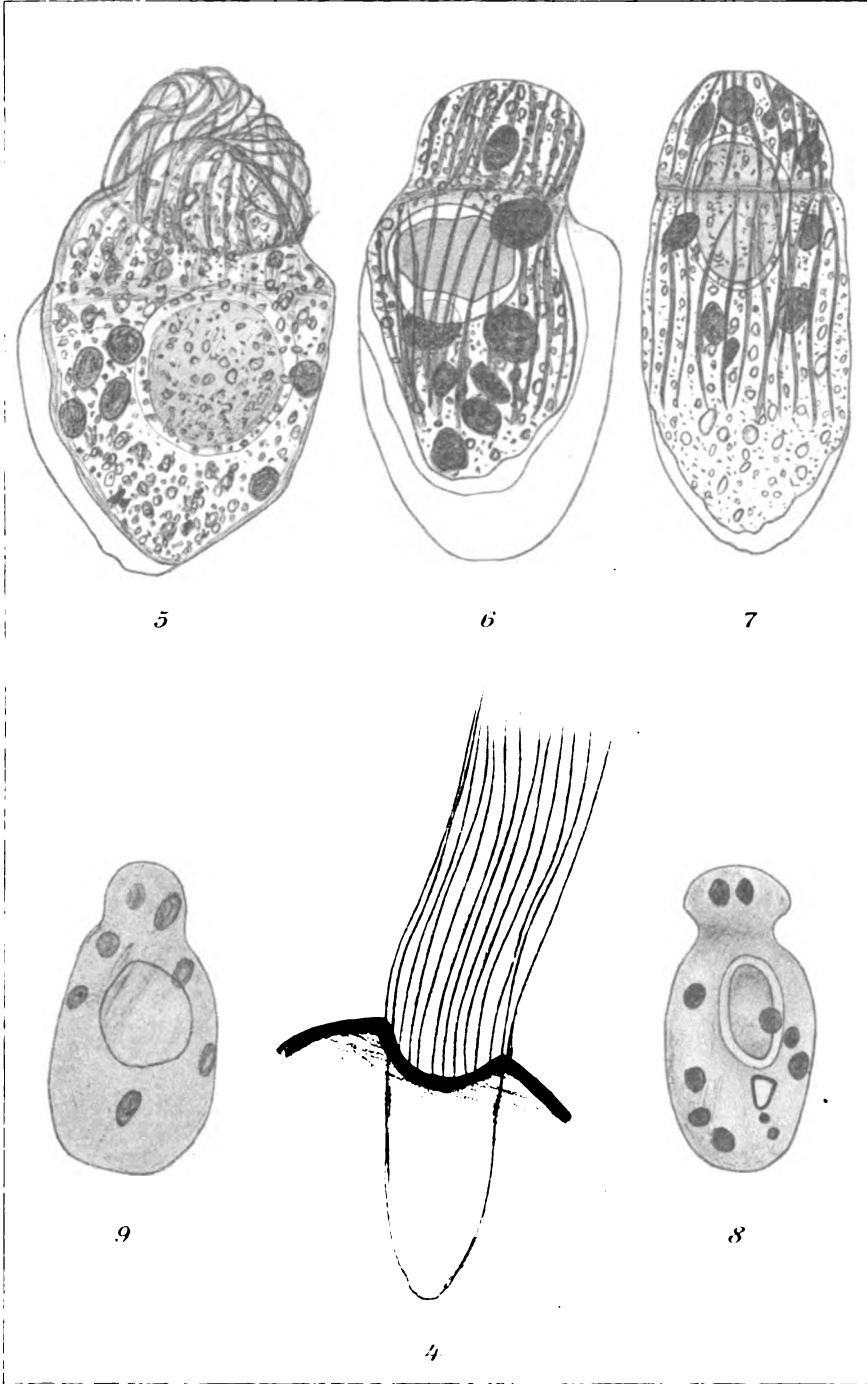
Fig. 6. 2850 X.

die so ungezwungener als durch rasch aufeinanderfolgende Zweiteilungen sich erklären ließen. Fig. 6 gibt zwei dicht nebeneinander liegend beobachtete Formen von $5\frac{1}{2}$, bzw. $18\ \mu$ wieder.

Literaturverzeichnis.

