



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 074861509

10

8852
.128

Library of



Princeton University.

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



Archiv

für

Protistenkunde

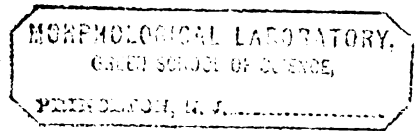
begründet von

Dr. Fritz Schaudinn

herausgegeben

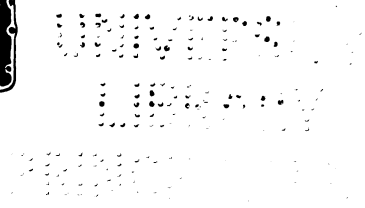
von

Dr. M. Hartmann und **Dr. S. von Prowazek**
Berlin Hamburg



Zwanzigster Band

Mit 19 Tafeln und 101 Textfiguren



JENA
Verlag von Gustav Fischer
1910

(RECAP)

8852

.128

Bd. 20

(1910)

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

YTEREVBU
YRABLI
L.N. BOTEDVIR

Inhaltsübersicht.

Erstes Heft.

	Seite
BORGERT, A.: Kern- und Zellteilung bei marinen Ceratium-Arten. (Mit Tafel I—III)	1
HAASE, GERTRAUD: Studien über Euglena sanguinea. (Mit Tafel IV—VI)	47
DOGIEL, VALENTIN: Beiträge zur Kenntnis der Gregarinen. IV. Callynthrochlamys phronimae FRENZ. (Mit Tafel VII und 9 Textfiguren)	60

Zweites Heft.

KASANZEFF, W.: Zur Kenntnis von Loxodes rostrum. (Mit Tafel VIII und 4 Textfiguren)	79
TEICHMANN, ERNST: Über das Gift der Sarkosporidien. (Mit 2 Textfiguren)	97
STEVENS, N. M.: The Chromosomes and Conjugation in Boveria subcylindrica, var. concharum. (Mit 22 Textfiguren)	126
SUN, A.: Über einen Parasiten aus der Körperhöhle von Ptychodera minuta. (Mit Tafel IX und 5 Textfiguren)	132
MERCIER, L.: Contribution à l'étude de l'Amibe de la Blatte (Entameoba blattae BÜTSCHLI). (Mit Tafel X—XII und 6 Textfiguren)	143
BROCH, HJALMAR: Die Peridinium-Arten des Nordhafens (Val di Bora) bei Rovigno im Jahre 1909. (Mit Tafel XIII und 11 Textfiguren)	176

Drittes Heft.

PROWAZEK, S. v.: Studien zur Biologie der Protozoen. V. (Mit 7 Textfiguren)	201
FAURÉ-FREMIET, E.: Le Mycterothrix tuamotuensis (Trichorhynchus tuamotuensis) BALBIANI. (Mit Tafel XIV und 8 Textfiguren)	223
ERDMANN, RH.: Kern und metachromatische Körper bei Sarkosporidien. (Mit Tafel XV und 6 Textfiguren)	239
REICHENOW, EDUARD: Haemogregarina stepanowi. Die Entwicklungsgeschichte einer Hämogregarine. (Mit Tafel XVI—XIX und 8 Textfiguren)	251
HARTMANN, MAX u. CARLOS CHAGAS: Vorläufige Mitteilung über Untersuchungen an Schlangenhämogregarinen nebst Bemerkungen zu der vorstehenden Arbeit von E. REICHENOW über Haemogregarina stepanowi. (Mit 12 Textfiguren)	351
HARTMANN, MAX: Notiz über eine weitere Art der Schizogonie bei Schizotrypanum cruzi [CHAGAS]. (Mit 1 Textfigur)	361

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Kern- und Zellteilung bei marinen *Ceratium*-Arten.

Von
A. Borgert, Bonn.

(Hierzu Tafel I—III.)

Im folgenden möchte ich über einige die Kern- und Zellteilung bei marinen Ceratien betreffende Beobachtungen berichten.

Es standen mir an Arten ¹⁾ für meine Untersuchungen zur Verfügung *Ceratium tripos* (O. F. MÜLLER) NITZSCH, *Ceratium intermedium* JÖRGENSEN, *Ceratium longipes* (BAILEY) GRAN, *Ceratium furca* (EHRENBERG) CLAPARÈDE und LACHMANN und *Ceratium fusus* (EHRENBERG) CLAPARÈDE und LACHMANN.

Die Feststellung der bei fast allen diesen Arten im einzelnen noch wieder zu unterscheidenden besonderen „Varietät“ oder „Form“ geschah auf Grund der PAULSEN'schen Bearbeitung der nordischen Peridineen.

Eingehender werde ich nur die in der Reihe als erste und als letzte aufgeführten beiden Arten behandeln, von denen mir gut konservierte Individuen in reichlicher Menge vorlagen; bei den übrigen kann ich mich in Anbetracht der bestehenden Übereinstimmung der Verhältnisse auf die Beschreibung einzelner Teilungsstadien beschränken.

¹⁾ Ob es sich hier wirklich in allen Fällen um selbständige Species handelt, dürfte zur Zeit wohl noch kaum ganz feststehen, nachdem durch die neueren Untersuchungen von LOHMANN, KOFOID, APSTEIN u. a. erwiesen worden ist, daß bei der asexuellen Fortpflanzung der Ceratien Individuen entstehen können, die sich in ihrer äußeren Gestalt von der typischen Form recht beträchtlich unterscheiden.

Das Material verdanke ich der Liebenswürdigkeit meines Freundes Prof. APSTEIN in Kiel, der es gelegentlich seiner im Dienste der internationalen Meeresforschung unternommenen Fahrten sammelte. Als Fixierungsmittel war Alkohol, Chromosmiumessigsäure, Sublimatalkohol, Eisessigsäure und Formol angewandt worden. Gefärbt wurde mittels Hämalaun, DELAFIELD's Hämatoxylin, Eisenhämatoxylin und Boraxkarmin.

Genauere Untersuchungen über die Vorgänge bei der Teilung, speziell über das Verhalten des Kernes, liegen bisher nur für eine Art des Süßwassers, *Ceratium hirundinella* (O. F. MÜLLER) SCHRANK vor. LAUTERBORN (1895), dem wir die vorhandenen Angaben verdanken, berichtet uns, daß die Teilung des Individuums sich mittels einer Art von vereinfachter Mitose vollzieht, bei der zwar fadenförmige Chromosomen angetroffen werden, doch fehle eine Längsspaltung der Kernsegmente; die Fäden würden im Äquator quer zur Längenausdehnung durchgeteilt und in dieser einfachen Weise würde die aus parallel nebeneinander gelagerten Chromosomen gebildete Äquatorialplatte in die beiden Tochterplatten zerlegt.

Die Abbildungen, die LAUTERBORN gibt, mit ihren klar und deutlich nebeneinander verlaufenden vielen Chromatinfäden, hatten, vor allen Dingen seit der Zeit, da ich mich mit den Fortpflanzungsvorgängen bei den tripyleen Radiolarien näher beschäftigte, immer wieder meine Aufmerksamkeit auf sich gelenkt. Schon hinsichtlich der großen Zahl der Kernsegmente ließen sich gewisse Anklänge an die Verhältnisse erkennen, wie ich sie bei der Mitose von *Aulacantha scolymantha* H. feststellen konnte und so war es für mich von besonderem Interesse, selbst einmal an Ceratien die Vorgänge der Kernteilung näher zu studieren. Da mir *Ceratium hirundinella* nicht zur Verfügung stand, ergriff ich gern die sich bietende Gelegenheit, als ich Material mariner Arten erhalten konnte.

Bei meinen Untersuchungen zeigte sich nun bald, daß in den Erscheinungen der mitotischen Kernteilung viel weitergehende Übereinstimmungen zwischen marinen Ceratien und *Aulacantha* bestehen, als ich sie nach LAUTERBORN's Arbeit über *Ceratium hirundinella* annehmen konnte. Schon bei einem flüchtigen Blick auf die Bilder wie sie beispielsweise die Tochterplattenstadien bei den von mir untersuchten *Ceratium*-Arten einerseits und bei den tripyleen Radiolarien (*Aulacantha*, *Castanidium*) andererseits darbieten, drängt sich die Ähnlichkeit dem Beschauer geradezu auf. In beiden Fällen die gleiche breite Teilungsfigur, in der die fadenförmigen Chromosomen an den Polflächen mehr oder minder vollständig in eine Ebene ge-

rückt erscheinen, so daß sie mit ihrer dichten parallelen Lagerung den auseinanderrückenden Tochterplatten ein bürstenartiges Aussehen verleihen.

Allein, es handelt sich hier nicht nur um die rein äußerliche und bei oberflächlicher Betrachtung auffallende Ähnlichkeit zweier einander in ihrer Bedeutung entsprechender Zustände bei Angehörigen verschiedener Klassen des Protistenreiches, das in die Einzelheiten eindringende nähere Studium lehrt, daß der Parallelismus der Erscheinungen bedeutend weiter geht, daß bei den untersuchten marinen *Ceratium*-Arten nicht etwa, wie dies LAUTERBORN für *Ceratium hirundinella* angibt, eine Längsspaltung der Chromosomen gänzlich vermißt wird, sondern, daß sie sich tatsächlich vollzieht und noch dazu in derselben, durch den besonderen Zeitpunkt des Auftretens charakterisierten Weise, wie ich dies für *Aulacantha* zuerst feststellte und wie es nach den weiteren Untersuchungen bei *Tripyleen* allgemeiner der Fall sein dürfte.

Im Hinblick auf die besonderen Verhältnisse, die ich soeben kurz berührt habe, und im Zusammenhange mit meinen Beobachtungen an *Aulacantha*, gewinnt die neuerdings gemachte Mitteilung APSTEIN's (1910) über das Bestehen direkter Kernteilungsprozesse bei der Knospung der Ceratien ein erhöhtes Interesse.

Ich werde weiterhin auf diese Dinge noch näher zurückzukommen haben und will hier zunächst über dasjenige berichten, was ich bezüglich der Vorgänge bei der Kern- und Zellteilung an den von mir untersuchten *Ceratium*-Arten feststellen konnte. Ich bemerke dabei, daß ich auf die Untersuchung lebender Ceratien leider verzichten mußte und daher den sich darbietenden mannigfachen Fragen nur so weit nachzugehen vermochte, als das mir vorliegende konservierte Material es gestattete.

Ceratium tripos (O. F. MÜLLER) NITZSCH

varietas *subsalsa* OSTENFELD.

Hierzu Taf. I, Fig. 1—10; Taf. II, Fig. 11—15; Taf. III, Fig. 26—34.

Wenn von *Ceratium tripos*, wohl dem bekanntesten Vertreter des Subgenus *Euceratium* GRAN, die Rede ist, bedarf es zunächst der Feststellung, um welche der innerhalb dieser Art unterschiedenen

Varietäten es sich handelt. Nach den bisherigen Forschungen findet sich das *Ceratium tripos* in den nordischen Meeren in zwei Varietäten: *C. tripos* var. *atlantica* OSTENFELD und *C. tripos* var. *subsalsa* OSTENFELD.¹⁾ Die erstere Varietät wird vornehmlich im Atlantischen Ozean, aber auch beispielsweise im Skagerak gefunden, während die andere in der Nord- und Ostsee beheimatet ist und dort zu gewissen Zeiten des Jahres in ganz bedeutender Individuenmenge anzutreffen ist.

Meine Untersuchungen beziehen sich auf die letzterwähnte Varietät, die aber noch wieder in verschiedenen Formen auftritt.

Durch die Arbeiten von LOHMANN (1908) und APSTEIN (1910) wurde der Nachweis geführt, daß bei *Ceratium tripos* var. *subsalsa* ein reicher Polymorphismus besteht, daß die Nachkommen eines Individuums nicht immer wieder die typische Gestalt aufweisen, sondern, daß abweichende Formen gebildet werden können (*forma lata*, *lineata*, *truncata*), die in der einen oder anderen Weise direkt aus dem Typus hervorgehen. Ich beschränke mich hier auf die *forma typica*.

Bevor ich auf den Verlauf des Teilungsprozesses selbst eingehe, möchte ich zunächst noch einige Bemerkungen allgemeinerer Art einfügen. Ich entnehme die Angaben den mir hierüber zur Verfügung gestellten Notizen APSTEIN'S.

Was zunächst die Tageszeit betrifft, zu der die Teilung stattfindet, so erwähnt LAUTERBORN mit Bezug auf *Ceratium hirundinella*, daß die Kernhalbierung „während der Nacht, ungefähr von Mitternacht ab bis gegen morgens 8 Uhr (nach Beobachtungen im Juli)“ erfolgt, „dagegen geht im Laufe der Vormittagsstunden die Teilung der Zelle vor sich“. Bei *Ceratium tripos* ließen sich hinsichtlich des Zeitpunktes, wann die Kernteilungen sich vollziehen, Schwankungen nach den einzelnen Monaten feststellen, indem der Vorgang sich zeitweilig während der Nacht abspielt (Sommermonate), wohingegen er zu anderen Zeiten am Nachmittag beginnt (Oktober). Den nächtlichen Ablauf der Kernteilungsvorgänge während der Sommermonate (Ende Juli und Anfang August), hat schon BERGH (1887) für *Ceratium tripos* als wahrscheinlich festgestellt durch die Beobachtung, daß die von ihm am frühen Morgen, d. h. zwischen 4¹/₂ und 5 Uhr gefangenen, in Teilung begriffenen Individuen schon zwei gesonderte, mehr oder weniger weit auseinander gerückte Kerne aufwiesen.

Ein beträchtlicher Unterschied besteht vor allen Dingen auch

¹⁾ Vgl. OVE PAULSEN 1908.

noch bezüglich der Häufigkeit der Teilungen in den verschiedenen Zeiten des Jahres. Nur so viel mag hier erwähnt sein, daß unter den Fängen aus den einzelnen Monaten das im August gefischte Plankton die größte Zahl von in Teilung begriffenen Individuen enthielt. Nach den Feststellungen APSTEIN's¹⁾ machten zu dieser Zeit die Teilungsstadien bis zu 25,5 Proz. der Gesamtmenge aus. Auch der Modus der Vermehrung läßt eine Abhängigkeit von der Zeit erkennen, indem der Betrag an Mitosen und Amitosen in augenfälliger Weise wechselt.

Ich wende mich zunächst der unter mitotischer Kernteilung vor sich gehenden Schizogonie zu.

Schizogonie. Mitotische Kernteilung.

Ruhender Kern. — Der Kern von *Ceratium tripos* var. *subsalsa* weist eine länglich runde, entweder ausgesprochen ellipsoidische oder auch eine mehr unregelmäßige Gestalt auf. Seine Lage hat er eben oberhalb der Querfurche; er liegt also in der das unpaare Apicalhorn tragenden vorderen Körperhälfte, jedoch der Mitte genähert.

Trotz der scharfen Begrenzung, die der Kern zeigt, habe ich an gefärbten Balsampräparaten eine besondere Membran, die den Kernraum gegen das umgebende Cytoplasma abschließt, nicht mit Bestimmtheit nachweisen können. Dagegen habe ich mich durch die Untersuchung von Alkoholmaterial, das ich mit verschiedenen Reagentien — Säuren und Alkalien — behandelte, von der Anwesenheit einer zarten Hülle überzeugt. Auch an Schnittpräparaten habe ich die Frage zu lösen versucht. Es ließ sich dabei feststellen daß ein feines Häutchen um den Kern herum vorhanden ist, das dort fehlte, wo der Kern durch das Messer zerrissen war, allein, das Häutchen war immer ringsum ein wenig von der Kernoberfläche abgehoben und es konnte sich nach dem Anblick auch um eine dem umgebenden Protoplasma angehörende Niederschlagsbildung handeln.

¹⁾ Die mir mitgeteilten Zahlenwerte sind nur als vorläufige anzusehen. Eine Veröffentlichung, die die oben berührten Fragen im speziellen behandelt, wird für die nächste Zeit in Aussicht gestellt. — Es sei im Zusammenhange mit diesen Dingen außerdem auf die von LOHMANN (1908) in der Ostsee, am Eingange des Kieler Hafens, gemachten Plankton-Untersuchungen hingewiesen, die ein Bild geben von dem Wechsel der Individuenmenge von *Ceratium tripos* in den verschiedenen Monaten. Am gleichen Orte werden auch genauere Angaben über das Zahlenverhältnis gemacht, in dem die einzelnen Formen zueinander stehen.

Über die innere Struktur des ruhenden Kernes bei dem *Ceratium tripos* der Ostsee machte schon BÜTSCHLI (1885) nähere Angaben. Ähnlich, wie BÜTSCHLI beschreibt (vgl. seine Taf. XXVI, Fig. 14 a), fand auch ich bei Betrachtung des *Ceratioms* von der dorsalen oder ventralen Seite her den Kern in besonderer Weise punktiert: man sieht sein Inneres von kleinen, mit Kernfarbstoffen sich kräftig tingierenden und durch hellere Zwischenräume voneinander getrennten rundlichen Bildungen erfüllt (Taf. I, Fig. 1). Die Tatsache, daß diese dunkleren Punkte bei dem Heben und Senken des Mikroskoptubus an derselben Stelle verbleiben oder sich doch nur ganz wenig und auch in gleichem Sinne verschieben, läßt ebenso, wie das Persistieren der helleren Durchsichten zwischen ihnen, erkennen, daß es sich nicht um einzelne, in Mengen den Kernraum erfüllende kleine Chromatinkügelchen handelt, sondern, daß das beobachtete Bild von zahlreichen Fäden hervorgerufen wird, von denen man bei der angegebenen Beobachtungsweise die Querschnitte vor sich hat.¹⁾ Eine Bestätigung dafür erhält man, sobald es gelingt, einen Kern in günstiger Lage von der schmalen Seite her zu betrachten. Man erkennt alsdann genauer den eben geschilderten Bau, indem man die Fäden mit annähernd parallelem Verlauf in dorso-ventraler Richtung den Kern von Oberfläche zu Oberfläche durchziehen sieht. Es sei in dieser Beziehung auf BÜTSCHLI's Fig. 14 b verwiesen. Ich selbst habe bei dem viel dichteren Gefüge der Kerne des mir zu Gebote stehenden Materials so klare, durchsichtige Bilder nicht gesehen, vielmehr zeigten die Fäden stets eine bedeutend engere Lagerung.

BÜTSCHLI gibt an, daß die Fäden untereinander durch feine Lamellen verbunden sind, die eine „Netzstruktur“ mit verdickten Knotenpunkten entstehen lassen. Ich kann das Vorhandensein solcher Verbindungen bestätigen. Wenn auch keines der von mir gesehenen Exemplare einen derartig locker gebauten Kern aufwies, wie BÜTSCHLI (Taf. XXVI, Fig. 14 a) ihn für die Art abbildet, vielmehr die Punktiertung stets viel dichter war, gelang es mir doch in ein paar besonders günstigen Fällen wenigstens ähnliche Bilder, wie BÜTSCHLI sie sah, zu beobachten.

Auch BÜTSCHLI selbst betont übrigens schon das Bestehen größerer Unterschiede in der Feinheit der Netzbildung. „Die Maschen des Netzes sind an manchen Kernen so weit und so scharf gezeichnet, wie man es

¹⁾ POUCHET (1883, p. 419) bezeichnet ebenfalls den Kern von *Ceratium furca* als fein netzartig, nimmt jedoch an, daß sein Inhalt aus einer Vielheit kleiner Kügelchen bestehe. Später (1885) erkannte POUCHET bei *Ceratium fusus* deutlich die Fadenstruktur.

nur wünschen kann.“ „Man findet nun die verschiedenen Kerne von der verschiedensten Feinheit des Maschenwerkes; neben solchen, wo die Struktur auf das klarste und sicherste festzustellen ist, auch andere, bei denen sie immer feiner wird.“

Daß Strukturen der geschilderten Art innerhalb der Gruppe auch noch weiter verbreitet sind, läßt die Angabe LAUTERBOERN'S (1895) erkennen, der einen ganz entsprechenden Bau des Kernes, wie ihn BÜTSCHLI bei *Ceratium tripos* beschreibt, für *Ceratium hirundinella* angibt.

Im Innern des Kernes bemerkt man gewöhnlich einen oder ein paar Nucleolen. Bei den mir aus der Ostsee vorliegenden Exemplaren von *Ceratium tripos* sah ich bis zu sieben, bei Individuen aus der Nordsee gelegentlich gar zehn oder noch mehr Kernkörperchen. BÜTSCHLI fand bei dem baltischen *Ceratium tripos* „solche Nucleoli nicht gerade häufig“, er gibt an, daß sie, wo sie bei dieser Form vorhanden sind, „in der Ein- bis Zweizahl“ auftreten. Ihre Menge mag auch nach den Perioden erhöhten oder geringeren Stoffwechsels des Kernes schwanken.

Die Körperchen, die eine sphärische oder länglich runde, bisweilen ein wenig eckige Gestalt aufweisen, zeigen sich in meinen Präparaten von einer schmalen Zone umhüllt, in der die Kernfäden fehlen, und die infolgedessen als ein hellerer, sie umgebender Ring erscheint. Sehr oft liegen die Nucleolen übrigens an der Peripherie des Kernes und ragen nicht selten buckelartig über die Oberfläche nach außen vor.

Der eben geschilderte Bau des Kernes findet sich, wie ich gleich bemerken will, in ganz ähnlicher Weise auch bei allen anderen marinen Ceratien, die ich zu untersuchen Gelegenheit fand. Abgesehen von der irrümlichen Auffassung, die POUCHET von der Verteilung der chromatischen Substanz hatte (vgl. Anm. 1, vorige Seite), trifft seine 1883 (p. 419) gegebene Darstellung der Kernstruktur von *Ceratium furca* auch auf die bei *Ceratium tripos* bestehenden Verhältnisse zu.

POUCHET erwähnt ferner einen gewissen Zustand des Kernes, wie er ebenfalls allgemeiner verbreitet sein dürfte. Neben Kernen, bei denen die kleinen punktförmigen Massen im Innern — nach POUCHET'S Ansicht sollen es einzelne Kügelchen sein — unregelmäßig gelagert sind, beobachtet man andere, die in der gleichen Orientierung die chromatischen Elemente in Reihen angeordnet zeigen, so daß „des systèmes de traits ou de lignes parallèles“ entstehen. Eine derartige Kernphase habe ich in Fig. 2 der Taf. I

von *Ceratium tripos* abgebildet; der Kern läßt stellenweise deutlich die erwähnte Erscheinung erkennen.

Ehe ich nun näher auf die sich am Kern bei der Teilung abspielenden Vorgänge eingehe, muß ich noch ein Gebilde erwähnen, das, wie es scheint, einen allgemeiner verbreiteten Bestandteil des *Ceratium*-Körpers bildet, über dessen Natur ich jedoch nicht zu völliger Klarheit kommen konnte. Ich habe die in Rede stehende Bildung mit dem indifferenten Ausdruck „Nebenkörperchen“ bezeichnet.

Es handelt sich dabei um ein durch Kernfarbstoffe nicht tingierbares Kügelchen von gelblicher oder gelbgrüner Färbung,¹⁾ das seine Lage in der Nähe des Kernes, und zwar auf der antapikalen Seite desselben hat. Der Durchmesser des Kügelchens wechselt, meistens besitzt es etwa die Größe eines Nucleolus, gelegentlich ist es jedoch wesentlich größer. Es können auch zwei oder selbst drei und mehr solcher Nebenkörperchen vorhanden sein, die dann entweder dicht beieinander liegen oder mehr zerstreut angeordnet und nicht selten von verschiedener Größe sind. Im Innern der Kügelchen gewahrt man oft eine mehr oder minder starke Vacuolisierung. Daß BÜTSCHLI diese Art von Bildung, die ich nicht nur bei der hier in Rede stehenden Form, sondern auch bei den anderen von mir untersuchten Ceratien regelmäßig antraf, bereits bemerkt hat, glaube ich nicht. In seinen Abbildungen von *Ceratium tripos* und *Ceratium fusus* vermißt man sie, allerdings erwähnt BÜTSCHLI (l. c., p. 552) im Text, daß er bei *Ceratium tripos* „einmal dicht neben dem Kern ein kleines, schwächer gefärbtes, ganz nucleolenartiges Gebilde“ beobachtet habe.²⁾ Ich erwähnte aber schon, daß die von mir als Nebenkörperchen bezeichneten Bildungen bei Behandlung des Objekts mit Kernfarbstoffen untingiert bleiben.

Da ich weiter unten noch einmal auf die Frage nach der Natur der Nebenkörperchen zurückkommen werde, will ich mich hier auf das Gesagte beschränken und mich dem Verhalten des Kernes bei der Teilung zuwenden.

Knäuelstadium. — Schon bei flüchtiger Durchsicht fallen dem Beschauer, der geeignetes, frühe Teilungsstadien enthaltendes Material zu durchmustern Gelegenheit hat, Exemplare mit stark vergrößertem Kern auf. Die Gestalt des Kernes ist bei solchen

¹⁾ Ich gebe den Farbenton nach dem konservierten Material an.

²⁾ Gewisse andere von BÜTSCHLI erwähnte Einschlüsse sind offenbar parasitärer Natur und dürften mit dem von KEFFEN (1899) beschriebenen *Hyalosaccus ceratii* identisch sein.

Individuen bald annähernd kugelig, bald mehr länglich rund. Aber auch seine Innenstruktur ist gründlich verändert. Deutlich erkennt man, daß der Kern aus einer großen Zahl einzelner, mehr oder minder stark geschlängelter und in den verschiedensten Richtungen verlaufender Fadenabschnitte besteht (vgl. Taf. I, Fig. 3).

In frühen Stadien dieser Entwicklungsphase sind die Fäden lang und dünn, in ihrem Verlauf sehen wir sie bunt durcheinander geschlungen. Später verkürzen sie sich, wobei sie an Dicke zunehmen, das Kerninnere bietet dann ein etwas weniger dichtes und wirres Bild dar.

Gleichzeitig läßt sich die Tatsache feststellen, daß die einzelnen Kernsegmente jetzt nicht mehr einfach sind, sondern daß sie mit ihrer Umlagerung zum Knäuel auch eine Längsspaltung erfahren haben, infolge deren sich bereits in den ersten Stadien dieser Kernphase jeder Abschnitt aus zwei durch einen Zwischenraum getrennten parallelen Fadenenden gebildet zeigt. Nucleolen sind, wie es mir schien, auch jetzt noch vorhanden, doch macht die unregelmäßige, dichte Lagerung der Chromatinfäden ein sicheres Erkennen schwierig.

War vorher bei der scharfen äußeren Umgrenzung des Kernes mit dem Vorhandensein einer Kernmembran zu rechnen, so lassen nunmehr die überall frei in das umgebende Protoplasma hineinragenden Fadenenden unzweideutig das Fehlen jeder den Kernraum vom Protoplasma trennenden Wandung erkennen.

Auch in dieser Phase sehen wir das Nebenkörperchen in seiner charakteristischen Lage hinter dem Kern.

Außer in der erwähnten, einen fortgeschritteneren Knäuelzustand bei schwächerer Vergrößerung darstellenden Fig. 3 auf Taf. I habe ich ein entsprechendes Kernstadium genauer noch auf Taf. II, Fig. 11 abgebildet. Der in diesem Falle gewählte reichlich doppelt so große Maßstab gestattete eine deutlichere Wiedergabe der Einzelheiten.

Stadium der Äquatorialplatte. — Die nächsten, zur Ausbildung der Äquatorialplatte führenden Veränderungen in der Anordnung der Kernsegmente bestehen darin, daß sich die gespaltenen Fadenabschnitte zu einer dichten Masse parallel nebeneinander lagern (vgl. Taf. I, Fig. 4 u. Taf. II, Fig. 12). Waren anfänglich, bei dem ruhenden Kern, die Fäden dorso-ventral gerichtet, so stellen sie sich jetzt mit ihrer Längsausdehnung in eine gegen die frühere um 90° gedrehte Ebene ein. Auf diese Weise entsteht eine Art von Chromosomenbündel, dessen abgestutzte Endflächen — die Polflächen des Kerngebildes — durch die ungefähr in eine Ebene gerückten

Enden der Fadenstücke gebildet werden, und das, in der Lage betrachtet, wie es sich bei der abgeflachten Körpergestalt des *Ceratium* dem Beschauer meistens zu präsentieren pflegt, entweder annähernd rechteckig erscheint oder etwa die Gestalt eines Doppeltrapezes, bzw. die äußere Umrißlinie eines niedrigen Fasses aufweist, je nachdem die kürzeren Seiten winklig oder mehr gebogen nach außen vorgewölbt sind.

Außer der schon im Knäuelzustand bemerkbaren Größenzunahme und der erwähnten Gestaltsveränderung hat das Kerngebilde mittlerweile aber auch noch als Ganzes eine Achsendrehung erfahren. Während ursprünglich die Hauptachse des Kernes im wesentlichen parallel zur Querfurche des *Ceratium* gerichtet war, zeigt das Äquatorialplattenstadium andere Verhältnisse, insofern, als die Längsachse sich jetzt in einem Winkel von etwa 45° gegen die durch die Querfurche bezeichnete Linie geneigt hat. Diese Lage in der Zelle, die dem Kerngebilde und auch bei den weiteren Vorgängen seinen auseinander-rückenden Hälften erhalten bleibt, steht im Zusammenhange mit der Art der Zellteilung, denn auch die Ebene, in der die Trennung der Zellhälften erfolgt, verläuft in gleichem Sinne schräg zur Querfurche und fällt so mit der die Äquatorialplatte parallel zu den Polflächen halbierenden Teilungsebene des Kernes zusammen.

In diesen Dingen, d. h. sowohl hinsichtlich der äußeren Gestaltung, wie auch der Drehung des Kernes im Körper und damit in Beziehung zur Ebene der späteren Teilung, bieten sich uns bei unserer *Ceratium*-Art also ganz ähnliche Verhältnisse dar, wie sie LAUTERBORN (l. c., p. 179; Taf. XII, Fig. 3) bei *Ceratium hirundinella* beobachtete. Und doch besteht eine wesentliche Verschiedenheit bei den beiden Objekten. Bei *Ceratium hirundinella* wurde nichts von dem Vorhandensein einer Längsspaltung der die Äquatorialplatte bildenden Chromosomen beobachtet, letztere erscheinen vielmehr in LAUTERBORN'S Darstellung als einfache Fäden; daß sie „an den Polen umbiegen“ und „Schleifenform besitzen“, wird als möglich, aber nicht als wahrscheinlich bezeichnet.

Im Gegensatz dazu läßt sich bei *Ceratium tripos* schon auf dem voraufgehenden Knäuelstadium eine deutliche Längsspaltung an den Kernsegmenten feststellen, die sich im gleichen, gespaltenen Zustande, und ohne sich an den äußeren Enden umzubiegen, in der charakteristischen Weise nebeneinander zu der Äquatorialplatte zusammenlagern.

In Übereinstimmung mit LAUTERBORN'S Angaben für die von ihm untersuchte Süßwasserart fand ich aber ebenfalls bei der

hier in Rede stehenden marinen *Ceratium*-Form fast stets einen Nucleolus oder ein paar solche, die ich als kugelige oder mehr gestreckte Gebilde zwischen den Chromosomen liegen sah. Auf dem vorausgehenden Knäuelstadium habe ich Kernkörperchen mit voller Sicherheit nie in dem dichten Gewirr der Fadenabschnitte erkennen können, doch läßt ihr Nachweis im Zustand der Äquatorialplatte wohl auf ihre Persistenz während der vorbereitenden Kernphasen schließen. Auch ein perlschnurartiger Bau der Chromatinfäden war ziemlich auf allen Stadien gut erkennbar, am besten oft nach Anwendung von Fixierungsmitteln, die sonst gar nicht einmal sonderlich zu empfehlen sind, wie beispielsweise Alkohol. Was ich dagegen nicht zu entdecken vermochte, waren die von LAUTERBORN bei seinem Objekt gesehenen, die benachbarten Fäden in großer Zahl miteinander verknüpfenden Querfasern.

Es dürfte hier der Ort sein, auf die Frage einzugehen, ob bei der Mitose von *Ceratium* eine Kernspindel zur Ausbildung kommt. LAUTERBORN (p. 187) stellt für *Ceratium hirundinella* das Fehlen einer derartigen Bildung fest und auch bei *Ceratium tripos* kann von dem Vorhandensein einer Spindel nicht wohl die Rede sein.

Das einzige, was daran erinnern könnte, bot sich als eine polare Protoplasmaansammlung dar, die etwas dichter und um ein Geringes dunkler als die Umgebung erschien. Sie war aber stets so wenig scharf und deutlich, daß es schon der besonders auf diesen Punkt gerichteten Aufmerksamkeit bedurfte, um sie zu sehen. Von der Ausbildung ausgesprochener Fasern war nichts zu bemerken. Zudem zeigte sich eine solche Differenzierung, die ich auch ausschließlich nach Anwendung von Eisessigsublimat als Fixierungsmittel, sonst nicht, aufzufinden vermochte, nur an dem einen Kernpol in Gestalt eines kegelförmig zugespitzten Gebildes, während sich an der entgegengesetzten Seite höchstens eine kleine kappenartig abgerundete dunklere Protoplasma-masse erkennen ließ (Taf. II, Fig. 12). In beiden Fällen hatten die in Rede stehenden Bildungen an ihrer Basis den Durchmesser der Polflächen, über denen sie sich erhoben. Die größere kegelförmige Differenzierung gehörte stets derselben Kernseite an, sie fand sich, wo sie nachzuweisen war, regelmäßig über der den Hinterhörnern zugewendeten Polfläche ausgebildet. Das Nebenkörperchen, das, wie wir sahen, auch immer nur dieser einen Kernseite zukommt und bald einfach, bald paarig entwickelt ist, hat seine Lage im Innern des Plasmakegels, nie fand ich es etwa an seiner Spitze.

Sehen wir uns nach Bildungen um, mit denen wir diese

Differenzierungen des Protoplasmas vergleichen könnten, so läge es vielleicht am nächsten, dabei an die von R. HERTWIG (1884) und BRAUER (1894) bei der Kernteilung von *Actinosphaerium eichhorni* EHRENBERG beschriebenen Protoplasmakegel oder an die Polkappen zu denken, die SCHAUDINN (1895) bei *Amoeba binucleata* GRUBER beobachtete.

Bildung der Tochterplatten. — Die Vorgänge, die zur Entstehung der Tochterplatten führen, sind höchst einfacher Natur: Die von Polfläche zu Polfläche verlaufenden Chromosomen erfahren eine Durchteilung in der Mitte, quer zur Längsausdehnung und die Hälften wandern auseinander.

Schon bei dem in Fig. 4 u. 12 dargestellten Äquatorialplattenstadium sieht man eine Anzahl von Fadenabschnitten im Äquator der Teilungsfigur unterbrochen. Dieser Prozeß macht weitere Fortschritte und führt bald zu einem Zustande, wie ihn Fig. 13 wiedergibt. Fast ohne Ausnahme sind hier die Kernsegmente in der die Mitte zwischen den Polflächen haltenden Medianebene durchgeteilt, doch konnte man in einzelnen Fällen noch gut die Zusammengehörigkeit der entstandenen Teilprodukte an dem Vorhandensein dünnerer, die Enden miteinander verbindender Zwischenstücke feststellen.

Das ganze Kerngebilde hat infolge der geschilderten Vorgänge eine Dickenzunahme in der Richtung der auseinanderrückenden Hälften erfahren und die lichtereren Partien der Mitte lassen deutlich die Lage der Teilungsebene erkennen. Ein etwas fortgeschrittenerer Entwicklungszustand ist in Taf. I, Fig. 5 zur Darstellung gebracht. Die Fadenstücke sind hier durchgehends schon etwas weiter auseinander gewandert und der Zwischenraum zwischen den jungen Tochterplatten tritt daher noch klarer in die Erscheinung.

Nach dem Gesagten ereignet sich also nicht das, was unter Berücksichtigung der bei dem typischen Verlauf der Mitose sich abspielenden Prozesse zu erwarten gewesen wäre. Die Chromosomen, die, wie schon vorher, einen deutlichen Längsspalt zeigen, werden nicht jedes in die beiden präformierten Parallelfäden zerlegt, sondern sie werden von neuem, und zwar der Quere nach, in zwei Hälften geteilt, die so auch ihrerseits beide in längsgespaltenem Zustande in die Tochterplatten eintreten.

Auch bei *Ceratium hirundinella* vollzieht sich die Teilung der Äquatorialplatte nach LAUTERBORN in der Weise, daß „die Kernfäden im Äquator durchgeschnürt werden, worauf die Tochterkerne auseinanderrücken“, allein, von einer Spaltung der Kernsegmente wird nichts berichtet, sie werden vielmehr nach wie vor von dem

genannten Autor als einfache Fäden dargestellt. Nucleolen waren dagegen hier wie dort anzutreffen; ich sah sie meistens in oder nahe der Teilungsebene liegen. Den protoplasmatischen Polkegel an der dem hinteren Körperende zugewandten Kernseite konnte ich bei geeigneter Fixierung auch auf diesem Stadium noch beobachten (Taf. II, Fig. 13). Er umschloß, wie bei dem vorher beschriebenen Kernzustand, das Nebenkörperchen. An der entgegengesetzten Kernseite habe ich von diesem Stadium an jedoch vergeblich nach einer polkappenartigen Differenzierung gesucht.

Zu der Zeit, da die Äquatorialplatte sich zu spalten anfängt, treten auch am Cytoplasma die ersten Anzeichen der beginnenden Zellteilung auf. Diese machen sich zunächst nur einseitig bemerkbar und erscheinen in Gestalt eines dreieckigen oder keilförmigen Spaltraumes, der in der Achsel des am weitesten von der Querfurche entfernten, d. h. linken, Hinterhornes sichtbar wird und sich von hier in schräger Richtung auf den in gleichem Sinne schräg verlaufenden Kernspalt hin erstreckt. In der Fig. 5 und den folgenden, die sämtlich Dorsalansichten darstellen, ist dieser, im weiteren Fortgange des Teilungsprozesses mehr und mehr in die Tiefe vordringende Einschnitt am Rande der linken Seite zu sehen. Das Protoplasma zeigt sich in der Kerbe von einem zarten Häutchen überkleidet. Weiter ist noch zu bemerken, daß die Teilung der Kernplatte an der dem Plasmaspalt zugewendeten Seite bald ausgesprochener, bald weniger deutlich der entgegengesetzten Seite vorausseilt.

Werfen wir einen Blick auf die Erscheinungen, wie sie bei der Teilung von *Ceratium hirundinella* nach LAUTERBORN zu beobachten sind, so sehen wir, daß die Zerlegung des Plasmaleibes bei dieser Form sich unter einem ganz ähnlichen Bilde abspielt. Auch in diesem Falle beginnt die Einschnürung des Plasmas einseitig, und zwar ebenfalls am Rande der linken Körperseite, von wo sie dann, allmählich in die Tiefe vordringend, schief nach rechts oben fortschreitet.

Verhalten der Tochterplatten nach der Trennung und Rekonstruktion der Tochterkerne. Durchteilung des Protoplasmakörpers und des Panzers. — Weiterhin sehen wir nun die beiden Tochterplatten mehr und mehr in entgegengesetzter Richtung auseinanderweichen, während in dem Raum zwischen ihnen sich zahlreiche Verbindungsfasern ausspannen. Ein derartiger Entwicklungszustand findet sich in Fig. 6 der Taf. I

wiedergegeben. Bei stärkerer Vergrößerung ist ein ähnliches Kernstadium auf Taf. II, Fig. 14 zur Darstellung gebracht.

Ein wenig später bietet sich uns ein Bild dar, wie es Fig. 7 u. 15 zeigen. Die Tochterplatten haben sich noch mehr voneinander entfernt und auch eine andere Erscheinung, die sich vielfach zu Beginn des Trennungsprozesses schon angedeutet findet, tritt bei dem weiteren Gange der Ereignisse meist noch mehr hervor: von den beiden Kernplatten pflegt die den Hinterhörnern zunächst liegende sich mit ihren Rändern nach außen zu krümmen, während die andere, vordere Kernplatte eine mehr flache Gestalt bewahrt. Diese Ungleichmäßigkeit der Gestaltung der beiden Kernhälften ist an Fig. 5, wie auch den folgenden Bildern, gut zu sehen. Besonders deutlich ist sie auch an der bei stärkerer Vergrößerung gezeichneten Fig. 15 der Taf. II zu erkennen.

Ein abermals etwas weiter entwickeltes Stadium führt uns Fig. 8 vor Augen. Außer der Vergrößerung der Entfernung zwischen den jungen Kernanlagen, die zu bemerken ist, sehen wir die letzteren jetzt eine bestimmtere, deutlicher umgrenzte Gestalt annehmen. An den Außenseiten hatten sich die Chromosomen schon vorher mit ihren Enden mehr in eine Ebene eingestellt, nunmehr sehen wir auch an den einander zugekehrten Flächen, an denen bis dahin eine größere Unregelmäßigkeit der Begrenzung infolge der verschiedenen Länge der Chromosomen herrschte, eine schärfere Konturierung auftreten. Bei dem abgebildeten Kernstadium ist die untere Kernanlage in der erwähnten bestimmteren Umgrenzung schon etwas weiter fortgeschritten als die andere.

Auch in der Teilung des Protoplastmakörpers ist eine Weiterentwicklung zu konstatieren. Der keilförmige Spalt ist größer geworden und, wo an seiner Vorderkante noch kein Zwischenraum klafft, sieht man doch schon eine Strecke weit eine Membran in der zukünftigen Trennungsebene sich in der Richtung zwischen die Kerne vorstrecken.

Die äußere Begrenzungslinie der jungen Kerngebilde wird nun immer bestimmter, sie fangen auch an, sich mehr abzurunden. Ein solcher Zustand ist in Fig. 9 dargestellt. Der hintere Kern ist tief schüsselförmig, der vordere flacher, aber auch deutlich gewölbt. Man sieht, wie infolge der Krümmung der Kernplatten und der dadurch hervorgerufenen radiären Anordnung der die Platten bildenden Chromatinfäden letztere auf den dem Beschauer zugewendeten Flächen in der Verkürzung nur im Querschnitt, d. h. als runde Punkte erscheinen. Von jetzt an haben wir es auch nicht mehr

mit Doppelfäden zu tun. Die Kernsegmente, die bisher noch immer aus zwei durch einen Spalt voneinander geschiedenen parallelen Fadenabschnitten bestanden, wie uns dies beispielsweise noch besonders gut die Fig. 15 der Taf. II vor Augen führt und auch Fig. 8 erkennen läßt, erfahren nunmehr eine Durchteilung der Länge nach. Die Fadenhälften trennen sich, um weiterhin als einfache Segmente in die sich rekonstruierenden Tochterkerne einzugehen.

Ein Blick auf die Abbildung (Fig. 9) zeigt uns gleichzeitig die weitere Durchführung der Teilung des Plasmakörpers. Es findet sich jetzt als Fortsetzung des tief einschneidenden keilförmigen Spaltraumes eine feine Membran entwickelt, die, in schräger Richtung die Querfurche kreuzend, zwischen den Kernen bereits bis an den äußeren Panzer nach der entgegengesetzten Seite verläuft. Dort endet sie mit einer ganz ähnlichen dreieckigen, in das Protoplasma vordringenden Kerbe, wie sie als erster Ausgangspunkt der Trennungsmembran linksseitig erschien.

Allein, nicht nur der Kernzustand und das Verhalten des Protoplasmas deuten auf die nahe bevorstehende Durchteilung des Körpers hin, auch der Panzer weist Anzeichen dafür auf. So sehen wir auf dem in Rede stehenden Stadium (Fig. 9) in der Achsel des linken Hinterhornes, in dessen Nähe die erste Anlage der Plasmakerbe erschien, eine Unterbrechung im Zusammenhang der Panzerplatten auftreten, deren freie Ränder in dem Bilde sogar ein wenig übereinander greifen. An der entgegengesetzten Seite der Teilungsebene sind um diese Zeit noch keine derartigen Aufbruchserscheinungen an dem Panzer zu bemerken.

Wenden wir uns wieder der Kernstruktur und den Umwandlungen zu, die diese weiterhin erfährt, so möchte ich in dieser Beziehung auf Fig. 10 der Taf. I verweisen. Sie stellt ein Individuum mit annähernd rekonstruierten Tochterkernen dar. Die Kerngebilde, die bis dahin noch immer weiter auseinandergerückt waren, und nunmehr ihren größten gegenseitigen Abstand erreicht haben, haben eine länglich runde, gelegentlich fast gestreckt viereckige Gestalt angenommen; ihre längste Achse ist annähernd parallel zu der Teilungsebene gerichtet. Die Einsenkung der Polflächen ist im Schwinden begriffen und an dem hinteren, in genauer Seitenlage sich dem Blick darbietenden Kern nur noch als ganz flache Vertiefung sichtbar. Die Chromatinteile haben weiter mehr jene Lagerung angenommen, wie sie für den ruhenden Zustand charakteristisch ist. Die Flächen weisen das punktierte Aussehen des vor Beginn der Teilungsprozesse stehenden Kernes auf.

Endlich sind auch noch die Nucleolen zu erwähnen. Sie waren mir in den unmittelbar vorausgehenden Kernstadien zwischen den dicht gelagerten Chromatinfäden nicht mehr deutlich zu Gesicht gekommen, jetzt ließ sich ihr Vorhandensein wieder mit aller Bestimmtheit nachweisen. So bedarf es denn im wesentlichen nur noch einer vollkommeneren Abrundung der beiden Tochterkerne, um die Verhältnisse wieder herbeizuführen, von denen wir ausgingen.

Der nächste, zur Entstehung zweier selbständigen Individuen nötige Schritt wäre nur noch die völlige Durchtrennung des Plasmakörpers und des Panzers. Diese Vorgänge sind inzwischen so weit gediehen, daß auf dem zuletzt behandelten Entwicklungsstadium die beiden Tochterhälften des Organismus nur noch in einem ganz losen Zusammenhange stehen. Die die Plasmaleiber trennende Membran hat sich entweder schon in ihrer vollen Länge gespalten, so daß bereits auf der ganzen Strecke ein Zwischenraum klafft, oder es steht doch nur noch in einer kurzen Ausdehnung die Trennung bevor. Der Panzer ist ebenfalls bereits in zwei Teilstücke zerlegt, an beiden Enden des Plasmaspaltes ist der Zusammenhang unterbrochen und in der Zeichnung (Fig. 10) sehen wir die freien Kanten gegeneinander verschoben.

Nur ein Bestandteil des Organismus, dessen Schicksale wir nicht bis zu Ende verfolgt haben, würde schließlich noch zu erwähnen übrig sein, das Nebenkörperchen. Bis zum Zustand der Äquatorialplatte und dem beginnenden Tochterplattenstadium hatten wir dies Gebilde, das sich stets der Polfläche des hinteren Kernes vorgelagert zeigte, überall, und zwar bald als einfaches, bald als doppeltes Kügelchen angetroffen. Auch später bleiben die Verhältnisse ganz ähnliche, wie die Fig. 6—9 der Taf. I, Fig. 14 u. 15 auf Taf. II erkennen lassen. Nur ganz zum Schluß tritt eine Änderung ein, das Körperchen wandert von der Außenseite des Kerngebildes im Bogen um dasselbe herum, so daß man es in diesen späten Teilungsstadien in verschiedenen Körpergegenden antreffen kann. Ich habe es oft direkt zwischen den weit auseinandergerückten, in Rekonstruktion begriffenen jungen Kernen liegen sehen. Meist fand ich es in der ursprünglichen Körperhälfte, gelegentlich aber auch auf der anderen Seite des Plasmaspaltes, besonders häufig in unmittelbarer Nähe der Trennungsfläche. Ich gewann so den Eindruck, daß das Nebenkörperchen bei der Teilung des Individuums an einer Stelle der Trennungsebene der Körperhälften ausgestoßen wird. Dadurch würde bewirkt werden, daß keines der beiden Tochterindividuen ein Nebenkörperchen erhält, während ein solches anderenfalls nur dem einen der beiden Teilsproßlinge mit auf den Weg gegeben werden würde.

Was die Durchteilung des Panzers von *Ceratium tripos* betrifft, so liegen hierüber ältere Angaben von BERGH (1887) vor, die für andere Arten (*Ceratium cornutum*, *Ceratium hirundinella*) im wesentlichen bestätigt wurden. Die Linie, in der die Platten des Panzers auseinanderrücken, zeigt eine ganz konstante Lage und folgt in ihrer Hauptrichtung dem Verlauf des Plasmaspaltes, wobei sich die Trennung der Hälften entlang bestehender Nähte zwischen den Platten vollzieht. Ich verweise bezüglich des Näheren speziell auf die neuen Untersuchungen von KOFOID (1909) und die vorher (1907) erschienene Mitteilung desselben Autors über den Bau des Panzers von *Ceratium*.

So führt denn die Teilung schließlich zur Entstehung zweier ungleich gestalteter Individuen, von denen das eine, aus der hinteren Leibeshälfte hervorgehende, die beiden Hinterhörner erhält, während das andere, dessen Grundbestandteil der Vorderkörper des *Ceratium* bildet, mit dem Apicalhorn zufrieden sein muß. Die frei gewordenen Hälften regenerieren alsdann die fehlenden Teile, die vordere Hälfte den hinteren Abschnitt, und umgekehrt, in der für die Art charakteristischen Form, womit der Kreislauf des Entwicklungsganges seinen Abschluß erreicht. Über die Erscheinungen der Regeneration und der Entwicklung der neuen Skeletteile hat ebenfalls KOFOID (1908, 1909) berichtet. Auf die bei der Teilung auftretende Kettenbildung komme ich noch zurück.

Direkte Kernteilung und Knospenbildung.

Neben der mitotischen Kernteilung kommt bei *Ceratium tripos*, wie APSTEIN zuerst feststellte, auch noch direkte Kernhalbierung vor.¹⁾ Der Teilungsprozeß selbst vollzieht sich in verschiedener Weise, und zwar entweder auf dem Wege einer queren Durchschnürung oder in Gestalt einer Zerlegung des Kernes in der Längsrichtung. Im einzelnen kann der Vorgang jedoch noch wieder ein wechselndes Bild darbieten.

Im Falle der Querteilung erfährt der Kern zunächst meistens eine stärkere Streckung in der Richtung der Längsachse. Da sich

¹⁾ Ob bei *Ceratium hirundinella* ebenfalls amitotische Kernteilung anzutreffen ist, muß zurzeit noch unentschieden gelassen werden. Zwar berichtet BLANC (1885; Taf. X, Fig. 3—5) für diese Form über eine unter dem Bilde allmählicher Durchschnürung verlaufende direkte Kernhalbierung, die einer Durchteilung des Plasmakörpers und des Panzers voraufgehen soll, doch weiß LAUTERBORN von einer solchen Art der Kernvermehrung nichts zu berichten.

hiermit gleichzeitig oft eine Krümmung verbindet, so erhält der Kern infolgedessen eine wurstähnliche oder hufeisenartige Gestalt. Bei der Durchteilung, die in oder nahe der Mitte erfolgt, bleiben die beiden Hälften gelegentlich noch eine Zeitlang durch ein dünnes Verbindungsstück miteinander im Zusammenhang. Dieser Halbierungsmodus ist in den Figuren 27, 28 und 29 der Tafel III zur Darstellung gebracht. Es kann aber auch bei der Längsstreckung die Krümmung des Kerngebildes unterbleiben. Ein vorgeschritteneres Stadium solcher Art findet sich in Fig. 30 wiedergegeben. Der Kern ist lang hantelförmig. Derartige Zustände sind jedoch relativ selten. Drittens besteht noch die Möglichkeit, daß die Streckung in der Längenausdehnung unterbleibt; es tritt eine Querschnürung in der Mitte auf und die beiden Kernhälften vergrößern ihren Durchmesser jetzt in der Richtung senkrecht zur Längsachse. Wenn die Kerne sich abgerundet haben, erscheinen sie dicht aneinander gefügt in einer Orientierung, die sie um 90° gegen die Lage des Mutterkernes gedreht erscheinen läßt. Der halbierte Längendurchmesser ist zum Querdurchmesser, die ursprüngliche Querachse zur Längsachse der Tochterkerne geworden. Ich verweise hierbei auf Fig. 31, die einen Kern in beginnender derartiger Teilung zeigt.

Bei der Längsteilung gestaltet sich der Vorgang weniger mannigfaltig. Auch in diesem Falle vergrößert der Kern seinen Durchmesser in der Richtung der kürzeren Achse, er nimmt eine breite, fast viereckige Form an. An den Enden der Hauptachse sieht man Einschnürungen auftreten und bald darauf zerfällt der Mutterkern durch eine der Länge nach erfolgende Halbierung in zwei Hälften, die sich bei dem Auseinanderrücken schnell abrunden. Drei aufeinander folgende Stadien dieser Teilungsart habe ich in Fig. 32—34 abgebildet.

Was die der direkten Kernhalbierung bei *Ceratium* allgemein zukommenden Erscheinungen betrifft, so ist hervorzuheben, daß die Verteilung der Nucleolen auf die entstehenden beiden Tochterkerne von deren Lage zur Zeit der Zerlegung abhängt, was zur Folge hat, daß die eine Kernhälfte gelegentlich mehr Kernkörperchen als die andere erhält. Bezüglich des Teilungsmodus ist weiter zu bemerken, daß die Teilungsebene stets parallel, nie senkrecht zur Richtung der Kernfäden verläuft,¹⁾ so daß die letzteren in ihrer vollen Länge und

¹⁾ Andere Verhältnisse beschreibt DOGIEL (1906) für *Gymnodinium*. Bei der hier auf dem Wege der Durchschnürung vor sich gehenden Kernhalbierung ist die Teilungsebene quer zu dem Verlauf der Kernfäden gerichtet. Ob bei der Durchschnürung des Kernes auch eine Halbierung der einzelnen Fäden erfolgt, wird

ohne Vermehrung ihrer Zahl einfach nur in zwei Portionen gesondert werden. Dieses Verhalten ist auch aus den Abbildungen ersichtlich. Wo, wie bei Fig. 33, die Chromatinfäden der einen Kernhälfte auf die Teilungsebene zulaufen, liegt eine sekundäre Drehung vor.

Eine besondere Erwähnung verdient endlich noch das Verhalten des Nebenkörperchens. Es erfährt gleichzeitig mit der Kernhalbierung eine Verdoppelung. In der Regel trifft man schon zu der Zeit, da der Kern die ersten Anzeichen der beginnenden Durchteilung erkennen läßt, zwei Nebenkörperchen in der Umgebung des Kernes an, ja, gelegentlich findet man ihre Zahl sogar auf drei erhöht. Wahrscheinlich gesellt sich jedem der beiden Tochterkerne mindestens eines der Nebenkörperchen hinzu, doch habe ich leider keine derartigen späteren Stadien beobachtet, die Aufschluß in dieser Beziehung hätten geben können.

Nach APSTEIN'S Angaben führt die amitotische Kernteilung zur Knospenbildung. „Das eine Teilstück tritt, von einer kleinen Menge Plasma umgeben, aus und liegt nun auf der Bauchseite in der Längsfurche des *Ceratiums*. Allmählich sieht man einzelne feine Panzerstücke um den ausgetretenen Teil des *Ceratiums* auftreten, bis schließlich ein ausgebildetes *Ceratium tripos* var. *lata* zu erkennen ist. Von 1000 Ceratien zeigten bis 40 einfache Kernteilung und bis 14 hatten die var. *lata* mehr oder weniger weit schon ausgebildet.“ Vereinzelt fand APSTEIN später auch noch Exemplare von „*Ceratium tripos* var. *subsalsa* mit jungen *truncata* statt der *lata*“.

Auf Grund der von APSTEIN gelegentlich seiner Mitteilung im Naturwissenschaftlichen Verein für Schleswig-Holstein vorgelegten Skizzen will ich ergänzend noch hinzufügen, daß die Knospe in einer derartigen Lage aus der breiten Längsfurche hervorsproßt, daß das Apicalhorn nach vorn weist, während die beiden Antapicalhörner nach hinten gerichtet sind.

Bezüglich des zeitlichen Auftretens der Knospung ist nach APSTEIN'S Bericht noch folgendes zu erwähnen. Knospen wurden vor allen Dingen im Oktober, ganz vereinzelt aber auch im November angetroffen. Ob der Knospungsprozeß bereits im September eingesetzt hatte, ließ sich nicht entscheiden, da aus diesem Monat kein geeignetes Material vorlag.

nicht erwähnt; nach den Abbildungen, die DOGIEL gibt (l. c., Taf. I, Fig. 7), scheint sich nur eine Sonderung der Fäden in zwei Gruppen zu vollziehen, wenn nicht vielleicht auf einem früheren Stadium schon eine Querteilung erfolgt ist.

Kettenbildung. Heteromorphismus.

Schon seit langem ist die Kettenbildung bei *Ceratium* bekannt, es hat auch BERGH (1887) bereits richtig vermutet, daß die Entstehung der *Ceratium*-Ketten auf dem Wege der Zweiteilung erfolge, indem die Teilsprößlinge miteinander im Zusammenhange bleiben. Bei dem Vorgange erhalten dann die einzelnen Glieder eine derartige Lage, daß sich das Apicalhorn jedes hinteren Individuums in eine rinnenförmige Vertiefung am rechten Rande der Ventralplatte des voraufgehenden Schizonten einfügt, wobei das vordere Ende des Horns an den Endpunkt der Quersfurche zu liegen kommt. Die Art und Weise, wie die Teilung vor sich geht, bringt es mit sich, daß wir an dem Vorder- und Hinterende der Kette die apicale, bzw. die antapicale Skelethälfte des primären Individuums finden, wohingegen die dazwischen gelegenen Teile den verschiedenen späteren Generationen angehören.

Während bei dem normalen Verlauf der Zweiteilung Schizonten gebildet werden, die im wesentlichen in ihrer äußeren Gestalt und Struktur miteinander übereinstimmen, können auch in Abweichung von der Regel unter den Gliedern einer Schizontenkette beträchtliche Verschiedenheiten zutage treten.