- BARLOW: New Orleans Med. & Surgical Journ. Vol. 69, 1916, S. 299.
BENSEN: Arch. f. Protistenkunde Bd. 18, 1910, S. 115.
BRUG: Geneesk. Tydschr. voor Nederl. Indie. Bd. 57, 1917, S. 347.
DOBELL: Quart. Journ. of microsc. Sc. Vol. 53, 1909, S. 201.
HARTMANN u. SCHILLING: Die pathogenen Protozoen. 1917.
KOFROID and SWEZY: Proceed. Americ. Acad. of Arts and Sciences Vol. 51, No. 6, 1915, S. 289.
KUCZYNSKI: Arch. f. Protistenk. Bd. 33, 1914, S. 11.
LYNCH: Journ. of Parasitology III, 1916, S. 1.
WENYON: Arch. f. Protistenk. Suppl. 1, 1907, S. 169.

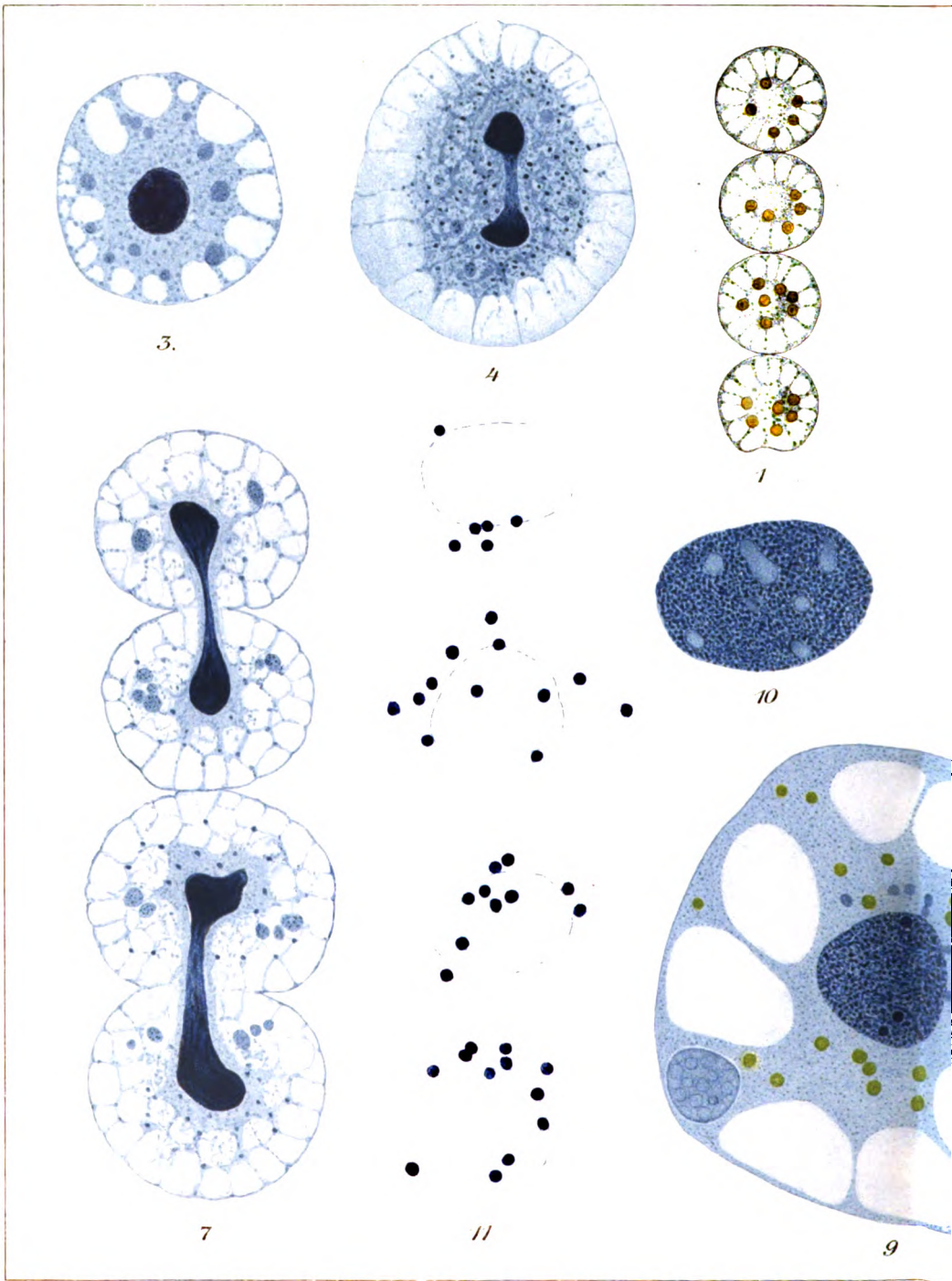




Busch, gez.