Nachdem zuerst MICHAELIS (1830) bei dem *Ceratium tripos* der Ostsee Kettenbildung gesehen hatte, beobachtete neuerdings auch LOHMANN (1908) diese Erscheinung bei der genannten Form. Er fand solche Zustände bei Versuchen, Plankton in großen Glasgefäßen zu kultivieren, und zwar nach Zentrifugieren und Filtrieren kleiner Wasserproben, während sich in Fängen, die mit dem Netz gemacht worden waren, keine einzige Kette nachweisen ließ. In den von LOHMANN untersuchten Fällen bestanden die Ketten aus jeweils zwei Individuen, und zwar traf er *Ceratium tripos* forma *typica* und forma *lata* einerseits, forma *truncata* und *lineata* andererseits miteinander vereinigt. Außerdem wurden auch Exemplare der forma *lineata* alleine in Kettenanordnung gefunden.¹⁾ Hervorgehoben wird ferner, daß alle Formen kleiner als der Typus waren.

Ähnliche Beobachtungen wie LOHMANN machte auch KOFOID

¹⁾ Nach KOFOID ist die von LOHMANN abgebildete forma *truncata* (l. c., Fig. III b, das hintere, bzw. untere Individuum) eine durch Autotomie, d. h. durch Degenerationserscheinungen veränderte Form von *Ceratium tripos*. Den oben angeführten Beobachtungen APSTEIN's zufolge sollen ähnliche Formen aber auch auf dem Wege der Knospung entstehen können.

(1909), indem er eine Kette, die von einem *Ceratium* (*Tripoceratium*) *tripos*, oder doch einer dieser ganz nahe stehenden Form ihren Ausgang genommen hatte, sich durch Individuen von *Ceratium* (*Bicerratium*) *californiense* fortsetzen sah; ferner fand er in einem anderen Falle die letztere Form mit *Ceratium* (*Macroceratium*) *ostenfeldi* in einer und derselben Kette vereinigt. Auch hier handelt es sich um Kettenbildung durch Schizogonie.

Nach der von KOFOID (l. c., Taf. 3, Fig. 3) gegebenen Abbildung könnte man wohl zu der Annahme geführt werden, daß nicht mitotische, sondern direkte Kernteilung bei der Kettenbildung in Frage kommt. Zwar bezeichnet KOFOID selbst den Kernteilungsmodus als Mitose, doch weichen die gezeichneten Kernstadien so sehr von den entsprechenden Zuständen bei *Ceratium tripos* ab, zeigen vielmehr mit der zwischen den Tochterkernen allmählich in die Tiefe vordringenden Furche derartig charakteristische Eigenheiten der direkten Kernvermehrung, daß man nach dem Bilde allein schwerlich auf einen anderen Teilungsmodus als letzteren schließen könnte.

Für die Knospung kommt dagegen nach APSTEIN's Untersuchungen, wie es scheint, allein die amitotische Kernteilung in Betracht. Dadurch, daß die Knospe eine Zeitlang mit dem mütterlichen Organismus im Zusammenhang bleibt, kommen auch hier Doppelbildungen, oder, wenn man will, eine Art zweigliederiger Ketten zustande, die jedoch wohl zu unterscheiden sind von den durch Schizogonie gebildeten Individuenreihen.

In welcher Weise der auf dem Wege der Knospung erzeugte jüngere Organismus mit dem älteren zusammenhängt, darüber ist Näheres noch nicht bekannt geworden; schon in diesem Punkte mögen Abweichungen gegenüber den Schizontenketten bestehen. Vor allen Dingen aber ergeben sich wichtige Unterschiede aus dem ungleichen Verhalten des Panzers und des Plasmaleibes in dem einen und dem anderen Falle. Bei der Knospung erfährt das Skelet des mütterlichen Individuums keine Zerlegung und die erst allmählich zur vollen Größe heranwachsende Knospe muß sich ihren Panzer in allen Teilen neu bilden; das mütterliche Individuum bleibt in seiner äußeren Form gänzlich intakt. Im Falle der Schizogonie dagegen erhält jeder Sprößling nicht nur seinen Anteil von dem Kern und dem Plasmaleib, sondern auch eine Hälfte des Panzers. Es entstehen auf diese Weise zwei unvollständige Individuen, die sich erst allmählich regenerieren. Weiter kommt bei der Knospung der junge Sprößling am antapicalen Ende des mütterlichen Organismus zum Vorschein, er ragt nach hinten zu aus der Längsfurche hervor. Bei

der Schizogonie können im Gegensatz dazu neue Individuen nur zwischen Apical- und Antapicalhälfte des primären *Ceratium* entstehen, eine Verlängerung der Kette über das ursprüngliche Hinterende hinaus durch Anfügung neuer Glieder kann nicht stattfinden.

In anderer Beziehung aber besteht ein gewisser Parallelismus zwischen den in Rede stehenden Fortpflanzungsarten: in beiden Fällen, bei der Schizogonie und bei der Knospenbildung, kommt, wie gezeigt wurde, ein Wechsel in der Gestaltung der entstehenden Individuen vor, die erzeugte Nachkommenschaft gleicht nicht ohne weiteres der voraufgehenden Generation und da nicht allein eine Form abweichender Individuen, sondern deren mehrere gebildet werden können, so ergibt sich daraus der weitgehende Polymorphismus, wie er uns beispielsweise bei *Ceratium tripos* entgegentritt, dessen *varietas subsalsa* außer der typischen auch noch drei anders gestaltete Formen (*forma lata*, *lineata*, *truncata*) aus sich hervorgehen läßt. Wir wissen heute auch, daß eine und dieselbe Form auf verschiedenem Wege entstehen kann. Während LOHMANN die *forma lata* durch Schizogonie sich bilden sah, beobachtete APSTEIN Knospung, die einen Sprößling der eben genannten Form lieferte.

Die bisherigen Beobachtungen lassen noch ein Weiteres erkennen. Die Nebenformen gehen stets aus dem Typus hervor, nie umgekehrt; der Ausgangspunkt ist bei der Schizogonie wie bei der Knospenbildung regelmäßig die *forma typica* oder doch die dieser am nächsten stehende *forma truncata*. Die anderen Formen erscheinen uns demnach als Endzustände in der Entwicklungsreihe. Ob überhaupt, und auf welche Weise gegebenenfalls, diese Endformen wieder zur Entstehung typischer Individuen führen, darüber wissen wir nichts. LOHMANN spricht seine Ansicht dahin aus, daß sie sich zwar „durch Teilung, unter Bildung gleichförmiger Ketten vermehren, aber nicht wieder zur typischen Form zurückkehren“.

Über die biologische Bedeutung des Formenwechsels sind die Ansichten noch ganz ungeklärt. LOHMANN weist auf Beziehungen hin, die zwischen dem Auftreten der Nebenformen und der Jahreszeit bestehen, er spricht von „Temporalvariationen“ und zieht dabei in Betracht, daß es sich bei der Entwicklung verschieden gestalteter Individuen vielleicht um die Bildung geschlechtlich differenzierter Zustände handeln könne.

KOFORD (1909) ist nicht überzeugt, daß die von LOHMANN als *forma lineata* und *lata* bezeichneten Individuen wirklich alle in den angenommenen Beziehungen zu *Ceratium tripos* stehen. auch tritt er der Auffassung LOHMANN'S entgegen, daß die differenten Formen

Gameten seien. Er unterscheidet einerseits zwischen mehr fluktuierenden Veränderungen, die einen Zusammenhang mit dem Wechsel der Jahreszeiten erkennen lassen und andererseits dem sprungweise auftretenden Heteromorphismus in den *Ceratium*-Ketten. Der ersteren Kategorie gehören die Erscheinungen des Formenwechsels an, wie MINKIEWICZ (1900) sie für das *Ceratium furca* des Schwarzen Meeres und ENTZ (1905) bei adriatischem *Ceratium*-Material konstatierte. In diesen Fällen „changes are brought about by mere lengthening of the horns“. „Beyond this lengthening and some attendant changes in the calibre and flexibility of the horns and in some cases changes in size, which may or may not be a part of this adaptive process, these seasonal (temperature) variations leave the general facies or habitus of the organism unchanged, and are not of the abrupt type seen in these heteromorphic chains where the whole form of the organism is suddenly recast in another entirely distinct mould or pattern. These seasonal changes belong rather to the fluctuating type of variations, while those of the heteromorphic chains are saltatory in character.“

KOFOID hält das Auftreten abweichend gestalteter Individuen bei Kettenbildung entweder für eine Erscheinung der Degeneration, vielleicht auch des Atavismus oder aber man habe in den Nebenformen, die durch sprungweise Abänderung aus der typischen Form hervorgehen, Mutanten der letzteren zu erblicken. Ob äußere oder innere Faktoren hierbei eine Rolle spielen — KOFOID erwähnt im Zusammenhange mit dieser Frage unter anderem auch (p. 237) die Möglichkeit eines Abweichens des Kernteilungsvorganges von dem für *Ceratium* sonst charakteristischen Verlauf der Mitose — alles das muß zurzeit noch unentschieden gelassen werden. Wenn gleich LOHMANN'S wie KOFOID'S Erklärungsversuche nur die bei der Schizogonie zutage tretenden Formverschiedenheiten zum Gegenstand haben, so würden sie ebensogut auch für die entsprechenden Erscheinungen im Falle der Knospung in Betracht zu ziehen sein.

Geschlechtliche Fortpflanzung.

Bisher besitzen wir keinerlei sichere Beobachtungen über das Bestehen geschlechtlicher Prozesse, weder im allgemeinen bei Dinoflagellaten des Meeres, noch im speziellen bei marinen *Ceratium*-Arten. Daß sexuelle Fortpflanzung auch hier vorkommt, ist sehr wahrscheinlich, um so mehr, als sie für eine Species des süßen

Wassers, *Ceratium hirundinella*, durch ZEDERBAUER (1904) festgestellt werden konnte.¹⁾

Die uns zurzeit bei den *Ceratium*-Arten des Meeres bekannten Erscheinungen der Vermehrung sind, wie gesagt, rein asexueller Natur: Zweiteilung und die als Modifikation der Teilung aufzufassende Knospenbildung. Auch über multiple Teilungen, wie sie uns bei einer Sporenbildung entgegentreten könnten, ist nichts bekannt. Die starke Mengenzunahme beispielsweise, die zu gewissen Zeiten des Jahres unter den *Ceratium*-Beständen des Meeres zu beobachten ist, ist, soweit wir heute urteilen können, ausschließlich die Folge der vorerwähnten einfachen Fortpflanzungsprozesse.

Sollten geschlechtliche Vorgänge wirklich bestehen, so werden sie offenbar nur in größeren Intervallen, nach längeren Perioden asexueller Vermehrung in die Erscheinung treten. Vermutungen, die sich an diese Fragen knüpfen, sind gerade in der neuesten Literatur wiederholt zum Ausdruck gebracht worden. In dieser Beziehung verweise ich auf die citierten Arbeiten von LOHMANN und KOFOID. Ich erwähnte schon, daß LOHMANN in der forma *lata* und *lineata* Zustände von *Ceratium tripos* erblicken zu können glaubt, die miteinander konjugieren und die so der geschlechtlichen Fortpflanzung dienen. KOFOID (1909, p. 244 u. 245) macht bereits auf einige Einwände aufmerksam, die gegen LOHMANN'S Deutung der Befunde ins Feld geführt werden könnten. Abgesehen von dem Fehlen in der von LOHMANN angedeuteten Richtung weisender direkter Beobachtungen würde aber auch noch die Tatsache gegen die erwähnte Auffassung sprechen, daß die forma *lineata* sich ganz wie die typische Form von *Ceratium tripos* durch Schizogonie fortpflanzt. Solche Teilungsstadien habe nicht nur ich beobachtet, sondern auch LOHMANN, der (l. c., Fig. III e) eine aus zwei Individuen der forma *lineata* bestehende Kette abbildet. Es ist weiter noch in Betracht zu ziehen, daß bei der einzigen Species, bei der wir geschlechtliche Fortpflanzung kennen, bei der Süßwasserart *Ceratium hirundinella*, sich normale, gleich gebildete Individuen miteinander vereinigen und daß die von mehreren anderen Forschern beschriebenen verschiedenen Formen als reine Temporalvariationen erscheinen. KOFOID hält es auf Grund der Befunde von ZEDERBAUER (1904) bei *Ceratium hirundinella* nicht für ausgeschlossen,

¹⁾ Ganz ähnliche Stadien, wie ZEDERBAUER sie bei *Ceratium hirundinella* antraf, sah OSTENFELD (1909; Taf. 2, Fig. 17) bei einer dieser Art ähnlichen Form, die DADAY (1907; p. 251 u. 252, Fig. A) in dem von mir im Victoria Nyansa gefischten Material fand und als *Ceratium brachyceros* beschrieb.

daß auch bei *Ceratium tripos* die gewöhnlichen Schizonten als Gameten fungieren können. Für die Entscheidung dieser Frage wie auch derjenigen nach der wahren Bedeutung des Heteromorphismus der Kettenindividuen werden also noch weitere eingehendere Untersuchungen nötig sein.

***Ceratium intermedium* JÖRGENSEN**

forma *frigida* PAULSEN.

Hierzu Taf. III, Fig. 24.

Die *Ceratium*-Form, von der hier die Rede sein soll und die ich nach PAULSEN'S Bearbeitung der nordischen Peridineen (1908; p. 83 u. 84, Fig. 113) als *Ceratium intermedium* forma *frigida* bestimmt habe, entstammt den mir vorliegenden Fängen aus der Nordsee.

Die Vorgänge bei der mitotischen Teilung des Kernes und der Zerlegung des Zellkörpers in die beiden Teilsproßlinge bieten in allen wesentlichen Punkten ein ganz ähnliches Bild wie bei *Ceratium tripos*. So glaube ich denn von einer ausführlicheren Beschreibung Abstand nehmen zu dürfen. Um nur ein Stadium aus der Reihe der Entwicklungszustände herauszugreifen, möge an dieser Stelle die Schilderung einer späteren Teilungsphase ihren Platz finden.

In dem zur Darstellung gewählten Zeitpunkte (s. Taf. III, Fig. 24) waren die Tochterplatten bereits weit auseinander gerückt. Wir sehen sie in unserer Abbildung an den äußeren Flächen, den ursprünglichen Polflächen der Teilungsfigur, durch eine ziemlich scharfe Umrißlinie begrenzt, indem die Chromosomen mit ihren Außenenden alle annähernd in eine Ebene gerückt sind. Ebenso haben die einander zugekehrten Seiten schon eine bestimmtere Begrenzung angenommen. Wie es bei *Ceratium tripos* die Regel ist, spricht sich aber auch hier eine gewisse Verschiedenheit in der Form der jungen Kernanlagen aus. Die eine Tochterplatte, und zwar die vordere, ist fast gerade gestreckt, sie weist nur eine leichte Einsenkung auf, während die hintere Tochterplatte deutlicher gekrümmt ist.

An den Chromosomen hat sich im Gefolge der Längsspaltung die Trennung der Teilhälften bereits vollzogen; nur hier und da erblickt man einzelne Chromatinfäden, deren gleiche Länge und paral-

lele Lage einen Rückschluß auf ihre ursprüngliche Zusammengehörigkeit zulassen.

Was die protoplasmatischen Teile des Körpers betrifft, so ist zunächst das Nebenkörperchen zu erwähnen, das auch im vorliegenden Falle nicht vermißt wird und das die gewohnte Lage an der äußeren Seite der hinteren Kernanlage hat; es bietet in Größe und Form den gleichen Anblick wie bei *Ceratium tripos*.

Außer über Kern und Nebenkörperchen gibt die Abbildung noch Aufschluß bezüglich des Verhaltens des Plasmaleibes und des Skeletes bei der Zweiteilung. Wir sehen, daß die Teilung der Protoplasmanasse in eine vordere und eine hintere Hälfte bereits vollkommen durchgeführt ist. Der Spalt geht in schräger Richtung zur Querfurche von einer Seite bis zur anderen. Auch der Panzer zeigt nahe dem einen (linken) Hinterhorn schon eine Unterbrechung, während an der entgegengesetzten Stelle noch der ursprüngliche Zusammenhang der Platten besteht. Im großen und ganzen sind die Verhältnisse in dieser Beziehung also auch die gleichen wie bei dem betreffenden Entwicklungszustand von *Ceratium tripos*.

***Ceratium longipes* (BAILEY) GRAN**
varietas *baltica* OSTENFELD.

Hierzu Taf. III, Fig. 25.

Von der bei PAULSEN (1908; p. 86, Fig. 116) unter dem Namen *Ceratium longipes* var. *baltica* aufgeführten Form lagen mir eine ganze Reihe von Exemplaren in verschiedenen Stadien der Schizogonie vor.

Der Verlauf der Mitose ähnelt auch hier in allen wesentlichen Erscheinungen den entsprechenden Vorgängen bei *Ceratium tripos*. Ich habe mich darauf beschränkt, ein Individuum zur Darstellung zu bringen (Taf. III, Fig. 25), bei dem die Äquatorialplatte in Teilung begriffen ist. Das im Verhältnis zum Körper mächtige Kerngebilde besitzt infolge einer Verbreiterung der äquatorialen Region die charakteristische Umrißlinie, die an den Kontur eines Fasses erinnert. Die Polflächen sind scharf begrenzt, diejenige der vorderen Kernhälfte ist besonders eben, an der hinteren Kernplatte ist sie konkav gestaltet. In der Mitte zwischen den beiden

jungen Tochterplatten, d. h. im Äquator der Teilungsfigur, erkennt man schon deutlich eine hellere Trennungsmarke; die Querteilung der Chromosomen ist bereits erfolgt und die beiden Gruppen sind im Begriff, sich voneinander zu entfernen. Zwischen den Chromosomen, die in voller Klarheit einen Längsspalt erkennen lassen, sieht man unfern der Teilungsebene in der vorderen Tochterplatte zwei Nucleolen. Die Längsteilung der Chromosomen, das Auseinanderücken der Parallelfäden erfolgt auch hier erst auf einem späteren Stadium.

Das Nebenkörperchen hat die gewohnte Lage, es findet sich an der antapicalen Seite des Kerngebildes im Bereiche der Einsenkung der hinteren Tochterplatte.

Für die späterhin erfolgende Teilung des Plasmaleibes bieten sich unzweifelhafte Anzeichen in dem Bestehen einer keilförmigen Kerbe, die in schräger Richtung von der Oberfläche der einen (linken) Seite her, gegen den Äquator der Kernteilungsfigur in die Tiefe vordringt. Der Panzer läßt auf diesem Stadium noch nichts von einer beginnenden Zerlegung in eine vordere und hintere Hälfte erkennen.

Ceratium furca (EHRENBERG) CLAPARÈDE UND LACHMANN.

Hierzu Taf. III, Fig. 23.

Aus der Reihe der dem Subgenus *Biceratium* VANHÖFFEN zugeordneten Formen, zu denen auch die Süßwasserart *Ceratium hirsutinella* gehört, habe ich *Ceratium furca* untersucht. Die Biceratien besitzen zwei oder mehrere gerade Antapicalhörner, während letztere bei den Euceratien (Tripoceratien) gebogen sind.¹⁾

Die Schizogonie, die mittels mitotischer Kernteilung vor sich geht, verläuft im großen und ganzen unter dem gleichen Bilde wie bei den im vorstehenden behandelten Tripo- oder Euceratien. Das von mir (Taf. III, Fig. 23) abgebildete Teilungsstadium zeigt den Kern im Zustand der Tochterplatten, die sich schon eine Strecke weit voneinander entfernt haben und so steht

¹⁾ Diese Unterscheidung scheint deswegen nicht aufrecht zu erhalten zu sein, weil dadurch bestimmte geradhörnige Formen von *Ceratium tripos* (forma *lineata* und *lata*) von der Grundform getrennt und einem anderen Subgenus zugewiesen werden.

es hinsichtlich der Entwicklungsstufe zwischen den in Fig. 24 und 25 dargestellten Phasen der betreffenden beiden anderen Arten. Die Kernplatten weisen an den äußeren Flächen eine ziemlich ununterbrochene, scharfe Begrenzung auf, an den einander zugekehrten Innenseiten hat sich dagegen noch kein bestimmterer Kontur ausgebildet, da es hier bislang nicht zu einer Einstellung der Fadenenden in eine Ebene gekommen ist. Die Trennung der Spalthälften der Chromosomen ist bereits zur Tatsache geworden, nur noch einzelne der ursprünglich vereinigten Fadenpaare lassen die frühere Zusammengehörigkeit erkennen.

Über das Nebenkörperchen ist Besonderes nicht zu sagen. Es liegt wie bei den vorerwähnten Formen in der antapicalen Körperhälfte, wo es auch das gleiche Lageverhältnis zu der hinteren Tochterplatte zeigt.

Als Vorbereitung für die Durchteilung des Zelleibes sehen wir eine deutliche Kerbe ausgebildet, die in einem Winkel von etwa 45° gegen die Längsachse des Körpers gerichtet, auf den Äquator des in gleichem Sinne schräg gelagerten Kernes zu einschneidet. An dem Panzer bemerkt man zu dieser Zeit noch nichts von einer sich vorbereitenden Teilung.

Ceratium fusus (EHRENBERG) CLAPARÈDE und LACHMANN.

Hierzu Taf. II, Fig. 16—22.

In den gleichen Fängen, in denen sich die im vorstehenden behandelten Formen fanden, kam in mehr oder minder reichlicher Menge außerdem stets das durch seine gestreckte, fast spindelförmige Gestalt sich deutlich von jenen unterscheidende *Ceratium fusus* vor, das VANHÖFFEN (1896) als Vertreter einer besonderen Gattung (*Amphiceratium*) ansieht. Auch bei diesem Objekt gelang es mir, eine vollständige Reihe von Entwicklungsstadien zu beobachten, die uns den Verlauf der unter Mitose sich abspielenden Zweiteilung im einzelnen näher erkennen lassen. Da die Erscheinungen bei diesem Prozeß eine weitgehende Übereinstimmung mit den ausführlicher geschilderten Vorgängen bei *Ceratium tripos* aufweisen, so glaube ich mich hier etwas kürzer fassen zu dürfen.

Ruhender Kern. — Der Kern von *Ceratium fusus* hat eine länglich runde, annähernd ellipsoidische oder ein wenig eckige Form

Er ist so orientiert, daß seine größte Ausdehnung in die Richtung der Längsachse des Körpers fällt, und zwar hat er seine Lage im vorderen Abschnitt des Körpers, der daran zu erkennen ist, daß er nur ein einziges Horn trägt, wohingegen das Hinterende zwei derartige Fortsätze aufweist, einen vollständig ausgebildeten linken und einen vielfach nur als kleinen Zahn entwickelten rechten.

Im Ruhezustand des Kernes finden wir, wie dies POUCHET (1885, p. 35) und ebenso BÜTSCHLI (1885, p. 549) schon erkannt hatten, die chromatische Substanz bereits in Fäden angeordnet, die sämtlich den Kernraum quer, d. h. in der Richtung der kürzeren Achse durchsetzen. Diese Verhältnisse sind aus Fig. 16 der Taf. II ersichtlich, wo man die Fäden teils parallel zueinander gelagert, teils unter spitzem Winkel sich kreuzend, aber doch alle im wesentlichen die gleiche Hauptrichtung innehaltend das Kerninnere durchziehen sieht. Betrachtet man den Kern in einer derartigen Lage, daß man die Fäden von den Enden her sieht, so bietet er ein gleiches „punktiertes“ Aussehen dar, wie es der Kern von *Ceratium tripos* in entsprechender Orientierung aufweist. An den Fäden selbst konnte ich ähnlich wie bei den Chromosomen von *Aulacantha* bei genauerer Untersuchung eine äußerst feine helle Linie erkennen, die sie der Länge nach durchzieht. In bezug auf die Zahl der Nucleolen scheint die Art hinter den oben behandelten Formen zurückzustehen: Mehr als einen Nucleolus traf ich niemals an. Er zeigte sehr häufig die gleiche periphere Lage, in der man diese Gebilde bei *Ceratium tripos* so oft beobachtet. Eine besondere Kernmembran ist mit Sicherheit nicht nachzuweisen; das feine Häutchen, das man den Kern conservierter Exemplare umgeben sieht, könnte sehr wohl ein Niederschlagsprodukt des Protoplasmas an der Kernoberfläche sein.

Neben dem Kern, und zwar in der Richtung seiner Längsachse, auf der dem Vorderhorn zugewendeten Seite, bemerkt man bald näher, bald etwas entfernter gelegen, ein kleines, blaß gelbliches oder grünlich gelbes kugeliges Gebilde, das schon wiederholt erwähnte Nebenkörperchen, das somit auch dem *Ceratium fusus* nicht fehlt.

Knäuelstadium. — Bereitet sich der Kern zur mitotischen Teilung vor, so findet zunächst eine erhebliche Vergrößerung seiner Längen- und Breitenausdehnung statt, die auch mit einer Veränderung seiner inneren Struktur verbunden ist (s. Fig. 17, Taf. II). An Stelle der mehr oder minder parallel gelagerten Chromatinfäden erfüllen sein Inneres jetzt eine große Menge wirt durcheinander geschlängelter Segmente. Deutlich erkennt man die Enden der ein-

zelen Fadenabschnitte, die vielfach eine Strecke weit frei in das umgebende Protoplasma hineinragen und dadurch klar das Fehlen einer besonderen Kernmembran in dieser Entwicklungsphase erweisen. Eine auch nur annähernde Bestimmung der Zahl der Segmente ist bei der dichten Lagerung und der beträchtlichen Menge nicht wohl möglich. Gleichzeitig mit den geschilderten Veränderungen hat sich auch eine Längsspaltung an den Chromosomen vollzogen, die nunmehr aus zwei durch einen feinen Zwischenraum voneinander getrennten parallelen Fadenabschnitten bestehen. Einen Nucleolus habe ich auf diesem Stadium, wie auch den zunächst folgenden, nicht mehr unterscheiden können.

Stadium der Äquatorialplatte. — Im Gange der Weiterentwicklung findet nun zunächst eine Umordnung der Fadenstücke statt; der Knäuel entwirrt sich und die längsgespaltenen Kernsegmente lagern sich parallel nebeneinander zu einem dicken Körper zusammen, dessen äußere Umrißlinie annähernd ein Viereck bildet oder auch mehr rundlich ist. Fig. 18 auf Taf. II gibt einen derartigen Kernzustand wieder. Man sieht, daß die Fäden mit ihren Außenenden ungefähr in die gleiche Ebene gerückt sind, wodurch an dem Kerngebilde beiderseitig abgeplattete Polflächen entstehen. In ihrem Verlauf sind die Fäden in spitzem Winkel zur Längsachse des Körpers gelagert. Dies hängt damit zusammen, daß die Teilungsebene des Panzers und des Plasmaleibes gleichfalls in schräger Richtung die Zelle durchsetzt. Eine spindelartige Differenzierung an den Polen des Kerngebildes war weder zu dieser Zeit, noch später zu bemerken.

Bildung der Tochterplatten. — Schon bei etwas vorgeschritteneren Stadien der Äquatorialplatte (Taf. II, Fig. 18) macht sich oft einseitig im Äquator des Kerngebildes eine Lockerung der Fadenmassen bemerkbar, in deren Folge sich an dieser Stelle eine freiere Durchsicht bildet. Diese kommt zustande, daß die Chromosomen in der Mitte eine Durchteilung erfahren und auseinanderweichen. Der Ort, wo dieser Vorgang zuerst auftritt, bezeichnet gleichzeitig die Seite, an der späterhin sehr bald von der Oberfläche des Plasmaleibes her eine die beginnende Zerlegung der Zelle ankündigende Kerbe in die Tiefe vordringt.

Die weitere Durchführung des an den Chromosomen auftretenden Querteilungsprozesses bewirkt eine Zerlegung der ganzen Äquatorialplatte in die beiden Tochterplatten. Ein noch ziemlich frühes Stadium dieses Zerlegungsprozesses ist in Fig. 19 auf Taf. II zur Darstellung gebracht worden. Die beiden in Bildung begriffenen

Tochterplatten sieht man durch eine das Kerngebilde im Äquator durchsetzende hellere Teilungsmarke voneinander geschieden. Man erkennt auch hier das Voraufeilen des Teilungsvorganges auf der einen (in der Figur rechten) Seite, wo sich durch Rückwärtskrümmung der hinteren Kernplatte bereits ein größerer Abstand gebildet hat, als auf der entgegengesetzten Seite des Kernes.

Mit der Trennung der Tochterplatten vollzieht sich an diesen aber auch zugleich eine bestimmtere Begrenzung an den Polflächen. Die Chromosomen, die auf dem vorhergehenden Stadium doch nur in beschränkterem Maße nach außen hin einen geschlossenen Stand aufwiesen, stellen ihre Enden in die gleiche, allerdings mehr oder minder gewölbte, Ebene ein; die Konturierung der Außenflächen wird damit eine viel schärfere.

Die geschilderte Art der Teilung führt dazu, daß die Tochterchromosomen, die die beiden Kernplatten zusammensetzen, in diese noch als längsgespaltene Fadenenden eintreten. Allein, sehr schnell, weit eher, als es bei den Tripoceratien die Regel ist, erfolgt die Trennung der Fadenpaare und dann kann man nur hier und da aus Längen- und Lageverhältnis einzelner Fäden auf ihre ursprüngliche Zusammengehörigkeit schließen.

Spätere Tochterplattenstadien und Rekonstruktion der Tochterkerne. Teilung des Plasmakörpers und des Panzers. — Bei dem weiteren Fortschreiten des Teilungsvorganges rücken die Tochterplatten mehr auseinander, womit sich für die hintere Kernplatte gleichzeitig eine Achsendrehung verbindet (s. Fig. 20). Dort, wo die Trennung der Hälften schon von Anfang an voraufeilte, fährt die hintere Tochterplatte fort, in schnellerer Bewegung von der anderen abzurücken, bis sie eine fast parallele Lage zu der nahen Wandung des Panzers erreicht hat und die beiden Kernplatten in einem Winkel von ungefähr 45° gegen einander geneigt erscheinen. Dabei zieht sich die hintere Chromosomenplatte auch meistens etwas in die Länge, so daß sie sich durch ihre bedeutendere Größe von der vorderen unterscheidet.

An der erwähnten Abbildung, die diesen Entwicklungszustand wiedergibt, erkennen wir außerdem auch die schon stark hervortretenden Anzeichen der beginnenden Teilung des Plasmaleibes. Eine kräftige Kerbe schneidet von der hinteren, linken Seite des Körpers (in der Figur unten rechts), in schrägem Verlauf nach vorn zu die Quersfurche kreuzend, in die Tiefe ein. Sie ist auf die Innenfläche der hinteren Tochterplatte gerichtet, in deren nächster Nähe sie sich auch bei ihrem weiteren Vordringen hält.

Das folgende Bild (Fig. 21) führt uns einen etwas späteren Zustand vor Augen. Wir sehen, daß auch die vordere Kernanlage bei dem inzwischen erfolgten weiteren Auseinanderrücken gleichzeitig eine Drehung erfahren hat, und zwar eine Drehung in entgegengesetztem Sinne wie die hintere Kernplatte. Sie liegt jetzt fast quer zur Längsachse des Körpers und die beiden gestreckten Kernanlagen selbst bilden einen annähernd rechten Winkel miteinander.

Nun beginnt auch an den einander zugekehrten ursprünglichen Innenflächen der Tochterplatten die Begrenzung eine schärfere zu werden. Die weiter hervorstehenden Fäden erleiden eine Verkürzung, infolge deren die Umrißlinie in diesem Teile bestimmter wird.

Die in das Protoplasma einschneidende Kerbe hat gleichzeitig an Tiefe zugenommen, sie verläuft dicht an der hinteren Kernplatte entlang, bis zu deren Mitte sie sich in dem vorliegenden Falle erstreckt. An dem Panzer war auf diesem Entwicklungsstadium noch kein Anzeichen der Teilung zu bemerken.

Die Veränderungen, die die jungen Kerngebilde weiterhin noch erfahren, sind aus Fig. 22 ersichtlich. Bei dem dargestellten Zustand hat sich der vordere Kern schon vollkommen rekonstruiert, er zeigt die länglich runde Form und die scharfe Umgrenzung, die dem ruhenden Kerne der Art allgemein zukommt. Auch seine innere Struktur ist eine entsprechende. Es sind zahlreiche dicke Chromatinfäden zu erkennen, die in der Richtung der kürzeren Achse den Kernraum durchsetzen. Der hintere Kern ist äußerlich noch etwas abweichend gestaltet. Er zeigt zwar auch einen bestimmten Grenzkontur, ist aber noch etwas mehr in die Länge gestreckt und stärker gebogen, als es für den voll entwickelten Kern von *Ceratium fusus* die Regel ist. Der feinere Bau ist im übrigen der gleiche, wie bei dem vorderen Kern. Es ist noch zu erwähnen, daß in beiden Kernen zwischen den Chromatinfäden ein Nucleolus zum Vorschein gekommen ist, womit auch in dieser Beziehung der Zustand des Ausgangspunktes erreicht ist.

Was die Durchteilung des Plasmaleibes betrifft, so hat sich die Kerbe jetzt zu einem vollständigen Spalt vergrößert, der den Körper schräg zur Längsachse von einer Seite zur anderen durchsetzt. Seiner ursprünglichen Lage entsprechend, verläuft er näher an dem hinteren Kerne als an dem vorderen.

Eine besondere Erwähnung verlangt noch das Nebenkörperchen, das seinen Platz vor dem Kern im apicalen Teile des Körpers hat. Es behält während aller Veränderungen, die sich

an dem Organismus abspielen, seine Lage bei, ohne auch irgend eine Beteiligung an den Vorgängen zu verraten. Bei der Durchteilung des Körpers geht es dann auf den einen, und zwar den vorderen, Schizonten über, während der hintere Sprößling nur auf dem Wege der Neubildung in den Besitz eines eigenen Nebenkörperchens gelangen kann.

Bezüglich der Zerlegung des Panzers habe ich noch zu bemerken, daß dieser Vorgang sich in ganz ähnlicher Weise wie bei den Tripoceratien abspielt, daß also auch im vorliegenden Falle das eine Individuum die vordere, das andere die hintere Hälfte des Skelets erhält und jedes den fehlenden anderen Teil durch Neubildung zu ergänzen hat.

Die beginnende Trennung der Panzerhälften ist in Fig. 22 zu erkennen. An den äußeren Enden des Plasmaspaltes zeigt auch die feste Körperhülle jederseits eine Unterbrechung; die Kanten der beiden Teile greifen sogar ein wenig übereinander.

Bei der Zerlegung des Panzers erfolgt eine ganz gesetzmäßige Verteilung der Platten auf die beiden Sprößlinge, indem ein Auseinanderweichen der Skelethälften längs bestimmter Nähte vor sich geht, deren Verlauf im wesentlichen mit der Richtung des Plasmaspaltes zusammenfällt. Im übrigen kann ich mich wegen näherer Einzelheiten auch hier mit einem Hinweis auf die Untersuchungen KOFOID'S (1907 und 1909) über den Bau des Panzers von *Ceratium* und die Art der Panzerteilung bei der Schizogonie begnügen. Der genannte Autor gibt speziell auch Abbildungen von den bei *Ceratium fusus* in dieser Beziehung bestehenden Verhältnissen (l. c.; p. 179, Fig. 3 und 4).

Über direkte Kernteilung und Erscheinungen der Knospung liegen für *Ceratium fusus* bislang keine Beobachtungen vor.

Dagegen hat festgestellt werden können, daß bei unserer Art auch Kettenbildung vorkommt. Zum Unterschied von einer ganzen Reihe von Formen, bei denen Ketten mit Individuenzahlen bis zu zwanzig nichts Ungewöhnliches sind, sehen wir bei *Ceratium fusus*, wie auch bei noch einigen anderen Formen, selten mehr als zwei Individuen zu einem kettenartigen Gebilde zusammengefügt. Es werden hier außerdem solche Vereinigungen vergleichsweise weniger häufig angetroffen. Auch für *Ceratium fusus* wurden die ersten derartigen Funde von MICHAELIS (1830) gemacht.

Über Beobachtungen, aus denen vielleicht auf das Bestehen geschlechtlicher Fortpflanzung bei *Ceratium fusus* geschlossen werden kann, wird von POUCHET (1885) berichtet. Seine hierauf

bezüglichen Abbildungen (l. c.; Taf. 2, Fig. 5) zeigen zwei Fälle, in denen je zwei Individuen der in Rede stehenden Art in paralleler Orientierung, mit nebeneinander liegenden Querfurchen, vereinigt erscheinen.

Schlufsbemerkungen.

Die oben mitgeteilten Beobachtungen an marinen Ceratien geben mir Veranlassung, hier auf einzelne Punkte zurückzukommen. Vor allen Dingen ist es das Verhalten der chromatischen Substanz, über das einige weitere Bemerkungen am Platze sein dürften. Außerdem möchte ich noch einmal die Frage nach der Natur des Nebenkörperchens berühren.

Um den zweiten Gegenstand vorwegzunehmen, sei zunächst erwähnt, daß an früheren Beobachtungen nichts vorliegt, was sicheren Aufschluß über die Herkunft und Bedeutung der in Rede stehenden Bildung gäbe. Ob sie mit den sog. Stigmen anderer Flagellatenformen in gleiche Linie zu stellen ist, erscheint fraglich, obwohl nach LIEBERKÜHN'S Angabe bei einer als *Ceratium tetraceros* bezeichneten Form ein „Augenfleck“ vorhanden sein soll.¹⁾ Um eine fettige oder ölartige Substanz, wie sie sich bei *Ceratium hirundinella* in Gestalt eines, selten mehrerer ziegelroter Tropfen gewöhnlich nahe der Basis des rechten Hinterhornes findet,²⁾ kann es sich bei unserem Objekt nicht wohl handeln, da der Körper weder durch starken Alkohol gelöst, noch durch Osmium geschwärzt wird.

Wie gezeigt wurde, finden sich Nebenkörperchen bei Angehörigen aller drei Untergattungen, bei Arten des Subgenus *Euceratium*, *Bi-* und *Amphiceratium*, doch bestehen im Hinblick auf Lage und späteres Schicksal der Gebilde gewisse Unterschiede. Bei den *tripos-*artigen Formen, also den Tripo- oder Euceratien, und ebenso den Biceratien, pflegt das Nebenkörperchen, soweit Vertreter dieser Gruppen

¹⁾ Vgl. BÜTCHLI 1885 a, p. 970. — SCHILLING (1891) bezweifelt allerdings die Richtigkeit dieser Angabe LIEBERKÜHN'S, indem er betont, daß bis dahin keine *Ceratium*-Art mit Augenfleck bekannt geworden sei. Auch SCHÜTT (1895) gibt an, bei Ceratien nie Stigmen gesehen zu haben. Andererseits findet sich bei SCHÜTT (l. c., p. 98 u. 99) eine Stelle, an der er über einen Versuch berichtet, der die Lichtempfindlichkeit von *Ceratium fusus* erweist, doch soll diese Eigenschaft der genannten Form (wie so manchen anderen niederen Organismen) zukommen, ohne daß besondere Lichtperzeptionsorgane entwickelt seien.

²⁾ Vgl. LAUTERBORN 1895.

untersucht werden konnten, seinen Platz an der hinteren Seite des Kernes zu haben, wo es auch während des Teilungsprozesses verbleibt. Bei den Amphiceratien, wenigstens bei dem hierher gehörenden *Ceratium fusus*, liegt das Nebenkörperchen dagegen an der Basis des Apicalhornes, mithin vor dem Kern.

Beschränkt man sich bei der Betrachtung allein auf die Tripoceratien, so könnte man ja vielleicht auf Grund der konstanten Lage des Nebenkörperchens über der Fläche der Äquatorialplatte, resp. im Bereiche der einen Tochterplatte, zu der Annahme geführt werden, daß das erwähnte Kügelchen von irgendeiner Bedeutung für den Ablauf des Kernteilungsprozesses sei. Tatsächlich aber kann dem Nebenkörperchen offenbar eine aktive Rolle bei der Teilung des Kernes nicht zukommen. Das zeigt vor allen Dingen sein Verhalten bei *Ceratium fusus*, wo es überhaupt in keinerlei Beziehungen zur Teilungsfigur tritt, sondern ganz abseits des sich halbierenden Kernes liegend angetroffen wird.

Wechselnd gestaltet sich auch das schließliche Geschick des Nebenkörperchens in den angezogenen Fällen. Für *Ceratium tripos* und die nächstverwandten Formen konnte ich feststellen, daß das Kügelchen während der Regeneration der Tochterkerne seinen früheren Platz verläßt, nach dem Protoplasmaspalt hinwandert und offenbar bei der Teilung des Zellkörpers ausgestoßen wird. Infolgedessen gehen die jungen Schizonten, was diese Bildung betrifft, alle beide leer aus. *Ceratium fusus* verhält sich auch in diesem Punkte wieder anders. Hier verbleibt das Nebenkörperchen einem der beiden Teilspößlinge, und zwar demjenigen, auf den das Vorderende des Körpers entfällt, nur der hinteren Körperhälfte wird es vorenthalten. Da wir bei vollentwickelten Individuen der verschiedenen untersuchten Arten jedoch überall ein Nebenkörperchen wieder antreffen, so muß es in allen denjenigen Fällen neu entstehen, wo es bei der Teilung in der einen oder anderen Weise verloren ging.

Geht nun das Nebenkörperchen aus Substanzen des Kernes hervor oder wird es von Teilen des Protoplasmaleibes gebildet? Es wäre sehr wohl mit der Möglichkeit zu rechnen, daß wir in dem Nebenkörperchen eine Bildung nuclearen Ursprungs vor uns haben, daß es ausgestoßene Teile des Kernes sind.

Daß wirklich Bestandteile des *Ceratium*-Kernes im Verlauf der Lebensprozesse an das umgebende Protoplasma abgegeben werden, konnte ich in mehreren Fällen feststellen, und zwar handelt es sich dabei um Nucleolarsubstanzen. Wiederholt traf ich Kernkörperchen derartig oberflächlich im Kern gelegen an, daß sie zur Hälfte in

das angrenzende Protoplasma hineinragten, ja, verschiedentlich fand ich sie bereits so weit ausgetreten, daß sie fast rings von Protoplasma umgeben waren und sie an der Stelle, wo sie den Kern berührten, nur noch eine kleine, flache Einbuchtung der Umrißlinie verursachten (vgl. Fig. 26, Taf. III).¹⁾

Wollte man annehmen, daß eine Beziehung zwischen dem Nebenkörperchen und diesen aus dem Kern stammenden Gebilden besteht, so würde die gelegentlich recht beträchtliche Zahl von Nucleolen es plausibel erscheinen lassen, daß hin und wieder mehrere Nebenkörperchen vorhanden sein können, wobei gleichzeitig aber auch auf die häufig bestehende Schwierigkeit einer sicheren Unterscheidung der letzteren von Protoplasmaeinschlüssen anderer Art hingewiesen sein soll.

Allerdings müßte man, die angedeuteten Beziehungen vorausgesetzt, schon annehmen, daß die Nucleolensubstanz mit dem Übertritt in das Protoplasma eine Veränderung erfährt,²⁾ denn, abgesehen von der manchmal recht intensiv grünen oder gelbgrünen Färbung der Nebenkörperchen, ist auch das Verhalten der in Rede stehenden beiden Arten von Bildungen Farbstoffen gegenüber ein verschiedenes. So färben sich die Nucleolen z. B. stark mit Eisenhämatoxylin, während die Nebenkörperchen durch dieses, wie auch andere Färbemittel untingiert bleiben.

Es läge auch nahe, daran zu denken, daß das stäbchenförmige Gebilde, in dem sich teilenden, beziehungsweise sich zur Teilung vorbereitenden Kern von *Ceratium hirundinella*, über dessen Bedeutung LAUTERBORN im unklaren blieb, etwas Ähnliches sei, wie der Nebenkörper der marinen Ceratien, der bei der Süßwasserart im Innern des Kernes verbliebe. Da aber LAUTERBORN angibt, daß das Stäbchen sich wie ein Nucleolus färbt und ich selbst auch vielfach bei in Teilung begriffenen Kernen meines Materials in die Länge gestreckte, oft kommaförmige Nucleolen zwischen den Chromatinfäden sah, so halte ich es mit LAUTERBORN für am wahrscheinlichsten,

¹⁾ Hin und wieder konnte ich auch das Austreten chromatischer Substanzen aus dem Kern beobachten (Chromidienbildung). Es waren dann minimale, stark gefärbte Kügelchen, die in großer Zahl in nächster Umgebung rings um den Kern sichtbar waren. Auf einem vorhergehenden Stadium bemerkte ich diese Chromatinkügelchen im Innern des Kernes.

²⁾ Ich erinnere bei dieser Gelegenheit an eine Beobachtung PROWAZEK'S (1910, p. 243), nach der bei Colpidien aus dem zerplatzten Kern in das Protoplasma übergetretene chromatische Bestandteile sich nach einiger Zeit nicht mehr so intensiv mit Hämatoxylin färben und „an Ort und Stelle einer chemischen Umwandlung zu unterliegen scheinen“.

daß in dem stäbchenförmigen Körper seines Objekts ebenfalls nur ein durch besondere Gestalt ausgezeichneter Nucleolus vorliegt.

Ich bin auch sehr im Zweifel, ob man mit der Annahme, daß das Nebenkörperchen ein aus überschüssigen oder verbrauchten Kernteilen bestehendes Gebilde sei, das Richtige treffen würde. Das Auftreten zahlreicher Vacuolen in seinem Innern (Taf. II, Fig. 11), deren Inhalt, wie es scheint, in das umgebende Plasma entleert werden kann (Taf. II, Fig. 14), legt im Gegenteil den Gedanken nahe, daß an diesen Stellen ein lebhafterer Stoffwechsel vor sich geht.

Ebenso habe ich den Eindruck gewonnen, daß sich das Nebenkörperchen selbständig zu teilen vermag. Wiederholt sah ich Gebilde dieser Art, die aus zwei durch einen mehr oder minder schmalen Spalt getrennten halbmondförmigen Hälften bestanden (vgl. Taf. III, Fig. 31). Auch die anderen abgebildeten Fälle, in denen man zwei Nebenkörperchen dicht zusammen liegen sieht, können vielleicht in diesem Sinne gedeutet werden.

Das erwähnte Verhalten könnte im Verein mit der besonderen Färbung zu der Vermutung führen, daß hier ein den Chromatophoren zuzurechnendes Gebilde, oder auch ein pflanzlicher Symbiont vorliege. Letzteres ist aber schon deswegen unwahrscheinlich, weil ein Kern nicht nachweisbar ist; in beiden Fällen wäre außerdem anzunehmen, daß der Farbstoff bei der Herstellung der Präparate ausgezogen sein würde.

Am meisten Wahrscheinlichkeit kommt, falls es sich nicht doch um eine der Lichtperzeption dienende Differenzierung handelt, wohl der Annahme zu, daß hier eine besondere Art von Bildung vorliegt, die zusammen mit den Chromatophoren in die Reihe der Stoffwechsel- oder Umsetzungsorgane (Plastiden) zu zählen ist.¹⁾

Das konstante Vorkommen im Körper der marinen Ceratien, die bestimmte Lage im Verhältnis zum Kern, die als Regel geltende Verdoppelung im Falle der direkten Kernteilung, alle diese Tatsachen müssen jedenfalls zu der Vorstellung führen, daß das Nebenkörperchen nicht ohne Bedeutung für den Verlauf der Lebenserscheinungen in der Zelle ist. Es wird aber noch weiterer Untersuchungen an lebendem Material bedürfen, um in dieser Frage völlige Klarheit zu schaffen.²⁾

¹⁾ Vgl. hierzu SCHÜTT (1895, p. 72 ff.).

²⁾ Bei diesen weiteren Untersuchungen wäre auch die Frage ins Auge zu fassen, ob nicht vielleicht das Nebenkörperchen der Sitz des Leuchtvermögens bei den marinen Ceratien ist.

Ich wende mich jetzt dem Verhalten des Kernes bei der Teilung zu und möchte speziell noch einige Bemerkungen über die Chromosomenfrage bei *Ceratium* anfügen, da in dieser Richtung gewisse Besonderheiten hervorzuheben sind, die auch allgemeinere Fragen cytologischer Forschung berühren.

Wie wir gesehen haben, bestehen in dem Verlauf der Mitose bei der Schizogonie nicht geringe Unterschiede zwischen *Ceratium hirundinella* und den von mir untersuchten *Ceratium*-Formen des Meeres. Legen wir bei unserem Vergleich die Angaben LAUTERBORN'S über die Kern- und Zellteilung der genannten Dinoflagellatenart des Süßwassers zugrunde, so bemerken wir, daß das Stadium des lockeren Knäuels, in dem zahlreiche, mit deutlichem Längsspalt versehene Chromosomen wirt durcheinander geschlungen sind, bei der letzteren Form fehlt. Die einfachen, dünnen Chromatinfäden, die sich zur Bildung der Äquatorialplatte parallel nebeneinander lagern, erfahren nur eine einzige Halbierung, und zwar eine Querteilung im Äquator des Kerngebildes, sie treten also auch als einfache Fadenenden in die Tochterplatten ein. Ebenso erfolgt späterhin keine weitere Längsspaltung der Chromosomen mehr.¹⁾ Anders bei den marinen Arten, wo auf den Zustand des lockeren Knäuels mit seinen, einen Längsspalt aufweisenden Fadenabschnitten gleichfalls eine Querteilung im Stadium der Äquatorialplatte folgt, so daß die dabei gebildeten Tochterplatten aus Doppelfäden bestehen. In diesem Falle vollzieht sich eine Trennung der Spalthälften im weiteren Verlaufe der Entwicklung.

Während also bei *Ceratium hirundinella* infolge der einmaligen Querteilung nur eine Verdoppelung der Chromosomenmenge erfolgt und jeder Schizont eine der Hälften, also die ursprüngliche Zahl von Fadenenden erhält, erfährt bei den marinen Ceratien die Menge der Kernsegmente durch die zweimalige Teilung derselben eine Vermehrung auf das Vierfache und jeder Teilsproßling muß nach der Rekonstruktion seines Kernes das Doppelte der ursprünglichen Chromosomenzahl aufweisen.

LAUTERBORN erklärt sich für sein Objekt dagegen, die Teilungsart des Kernes als Mitose zu bezeichnen, da sie bei dem Fehlen einer achromatischen Spindel und ebenso einer Längsspaltung der

¹⁾ Allerdings zeigen LAUTERBORN'S Figuren (Taf. XII) die Kernsegmente größtenteils in paariger Lage, der genannte Autor rechnet auch mit der Möglichkeit, daß je zwei miteinander am äußeren Ende verbunden sind und es sich also um Schleifen handelt. Eine Längsspaltung wurde jedoch, wie ausdrücklich betont wird, nicht beobachtet.

chromatischen Elemente höchstens als ein Mittelding zwischen direkter und indirekter Kernhalbierung angesehen werden könne. Demgegenüber müssen wir bei den marinen Ceratien von einer, wenn auch modifizierten mitotischen Kernteilung sprechen. Auf das Vorkommen einer spindelartigen Differenzierung möchte ich zwar kein allzu großes Gewicht legen; eine typische, vollständige Spindel findet sich ja auch bei den von mir untersuchten Formen gar nicht entwickelt, es sind nur Andeutungen eines derartigen Gebildes festzustellen, die zudem nur in einzelnen Fällen unter günstigen Verhältnissen erkennbar waren. Dagegen liegt eine unverkennbare Längsspaltung der Chromosomen vor, die, schon frühzeitig angelegt, allerdings erst in den Schlußphasen nach Trennung der Tochterplatten zur Durchführung kommt, so daß also die Spaltheilfäden nicht auf die beiden Tochterkerne verteilt werden, sondern einem und demselben Kern zufallen. Da außerdem aber noch eine Querteilung der Kernsegmente besteht, so sind einerseits gewisse wesentliche Vorbedingungen der Mitose erfüllt, andererseits aber auch charakteristische Abweichungen von dem typischen Verlauf dieser Kernteilungsart zu bemerken.

Auch noch andere Betrachtungen, die mit den berührten Fragen jedoch im engsten Zusammenhange stehen, drängen sich auf. Ich habe den Zustand des lockeren Knäuels mit seinen längsgespaltene Chromatinfäden bei den marinen Ceratien mit dem Stadium des segmentierten Knäuels der echten Mitose in gleiche Linie gestellt und glaube das mit vollem Recht tun zu dürfen. Daß es sich nicht um eine Spaltung, sondern um eine paarige Zusammenlagerung der einzelnen Fadenenden handeln sollte, halte ich aus mehrfachen Gründen für ausgeschlossen. Von vornherein wäre zwar eine solche Annahme nicht ganz von der Hand zu weisen; es könnte sich dabei ja um eine Formation handeln, die den Vorgang der Umlagerung und der gleichmäßigen Teilung erleichtert. Allein, es wäre bei der erheblichen Zunahme der Größe des Kernes zunächst schon eine viel stärkere Auflockerung seines Gefüges zu erwarten. Immerhin wollte ich diese Möglichkeit nicht außer Betracht lassen, weil in diesem Falle eine spätere Trennung der Parallelfäden keine Verdoppelung der Chromosomenzahl brächte, wie sie infolge der Längsspaltung tatsächlich zustande kommt.

Allerdings begegnen uns, wenn wir die Entstehung des Knäuelzustandes ins Auge fassen, bei den marinen Ceratien insofern besondere Verhältnisse, als es nicht zur Ausbildung eines einzigen oder mehrerer langer Fadenenden kommt, die durch Segmentierung

in kurze Abschnitte zerfallen. Es findet eine solche Art der Segmentbildung überhaupt nicht statt und so kann auch die Querteilung der Chromosomen in der Äquatorialplatte nicht etwa als eine verspätete Segmentierung aufgefaßt werden.

Ich habe, wie ich noch hinzufügen will, auch nie zwischen den Enden der Fadenabschnitte im Knäuelstadium Verbindungen gefunden, was namentlich dort deutlich zu entscheiden war, wo Fadenstücke frei in das umgebende Protoplasma hineinragten. Was die Entstehung der Segmente betrifft, so möchte ich annehmen, daß sie schon im ruhenden Kern vorgebildet sind und daß die Fadenabschnitte des Knäuels den ursprünglichen Einzelfäden entsprechen, die bei der Bildung des Knäuels eine Längsspaltung und Umlagerung erfahren. Entspricht aber die Zahl der Doppelfäden des Knäuels und der Äquatorialplatte derjenigen der vorher vorhandenen Einzelenden, so muß die Querteilung auch eine Verdoppelung der Chromosomenzahl bewirken und es wäre an der als Endresultat sich ergebenden Vervierfachung der Menge der Kernsegmente nicht zu zweifeln.

Die Richtigkeit der hier gemachten Annahme vorausgesetzt, würde sich uns im vorliegenden Falle, wo schon im ruhenden Kern das Chromatin sich in Gestalt fadenförmiger Abschnitte findet, ein Beispiel dafür bieten, daß die Chromosomen dauernde Gebilde wären. Sie könnten hier also nicht, wie DELLA VALLE (1909, p. 158) allgemein will, als „organizzazioni temporanee e variabili della cromatina“ angesehen werden, „che si formano alla profase e si ridissolvono alla telofase“.

Diese Befunde bei *Ceratium* gewinnen nun ein besonderes Interesse, wenn man sie mit den bei *Aulacantha scolymantha* H. von mir (1900) festgestellten Verhältnissen vergleicht.

Schon hinsichtlich der großen Zahl der Chromosomen ähneln sich die genannten Objekte im allgemeinen; außerdem tritt aber in einzelnen Phasen der Kernteilung noch eine besondere Übereinstimmung hervor. Ich erwähne nur nebenbei den Knäuelzustand, ferner die Äquatorialplatte, in der die Kernsegmente in paralleler Anordnung zu einem dichten Körper nebeneinander gelagert sind. Vor allen Dingen aber weise ich auf das Stadium der Tochterplatten hin. Das Bild, das sich uns hier bei den marinen Ceratien bietet, ist im wesentlichen dasselbe, wie wir es bei der tripyleen Radiolarienart antreffen. Man vergleiche beispielsweise die mitotische Figur unserer Abbildung 23 auf Tafel III mit einem entsprechenden Entwicklungszustand des Kernes von *Aulacantha*. In beiden Fällen

haben wir die gleiche Gestaltung der Kernplatten vor uns. Dadurch, daß die Chromosomen mit den Außenenden in eine und dieselbe Ebene gerückt sind, weisen die Platten an den Polflächen einen scharfen Kontur auf, während sich an den einander zugewandten Innenflächen infolge eines mehr oder minder weiten Hervorragens der einzelnen Fadenenden eine unbestimmtere Begrenzung zeigt. So gewähren denn die Tochterplatten hier wie dort den gleichen, etwa büstenartigen Anblick.

Nicht minder ähnlich sind gewisse spätere Stadien. Betrachten wir z. B. Fig. 9 unserer Taf. I, so sehen wir, wie die Tochterplatten eine Einsenkung ihrer Außenflächen erfahren haben; die Platten haben sich biconcav gegeneinander gekrümmt und die jungen Kernanlagen sind dadurch zu schüsselförmigen Gebilden umgestaltet worden, deren Wandung die senkrecht zur Fläche gestellten, infolge der Krümmung radiär angeordneten Chromatinfäden bilden. Dieser Vorgang, der die Rekonstruktion der Tochterkerne einleitet, entspricht ganz dem, was wir bei *Aulacantha* beobachten, und man braucht zum Vergleich nur einen Blick auf die von mir in meiner *Aulacantha*-Arbeit (Teil I, Textfigur V—X) gegebenen Abbildungen zu werfen, um den Parallelismus der Vorgänge klar zu erkennen.