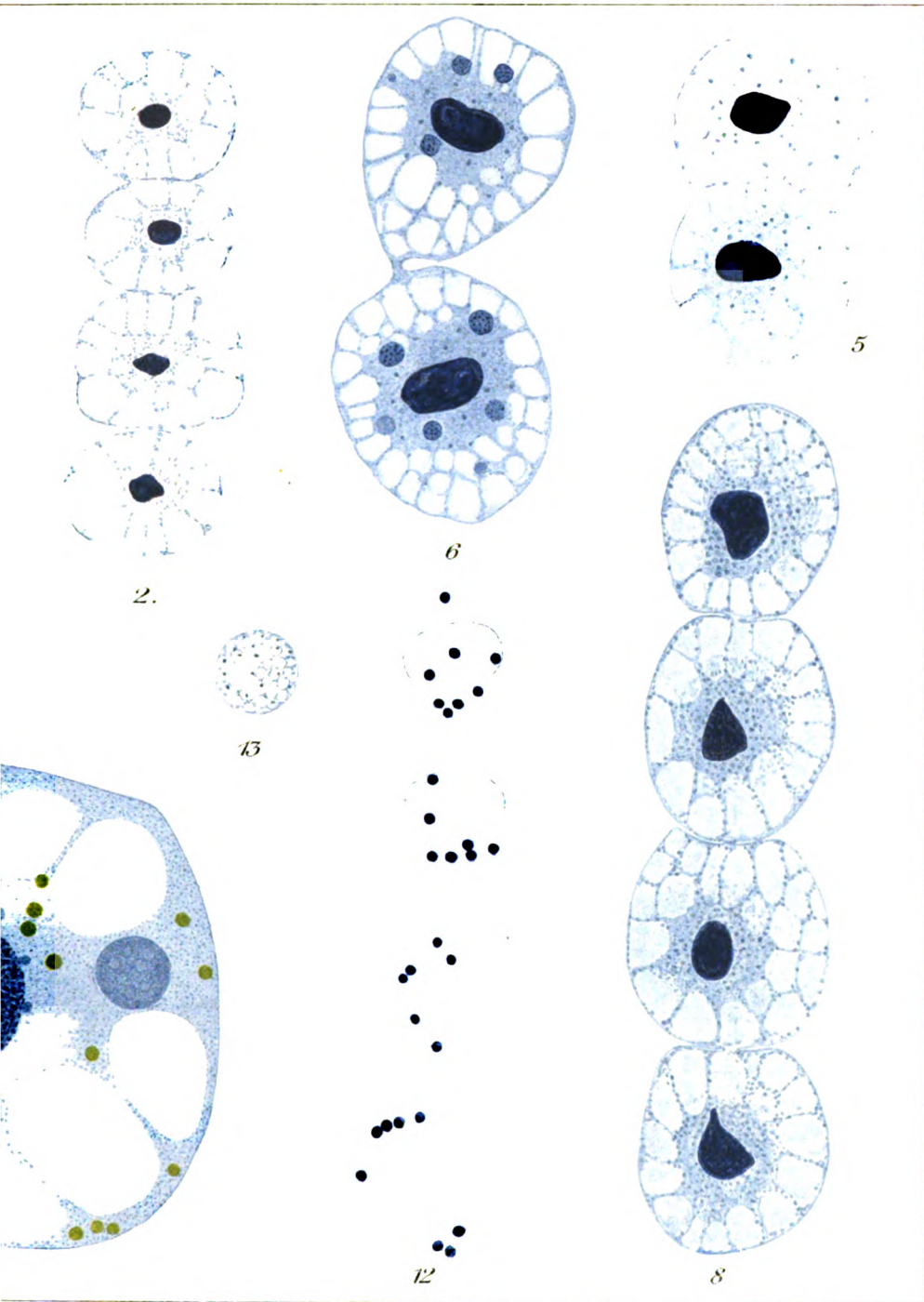
Verz. von Gustav Fischer v. Jena.

Verz. von Busch, gez.



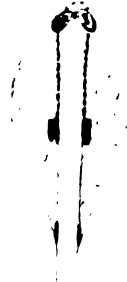
W J Schmidt gez.