Allein, nicht nur in den Verhältnissen der äußeren Gestaltung, auch im Hinblick auf die feineren Vorgänge herrschen bemerkenswerte Übereinstimmungen.

Auch bei *Aulacantha* findet eine zweimalige Teilung der Kernsegmente statt, nur handelt es sich in diesem Falle um zwei Längsspaltungen und die erste Halbierung findet bereits vor der Bildung der Äquatorialplatte statt, wohingegen die zunächst erfolgende Querteilung der Chromatinfäden bei den Ceratien im Äquatorialplattenstadium, bzw. bei der Zerlegung der Kernplatte in die beiden Tochterplatten, sich vollzieht.

Weit vollkommener ist der Parallelismus der Erscheinungen gelegentlich der zweiten Chromosomenhalbierung. Sowohl bei *Aulacantha*, als auch bei den von mir untersuchten marinen Ceratien treten die Kernsegmente mit einem Längsspalt versehen in die Äquatorialplatte ein, jedoch hier wie dort kommt es bei der Trennung der Fadenhälften nicht zu einer Verteilung der Paarlinge auf die sich bildenden Tochterkerne, sondern in beiden Fällen bleiben die Spaltungsprodukte zusammen auf der gleichen Seite, fallen also demselben Kern zu.

Bei *Aulacantha*, wo das Auseinanderweichen der Parallelfäden der Paare bereits in der Äquatorialplatte seinen Anfang nehmen kann,

ist durch die besondere Gruppierung der Kernsegmente, die in diesem Stadium schon ihre Zugehörigkeit zur einen oder anderen Seite erkennen lassen, für die besondere Art der Verteilung der Chromosomen vorgesorgt. Bei den Ceratien kann eine Repartierung derart, daß jede Tochterplatte eine der beiden Spalthälften erhält, schon deswegen nicht stattfinden, weil die Trennung der Paarlinge erst im Anschluß an die Teilung der Äquatorialplatte, d. h. also im Stadium der Tochterplatten vor sich geht.

Wenn auch auf etwas verschiedene Weise, so führen doch die Vorgänge im einen, wie im anderen Falle zu dem gleichen Endziel. Sowohl bei *Aulacantha*, wie auch bei den marinen Ceratien muß infolge der zweimaligen Chromosomenteilung die Kernhalbierung eine Verdoppelung der Zahl der Kernsegmente bewirken, aber auch in beiden Fällen scheint in dem Wechsel der Mitose und der Amitose ein Weg gegeben zu sein, auf dem wieder eine Herabsetzung der Chromosomenmenge auf die normale Höhe erreicht wird.

Ich habe mich über die Bedeutung der direkten Kernteilung als regulatorischer Prozeß schon im zweiten Teil meiner *Aulacantha*-Arbeit (1909, p. 231 ff.) mit Rücksicht auf das dort behandelte Objekt eingehender ausgesprochen. Bei den marinen Ceratien liegen die Dinge augenscheinlich ganz ähnlich. Die zunächst wenigstens für eine dieser Formen festgestellte amitotische Kernhalbierung dürfte auch hier als Mittel dienen, einen Ausgleich der andernfalls zu übermäßiger Höhe ansteigenden Chromosomenzahl herbeizuführen. Dieser Annahme entspricht auch die Art der Kernteilung, die bei der Amitose in der Weise vor sich geht, daß bei der Halbierung des Kernes die Trennungsebene parallel zu den Kernfäden verläuft, so daß letztere einfach in zwei Gruppen gesondert werden.

Es scheint auch, als ob wirklich ein starker Wechsel in der Zahl der Kernfäden besteht. Ich brauche in dieser Beziehung nur an die oben (S. 6 u. 7) hervorgehobene Verschiedenheit im Aussehen des ruhenden Kernes zu erinnern, dessen Chromatinelemente bald außerordentlich dicht, bald auffallend locker gelagert erscheinen. Sollte ich nach den großen und dichten Kernen meines Materials eine Chromosomenzahl für *Ceratium tripos* angeben, so würde ich diese in den ungeteilten Mutterkernen auf eine Höhe bis zu 200 normieren.

Im Gegensatz zu *Aulacantha* jedoch, wo der Kern gewissermaßen aus einer Vielheit sekundärer Kernanlagen besteht, die hier durch je ein Chromosom repräsentiert werden (polyenergider Kern), und wo Fortpflanzung mittels Schwärmerbildung stattfindet, die unter

Auflösung des Primärkernes in die einzelnen Segmente vor sich geht, wissen wir bei den marinen Ceratien nichts von einer Erzeugung zahlreicher Fortpflanzungskörper, wobei den Chromosomen vielleicht eine ähnliche selbständige Rolle zufallen könnte, wie bei der genannten Radiolarienart.

Lassen die Erscheinungen bei dem letzteren Objekt infolge des besonderen Lichtes, in dem die Kernsegmente erscheinen, eine von der geläufigen Auffassung der Mitose abweichende Deutung des Teilungsvorganges zu, so erscheint uns der Kern der marinen Ceratien als ein durchaus einheitliches Gebilde und die Mitose nur als ein gegenüber dem typischen Verlauf in besonderer Weise modifizierter derartiger Kernteilungsmodus.

Ich wies schon in meiner Arbeit über *Aulacantha* auf die in der zweimaligen Spaltung der Chromosomen sich darbietenden Anklänge an die Vorgänge bei den Reifungsteilungen verschiedener Objekte hin. Man wird bei den Teilungserscheinungen der Ceratien wiederum an die Prozesse der Reifung der Geschlechtszellen erinnert; ich verweise beispielsweise auf die Befunde RÜCKERT's (1894) an Copepodeneiern, wo außer der Längsspaltung auch noch eine Querteilung der einzelnen Chromosomen zu beobachten ist.

Ganz abgesehen aber davon, daß bei den Ceratien die beiden Chromosomenteilungen in demselben Zellhalbierungsschritt zur Vollendung kommen, hat der Vorgang im einzelnen natürlich hier und dort eine ganz verschiedene Bedeutung. Es sei weiter auch auf die von RÜCKERT (l. c., p. 328 u. 329) speziell für *Diaptomus gracilis* mitgeteilte Beobachtung hingewiesen, daß in den Tochterplatten des zweiten Furchungskernes deutlich längsgespaltene Chromosomen angetroffen wurden. Hier handelt es sich ebenfalls nur um eine verfrühte Teilung der Kernsegmente, die mithin auch außerhalb der Reifungsperiode vorkommen kann. Als etwas wesentlich anderes erscheinen die Vorgänge bei marinen Ceratien. In diesem Falle liegt, ähnlich wie bei *Aulacantha*, ein rein vegetativer Zellteilungsprozeß vor, der zwei zur Vollendung gelangende Halbierungen der Chromosomen aufweist, und es dürfte nicht ganz leicht sein, für die Entstehung dieser Komplikation oder die Bedeutung, die der Erscheinung in dem Gang der Lebensprozesse zukommt, schon heute eine allgemein befriedigende Erklärung zu geben.

Literaturverzeichnis.

- ALLMAN, G. J. (1855): Observations on Aphanizomenon Flos-aquae, and a species of Peridinea. in: Quart. Journ. micr. sc. Vol. III 1855.
- APSTEIN, C. (1910): Über Knospung bei Ceratium. in: Schriften d. Naturw. Vereins für Schleswig-Holstein Bd. 14 1910.
- BERGH, R. S. (1882): Der Organismus der Cilioflagellaten. in: Morpholog. Jahrb. Bd. 7 1882.
- (1887): Über den Teilungsvorgang bei den Dinoflagellaten. in: Zool. Jahrb. Bd. 2 1887.
- BLANC, H. (1885): Note sur le Ceratium hirundinella (O. F. MÜLLER). Sa variabilité et son mode de reproduction. in: Bull. soc. Vaudoise des sciences naturelles Vol. 20 1885.
- BORGERT, A. (1900): Untersuchungen über die Fortpflanzung der triplyleen Radiolarien, speziell von Aulacantha scolymantha H. I. Teil. in: Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontog. d. Tiere, Bd. 14 1900.
- (1909): Derselben Arbeit II. Teil. in: Arch. f. Protistenk. Bd. 14 1909.
- BRÄUER, A. (1894): Über die Encystierung von Actinosphaerium eichhorni EHRBG. in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 58 1894.
- BÜTSCHLI, O. (1885): Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der sog. Cilioflagellaten und der Noctiluca. in: Morphol. Jahrb. Bd. 10 1885.
- (1885a): Protozoa. in: BRONN's Klassen u. Ordn. des Tierreichs Bd. 1 Abt. II, Mastigophora, 1885.
- DADAY, E. v. (1907): Planktontiere aus dem Victoria Nyanza. Sammelausbeute von A. BORGERT, 1904—1905. in: Zool. Jahrb., Abt. f. Syst., Geogr. u. Biolog. d. Tiere, Bd. 25 1907.
- DELLA VALLE, P. (1909): L'organizzazione della cromatina studiata mediante il numero dei cromosomi. in: Archivio Zoologico Vol. 4 Fasc. 1. Napoli 1909.
- DOGIEL, V. (1906): Beiträge zur Kenntnis der Peridineen. in: Mitteil. a. d. Zool. Station zu Neapel Bd. 18 Heft 1 1906.
- ENTZ, G. (1905): Beiträge zur Kenntnis der Peridineen. I. Die Peridineen des Quarnero und das Variieren mariner Ceratien. II. Homologie des Panzers und der Teilung der Phalacromeen und Ceratien. in: Math. u. naturw. Ber. aus Ungarn Bd. 20 1905.
- HERTWIG, R. (1884): Die Kernteilung bei Actinosphaerium eichhorni. Jena 1884.
- KBPEN, N. (1899): Hyalosaccus Ceratii nov. gen. et sp. in: Mem. soc. des naturalistes. Kiew 1899. (Russisch.)
- KLEBS, G. (1883): Über die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. in: Untersuchungen a. d. Botan. Institut zu Tübingen Bd. 1 Heft 2 1883.
- KOFOID, CH. A. (1907): The plates of Ceratium with a note on the unity of the genus. in: Zool. Anz. Bd. 32 Nr. 7 1. Okt. 1907.
- (1908): Exuviation, Autotomy and regeneration in Ceratium. in: University of California Publications in Zoology Vol. 4 22. April 1908.
- (1909): Mutations in Ceratium. in: Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College Vol. 52 No. 13 1909.

- LAUTERBORN, R. (1895): Protozoenstudien. I. Kern- und Zellteilung von *Ceratium hirundinella* O. F. M. in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 59 1895.
- LOHMANN, H. (1908): Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehalts des Meeres an Plankton. in: Wissensch. Meeresuntersuchungen, herausgegeben von der Komm. zur Unters. d. deutsch. Meere in Kiel u. d. Biol. Anstalt auf Helgoland. Abt. Kiel N. F. Bd. 10 1908.
- MICHAELIS, G. A. (1830): Über das Leuchten der Ostsee nach eigenen Beobachtungen nebst einigen Bemerkungen über diese Erscheinung in anderen Meeren. Hamburg 1830.
- MINKIEWICZ, R. (1900): Note sur le saison-dimorfisme chez le *Ceratium furca* DUJ. de la Mer Noire. in: Zool. Anz. Bd. 23 1900.
- OSTENFELD, C. H. (1909): Notes on the Phytoplankton of Victoria Nyanza, East Afrika. in: Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College Vol. 52 No. 10 1909.
- PAULSEN, O. (1908): Peridiniales. in: BRANDT und APSTEIN, Nordisches Plankton XVIII 1908.
- POUCHET, G. (1883): Contribution à l'histoire des Cilio-Flagellés. in: Journ. de l'Anat. et de la Physiol. Vol. 19 1883.
- (1885): Nouvelle contribution à l'histoire des Péridiniens marins. in: Journ. de l'Anat. et de la Physiol. Vol. 21 1885.
- PROWAZEK, S. v. (1910): Giftwirkung und Protozoenplasma. in: Arch. f. Protistenk. Bd. 18 1910.
- RÜCKERT, J. (1894): Zur Eireifung bei Copepoden. in: Anat. Hefte von MERKEL u. BONNET I. Abt. Bd. 4 1894.
- SCHAUDINN, F. (1895): Über die Teilung von *Amoeba binucleata* GRUBER. in: Sitz-Ber. Ges. naturf. Freunde Berlin Jahrg. 1895.
- SCHILLING, A. J. (1891): Die Süßwasser-Peridineen. in: Flora 1891.
- SCHÜTT, F. (1895): Die Peridineen der Plankton-Expedition. I. Teil. in: Ergebn. der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung Bd. IV. M. a. A. 1895.
- VANHÖFFEN, E. (1896): Das Genus *Ceratium*. in: Zool. Anz. Bd. 19 1896.
- ZEDERBAUER, E. (1904): Geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung von *Ceratium hirundinella*. in: Ber. deutsch. Botan. Ges. Berlin Bd. 22 1904.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1—10. *Ceratium tripos* var. *subsalsa* forma *typica*.

Sämtliche Individuen sind in Gürtelansicht von der dorsalen Körperseite her gesehen bei 570facher Vergrößerung dargestellt.

Fig. 1. Individuum mit ruhendem, punktiert erscheinendem Kern.

Fig. 2. Ein anderes Exemplar, bei dem die Chromatinelemente in Reihen angeordnet sind.

Fig. 3. Kern im Knäuelzustand. Es sind eine große Zahl längsgespaltener Chromosomen zu erkennen.

Fig. 4. Die Chromosomen haben sich parallel nebeneinander zur Äquatorialplatte zusammen gelagert.

Fig. 5. Zerlegung der Äquatorialplatte in die beiden Tochterplatten. Beginn der Durchteilung des Protoplasmakörpers.

Fig. 6—8. Fortgeschrittenere Tochterplattenstadien. Die in den Zelleib einschneidende Kerbe hat sich vergrößert.

Fig. 9. Beginnende Rekonstruktion der Tochterkerne. Der Plasmakörper ist durchgeteilt, der Panzer zeigt linksseitig eine Unterbrechung seiner Kontinuität.

Fig. 10. Die Tochterkerne sind in der Rekonstruktion weiter fortgeschritten. Zelleib und Panzer bestehen aus zwei, nur noch lose zusammenhängenden Hälften.

Tafel II.

Fig. 11—15. *Ceratium tripos* var. *subsalsa* forma *typica*.

Vergrößerung bei allen fünf Figuren 1200fach.

Fig. 11. Kern im Knäuelstadium (segmentierter Knäuel).

Fig. 12. Chromosomen zur Äquatorialplatte zusammengelagert.

Fig. 13. Äquatorialplatte in Teilung, Beginn der Tochterplattenbildung.

Fig. 14. Jüngeres Tochterplattenstadium.

Fig. 15. Fortgeschritteneres Tochterplattenstadium.

Fig. 16—22. *Ceratium fusus*.

Sämtliche Individuen von der ventralen Körperseite her gesehen dargestellt. Vergrößerung überall 820fach.

Fig. 16. Ruhender Kern.

Fig. 17. Stadium des segmentierten Knäuels.

Fig. 18. Äquatorialplatte, Beginn der Teilung.

Fig. 19. Äquatorialplatte durchgeteilt, Tochterplatten in Bildung.

Fig. 20. Auseinanderweichende Tochterplatten. Beginnende Zellteilung.

Fig. 21. Späterer Entwicklungszustand.

Fig. 22. Tochterkerne fast völlig rekonstruiert. Der Plasmaleib ist durchgeteilt. Der Panzer zeigt an den entsprechenden Stellen eine Unterbrechung.

Tafel III.

Ceratium furca, *Ceratium intermedium* forma *frigida*, *Ceratium longipes* var. *baltica*,
Ceratium tripos var. *subsalsa* forma *typica*.

Fig. 23. *Ceratium furca*. Gürtelansicht von der ventralen Seite. Mittleres Tochterplattenstadium. Die Plasmateilung hat begonnen. Vergr. 570fach.

Fig. 24. *Ceratium intermedium* forma *frigida*. Dorsalansicht. Späterer Entwicklungszustand. Der Zelleib ist in zwei Teile zerlegt, der Panzer weist linksseitig bereits eine Unterbrechung auf. Vergr. 570fach.

Fig. 25. *Ceratium longipes* var. *baltica*. Dorsalansicht. Die Äquatorialplatte hat sich geteilt, die Tochterplatten sind in Bildung begriffen. Der Plasmakörper im Beginn der Durchteilung. Vergr. 570fach.

Fig. 26—34. *Ceratium tripos* var. *subsalsa* forma *typica*. Vergr. bei sämtlichen Figuren 570fach.

Fig. 26. Kern mit ausgetretenem Nucleolus.

Fig. 27—31. Direkte Kernhalbierung. Verschiedene Modalitäten der Quer-
teilung.

Fig. 32—34. Amitose, Längsteilung.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Studien über *Euglena sanguinea*.

Von
Gertraud Haase (Dresden).

(Hierzu Tafel IV—VI.)

Material und Technik.

Schon lange hatten die Euglenen meine Aufmerksamkeit auf sich gezogen, weil sie, wie selten ein Protist, tierische und pflanzliche Eigenschaften vereinen. Da ich *Euglena sanguinea* für eine der am wenigsten abgeleiteten Formen dieser Gattung halte, benutzte ich eine starke Wasserblüte dieser Art im Kanal im Großen Garten zu Dresden, Herbst 1909, um eingehendere Studien anzustellen.

Das Material wurde entweder gleich an Ort und Stelle fixiert oder Kulturen angelegt. Auch von diesen Kulturen wurde nach verschiedenen Zeiträumen, zu verschiedenen Tageszeiten, Material entnommen und fixiert. Nebenher gingen natürlich immer Untersuchungen in vivo. Die Kulturen wurden in sehr schwacher Knopscher Nährlösung in tiefen Tellern gehalten. Zur Untersuchung von vegetativen Teilungen eignen sich am besten Präparate der Häute, die die Euglenen an der Oberfläche der Gefäße bilden. Will man die sexuellen Vorgänge studieren, so kommt man am leichtesten zum Ziel, wenn man diese Häute entfernt und die restierenden Individuen weiter kultiviert. Da die Erfahrung bei anderen Algen gelehrt hat, daß Licht und Hunger die sexuellen Vorgänge fördert, setzte ich meine Kulturen auf einem offenen Balkon dem vollen Licht des Herbstes aus und verdünnte die Nährlösung immer mehr

mit Leitungswasser. Die sexuellen Formen traten dann nach 5 bis 10 Tagen auf.

Fixiert wurde mit Jodwasser, für die Dauerpräparate mit SCHAUDINN'schem Sublimatalkohol, schwachem Flemming und Platinchloridchromessigsäure. Letztere Mischung schwärzte zu sehr, brachte aber wunderschön den Bau des Periplasten zur Darstellung. Sublimatalkohol und Flemming waren gleichgut. Natürlich wurde das mit ersterem fixierte Material jodiert, das mit Flemming fixierte mit Wasserstoffsuperoxydalkohol gebleicht. Das Material wurde dann sehr vorsichtig und langsam entwässert, über Xylol in Paraffin eingebettet. Die Blöcke wurden dann mit dem JUNK'schen Schlittenmikrotom geschnitten, und zwar erwies sich die Stärke von $3\ \mu$ als die vorteilhafteste. Dünnere Schnitte waren zu wenig übersichtlich, bei dickeren störte immer das reichlich vorhandene Paramylon.

Gefärbt wurde mit: Eisenhämatoxylin, Eosineisenhämatoxylin, Eisenhämatoxylin mit Nachfärbung von Eosin, Eisenhämatoxylin mit Nachfärbung von Lichtgrün, Eisenhämatoxylin mit Nachfärbung von Safranin; Picrokarmin, Doppelfärbung Methylenblau + Fuchsin S; Hämalan + Fuchsin S. Ferner wurde BIONDI'sche und die MALLORY'sche Dreifachfärbung angewandt. Am meisten befriedigten mich die Präparate Eisenhämatoxylin mit Nachfärbung von Eosin oder Lichtgrün. Doch auch der MALLORY-Methode verdanke ich einige meiner besten Bilder.

Morphologisches.

Ich gebe zuerst die Diagnose der *Eugl. sanguinea* nach LEMMERMANN, Algen, Kryptogamenflora der Mark Brandenburg 1908:

„*Eugl. sanguinea* EHRENBERG, Inf. S. 105. KLEBS S. 299. DAN-GEARD S. 64. Zellen metabolisch, lang, ei- oder spindelförmig, vorn schräg abgerundet, hinten zugespitzt, 55—121 μ lang, 28—33 μ breit, Geißel zweimal so lang als die Zelle. Chromatophoren zahlreich, peripherisch gelegen, viele schmale, wandständige Fortsätze radial ausstrahlend, die aber nicht so regelmäßig verlaufen wie bei *Eugl. oblonga* SCHMITZ, mit beschalteten Pyrenoiden. Cytoplasma mit Hämatochrom. Membran deutlich spiralig gestreift. Teilungszustände rundlich, abgeplattet, mit dünner Schleimhülle. Infolge äußerer Reize scheidet die Zelle leicht eine sich durch Methylgrün dunkelblau färbende Schleimhülle aus.“

Ich habe dazu zu bemerken: Die Chromatophoren sind Scheibchen mit im Alter ausgezackten Rändern, nicht Bänder, dies täuschen sie nur in der Seitenansicht vor (Abb. 1). Wie schon DANGEARD hervorhebt, liegen sie in einer Art Rindenschicht um einen centralen Raum, welcher den Kern umgibt. Ist wenig Platz vorhanden, biegen sich die Ränder der Scheibchen nach außen. Dies sind die schmalen, wandständigen Fortsätze. Es entsteht dadurch das Bild einer radialen Strahlung. Ich habe sicher mehr als 40 000 Individuen von *Euglena sanguinea* geschnitten und gefärbt. Nie ist mir dabei ein Chromatophor vorgekommen, der kein Pyrenoid gehabt hätte. Ich stehe mit dieser Beobachtung im Gegensatz zu DANGEARD, der dem Chromatophor dieser Art nur periodisch sein distinktes Pyrenoid zuschreibt. Jeder Chromatophor hat zwei halbkugelige Pyrenoide welche ihm eingelagert sind. Ihre planen Seiten decken sich nicht genau. Solchen Bau der Chromatophoren beschreibt SCHMITZ für *Eugl. granulata* (Taf. I 21 e) als Ausnahme. Hier ist dieser Bau Regel. Teilt sich der Chromatophor, so teilen sich diese beiden halbkugeligen Pyrenoiden simultan, aber durchaus distinkt. Dabei zeigt sich deutlich, daß jedes Pyrenoid eine deutliche Membran besitzt. Wenn diese auch vielleicht nur physikalischer Natur ist, so beweist meines Erachtens ihr Dasein doch, daß die Pyrenoide nicht nur „aus einem Abschnitt des Chromatophors bestehen, dem Pyrenoidsubstanz in mehr oder minder reichlicher Menge eingelagert ist,“ wie SCHMITZ will (Beiträge zur Kenntnis der Chromatophoren, S. 140). Ich halte die Pyrenoide für morphologisch durchaus selbständig.

Der Periplast wird als deutlich gestreift geschildert. Nach Behandlung mit Platinchlorid zeigt sich, daß sich diese Streifen in Höckerreihen auflösen lassen (Abb. 2). Der Periplast der *Eugl. sanguinea* ist also vom Typ desjenigen der *Eugl. spirogyra*, im Gegensatz von dem der *Eugl. viridis*, die je zwei sich kreuzende Streifensysteme besitzt und auch durch den Bau ihres Chromatophors sich als abgeleitete Form dokumentiert. Das Wachstum des Periplasten ist intercalar, es bilden sich zwischen den alten neue Höckerreihen.

Die Geißel der *Eugl. sanguinea* ist sehr lang und kräftig. Nach Macerationspräparaten hat sie zwei Achsenfäden und auch die antagonistische Plasmahülle scheint in Fibrillen differenziert zu sein.¹⁾ Nach Eintritt in die Hauptvacuole teilt sich die Geißel wie bei

¹⁾ PROWAZEK: „Einführung in die Physiologie der Einzelligen“ und Literatur daselbst.

Eugl. viridis.¹⁾ Auf der Höhe des Augenflecks hat jede Teilgeißel eine sich mit Jod braunfärbende Verdickung, die wohl mit der von WAGER an einer Teilgeißel von *Eugl. viridis* beschriebenen identisch ist. Am Grunde der Hauptvacuole treten die Geißeln in das Plasma über, entspringen aber dort nicht, wie WAGER will, sondern lassen sich auf der Rückenseite des Tieres bis unter den Kern verfolgen, wo sie, nachdem sie sich vorher vereinigt haben, mit einem Basalkorn (Diplosom?) endigen. Die Geißel von *Eugl. sanguinea* ist also eine Doppelgeißel. Daß sie in der Schwanzgegend inseriert ist, hängt wohl mit ihrer großen Länge zusammen, die ein starkes Widerlager nötig macht. Da *Eugl. sanguinea* immer stark mit Paramylonkörnern gefüllt ist, sind diese Geißelverhältnisse sehr schwer zu erkennen. Ich gebe ein schematisiertes Bild (Abb. Nr. 3). Das Basalkorn liegt häufig in unmittelbarer Nähe des Kernes. Es dürfte mit diesem in genetischen Zusammenhange stehen, besonders da ich, allerdings nur einmal, einen Rhizoplasten beobachtete.

Der Kern.

Der Kern der *Eugl. sanguinea* stellt eine Hohlkugel dar, in deren Mitte sich ein Caryosom befindet, welches sich mit Hämatoxylin intensiv färbt und öfter einige Vacuolen aufweist. In das Liningerüst des Kernes sind reichlich Chromatinbröckchen eingelagert, die meistens, durchaus nicht immer, von gleicher Größe sind. Das Caryosom umgibt eine Saftzone, welche meistens farblos ist, aber öfter Affinität zu den saueren Farbstoffen zeigt. Sie grenzt sich scharf gegen den basophilen äußeren Kern ab. Diese Färbbarkeit ist wohl durch Stoffwechselprodukte des Caryosoms bedingt. Von dieser Saftzone aus durchbricht ein Kanal den Kern nach außen (Photogr. 3 Abb. 4). Derselbe ist von einer Membran ausgekleidet. (Es kann sich also nicht um zufällige Quetschbilder handeln.) Dieser Kanal dürfte für den Stoffwchselaustausch zwischen Caryosom und Außenplasma in Frage kommen. Vielleicht wandert auch das Basalkorn auf diesem Wege aus dem Kern aus. Der normale Kern hat eine deutliche Membran. Doch gibt es in älteren Kulturen Tiere, bei welchen dies nicht der Fall ist. Diese sind immer reichlich groß. Das Caryosom ist gut erhalten, aber der Außenkern hat an Masse sehr stark zugenommen, macht ganz den Eindruck eines Chromidiums und reicht mit seinen unregelmäßigen Ausläufern bis an die

¹⁾ On the eye-spot and Flagellum in *Euglena viridis* H. WAGER.

Chromatophorenschicht. Ich halte diese Chromidialtiere wohl mit Recht für Depressionszustände.

KEUTEN hält die Chromatinbröckchen für Chromosomen, was ich nicht glaube. Ebenso habe ich mich nicht mit DANGEARD überzeugen können, daß „la masse nucléaire n'est autre chose qu'un péloton formé par l'enroulement en divers sens d'un simple corton ... Il nous fut facile ensuite de voir que l'apparence granuleuse ou fibrillaire est uniquement due à la façon dont sont entremêlés les replis du spirème, ou chromospire, comme nous les appellons ... ce qui nous engage à mettre, la persistance du spirème dans le noyau à l'état de repos, c'est l'action différante des réactifs“. ¹⁾

DANGEARD basiert diese Anschauung auf das Bild eines zerrissenen Kernes, dessen Hälften durch einige Fäden zusammenhing. Ich vermute, daß es sich dabei um ein Individuum gehandelt hat, dessen Kern in Vorbereitung zur Teilung ist.

Vegetative Teilung.

Die vegetative Teilung bei *Eugl. sanguinea* verläuft nach dem Typus, den DANGEARD Haplomitose und NAEGLER²⁾ Promitose nennt. Das Caryosom wird erst spindel-, dann hantel- und zuletzt uhrglasförmig. Es ist gleichmäßig färbbar bis auf die Mitte, wo ein dunklerer „Zwischenkörper“ auftritt. Das Uhrglas ist an den Polen offen. Ein günstiger Schnitt (MALLORY-Präparat, Photogr. 1 Fig. 5)³⁾ hatte das Polende einer solchen Figur getroffen und zeigte im Innern des orange gefärbten (Plastin?) MANTEL'S Chromosomen, die sich in scharfer blauer Färbung (Anilinblau) dagegen abhoben. Der „Zwischenkörper“ war sehr deutlich ausgebildet. Vielleicht ist in ihm ein Centriol verborgen, das dann bei diesen vegetativen Teilungen seine Kräfte stemmend entfaltet. Da, wie gesagt, auf diesem Stadium die Caryosomteilungsfigur an dem Pol offen ist, die Chromosomen schon auseinander gewichen, wenn auch noch durch Desmen verbunden sind, so dürfte man das Centriol doch eben in der Mitte suchen müssen. Es teilt sich wohl dann und wandert den Chromosomen nach. Das Plastin zieht sich dann in der Mitte zu einer

¹⁾ DANGEARD: Recherche sur les Eugleniens. Le Botaniste 1902.