Verlag von Gustav Fischer

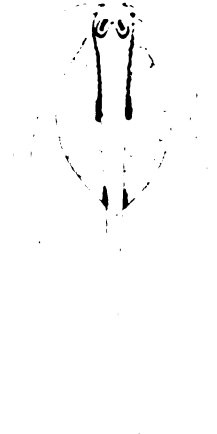




1



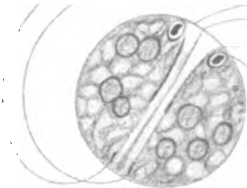
2



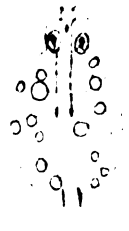
5



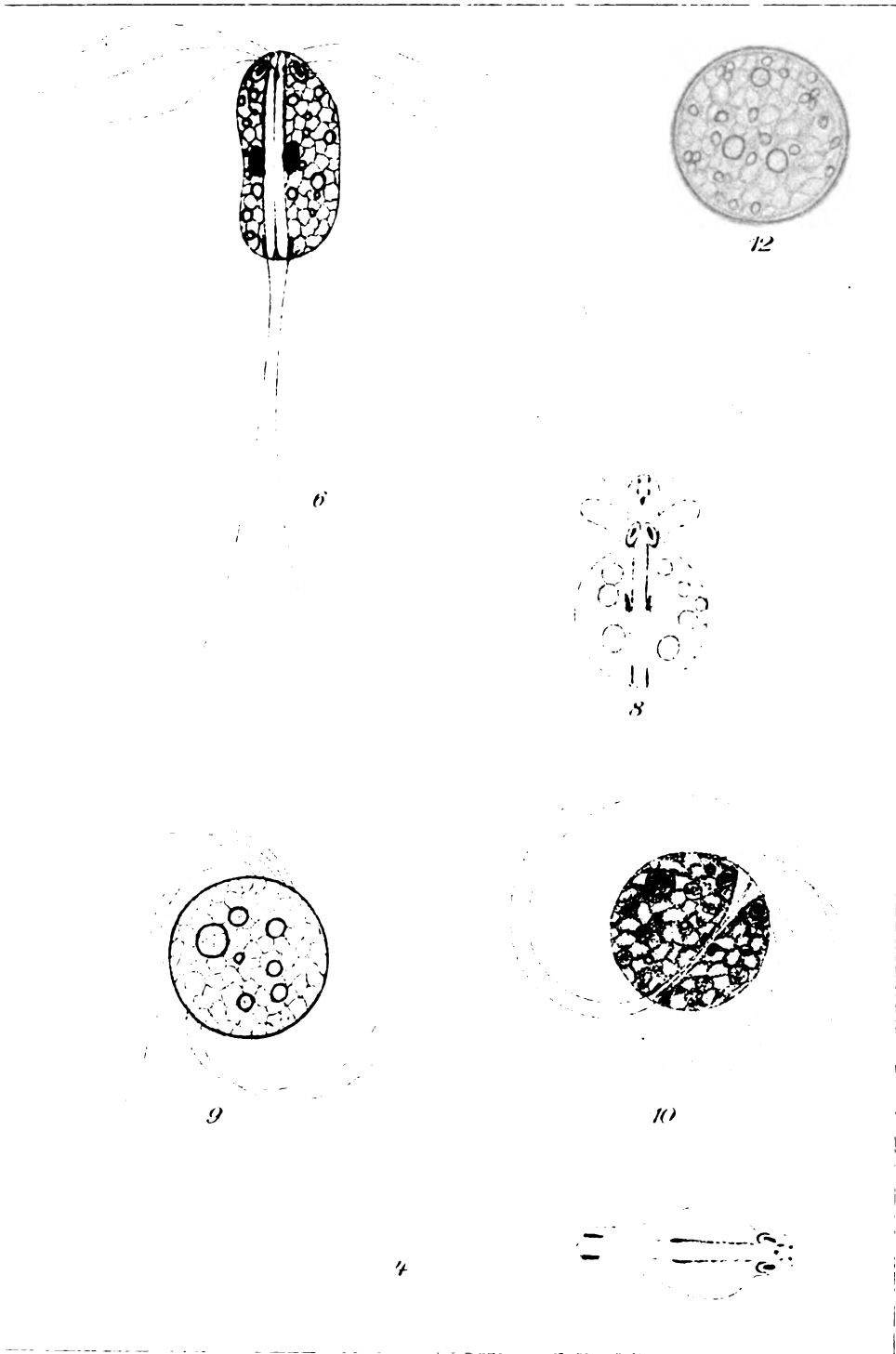
3