²⁾ K. NÄGLER: Entwicklungsgeschichtliche Studien über Amöben. Arch. f. Protistenk. Bd. 15 1909.

³⁾ Die Photographie zeigt die 4 Chromosomenringe undeutlich, da sie in einer anderen Ebene liegen, deswegen gebe ich noch eine Zeichnung bei.

langen Desme auseinander, die später reißt und ihre Substanz auf die Tochternucleosome zurückzieht (Photogr. 2, Abb. 6 u. 7).

Das außerhalb des Caryosoms befindliche Chromatin ordnet sich während dieser Vorgänge zu Fäden, deren Schlingen dann wohl passiv im Verlaufe der Teilung nach den Polen auseinandergezogen werden. Eine Längsteilung konnte ich absolut nicht bemerken (KEUTEN, PROWAZEK, DANGEARD). Dagegen zeigten sich in dem obenerwähnten MALLORY-Präparat im Äquator des Kerns zwischen den auseinanderweichenden Fäden zwei scharf konturierte Platinbrocken (Photogr. 1 Fig. 5).

DANGEARD¹⁾ gibt an, daß *Eugl. sanguinea* meistens in ihrem Kern einen fragmentierten Nucleolus führt, welche Fragmente auch bei der Teilung distinkt blieben. Ich habe bei meiner Rasse nur einige wenige Male ein fragmentiertes Caryosom beobachten können, und dann war die Höchstzahl 3, während man auf den Abbildungen DANGEARD's bis zu 17 zählen kann. Um dieser Frage näher zu treten, ließ ich mir aus Passau Material von *Eugl. sanguinea* kommen (es war als solches auch vom Münchner biologischen Institut bestimmt). Aber auch dieses Material verhielt sich in diesem, wie auch in allen anderen Punkten genau wie das meine. Man kann sich die Differenz dadurch erklären, daß man annimmt, daß die Caryosome der DANGEARD'schen Rasse sehr platinarm waren, so daß der Mantel wegfiel und man die Chromosomen direkt beobachten konnte.

Sexuelle Zustände.

Die Sexualität der Euglenen ist vielfach behauptet worden.²⁾ Doch haben diese Beobachtungen teils der Nachprüfung nicht standgehalten, teils war der berechtigte Verdacht vorhanden, daß Verwechslungen mit Parasiten vorlagen. Deshalb führen die Hand- und Lehrbücher den Vermerk, daß Sexualität bei den Euglenen noch nicht beobachtet worden sei.³⁾ Zweifellos liegen aber einigen der älteren Angaben richtige Beobachtungen zugrunde, wenn man eben auch mit den damaligen noch unzulänglicheren technischen Mitteln als heute die cytologischen Beweise nicht bringen konnte, so beschreibt WEISE kleine Euglenen oder Spermazoiden, die in monadenartigem Zustand aus dem Inneren von Euglenencysten hervorgehen.

¹⁾ P. A. DANGEARD: loc. cit.

²⁾ Siehe die Literaturangaben bei KLEBS: Monographie der Euglenaceen.

³⁾ STRASSBURGER, MOLL, SCHENCK, KARSTEN: Lehrbuch der Botanik 1906.

Daß die Euglenen nicht sexuelle Zustände aufweisen sollten, schien mir von vornherein ungläubhaft. Wenn auch das Wesen der Sexualität noch absolut unaufgeklärt ist, so ist sie doch bei Pflanzen und Tieren, bei Protozoen und Algen eine so allgemein verbreitete Einrichtung von offenbar vitaler Bedeutung, daß wirklich nicht einzusehen war, warum gerade die Euglenen derselben nicht benötigten. Ich nehme hier voraus, daß, wenn sie so selten oder nicht zur Beobachtung gekommen sind, es wohl daran liegt, daß sich diese Vorgänge in der freien Natur im Frühjahr am Grunde der Gewässer an den erwachenden überwinterten Cysten abspielt.

Ich habe, wie oben erwähnt, mein Material von Anfang September bis in den Spätherbst gesammelt, kultiviert und konserviert. Es wurde färbereich auf das Mannigfaltigste untersucht, unter den verschiedensten Bedingungen kultiviert, fast täglich und nächtlich *in vivo* beobachtet. Lange Zeit war aber auch gar nichts zu beobachten, was auf sexuelle Differenzierungen hindeutete, Zustände, die ich besonders deswegen suchte, weil uns ja die Gameten und metagamen Stadien meistens besonders wertvolle Aufschlüsse über Bau und Funktion der einzelnen Zellorganellen gegeben hat. Erst im November erhielt ich das gewünschte Material. Ich hatte den Standort in üppigster Vegetation befindlichen Euglenen entnommen, und dieses Material mit reichlich Wasser in einen tiefen Teller gebracht. Nach einigen Stunden bildeten $\frac{9}{10}$ der Individuen an der Oberfläche eine dicke Haut, die abgenommen und entfernt wurde. Der Rest wurde in einer schwachen Knopflösung weiter kultiviert, die jeden Tag noch mehr verdünnt wurde. Die Hauptmasse der Euglenen saß nun auf dem Boden des Gefäßes. Es gab aber auch viel freibewegliche. Nach meiner Gewohnheit untersuchte ich auch diese Kultur täglich. Schon für gewöhnlich ist die Variationsbreite der Größe von *Euglena sanguinea* eine ungewöhnlich große, verglichen mit den anderen Arten. Es fiel mir nun auf, daß sie in dieser Kultur noch bedeutend zunahm, ja es traten Individuen auf, die kaum $\frac{1}{10}$ der Größe des normalen Mittels hatten. Eine genaue cytologische Untersuchung ergab, daß ihr Bau genau der einer typischen *Euglena sanguinea* war. Was hatten also diese Zwerge zu bedeuten? Es lag nahe, sie als Spermazoen oder Gameten zu beargwöhnen. Sie sind es aber nicht, sondern bereits Produkte der Zygotenteilungen, die dann erst zur normalen Größe anwachsen. Daher das buntscheckige Aussehen der Kultur in betreff der Größe. Die eigentlichen Gameten traten mir dann auch entgegen in Gestalt von Amöben ähnlichen Formen, die mit einem Schleimmantel versehen waren. Auch hier ließ der

typische Bau der Chromatophoren irgendeine Verwechslung nicht zu. Bei diesen amöboiden Euglenen konnte ich eine Verschmelzung in vitam verfolgen. Ihre Entwicklungsgeschichte ließ sich aus obenangeführten Gründen nur an konserviertem, geschnittenem und gefärbtem Material verfolgen, wozu ich die ganze Kultur verwandte, da sie mir bei dem eintretenden Frostwetter und der drohenden dunklen Jahreszeit doch eingegangen wäre, resp. Dauercysten gebildet hätte.

Die Entwicklungsvorgänge der Gameten spielen sich an Individuen ab, die ihre Geißeln abgeworfen haben und am Grunde des Gefäßes (oder des Teiches) sitzen. Doch haben sie nicht die regelmäßige rundovale Form der Ruhestadien. Ich möchte sie darum nicht Cyste nennen. Die erste Veränderung dieses Gametocyten zeigt sich am Caryosom des Kernes. Dasselbe wird spindelförmig und in den allerdings nicht allzuhäufigen Fällen, wo es nicht zu plastinreich ist, zeigt sich eine regelrechte mitotische Teilungsfigur mit Polkappen und austretenden Centrosomen an beiden Polen (Fig. 8, 9, 10, 11). Die Tochterkerne bleiben im Muttercaryosom liegen, welches immer noch eine leichtfärbbare Grundmasse (aus Plastin?) zeigt. Die Bildung der Gameten von *Euglena sanguinea* wird also durch eine intracaryosomale mitotische Kernteilung eingeleitet. Die Tochterkerne teilen sich weiter, doch werden die Mitosen undeutlicher. Man sieht Bilder, wie Fig. 12. Ich habe bis acht Enkelkerne in der sehr verblaßten, aber noch deutlich erkennbaren Grundmasse des Muttercaryosoms eingebettet gesehen (Phot. 3). Dieselben brauchen nicht von gleicher Größe zu sein.

Der Außenkern ist während dieser ganzen Zeit intakt geblieben. Seine Chromatinkörner sind zahlreich und stark färbbar. Vielleicht hat sich das Caryosom von überschüssigem Chromatin befreit. Nun aber fängt er (wie die Chromatophoren und das übrige Zellplasma) zu degenerieren an, und die jungen Kerne wandern aus ihm aus, lockern sich auf und umgeben sich mit Plasma, was sich mit Eisenhämatoxylin-Eosin mit Eosin färbt, während das degenerierende des Muttertieres nur Hämatoxylin aufnimmt. Ich kann mich nicht entschließen, anzunehmen, daß das Plasma der jungen Gameten — denn als solche sind sie jetzt zu betrachten — von dem Degenerierenden des Muttertieres stammt. Der Kern der jungen Gameten zeigt in einer Grundmasse dunkelfärbbare Kügelchen, wohl die Chromosomen. Um ihn herum zeigt sich bereits ein heller Hof, aber noch ohne Chromatin und Membran. Er stellt auf diesem Stadium einen typischen Bläschenkern dar (Fig. 13 u. 14 rechts). Eine weitere wich-

tige Differenzierung vollzieht sich nun. Eine heteropolare Teilung des Kernes findet statt (Fig. 15, 16). Das kleinere Teilungsprodukt entwickelt sich zum Chromatophor mit Pyrenoid (Fig. 17, 18). Dasselbe wandert aus dem Außenkern aus und teilt sich. Der reife Gamet hat also zwei Chromatophoren und ist außerdem von einer starken Schleimhülle umgeben, die sich während seiner Entwicklung gebildet hat (Fig. 14). In diese gehüllt, verläßt er die „Leiche“ des Muttertieres. Ich habe nie mehr als zwei reife Gameten im Muttertier beobachtet. Ob dieses auf Zufall beruht, weiß ich nicht. Doch konnte man sich immerhin denken, daß die restierenden sechs Kerne Reduktionskerne sind. Ich persönlich neige allerdings dazu, die Reduktion in der Zygote zu suchen. Weitere Untersuchungen werden hoffentlich darüber Klarheit bringen. Der Gamet ist also jetzt reif und frei (Fig. 19, 20). Er scheint keine Geißel zu besitzen, sondern sich amöboid fortzubewegen (Fig. 21, 22), kriecht wohl auch auf dem Grunde des Gefäßes oder Tümpels, wo sich ja der Gamont auch befand. Hier findet die Kopulation statt (Fig. 23, 24). Die Zygote (Fig. 25) hat also vier Chromatophoren, die sehr reichlich assimilieren. Dadurch vermehrt sich das Paramylon so stark, daß es mir bis jetzt unmöglich war, über die Kernverhältnisse bei den metagamen Teilungsprodukten klar zu werden. Auf alle Fälle scheint die Zygote kein Ruhestadium nötig zu haben. Sie teilt sich rasch zwei- bis dreimal, die vier oder acht resultierenden Individuen sieht man häufig pallmellenartig zusammenliegen. Dann nehmen die Tiere die normale Euglenenform an, die Geißel wächst und sie repräsentieren sich als die obenerwähnten Zwergeuglenen, die bald zu typischen Agamonten heranwachsen. Der Cyclus ist geschossen.

Theoretisches.

Daß sich die Gamonten und Agamonten der Protisten nach verschiedenem modus teilen können, wissen wir (*Plasmodiophora*, *Coccidium* etc.)¹⁾ *Euglena sanguinea* ist also dafür kein Präcedenzfall, vielleicht ist es auch gar nicht so schwierig, die beiden Kernteilungsarten in Zusammenhang zu bringen. Käme man nicht zum Ziele, wenn man sich vorstellte, daß bei den promitotischen agamen Teilungen die Teilung des Centriols erst nach der der Chromosomen erfolgt? (Zwischenkörper). Die Kräfte des Centriols kommen dabei stemmend zum Ausdruck. Bei der mitotischen Teilung des Gamonten

¹⁾ Doflein 1909 S. 156.

setzt die Teilung des Centriols schon zeitig ein. Die Tochtercentriolen wandern polwärts und ihre Kräfte, welcher Art sie auch seien, setzen ziehend an. Ich glaube, auf diese Art erklären sich am ungezwungensten die auf den ersten Blick so verschiedenen Teilungsbilder.

Was den Außenkern betrifft, so kann man ihn erstens als eine Art Chromidium auffassen, wofür sicherlich manches spricht. Die Tatsachen zweitens an die Hypothese vom Schachtelkern gehalten, wie sie SCHAUDINN, HARTMANN, KEYSELLITZ, PROWAZEK und andere vertreten, muß man sich wohl vorstellen, daß bei *Euglena sanguinea* der Caryosomkern auf einer hohen Stufe der Selbständigkeit steht, während der Außenkern ganz für die vegetativen Funktionen ausgebildet wurde. Da der Außenkern mit der Übertragung der Morphe nichts mehr zu tun hat, fällt für ihn auch die Notwendigkeit einer echten oder Promitose fort. Das Auftreten der Lininchromatinschlingen und der Plastinbrocken sind wohl als Rudimente einer solchen zu deuten. So fügen sich die Befunde bei *Euglena sanguinea* der Theorie vom Amphicaryon. Nur über die Entwicklung des Außenkernes aus dem Muttergametenkern müssen neue Untersuchungen noch Klarheit verschaffen.

Auch die Beobachtungen über Verankerung und Differenzierung der Geißel stimmt mit den heute geltenden Anschauungen überein.

Daß Chromatophoren den Kernen sehr ähnlich sind, ist keine neue Behauptung. Ich erinnere an SCHMITZ, REINHARDT, COHN, vor allem BÜTSCHLI und neuerdings PROWAZEK in seiner „Physiologie der Einzelligen“ 1910, S. 39. Die Färbbarkeit mit Kernfarbstoffen, die autogene Vermehrung der Chloroplasten und vor allem der Pyrenoide spricht dafür. Dazu kommt, daß wir annehmen müssen (PROWAZEK 1910, S. 106), daß der osmotische Haushalt der Protozoenzellen durch die Kerne reguliert wird und auch die Pigmentbildung von ihnen abhängig ist. Wenn bei Chromatophoren führenden Protisten diese Fähigkeiten offenbar durch die Farbstoffträger, wenigstens teilweise, übernommen sind, so war es naheliegender an Homologien, als an Analogien zu denken. Der Beweis ließ sich nur durch direkte Beobachtung der Entstehung der Chloroplasten aus dem Kerne bringen. Sie erfolgt gerade an dem Zeitpunkt, wo sie theoretisch zu erwarten war, bei Bildung der Gameten. Das erste Chromatophor der Euglenenzelle entsteht durch heteropolare Teilung des Caryosoms des Gametenkernes. Noch während es im Außenkern liegt, lassen sich die eingelagerten Pyrenoide deutlich erkennen. Sie bestehen aus einer im Gelzustand be-

findlichen Kernsubstanz auf morphologischer Grundlage. Die Notwendigkeit dieses Gelzustandes ergibt sich, wenn man die osmotischen Faktoren in Betracht zieht.

Die Beobachtung, daß die Chromatophoren von *Euglena sanguinea* ein Kernderivat sind, ist ein neuer Beweis für die Hypothese, daß der Kern der Träger der Morphe ist und in ihm die Erbinheiten lokalisiert sind.

Zum Schlusse möchte ich noch hinzufügen, daß ich es noch für verfrüht halte, den Ursprung der Chromatophoren der grünen Pflanzen aus dem Kern zu behaupten. Die Chromatophoren der Euglenen sind sehr spezifisch ausgebildet und vielleicht mit den Farbstoffträgern der Metaphyten nur analog zu setzen. Aber dies ist immerhin wenig wahrscheinlich. Doch dürfte von den Moosen an die direkte Entstehung der Chromatophoren aus dem Kern nur historisch zu verstehen sein. Auf alle Fälle ist sie auch für das Studium der Metaphyten eine interessante Arbeitshypothese.

Literaturverzeichnis.

- CALKINS, N. GARY: The Protozoan Nucleus. Arch. f. Protistenk. Bd. 2 1903.
 DOFLEIN, F.: Lehrbuch der Protozoenkunde 1909.
 DANGEARD, A. P.: Recherches sur les Eugléoïens. Le Botaniste 1902.
 —: Memoire sur les Chlamydomonadinées.
 HARTMANN, M.: Das System der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 10 1907.
 HARTMANN, M. u. S. v. PROWAZEK: Blepharoplast, Caryosom und Centrosom. Arch. f. Protistenk. Bd. 10 1907.
 HERTWIG, RICHARD: Über neue Probleme der Zellenlehre. Arch. f. Zellenlehre Bd. 1907.
 KLEBS, G.: Über die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu allgemeinen Infusorien.
 —: Die Bedingungen der Fortpflanzung einiger Algen und Pilze. 1896.
 KEUTEN, J.: Die Kernteilung von *Euglena viridis* EHRENBURG. 1891.
 LEMMERMANN, C.: Algen. Cryptogamenflora der Mark Brandenburg 1909.
 OLTMANN, FR.: Morphologie und Biologie der Algen.
 POPOFF, M.: Experimentelle Zellstudien. Arch. f. Zellforschung Bd. 1.
 PROWAZEK, S. v.: Die Kernteilung von Entosiphon. Arch. f. Protistenk. Bd. 2 1903.
 —: Giftwirkung und Protozoenplasma. Arch. f. Protistenk. Bd. 18 1910.
 —: Einführung in die Physiologie der Einzelligen. 1910.
 SCHMITZ, FR.: Beiträge zur Kenntnis der Spermatophoren. Pringsh. Jahrb. Bd. 15.
 SENN, G.: Flagellata. EUGLER u. PRANTL, Natürl. Pflanzenfamilien I. Teil 1. Abt.
 STRASSBURGER, MOLL, SCHENCK, KARSTEN: Lehrbuch der Botanik 1906.

WAGER, H.: On the eye-spot and flagellum in *Euglena viridis*.

WEISSE: Über den Lebenslauf der Euglenen. Bull. phys. math. de l'Acad. imp. de Petersburg Vol. 12 1856.

Tafelerklärung.

Tafel IV.

Die Photographien beziehen sich auf *Euglena sanguinea*. Sie sind nach meinen Präparaten (Schnitte von 5μ) von Herrn Hausmann-Göttingen hergestellt mit Winkel fl.-Ölimmersion 1,8 mm, Comp. Oc. 5, Auszug der Camera 40 cm, Vergrößerung 1800 fach.

Fig. 1. MALLORY-Präparat. Schnitt durch Cyste in vegetativer Teilung. Man sieht deutlich den Zwischenkörper. Chromosomen und Anschnitt des Platinmantels lassen sich bei dieser Einstellung nicht erkennen.

Fig. 2. Cyste in vegetativer Teilung. Biondifärbung. Die Teilung des Kernes ist beinahe beendet.

Fig. 3. Hämatoxylinfärbung mit Eosinnachbehandlung. Beginn der Gametenbildung. Im Muttercaryosom sind 5 Gametenkerne zu sehen. Auch der Kernkanal ist erhalten.

Tafel V u. VI.

Alle Bilder beziehen sich auf *Euglena sanguinea*. Sie sind nach meinen Präparaten und Skizzen von Herrn Zeichner Geißler hergestellt. Bei Fig. 1—3 ist die Vergrößerung 1600 fach, bei Fig. 4—25 2172 fach. (SEIBERT Ölimmersion $\frac{1}{16}$. Ocular 4.)

Fig. 1. Einzelne Chromatophoren. Gefärbt mit Eisenhämatoxylin und Eosin. *a—e* Profilstellung: *f* en face; *g*, *h* Halbprofil. *p* Pyrenoid.

Fig. 2. Periplast nach Behandlung mit Platinchlorid.

Fig. 3. Schematischer Längsschnitt, den Verlauf der Geißel zeigend. *Hv* Hauptvacuolen; *au* Augenfleck; *ch* Chromatophor; *B* Basalkorn.

Fig. 4. Kernschnitt. Der Ausführkanal ist getroffen. Hämatoxylin und Lichtgrün.

Fig. 5. Das Wabenwerk um den Kern ist mißglückt. Die Zeichnung ist nach demselben Präparat wie Photographie 1. MALLORY-Präparat. *Zk* Zwischenkörper; *Pm* Platinmantel; *Pbr* Platinbrocken; *Chr* Chromosomen; *Chrschl* Chromatinschleifen.

Fig. 6 u. 7 (Taf. VI). Eisenhämatoxylin und Eosin. Schnitte durch Cysten mit beinahe abgeschlossener vegetativer Kernteilung. Das Chromatinwerk des Außenkernes ist zu Fäden ausgezogen.

Fig. 8—11 (Taf. V). Mitotische intracaryosomale Kernteilung. Erstes Stadium der Gametenbildung. Polkappen und Chromosomen deutlich. Die Centrosomen schon ausgewandert. Eosin-Eisenhämatoxylin. Die Chromatophoren sind bei Fig. 8 u. 11 schematisch angedeutet.

Fig. 12. Zweite Gametenkernteilung. Wie bei allen folgenden Figuren Färbung mit Eisenhämatoxylin und Eosin oder Lichtgrün.

Fig. 13. Schnitt durch Gamont. Im Muttercaryosom sind 7 Gametenkerne sichtbar. Die Chromatophoren sind schematisch angedeutet.

Fig. 14. Gamont mit 2 Gameten. Der untere hat bereits einen Chromatophoren gebildet.

Fig. 15 u. 16. Bildung des 1. Gametenchromatophors durch Kernteilung.

Fig. 17 u. 18. Gamont mit Gamet, dessen 1. Chromatophor noch im Kern gelagert ist.

Fig. 19—22. Freie Gameten.

Fig. 23—25. Zygotenbildung.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Beiträge zur Kenntnis der Gregarinen.

IV. Callynthrochlamys phronimae FRENZ. u. a. m.

Von

Valentin Dogiel,

Assistent am Zootomischen Institut der Universität St. Petersburg.

(Hierzu Tafel VII und 9 Textfiguren.)

Inhalt.

	Seite
I. Kernverhältnisse von <i>Callynthrochlamys phronimae</i> FRENZ.	61
II. <i>Chlamydocystis captiva</i> n. sp.	65
III. <i>Urospora travisiae</i> n. sp.	69
IV. <i>Urospora ovalis</i> n. sp.	74
V. <i>Pterospora ramificata</i> n. sp.	75
Literaturverzeichnis	76
Tafelerklärung	77

Das Studium ein und derselben Gruppe von Tieren im Verlaufe mehrerer Jahre hat wohl stets zur Folge, daß sich abgesehen von den bis zu Ende geführten Arbeiten auch noch eine ganze Reihe mehr oder weniger vereinzelter Beobachtungen ansammelt, welche infolge irgendwelcher Umstände nicht beendet werden konnten. Einige solcher Beobachtungen können indessen trotz ihrer Unvollendetheit dennoch einiges wissenschaftliche Interesse darbieten. Ich beabsichtige daher in dem vorliegenden Aufsatz einige meiner Beobachtungen mitzuteilen, welche zu verschiedenen Zeiten angestellt,

aber nicht zu Ende geführt worden sind; da ich nicht beabsichtige die erwähnten Beobachtungen fortzusetzen, gebe ich sie hier in der Gestalt wieder, wie ich sie seinerzeit verzeichnet habe.

I. Kernverhältnisse von *Callynthrochlamys phronimae* FRENZ.

C. phronimae trifft man ziemlich häufig im Magen von *Phronima sedentaria* FORSK., wo sie auch zuerst von FRENZEL (3) im Jahre 1885 entdeckt worden ist. Die Gregarine ist mit ihrem erweiterten und abgestumpften Protomerit dicht an dem Magenepithel befestigt. Die Art und Weise der Befestigung läßt sich vielleicht am treffendsten durch den Ausdruck *Ansaugen* wiedergeben, indem an dem Protomerit von *Callynthrochlamys* keinerlei zwischen die Zellen des Darmepithels oder in deren Innern eindringende spezielle Anheftungsorgane zu bemerken sind. Ihrer Anheftungsweise nach ähnelt *Callynthrochlamys* demnach am meisten den „schizontes mycétoïdes“ gewisser *Ophryocystis*-Arten, von denen LÉGER (5, S. 172) mitteilt, daß sie „chez *Ophryocystis dubosqi* semblent plus étroitement accolés à l'épithélium par une sorte de ventouse située vers le milieu de leur face basale, tandis que chez *O. hessei* ils paraissent simplement appliqués sur la surface des cellules épithéliales“. Letztere Anheftungsweise findet bei *Callynthrochlamys* statt. Die normalerweise hohen, cylindrischen Zellen des Magenepithels von *Phronima* werden an der Stelle, wo die Gregarine angeheftet ist, breiter aber niedriger und ihr Kern ist im Vergleich zu den Kernen normaler Zellen chromatinarm (Taf. VII Fig. 1). Die Gregarinen werden meist zu Paaren vereinigt angetroffen; einzelne Exemplare sind selten. Bisweilen sind an dem Hinterende des an der Darmwand sitzenden Primiten statt eines gleichzeitig zwei Satelliten befestigt. In solchen Fällen sind die Satelliten beträchtlich kleiner als der Primit. Eine solche Verklebung war schon von FRENZEL für *Callynthrochlamys* beschrieben worden. In ein und demselben Exemplar von *Phronima* kann man Gregarinen von sehr verschiedener Altersstufe und Größe antreffen. Die größten Exemplare von *Callynthrochlamys* erreichten eine Länge von 200 μ bei einer Breite von 120 μ . Stadien der Cystenbildung sowie der Ausbildung der Geschlechtsprodukte habe ich leider niemals angetroffen.

Eine ganz besondere Aufmerksamkeit verdient der Bau des Kernes von *Callynthrochlamys*. Bereits FRENZEL (3) hatte im Kern dieser Gregarine gewisse Eigentümlichkeiten beobachtet, doch mußte er sich bei den damaligen ungenügenden Untersuchungsmethoden

darauf beschränken, eine um den Kern von *Callynthrochlamys* auftretende radiär-strahlige „Körnchensphäre“ zu beschreiben.

Um den Bau des Kernes von *Callynthrochlamys* zu untersuchen, benützte ich Schnittserien durch den Magen von *Phronima*-Exemplaren, welche mit Gregarinen infiziert waren. Für die Färbung der Schnitte wurde HEIDENHAIN'sches Eisenhämatoxylin oder aber Saffranin mit nachfolgender Färbung mit Lichtgrün verwendet.

Nach meinen Beobachtungen stellt sich der Bau des Kernes von *Callynthrochlamys* in folgender Weise dar.

Der Kern zeigt den für die Gregarinen typischen bläschenförmigen Charakter; er ist von etwa kugelförmiger Gestalt und enthält 10—20 kleine runde Caryosome. Letztere enthalten, wie dies bei den Gregarinen häufig der Fall ist, nicht selten eine oder mehrere kleine Vacuolen; der Inhalt der Vacuolen färbt sich viel schwächer als die übrigen Teile der Caryosome (Taf. VII Fig. 4). Das Lininnetz des Kernes ist meist nur recht undeutlich erkennbar, und macht häufig den Eindruck eines durch die Wirkung der fixierenden Flüssigkeiten hervorgerufenen Niederschlages. In der Umgebung des Kernes bemerkt man bei schwachen Vergrößerungen des Mikroskopes eine radiäre Strichelung (Taf. VII Fig. 1); bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen verwandelt sich diese letztere in ein dichtes Geflecht dünnster radiärer Röhren, welche den Kern allseitig umgeben und von dessen Oberfläche ausstrahlen (Taf. VII Fig. 7). Ein jedes dieser Röhren stellt nichts anderes dar als eine unmittelbare Ausstülpung der Kernhülle. Die Röhren verlaufen nicht in gerader Richtung von dem Kern aus, sondern beschreiben vielfache Windungen, so daß sie auf Schnitten in verschiedener Richtung, bald der Länge, bald der Quere nach durchschnitten erscheinen (Taf. VII Fig. 4, 7 u. 8). In jenen seltenen Fällen, wo die Röhren nur schwach gewunden sind, ist deren radiäre Anordnung um den Kern sehr deutlich zu unterscheiden (Taf. VII Fig. 7). Viel häufiger aber erscheinen die Röhren eng untereinander verflochten und verwirrt, so daß sie eine Art dichten Filzes um den Kern bilden (Taf. VII Fig. 4). Im allgemeinen sind die Röhren nicht verästelt, allein bisweilen entspringen zwei oder drei Röhren an der Peripherie des Kernes aus einer gemeinsamen seichten Ausstülpung der Kernhülle, welche gleichsam einen gemeinsamen kurzen Stamm bildet. Das Lumen der Röhren stellt eine Fortsetzung der Kernhöhlung dar; ihr Inneres ist völlig farblos und enthält weder Chromatinkörner, noch irgendwelche andere körnige Einschlüsse. An ihrem distalen Ende sind die Röhren blind geschlossen, was infolge ihrer

scharf ausgesprochenen Konturen sehr leicht festzustellen ist. Nicht selten sind die Enden der Röhrrchen angeschwollen und bilden dann runde oder ovale Bläschen (Taf. VII Fig. 4 u. 6). Die Höhlung des Kernes bleibt demnach überall von dem Protoplasma abgegrenzt, obgleich der Kern zahlreiche Fortsätze bildet, welche in dieses letztere eindringen. Die soeben von mir beschriebenen radiären Röhrrchen waren nun von FRENZEL als eine besondere protoplasmatische „Körnchenzone“ angesehen worden, welche den Kern umgibt. Der Durchmesser des Kernes von *Callynthrochlamys* (ohne die Zone der radiären Röhrrchen) beträgt ungefähr 15μ ; mißt man dagegen den Durchmesser des Kernes von einem Rande der Röhrrchenzone bis zu dem gegenüberliegenden Rande, so wächst der Durchmesser bis auf 40μ . Wie dies aus der hier gegebenen Beschreibung hervorgeht, zeichnet sich der Bau des Kernes von *Callynthrochlamys* durch große Eigenartigkeit aus, und steht, soviel mir bekannt ist, ganz einzig in seiner Art da. Eine so charakteristische Gestalt des Kernes besitzen aber nur erwachsene Exemplare der Gregarinen. Bei kleinen jungen Exemplaren weist der Bau des Kernes den für die Gregarinen normalen Charakter auf, indem die Kernhülle bei ihnen noch ganz glatt ist (Taf. VII Fig. 2, 3, 5).