4



7





15



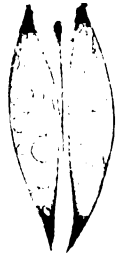
14



20



21



16



15



25



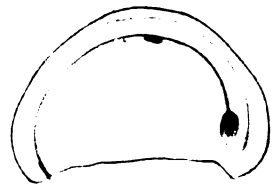
22



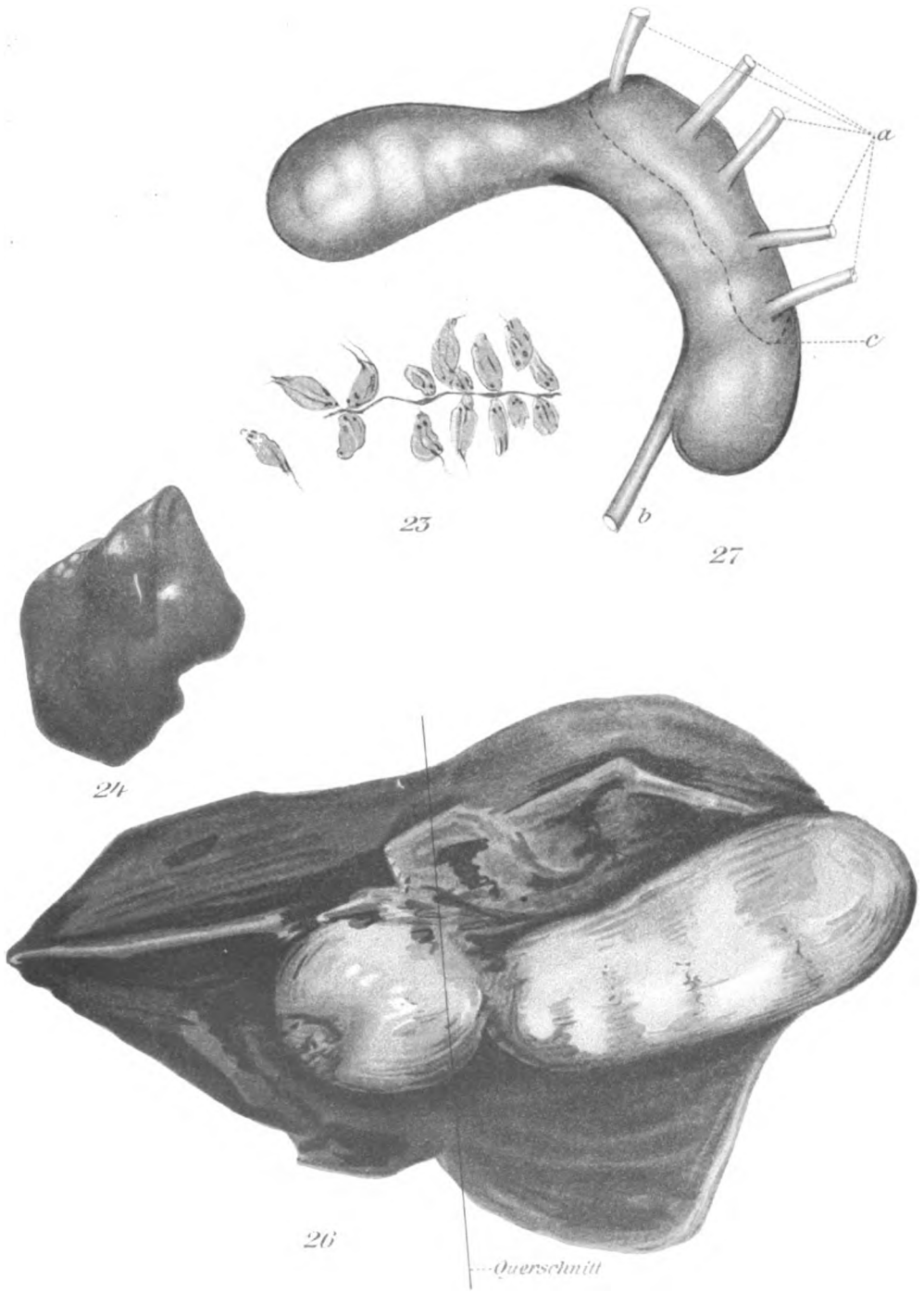
17



18



19



74143.

2011