Die Frage über die Bedeutung der Bildung zahlreicher Ausstülpungen durch den Kern läßt sich am ehesten in dem Sinne beantworten, daß wir es hier mit einer Anpassung zur Förderung des Stoffwechsels zwischen Kern und Protoplasma zu tun haben. Durch die Bildung zahlreicher Ausstülpungen seitens des Kernes wird die Oberfläche seiner Berührung mit dem Plasma um ein Vielfaches vergrößert. Dabei tritt diese Vergrößerung der Kernoberfläche gerade zu einer Zeit ein, wo das ursprüngliche Verhältnis zwischen den Dimensionen des Kernes und dem übrigen Körper der Gregarine eine Störung erfahren hat. Bei jungen *Callynthrochlamys* ist der Kern (und folglich auch dessen Oberfläche) verhältnismäßig sehr groß (Taf. VII Fig. 2 u. 3), so daß der Stoffwechsel zwischen ihm und dem Plasma leicht vonstatten geht. Um diese Zeit fehlen die radiären Röhrrchen noch und die Kernhülle ist vollständig glatt. Bei zunehmendem Wachstum der Gregarine vergrößern sich die Dimensionen des Kernes viel langsamer als die Dimensionen des übrigen Körpers und gerade um diese Zeit tritt, gleichsam als Kompensation, die erwähnte Zone der radiären Ausstülpungen der Kernhülle auf. Höchstwahrscheinlich haben wir es bei *Callynthrochlamys* mit einer Erscheinung zu tun, welche der von KORSCHULT (4) für die Eier von *Dytiscus marginalis* beschriebenen analog ist. Der Kern der sich auf

Kosten der beiden anliegenden Nährzellen ernährenden Eizelle von *Dytiscus* sendet in der Richtung dieser beiden letzteren mehrere spitze Fortsätze, „Pseudopodien“, aus. Die Bildung von Pseudopodien und die Vergrößerung der Oberfläche seitens des Kernes dienen im gegebenen Falle offenbar zur Verstärkung des Nahrungsaustausches zwischen den Nährzellen und dem Ei. Eine ähnliche Bildung von „Pseudopodien“ durch den Kern beobachtete KORSCHULT auch in den sog. Doppelzellen der Eifollikel von *Nepa cinerea*, wo die „Pseudopodien“ nach den von diesen Zellen ausgeschiedenen besonderen Chitinfortsätzen hin verlaufen. Hier haben die „Pseudopodien“ demnach den Zweck, die sezernierende Tätigkeit der Zelle zu verstärken.

Wenn die Auswüchse des Kernes von *Callynthrochlamys* eine ähnliche Bedeutung besitzen, wie die „Pseudopodien“ der Eier von *Dytiscus*, so beweist ihre regelmäßige Anordnung an der Oberfläche des Kernes, wie geringe Bedeutung auf die Ernährung, dem Aufsaugen der Nahrung aus der Darmwandung des Wirtstieres zukommt. Wenn die Ernährung von *Callynthrochlamys* vorzugsweise auf Kosten des Darmepithels erfolgen würde, so müßten sich die Röhrchen, gleich den „Pseudopodien“ des Kernes der *Dytiscus*-Eier, nur auf derjenigen Seite des Kernes befinden, die dem Protomerit zugewendet ist. In Wirklichkeit sind jedoch die Ausstülpungen der Kernhülle gleichmäßig auf die gesamte Oberfläche des Kernes verteilt; hieraus folgt, daß die Nahrung durch die ganze Körperoberfläche der Gregarine aus dem Darminhalt aufgesogen wird.

Außer dem eigenartigen Bau des Kernes verdienen auch noch nachfolgende morphologische Einzelheiten von *Callynthrochlamys* hervorgehoben zu werden. Erstens befinden sich bei den jüngsten der von mir beobachteten Individuen (Taf. VII Fig. 2 u. 5) in der Nähe des Kernes ein oder zwei kleine Körperchen, welche sich wie der Kern mit Hämatoxylin färben und auch ihrer Gestalt nach an winzige Kerne erinnern. Diese Körperchen besitzen scharfe Konturen und scheinen von einer eigenen Hülle umgeben zu sein. Im Innern der Körperchen, in deren Centrum oder an der Hülle anliegend, liegen 1—5 intensiv gefärbte, an Chromatinkörner erinnernde Körner angeordnet. Bei erwachsenen *Callynthrochlamys* habe ich derartige Körperchen niemals beobachtet.

FRENZEL hatte dem Parasiten den Namen *Callynthrochlamys* aus dem Grunde gegeben, weil die Cuticula dieser Gregarine angeblich dicht mit kurzen stäbchenförmigen Fortsätzen besetzt sein soll, welche den ganzen Körper des Tieres bedecken. An und für sich bietet

diese Beobachtung nichts Unwahrscheinliches, allein im gegebenen Falle ist die Beschreibung von FRENZEL nicht richtig, indem weder lebende noch fixierte Exemplare von *Callynthrochlamys* irgendwelche stäbchenförmige Fortsätze der Cuticula aufweisen, selbst dann nicht, wenn eine Ölimmersion zur Verwendung gelangt. Das einzige, was FRENZEL auf den Gedanken an Stäbchen gebracht haben kann, sind die hohen Längsrippen der Cuticula, wenn sie bei bestimmter Lage der Gregarine betrachtet werden, und zwar wenn die Gregarine mit ihrem hinteren Ende dem Beobachter zugewandt ist. Breitet man ein Stückchen Darmepithel von *Phronima* auf einem Objektträger aus, so sind die daran befestigten Gregarinen dem Beobachtenden mit ihrem hinteren Ende zugewendet; nur in dieser Lage nehmen die Längsrippen der Cuticula (wie sie bei den Gregarinen so häufig angetroffen werden), im optischen Querschnitte die Gestalt radiär von der Oberfläche des Körpers ausstrahlender kurzer Stäbchen an. Das gleiche Aussehen haben die Rippen der Cuticula auch auf Querschnitten durch die Gregarinen (vgl. Taf. VII Fig. 5).

Ein anderer Fehler in der Beschreibung von FRENZEL besteht darin, daß *Callynthrochlamys* von ihm zu den Monocystidea gestellt wird, während diese Gregarine in Wirklichkeit eine typische Polycystidee darstellt. An jungen Exemplaren von *Callynthrochlamys* sieht man ganz deutlich die Einteilung ihres Körpers in einen Protomerit und einen Deutomerit (Taf. VII Fig. 2). Bei erwachsenen Exemplaren ist der Protomerit des vorderen Individuums so stark komprimiert, daß er nur schwer zu erkennen ist (Taf. VII Fig. 1). Bei den Satelliten hingegen ist der Protomerit infolge seines Eindringens in den Protomerit des vorderen Individuums ebenfalls stark in seinem Aussehen verändert; vielleicht ist die Zwischenwand, welche ihn von dem Deutomerit trennt, sogar ganz verschwunden. In dieser Hinsicht erinnert *Callynthrochlamys* an die Gregarinen aus der Familie der Didymophyidae, zu der diese Gattung höchstwahrscheinlich auch gestellt werden muß.

II. *Chlamydocystis captiva* n. sp.

Diese Monocystidee wurde in großer Anzahl in der Leibeshöhle einer von mir auf der Biologischen MURMAN'schen Station untersuchten Polychäte, *Telephus circinnatus* FABR., angetroffen. Ihr Gattungsname — *Chlamydocystis* — kann nur als provisorisch gelten, indem es mir nicht gelungen ist deren Sporocysten zu finden, ohne welche die Gattung nicht genau festgestellt werden kann. *Chlamydocystis* bietet

insofern Interesse, als die Vertreter dieser Gattung niemals im freibeweglichen Zustand in der Leibeshöhle des Wirtstieres angetroffen werden, sondern stets im Inneren der Amöbocyten der Polychäte eingeschlossen sind.

Die normalen Amöbocyten von *Telephus* haben das Aussehen kleiner Amöben mit kurzen zugespitzten Pseudopodien (Taf. VII Fig. 15); ihr Protoplasma erscheint von kleinen Körnchen angefüllt. Außer normalen Amöbocyten trifft man fast in einem jeden Exemplar von *Telephus* viele solche Amöbocyten an, welche einen länglichen Einschuß enthalten, der sich bei näherer Betrachtung als eine kleine Gregarine erweist (Taf. VII Fig. 13 u. 16). Das Protoplasma der Amöbocyten liegt dem Körper der Gregarine nicht dicht an, so daß letztere von einem Hohlraum umgeben ist und gleichsam in einer Wiege liegt. Ihrer geringen Größe nach sind die in den Amöbocyten eingeschlossenen Gregarinen noch den Sporoziten nahestehend, allein der Bau ihres Kernes zeigt uns, daß sie das Sporozitenstadium bereits durchlaufen haben. Und zwar stimmt der Bau des Kernes dieser jungen Individuen durchaus mit denjenigen bereits erwachsener Exemplaren von *Chlamydocystis* überein, welche weiter unten beschrieben werden sollen. An den entgegengesetzten Polen des ovalen, in der Längsachse des Körpers ausgezogenen Kernes liegt je ein kleines abgerundetes Caryosom.

Die Kerne der erwachsenen Individuen sind nur dadurch ausgezeichnet, daß die in ihnen enthaltenen Caryosome nicht von gleicher Größe sind: das eine derselben ist stets bedeutend größer als das andere. Bei jungen *Chlamydocystis* dagegen sind die Dimensionen beider Caryosome ziemlich übereinstimmend. Der Körper junger *Chlamydocystis* ist wurmartig, an beiden Enden zugespitzt und erinnert seiner Gestalt nach außerordentlich an die Sporoziten der Gregarinen; der Kern liegt annähernd in der Mitte des Körpers.

Die Gregarinen enthaltenden Amöbocyten sind beträchtlichen Modifikationen ihres Baues unterworfen (Taf. VII Fig. 13, 14 u. 16). Der feinkörnige Bau ihres Protoplasmas bleibt nur in dem kleinen, den Kern umgebenden Bezirk erhalten (Fig. 14 u. 16). Der übrige Teil der Amöbocyten nimmt einen deutlich geschichteten Bau an, wobei die Schichten konzentrisch um die Höhlung — die Wiege der Gregarine — angeordnet sind. Gleich dieser Höhle ist auch derjenige Bezirk der Amöbocyten mit geschichtetem Plasma umgeben, welcher den Kern in sich einschließt. Aller Wahrscheinlichkeit nach bleibt nur dieser letzterwähnte Bezirk als lebender Teil des veränderten Amöbocyten bestehen, während die ganze geschichtete

Protoplasmamasse gleichsam nur eine äußere Hülle oder den Cement für die Einmauerung der Gregarine darstellt. Der geschichtete Teil des Amöbocytenplasmas besitzt eine sehr dichte Konsistenz, was aus nachstehender Beobachtung hervorgeht: in den Fällen, wo die Gregarine aus den Amöbocyten herauskriecht, verschwindet die Höhlung, in der sie gelegen hat, nicht etwa durch Zusammenfallen ihrer Wände, sondern sie bleibt im Gegenteil weit offen (Taf. VII Fig. 14). Es ist sehr wohl möglich, daß die geschichtete Substanz nicht das Produkt einer Verwandlung oder Umdifferenzierung des Amöbocytenplasmas darstellt, sondern vielmehr ein Ausscheidungsprodukt des Protoplasmas. Zugunsten dieser Annahme spricht sowohl der geschichtete Bau des peripheren Teils des Amöbocytenkörpers an und für sich, als auch die beträchtlich größeren Dimensionen der Gregarinen enthaltenden Amöbocyten im Vergleich mit den normalen. Nicht selten zeigt die Oberfläche der Gregarinen enthaltenden Amöbocyten ein gleichsam borstiges Aussehen. Sie ist mit kurzen, aber sehr dicht gestellten, unbeweglichen, am Ende zugespitzten Fortsätzen besetzt (Taf. VII Fig. 13). Letztere stellen nicht etwa Pseudopodien dar, indem sie durchaus der Fähigkeit beraubt sind ihre Gestalt zu verändern.

Ebensolche borsten- oder haarförmige Auswüchse habe ich auf der Oberfläche der riesigen Ansammlungen von Amöbocyten in *Sipunculus nudus* beobachtet, welche nicht selten die in dessen Leibeshöhle befindenden Cysten von *Urospora sipunculi* umhüllen. Bei *Sipunculus* verschmelzen die Amöbocyten, indem sie die Gregarinen-cyste umgeben, zu einem Plasmodium; der innere, der Cyste anliegende Teil des Plasmodiums enthält die Kerne der Amöbocyten, während der äußere Teil aus kernlosem, geschichtetem Protoplasma besteht. Die Oberfläche der Plasmodien ist mit langen elastischen Härchen besetzt, welche Fortsätze des soeben erwähnten peripheren Teils des Protoplasmas darstellen. Die Bedeutung der haarartigen Fortsätze der Amöbocyten von *Telephus* und *Sipunculus* bleibt einstweilen unbekannt. Die Kerne der Gregarinen enthaltenden Amöbocyten weisen einen durchaus normalen Bau auf.

Außer jungen Gregarinen kann man in der Leibeshöhle von *Telephus* ebenso häufig auch erwachsene *Chlamydocystis* antreffen. Letztere (Taf. VII Fig. 9) besitzen ein stumpfes, abgerundetes vorderes und ein zugespitztes hinteres Körperende. Die größte Dicke weist der Körper von *Chlamydocystis* etwa am Ende seines ersten Drittels auf, von wo er nach beiden Enden zu dünner wird.

Der Körper einer erwachsenen Gregarine ist an 5—10 Stellen mit

seichten ringförmigen Einschnürungen versehen, deren Lage bei der Bewegung des Tieres unverändert bleibt. Betrachtet man eine *Chlamydocystis* von der Oberfläche, so wird man unschwer bemerken, daß ihre Cuticula mit zahlreichen Längsfurchen bedeckt ist (Taf. VII Fig. 10); bei leichtem Senken des Objektives wird in dem Körper der Gregarine außerdem auch noch eine Querstrichelung bemerkbar, welche von einem System ringförmiger Muskelfasern herrührt. Der Kern liegt annähernd in der Mitte des Körpers und zeichnet sich durch eine beträchtliche Variabilität seiner Gestalt aus: bisweilen (Taf. VII Fig. 9) ist er stark in die Länge gezogen, in anderen Fällen (Taf. VII Fig. 10) gleichsam unregelmäßig gequetscht usw. Von anderen Einschlüssen sind die bisweilen in dem Endoplasma von *Chlamydocystis* anzutreffenden Kristalle zu erwähnen, deren Gestalt aus der Fig. 11 (Taf. VII) zu ersehen ist.

Gleich den jungen Entwicklungsstadien sind auch die erwachsenen *Chlamydocystis* von einer aus Amöbocyten bestehenden Hülle umgeben. Letztere kann entweder ziemlich dick sein (Taf. VII Fig. 12), oder aber im Gegenteil den Parasiten in Gestalt einer dünnen, kaum bemerkbaren Membran dicht umhüllen. Die Struktur dieser Hülle läßt sich am bequemsten nach dem Austritt der Gregarine aus derselben untersuchen. Der Austritt der Gregarine aus den sie umgebenden Amöbocyten erfolgt nach meinen Beobachtungen nur unter der Einwirkung einer Veränderung der umgebenden äußeren Bedingungen. In der Leibeshöhle frisch geöffneter *Telephus*-Exemplare wurden niemals freie Gregarinen beobachtet. Sie begannen ihre aus Amöbocyten bestehenden Hüllen erst nach einigem Verweilen unter dem Deckglase zu verlassen, oder wenn sie sich eine mehr oder weniger beträchtliche Zeit über in einem Uhrglase mit Seewasser befunden hatten.

Die auskriechende Gregarine (Taf. VII Fig. 10) durchreißt die Hülle an ihrem Vorderende, worauf sich dieselbe, gleich der alten Hülle einer sich häutenden Raupe, von ihr abstreift. Am hinteren Ende von *Chlamydocystis* ist um diese Zeit gleichsam ein Tröpfchen halbflüssiger Substanz zu bemerken (Taf. VII Fig. 10 u. 11). Die Vorwärtsbewegung von *Chlamydocystis*, sowohl junger wie auch erwachsener Tiere, besteht in jener „gleitenden Bewegung“, deren Wesen bei den Gregarinen von SCHEWIAKOFF genau untersucht worden ist (9). Schroffe Bewegungen und Kontraktionen des Körpers, wie sie bei den Cölogregarinen häufig beobachtet werden, läßt *Chlamydocystis* niemals erkennen.

Nach dem Austritt der Gregarine aus der Hülle fällt letztere

wegen der Dichtigkeit ihrer Wandungen nicht in sich zusammen. Wie dies aus der Fig. 11 (Taf. VII) zu ersehen ist, wird die Hülle der erwachsenen Gregarine oft nicht von einem, sondern von mehreren miteinander verschmolzenen Amöbocyten gebildet; ein Amöbocyt ist in solchen Fällen wahrscheinlich nicht ausreichend für die „Einmauerung“ der Gregarine.

Stadien der Conjugation sowie Cysten von *Chlamydocystis* habe ich leider kein einziges Mal beobachtet. Was die Einschließung der Gregarinen im Inneren der Amöbocyten betrifft, so war ich anfangs der Meinung, daß wir es im gegebenen Falle mit sozusagen verirrtten Gregarinen zu tun haben, welche in einen für sie nicht passenden Wirt geraten waren, dessen Amöbocyten aber rasch mit ihnen fertig werden. Für eine solche Annahme spricht gleichsam auch das Fehlen von Cysten sowie der Umstand, daß bei anderen Cölogregarinen die Gregarinen nur im encystierten Stadium von den Amöbocyten angefallen werden, d. h. wenn sie sich mit einer eigenen Hülle umgeben und die Fähigkeit einbüßen, auf äußere Einwirkungen zu reagieren. Allein der Umstand, daß die von mir beschriebenen Gregarinen ihre volle Lebensfähigkeit beibehalten und namentlich ihr zweifelloses Wachstum im eingeschlossenen Zustande, beweisen, daß der Prozeß der „Einmauerung“ sozusagen in das Lebensprogramm dieser Gregarinen gehört. Aller Wahrscheinlichkeit nach spielen die Amöbocyten für *Chlamydocystis* die gleiche Rolle, wie die Spermienblastophoren des Regenwurms für verschiedene Arten von *Monocystis*. Augenscheinlich können die Gregarinen mit Erfolg Nahrung durch die Wand der sie umgebenden Hülle in sich einsaugen, wodurch sich auch ihr Wachstum im eingeschlossenen Zustande erklären läßt.

Das Fehlen von Fortpflanzungsstadien ist keine anormale Erscheinung, indem man bei vielen Gregarinen die Erscheinung beobachten kann, daß zeitweilig alle zur Beobachtung gelangenden Parasiten sich im Zustand der Cyste befinden, während es zu anderen Zeiten bei dem besten Willen unmöglich ist, auch nur ein einziges Fortpflanzungsstadium aufzufinden. Es steht dies mit der Periodizität der geschlechtlichen Fortpflanzung bei vielen Gregarinen im Zusammenhange.

III. *Urospora travisiae* n. sp.

In der Leibeshöhle von *Travisia forbesi* JOHNST. werden zwei verschiedene Monocystideen angetroffen. Von diesen ist *Urospora travisiae* die größte und am häufigsten anzutreffende Art. In Bergen

wie auch auf der Biologischen MURMAN'schen Station hatte ich Gelegenheit, mehrere Hundert Exemplare von *Travisia* zu öffnen, wobei ein jedes derselben eine Menge Gregarinen der genannten Art enthielt. In ein und demselben Exemplare von *Travisia* sind gleichzeitig Individuen von *Urospora* anzutreffen, welche sich auf den allerverschiedensten Entwicklungsstufen befinden. Die allerjüngsten Exemplare (Taf. VII Fig. 18 u. 19) zeichnen sich durch heteropolare Körpergestalt aus, indem ihr vorderes, verdicktes und abgerundetes Ende scharf von dem zugespitzten Hinterende unterschieden ist. Der Körper junger *Urospora* (Taf. VII Fig. 19) ist in der Längsachse gestreckt. Bei fortschreitendem Wachstum beginnt das Vorderende sich zuzuspitzen (Taf. VII Fig. 18), allein die Heteropolarität des Körpers bleibt immer noch bemerkbar. Völlig ausgewachsene Gregarinen endlich besitzen einen spindelförmigen Körper, welcher an beiden Enden stark zugespitzt ist. Ihr Körper wird nunmehr (Textfig. A) völlig homopolar, so daß das Vorderende sich nicht mehr



Fig. A.

von dem Hinterende unterscheidet. An dem Körper einer erwachsenen *Urospora* sind einige Einschnürungen vorhanden, welche an die Einschnitte bei *Chlamydocystis* erinnern, aber etwas tiefer sind. Es ist von Interesse, daß der Körper der erwachsenen *Urospora* nur selten in gerader Linie gestreckt ist; fast immer ist er in der Mitte V-förmig eingeknickt, wobei der zwei große Caryosome enthaltende Kern in einem der beiden Arme liegt. In diesem geknickten Zustande erfolgt auch die Bewegung der Gregarine, welche darin besteht, daß die *Urospora* langsam und gleichmäßig, mit der Knickungsstelle nach vorne gerichtet, in der umgebenden Leibeshöhlenflüssigkeit dahingleitet.

Charakteristisch ist für *Urospora* demnach die während ihres Wachstums eintretende Verwandlung der heteropolaren Körpergestalt in eine homopolare, ferner die mit dieser Erscheinung verknüpfte

physiologische Veränderung, bestehend in der Veränderung der Richtung, in welcher sich die Gregarine vorwärts bewegt. Während sich junge Individuen mit dem Vorderende nach vorne gerichtet bewegen, ist bei der Vorwärtsbewegung erwachsener Individuen die Mitte ihres umgebogenen Körpers nach vorne gerichtet. Eine so merkwürdige Fortbewegungsart ist bei den Gregarinen meines Wissens bis jetzt noch nicht beobachtet worden. Ihre Entstehungsart kann man sich auf die Weise erklären, daß sich anfangs auch die erwachsenen *Urospora* in normaler Weise, d. h. mit dem Vorderende voran bewegt haben; späterhin, als dieses Ende dünner wurde, begann es aber sich bei der Vorwärtsbewegung etwas zur Seite zu biegen und nach hinten zu drehen, so daß die Mitte der Gregarine zum vordersten Punkte ihres in Bewegung begriffenen Körpers wurde.

Als eine andere Eigentümlichkeit von *U. trivisiae* erscheint der Umstand, daß die nach vorne gerichtete Mitte ihres V-artig umgebogenen Körpers der Gregarine auch zur zeitweiligen Befestigung an verschiedenen inneren Organen von *Trivisia* dienen kann. Der bevorzugte Ort für die Befestigung von *U. trivisiae* sind die blindgeschlossenen Fortsätze der Blutgefäße von *Trivisia*. An diesen Fortsätzen sitzen die Gregarinen oft in großer Anzahl, wobei sie sehr fest an denselben haften; so wurden bei dem Auswaschen der Leibeshöhle von *Trivisia* durch einen starken Wasserstrahl aus der Pipette die Gregarinen nicht hinweggespült, sondern sie blieben an den Gefäßen sitzen, obgleich ihre beiden Körperenden unter der Einwirkung des Wasserstromes frei nach verschiedenen Richtungen hin und her schwankten. Trotz der soliden Befestigung weist die Stelle, vermittels derer die Gregarinen sich befestigen, dennoch keinerlei spezielle Differenzierung auf. In Anbetracht des letzteren Umstandes, wie auch aus dem Grunde, weil die Umbiegungsstelle des Körpers bei verschiedenen Individuen von *Urospora* nicht genau mit der Mitte des Körpers zusammenfällt (d. h. daß die Befestigungsstelle nicht genau fixiert ist), erscheint es am wahrscheinlichsten, daß wir es im gegebenen Falle nur mit einem Ankleben der Gregarinen an die Gefäßwandungen vermittels des von ihnen ausgeschiedenen Schleimes zu tun haben. Allein auch dann bietet diese Erscheinung immer noch großes Interesse, indem sie den ersten Schritt zu Hervorbringung von Befestigungsorganen an einer ganz neuen Stelle des Körpers bedeutet, welches für gewöhnlich bei den Gregarinen nicht zu diesem Zwecke dient (vgl. hierüber ausführlicher DOGIEL 2).

Urospora trivisiae bildet Cysten von zweierlei Art. Erstens gewöhnliche Cysten, das Ergebnis der Conjugation zweier Individuen, und außerdem noch besondere Einzelcysten, welche aus der Encystierung einzelner Gregarinen hervorgehen (Taf. VII Fig. 22). Letztere Cysten unterscheiden sich von den gewöhnlichen durch ihre geringere Größe und die beträchtlichere Dicke ihrer Hülle. Die Wandungen der Einzelcysten bestehen aus zwei Schichten: einer festen äußeren und einer gallertigen glasartigen inneren Schicht. Solche Einzelcysten werden von der hier beschriebenen Gregarine sehr häufig gebildet, so daß ich anfangs vermutete, sie stünden mit irgendeiner besonderen Fortpflanzungsweise von *U. trivisiae* in Verbindung. Allein die Beobachtungen ergaben, daß die Einzelcysten augenscheinlich stets dem Untergange geweiht sind. Ihre Kerne nehmen an Größe zu, platzen und ergießen ihren Inhalt in das Protoplasma (Taf. VII Fig. 23). Sodann nimmt der Umfang der in einer Einzelcyste eingeschlossenen Gregarine allmählich an Größe ab, die Cyste schrumpft zusammen und nimmt schließlich das Aussehen eines gelblichen körnigen Klümpchens an. Solche untergegangene Cysten kann man in großen Mengen im Inneren der Anhäufungen von Amöbocyten der *Trivisia* antreffen, welche frei in der Leibeshöhle der Polychäte umherschwimmen.

Bezüglich der Entwicklung der gewöhnlichen Cysten werde ich nur einige bemerkenswerte Einzelheiten mitteilen, da ich nicht den ganzen Verlauf der Entwicklung der Cysten von *Urospora* verfolgt habe.

Nach der Encystierung der Conjuganten zerfallen beide Caryosome ihrer Kerne in mehrere kleinere, runde Caryosome. Dabei werden die Kerne sehr chromatinreich, wobei das Chromatin die Kerne in Gestalt einer Menge kleiner Chromatinkörner anfüllt, welche in dem Kerngerüst zerstreut liegen. Eine solche Chromatinzunahme im Kern nach der Encystierung ist bereits von vielen Autoren beobachtet worden, so von BERNDT (1), PAEHLER (6) u. a. m. Die erste Kernspindel entsteht innerhalb des Kernes eines jeden Conjuganten, ähnlich wie dies SCHELLAK (8) bei *Echinomera hispida* beobachtet hat. Zuerst sieht man an irgendeiner Stelle des Kernes inmitten der Chromatinkörner eine Anhäufung sehr kleiner schleifenförmiger Chromosome (Taf. VII Fig. 21). Solcher Chromosome sind es anscheinend im ganzen 4. Auf anderen Präparaten sieht man (Taf. VII Fig. 20), wie die Chromosomen sich schon in Gestalt eines Monasters angeordnet haben, an dessen Polen plasmatische Strahlungen zu bemerken sind: es ist die erste Kernspindel zur Bildung

gelangt. Noch bevor ihre Teilung beendet ist, tritt diese letztere an die Peripherie des Mutterkernes heran, dessen Membran an dieser Stelle resorbiert wird; hierauf tritt die Teilungsspindel in das Protoplasma der Konjuganten über.

Weiterhin tritt eine außerordentlich rasch verlaufende Resorption des Mutterkernes ein. Auf einem meiner Präparate ist der Mutterkern zu der Zeit, wo sich aus der ersten Kernspindel zwei Tochterkerne gebildet haben, bereits vollständig verschwunden.

Der weitere Verlauf der Entwicklung, bis zur Bildung der Sporocysten, bietet kein besonderes Interesse. Die aus beiden Konjuganten hervorgehenden Gameten sehen einander außerordentlich ähnlich, so daß ich ihre Kopulation kaum für eine Anisogamie ansehen kann.

Die Bildung der Sporocysten erfolgt in der Weise, daß unmittelbar nach der Verschmelzung zweier Gameten, wenn deren Kerne noch nicht miteinander verschmolzen sind, an einem Ende der Zygote eine seichte Einsenkung gebildet wird, aus deren Mitte sich ein kleiner kegelförmiger Höcker von hyalinem Plasma erhebt (Taf. VII Fig. 24 u. 25). Das Auftreten des Höckerchens bedeutet den Anfang der Bildung des schwanzförmigen Anhangs des Exosporits der Sporocyste. Das erwähnte Höckerchen wächst allmählich zu einem langen, nach dem freien Ende zu dünner werdenden Schwänzchen aus. Anfangs ist der ganze Anhang mit hyalinem Plasma angefüllt, allein späterhin zieht sich dieses letztere, nachdem es an seiner Oberfläche die Hülle des Exosporits ausgeschieden hat, aus dem Schwänzchen in den Körper der Zygote zurück. Erst hierauf erfolgt die Bildung des gegenüberliegenden Endes des Exosporits, welches das Aussehen eines offenen Trichters hat. Der zuvor ovale Körper der Zygote streckt sich in einer dem schwanzförmigen Anhang der Sporocyste diametral entgegengesetzten Richtung stark in die Länge (Taf. VII Fig. 28) und scheidet nunmehr auf seiner ganzen Oberfläche, das vorderste Ende ausgenommen, die Hülle des Exosporits aus. An dem vorderen Ende ragt das Protoplasma eine gewisse Zeit hindurch aus der Öffnung des auf die erwähnte Weise gebildeten Trichters des Exosporits hervor, gleich einem Korken aus dem Flaschenhals. Späterhin löst sich das Plasma von der Wandung des Trichters ab und zieht sich in den mittleren, erweiterten Teil des Exosporits zurück, wo es eine zweite Hülle, den Endosporit, um sich herum bildet (Taf. VII Fig. 29). Sowohl der Trichter als auch der schwanzförmige Fortsatz der Sporocyste sind demnach nur während ihrer Formation mit dem Plasma der Zygote

angefüllt; dabei bildet sich zuerst das blindgeschlossene Ende des Exosporits und erst dann dessen gegenüberliegender Pol, d. h. der Trichter. Die einzelnen Vorgänge bei der Bildung der Sporocysten sind bis jetzt nur selten beachtet worden, weshalb sie auch nur wenig bekannt geworden sind.

IV. *Urospora ovalis* n. sp.

Diese Gregarine stellt die zweite in der Leibeshöhle von *Travisia forbesi* lebende Art der Gattung *Urospora* dar. Sie verdient aus dem Grunde Beachtung, weil ihre jungen Stadien sich auf Kosten der Spermatogonien- und Spermatidenklumpen von *Travisia* ernähren, wodurch sie an die in Regenwürmern parasitierenden *Monocystis*-Arten erinnern. *U. ovalis* ist als das erste Beispiel des Auffindens von Gregarinen in den Spermatogonien von Polychäten zu betrachten. Die jungen Entwicklungsstadien dieser Gregarine sind vollkommen unbeweglich und gleichsam mit einzelnen Häufchen von in der Bildung begriffenen Spermatozoen von *Travisia* verklebt, welche in der Leibeshöhle der Polychäte herumschwimmen (Textfig. B u. C). Mit zunehmendem Wachstum der Gregarine nimmt das mit ihr verbundene Spermatozoenhäufchen an Umfang ab (Textfig. C). Erwachsene *U. ovalis* werden in der Leibeshöhle von *Travisia* bereits in freibeweglichem Zustande angetroffen (Textfig. D). Ihr



Fig. B.

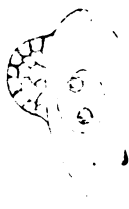


Fig. C.



Fig. D.



Fig. E.

Körper besitzt eine annähernd ovale Gestalt und enthält einen länglichen großen Kern, in welchem sich zwei kugelige Caryosome befinden. Solche Individuen conjugieren paarweise (Textfig. E), wobei ihre Caryosome in mehrere kleinere Kügelchen zerfallen. Das Ergebnis der Conjugation sind Cysten, welche ungefähr halb so groß sind, wie diejenigen von *Urospora trivisiae*. Die Sporocysten beider in *Travisia* parasitierenden *Urospora*-Arten sind einander

ihrer Gestalt nach vollkommen ähnlich, allein bei *U. ovalis* sind sie etwas kleiner. Leider habe ich der Entwicklung von *U. ovalis* in weiblichen Individuen von *Travisia* nicht genügende Aufmerksamkeit zugewendet. Augenscheinlich führen die Gregarinen in diesen, von dem Momente an, wo sie in deren Leibeshöhle eingedrungen sind, ein freibewegliches Leben, indem ich niemals Jugendstadien von *U. ovalis* beobachtet habe, welche in irgendwelcher Beziehung zu den Eizellen von *Travisia* gestanden hätten.

V. *Pterospora ramificata* n. sp.

Diese große Monocystidee lebt in der Leibeshöhle von *Nicomache lumbricalis* MLGRN. von der Murmanküste. Sie erinnert außerordentlich an *Pt. maldaneorum*, welche RACOVITZA und LABBÉ aus der Leibeshöhle verschiedener Maldaneidae beschrieben haben. Die hauptsächlichsten unterscheidenden Merkmale von *Pt. ramificata* bestehen in deren bedeutenderer Größe und der stärkeren Verästelung der paarigen Fortsätze ihres Körpers. Während die Körperlänge von *Pt. maldaneorum* etwa 140 μ beträgt, erreichen große Exemplare von *Pt. ramificata* eine Länge von 600 μ (Textfig. F). Ferner verzweigt sich ein jeder der Endfortsätze von *Pt. maldaneorum* nur zweimal dichotomisch, wobei die Äste sehr kurz bleiben. Bei *Pt. ramificata* dagegen findet eine solche Gabelung der Fortsätze viermal statt, so daß diese letzteren ein dendritisches Aussehen annehmen. *Pterospora* wird stets im Stadium der Conjugation angetroffen. Die Tiere metabolieren stark, wobei ihre Kerne, wie dies auch bei *Pt. maldaneorum* der



Fig. F.

Fall ist, sich frei in dem Endoplasma bewegen. Bisweilen wandert der Kern sogar in die oben beschriebenen Fortsätze des Körpers (Textfig. F). Die Cysten von *Pt. ramificata* sind oval und besitzen eine zweischichtige Hülle. Die äußere, gallertige und durchsichtige Schicht umgibt die ganze Cyste in Gestalt einer ununterbrochenen Hülle (Textfig. G). Die innere Schicht der Hülle ist dünner, aber von festerer Konsistenz. An den gegenüberliegenden Polen der ovalen Cyste bemerkt man in der inneren Schicht ihrer Hülle zwei trichterförmige Öffnungen (Textfig. G), welche zweifellos für den späteren Austritt der Sporocyste nach außen dienen.



Fig. G.



Fig. H.



Fig. J.

Die Sporocysten von *Pt. ramificata* (Textfig. H u. J) sind schon früher von mir beschrieben worden (DOGIEL 2). Ihr an dem einen Ende zugespitzter Exosporit zeichnet sich dadurch aus, daß er im Querschnitt eine dreikantige Gestalt besitzt. Der Endosporit ist oval und an dem einen Ende mit einem offenen Trichter versehen, welcher den Austritt der Sporozoiten nach außen ermöglicht.

Literaturverzeichnis.

- 1) BERNDT, A.: Beitrag zur Kenntnis der in der Larve von *Tenebrio molitor* lebenden Gregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. I 1902.
- 2) DOGIEL, V.: Beiträge zur Kenntnis der Gregarinen. III. Über die Sporocysten der Colom-Monocystidae. Arch. f. Protistenk. Bd. XVI 1909.
- 3) FRENZEL, J.: Über einige in Seetieren lebende Gregarinen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIV 1884.
- 4) KORSCHOLT, E.: Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Zellkerns. Zool. Jahrb. Abt. f. Anatomie 1889.

- 5) LÉGER, L.: Les Schizogregarines des Trachéates. I. Le genre Ophryocystis. Arch. f. Protistenk. Bd. VIII 1907.
- 6) PAEHLER, F.: Über die Morphologie, Fortpflanzung und Entwicklung von Gregarina ovata. Arch. f. Protistenk. Bd. IV 1904.
- 7) RACOVITZA, E. G. et LABBÉ, A.: Pterospora maldaneorum n. gen. n. sp. Grégarine nouvelle parasite des Maldaniens. Bull. Soc. Zool. France Vol. XXII 1897.
- 8) SCHELLACK, C.: Über die Entwicklung und Fortpflanzung von Echinomera hispida. Arch. f. Protistenk. Bd. IX 1907.
- 9) SCHEWIAKOFF, W.: Über die Ursache der fortschreitenden Bewegung der Gregarinen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LVIII 1894.

Tafelerklärung.

Tafel VII.

Fig. 1—8. *Callynthrochlamys phronimae*.

Fig. 1. Erwachsene *Callynthrochlamys*. Pt = Scheidewand zwischen Protomerit und Deutomerit. Sublimat; Eisenhämatoxylin. $\times 280$.

Fig. 2. Zwei junge Gregarinen mit deutlich ausgeprägter Teilung des Körpers in Protomerit und Deutomerit. FLEMMING'sches Gemisch; Saffranin. $\times 1200$.

Fig. 3. Schräger Schnitt durch eine junge Gregarine; in dem Endoplasma sind Chromidien zerstreut. Sublimat; Eisenhämatoxylin. $\times 1200$.

Fig. 4. Kern einer erwachsenen *Callynthrochlamys*, Querschnitt von 7,5 μ Dicke. Man sieht das System der von dem Kern ausgehenden Röhren. FLEMMING'sches Gemisch; Saffranin.

Fig. 5. Schnitt durch ein junges Individuum; seitlich vom Kern liegen zwei kernartige Körperchen. Die Rippen der Cuticula haben im Querschnitt das Aussehen auf der Oberfläche des Körpers radiär angeordneter Stäbchen. Sublimat; Eisenhämatoxylin. $\times 1200$.

Fig. 6. Oberflächlicher Schnitt durch den Kern von *Callynthrochlamys*, wobei nur die Röhren, nicht aber der Kern selbst getroffen sind. FLEMMING'sches Gemisch; Saffranin. $\times 1200$.

Fig. 7. Querschnitt durch den Kern eines erwachsenen Individuums. Sublimat; Eisenhämatoxylin. $\times 1200$.

Fig. 8. Oberflächlicher Schnitt durch den Kern von *Callynthrochlamys*, etwas näher vom eigentlichen Kern als der in Fig. 6 dargestellte Schnitt. Sublimat; Eisenhämatoxylin. $\times 1200$.

Fig. 9—17. *Chlamydocystis*.

Fig. 9. Erwachsene Gregarine. Sublimat; Eisenhämatoxylin. $\times 420$.

Fig. 10. Eine aus ihrer Hülle kriechende Gregarine. Sublimat; Eisenhämatoxylin. $\times 420$.

Fig. 11. Hinterende einer ihre Hülle verlassenden Gregarine. In dem Endoplasma sind Einschlüsse in Gestalt von Kristallen zu bemerken. Sublimat; DELA-FIELD'sches Hämatoxylin. $\times 1200$.

Fig. 12. Erwachsene Gregarine in ihrer Hülle. Nach einem lebenden Objekt gezeichnet. $\times 420$.

Fig. 13. Junge *Chlamydocystis* innerhalb der Amöbocyten. Nach einem lebenden Objekt. $\times 1200$.

Fig. 14. Amöbocyt, aus dem eine Gregarine ausgekrochen ist. Sublimat; DELAFIELD'sches Hämatoxylin. $\times 1200$.

Fig. 15. Normaler Amöbocyt von *Telephus*. Nach einem lebenden Objekt. $\times 1200$.

Fig. 16. Junge Gregarine innerhalb eines Amöbocyten. Sublimat; DELAFIELD'sches Hämatoxylin. $\times 1200$.

Fig. 17. Junge, aus ihrer Hülle ausgekrochene Gregarine; DELAFIELD'sches Hämatoxylin. $\times 1200$.

Fig. 18—29. *Urospora trivisiae*.

Fig. 18. Junges Entwicklungsstadium. Nach einem lebenden Objekt. $\times 1200$.

Fig. 19. Noch jüngeres Entwicklungsstadium. $\times 1200$.

Fig. 20. Kern einer Gregarine im Anfangsstadium der Conjugation. Im Innern des Mutterkernes die erste Teilungsspindel. Sublimat; Eisenhämatoxylin. $\times 1200$.

Fig. 21. Kern eines Conjuganten vor der Bildung der ersten Teilungsspindel; etwa in der Mitte des Kernes ein Häufchen schleifenförmiger Chromosome. Sublimat; Eisenhämatoxylin. $\times 1200$.

Fig. 22. Einzelcyste von *Urospora*. Nach einem lebenden Objekt. $\times 100$.

Fig. 23. Einzelcyste, nachdem ihr Kern geplatzt ist und seinen Inhalt in das Protoplasma ergossen hat. Nach einem lebenden Objekt. $\times 100$.

Fig. 24—28. Verschiedene Stadien der Sporocystenbildung. Nach lebenden Objekten. $\times 1200$.

Fig. 29. Vollständig ausgebildete Sporocyste. Nach einem lebenden Objekt. $\times 1200$.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Zoologischen Institut München.)

Zur Kenntnis von *Loxodes rostrum*.

Von
Dr. W. Kasanzeff.

(Hierzu Tafel VIII und 4 Textfiguren.)

Im Februar 1909 fand ich in einem der Aquarien des Münchener zoologischen Institutes große Mengen von dem Infusor *Loxodes rostrum*. Obgleich das Infusor von einer Reihe der Forscher untersucht worden war, welche interessante Besonderheiten des Tieres konstatierten, blieben doch manche Fragen vollständig ungelöst. Es genügt hier darauf hinzuweisen, daß keiner der Forscher Gelegenheit dazu hatte, die Conjugation von *Loxodes* zu untersuchen. Ja sogar die Vermehrungsweise der Kerne (der Großkerne ebenso wie der Kleinkerne) war bis jetzt vollständig unbekannt, da trotz des eifrigen Suchens an reichem Material keine Teilungsstadien der Kerne festgestellt werden konnten. Schon diese zwei Tatsachen genügen, um für die weitere Forschung des *Loxodes rostrum* anzuregen. In erster Linie war ich besorgt zahlreiche Kulturen anzulegen, um reichliches Material zu sichern. Bei diesen Versuchen, die Kulturen von *Loxodes rostrum* anzulegen, stieß ich zuerst auf Schwierigkeiten und erinnerte mich manchmal an die Worte JOSEPH'S, der über solche Versuche sagt: „Weder in Hochquell- noch in Tümpelwasser, weder in hohen Glasgefäßen noch in flachen (Petrischalen und Uhrschalen) gelang mir eine Weiterzucht, meist waren nach wenigen Stunden die Tiere tot oder bereits ganz aufgelöst und verschwunden“. Die

ersten Versuche schlugen alle fehl, da die Tiere in den großen Gefäßen ebenso wie in kleinen Schalen sehr bald starben. Ich brauchte ziemlich lange Zeit, um zu dem Verfahren zu gelangen, mit welchem wenigstens in größeren Gefäßen die Kulturen von *Loxodes rostrum*, wenn auch nicht mit absoluter Sicherheit, doch aber mit guten Ausichten auf Erfolg angelegt werden können. Ich füllte gewöhnliche Einmachgläser mit Wasserleitungswasser, streute auf den Boden soviel Sand, daß derselbe eine dünne Schicht bildete (der Sand wurde zuvor durchgeglüht, um die etwaigen in ihm enthaltenen Keime zu töten) legte einige kleine Stückchen Muschelfleisch (Fuß von *Anodonta*) hinein und stellte die Gläser, um die Fäulnis zu beschleunigen, an eine recht warme Stelle. Erst als die durch die Fäulnis hervorgerufene Trübung vorüber war, brachte ich etwas Oscillarien hinein, welche gewöhnlich sich sehr rasch ausbreiten und auf dem Sande einen Rasen bilden. Es kommt sehr oft vor, daß die Oscillarien aufschwimmen und neben der Oberfläche des Wassers an der Gefäßwand anheften. In solchen Fällen kratzt man sie ab und mischt sie mit dem Bodensande. Wird der Boden stellenweise mit Oscillarienrasen bedeckt, so kann man *Loxodes* hineinbringen.¹⁾ Am einfachsten nimmt man mit einer Pipette die Tiere samt dem Bodensatz, in welchem auch viele Diatomeen enthalten sind und bringt sie in das auf soeben beschriebene Weise vorbereitete Gefäß. Die mit dem Schlamme eingeführten sonstigen Protozoen stören gar nicht und dienen sogar den großen Exemplaren von *Loxodes* als Nahrung. Findet *Loxodes* in solcher Kultur günstige Lebensbedingungen, so vermehren sich die Tiere sehr schnell und gewinnen Oberhand über alle übrigen Protozoen. Lästig werden dagegen die mit dem Bodensatz eingeführten Rotatorien und Copepoden; besonders diese letzteren. Sind die Copepoden in großer Zahl aufgetreten, so kann dieselbe dadurch herabgesetzt werden, daß in das Gefäß auf einige Zeit irgendwelche kleine Fischchen gebracht werden. Doch bilden die Copepoden solchen Nachteil für die Kultur, daß ich nur in solchen Fällen zu dieser Methode griff, wo mir die Gefahr drohte, das Material zu verlieren und die sofortige Anlage neuer Kulturen notwendig war. Sonst aber habe ich immer in einem Uhrglase unter dem Mikroskop mit Hilfe einer kleinen Pipette einzelne Tiere ausgefangen, sie in ein anderes Uhrglas mit Wasserleitungswasser gebracht und wieder einzeln in das für die Kultur bestimmte Gefäß

¹⁾ Die Anwesenheit großer Mengen von Algen scheint für die Existenz von *Loxodes* auch außer als Nahrung absolut notwendig zu sein. Vielleicht handelt es sich um Sauerstoffausscheidung.

übergeführt. Sehr vorsichtig muß man auch bei der Anlage der Oscillarienkultur sein, da mit denselben sehr leicht Eier von Rotatorien und Copepoden eingeschleppt werden.

Man tut also gut, wenn man nur sehr wenig Algen nach sorgfältigem Auswaschen und nachdem man sie unter dem Mikroskop durchgesehen hat, in das für die Kultur bestimmte Gefäß bringt. In solchem Falle ist viel längere Zeit nötig, bis die Algen sich so weit vermehren, daß der Boden stellenweise von ihnen überzogen wird, dafür aber gelingt es manchmal, auf diese Weise Rotatorien- und Copepoden-freie Kulturen zu bekommen. Die so angelegten Kulturen halten sich manchmal wochenlang, es kommt aber sehr oft vor, daß im einen oder anderen Gefäße dieselben plötzlich absterben, so daß, um das Material nicht zu verlieren, es notwendig erscheint, gleichzeitig mehrere Kulturen zu führen. Ich habe während meiner Untersuchung immer gleichzeitig 3—8 Gläser *Loxodes*-Kulturen gehabt. Stirbt eine Kultur, wie es öfters passiert, aus, so legt man eine neue Kultur an. Gewiß wäre es für die Untersuchung viel vorteilhafter gewesen, eine und dieselbe Kultur längere Zeit zu beobachten. Noch schwerer geht es mit den Kulturen in kleinen Schalen und Uhrgläsern. Es gelingt nur wenige Tage *Loxodes* in kleinen Schalen zu erhalten, dabei muß man darauf achten, daß recht viel Algen (Oscillarien) in der Schale vorhanden sind. Merkwürdig ist es, daß die Tiere meistens plötzlich aussterben. Besonders fällt es ins Auge bei den Kulturen in kleinen Schalen, welche man öfters unter dem Mikroskop kontrollieren kann. Man kann in solchen Fällen vor dem Aussterben der Kultur keine Veränderungen an den Tieren wahrnehmen: dieselben sehen ganz normal aus und in ihrem Benehmen ist nichts zu bemerken, was auf nahes Aussterben hindeutet; sie nehmen Nahrung auf und bewegen sich in ganz normaler Weise. Einzelne abgestorbene oder im Absterben begriffene Exemplare findet man in solchen Kulturen manchmal, aber die Art und Weise, wie diese einzelnen Individuen absterben, unterscheidet sich wesentlich von derselben bei plötzlichem, massenhaftem Aussterben. Die einzeln absterbenden Individuen erscheinen bedeutend aufgebläht und deformiert und lassen nach dem Tode eine zusammenhängende Leiche zurück. Ganz anders verhalten sich die zugrunde gehenden Individuen einer im raschen Aussterben begriffenen Kultur. Hier sind gar keine Veränderungen an den Tieren wahrnehmbar und einzelne ganz normal sich bewegende Tiere gehen urplötzlich zugrunde. Unter dem Mikroskope sieht man, wie ein ganz normal sich bewegendes Individuum plötzlich einige kurze

rasche Bewegungen ausführt und, ohne eine zusammenhängende Leiche zurückzulassen, zerfällt. Es handelt sich nicht nur um Heraustritt des Endoplasmas, sondern auch um den Zerfall der Pellicula, was aus der deutlich wahrnehmbaren Cilienbewegung an einzelnen Stückchen klar wird. Hat man einen Fall solchen Absterbens in einer Uhrglaskultur beobachtet, so kann man mit Sicherheit sagen, daß nach $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden kein einziges Individuum am Leben bleiben wird.

Über die Ursache eines solchen plötzlichen Absterbens vermochte ich keine plausible Erklärung zu finden. Bringt man in das Gefäß, in welchem *Loxodes* plötzlich abgestorben waren, frische Tiere, so sterben dieselben binnen wenigen Stunden ab; wiederholt man das Experiment mehrmals, so ergibt sich immer dasselbe Resultat. Diese Tatsache scheint dafür zu sprechen, daß im Wasser selbst irgendwelche schädliche Stoffe vorhanden sind. Die Art und Weise des Absterbens stimmt auch mit dieser Vermutung überein. Dagegen sprechen aber folgende Tatsachen: erstens beim Absterben von *Loxodes* bleibt die ganze Begleitfauna am Leben, und die verschiedensten Infusorien, welche ich in die Gefäße und Glasschalen brachte, wo eine *Loxodes*-Kultur abgestorben war, gediehen vorzüglich. Wäre das Aussterben von *Loxodes* durch einen im Wasser gelösten schädlichen Stoff bedingt, so könnte also der betreffende Stoff nur für *Loxodes* schädlich sein. Zweitens sterben die Loxoden im reinen frischen Wasserleitungswasser binnen wenigen Stunden in gleicher Weise ab.

Ehe ich zu den Resultaten meiner Untersuchung übergehe, möchte ich einige Worte über die von mir angewandten Methoden der Fixierung und der Färbung sagen. Als fixierende Flüssigkeiten gebrauchte ich hauptsächlich Sublimatessigsäure mit nachheriger Färbung mit Methylgrün-S-Fuchsin, Pikrinessigsäure-Boraxkarmin oder Methylgrün-S-Fuchsin und FLEMMING'sche Mischung mit nachheriger Färbung mit Safarnin. Bei der Herstellung von Präparaten bediente ich mich zum Teil einer Zentrifuge, mit den kleinen Tieren aber (über die kolossalen Größenschwankungen bei *Loxodes* weiter unten) gelang eine andere viel bequemere Methode. Bringt man solche Tierchen in einem Wassertropfen auf einen Objektträger und übergießt mit Sublimatessigsäure, so bleibt ca. 80 Proz. der im Tropfen sich befindenden Tiere an dem Objektträger angeklebt und läßt sich weiter wie aufgeklebte Schnitte behandeln.

Von den oben erwähnten Fixierungs- und Färbemethoden ergab die Fixierung mit Sublimat-Essigsäure mit nachheriger Färbung mit Methylgrün-S-Fuchsin die besten Resultate. Ich erprobte die

Methylgrün-SFuchsinmischung in verschiedenen Proportionen und fand folgende Mischung als die geeignetste: auf zwei Teile 1proz. wässriger Methylgrünlösung ein Teil 1proz. Lösung von SFuchsin und diese Mischung mit einem halben Volumen Wasser verdünnt. Die nach der oben genannten Methode am Objektträger angeklebten kleineren Individuen kommen nach der Entfernung von Sublimat zuerst durch Abspülung mit schwachem Alkohol durch Jod-Alkohol, Alkohol 70°, und Wasser in die Farbe für 15—20 Minuten. Nach dem Färben taucht man den Objektträger schnell 2—3 mal in destilliertes Wasser, dann ebenso in Alkohol 70, Alkohol 94 und in absoluten Alkohol, wo das Präparat nicht zu lange bleiben darf, jedenfalls aber so lange, daß bei der Übertragung in Xylol keine Trübung entsteht. Nach dem Xylol wird wie gewöhnlich in Xylol-Canadabalsam eingeschlossen. Die Resultate dieser Färbung sind: Micronuclei grün, Macronuclei rot. Besonders intensiv rot färbt sich der Binnenkörper der Großkerne. Sind die Präparate die richtige Zeit (nicht zu lange und nicht zu kurz) mit Wasser behandelt, was bei einiger Übung sehr leicht gelingt, so erscheint das Protoplasma ganz, oder fast ganz farblos, die Großkerne aber rot und deren Binnenkörper intensiv weinrot. Etwas schwieriger gelingt diese Methode mit den großen Individuen. Man kann die großen Individuen in Schnitte zerlegen, auf Objektträger mit Wasser aufkleben und ebenso behandeln. Man muß aber in solchem Falle nach der Färbung nur ganz flüchtig mit destilliertem Wasser abspülen und für möglichst kurze Zeit direkt in Alkohol absolut. bringen. Ist durch das zu lange Behandeln mit Wasser die SFuchsin-, oder durch das mit Alkohol die Methylgrünfärbung entfernt oder zu stark abgeschwächt worden, so kann man nach der gänzlichen Entfärbung die Prozedur wiederholen. Die großen Individuen können auch in toto gefärbt werden, indem man die Tiere mit einer Pipette (ohne Mikroskop) successive in die in Uhrgläschen enthaltenen Reagentien bringt. Der schwierigste Moment dabei ist die Behandlung mit Alkohol absolut., weil bei den verhältnismäßig großen Dimensionen der Tiere die genügende Entwässerung nur dann eintritt, wenn die dicht bei der bewimperten Seite liegenden Kerne (nämlich die mit Methylgrün tingierten Kleinkerne) ganz entfärbt sind. Bei der ungenügenden Entwässerung werden die Präparate trüb. Manchmal gelingt es aber, auch bei den großen Individuen schöne Färbung in toto zu erzielen und bei einem Mißerfolg kann die Prozedur immer wiederholt werden¹⁾.

¹⁾ Ich habe diese Färbemethode auch an verschiedenen anderen Infusorien

Die Färbung mit Methylgrün-S-Fuchsin gelingt auch nach der Fixierung mit Pikrin-Essigsäure, auch wenn die Pikrinsäure vorher aus dem Objekte durch Auswaschen nicht ganz entfernt ist. In solchem Falle hält sich die Färbung viel länger. Gewöhnlich verbleicht die Färbung (Methylgrün ebenso wie S-Fuchsin) in einigen Wochen beträchtlich und verschwindet beinahe ganz in wenigen Monaten; die wenigen Präparate aber, welche ich nach der Fixierung mit Pikrinessigsäure ohne Auswaschen gefärbt habe, lassen noch jetzt, nach 9 Monaten, die Farben deutlich erkennen.

Zu der Schilderung der von mir gewonnenen Resultate übergehend, bemerke ich hier, daß dieselben hauptsächlich den Kernapparat betreffen. Was die äußere Form und den Bau des Körpers anbelangt, so ist in dieser Beziehung *Loxodes rostrum* von den früheren Autoren genügend erforscht.

Wie es schon von früheren Forschern betont wurde, weicht die Struktur der kugeligen Großkerne von *Loxodes rostrum* von dem gewöhnlichen Typus bedeutend ab. Von außen sind dieselben von einer Membran umgeben, welche an den Präparaten nicht deutlich erkennbar, beim Zerquetschen unter dem Deckgläschen frischer Kerne aber (nach dem Verfahren von BÜTSCHLI) sicher nachgewiesen werden kann. Nach innen von der Membran folgt eine Schicht, welche als „körnige“ oder „granulierte“ Kugelschale bezeichnet wird und von derselben durch einen Spaltraum getrennt, im Centrum des Kernes ein Binnenkörper. Wie JOSEPH ganz richtig bemerkt, ist der Spaltraum zwischen der Kugelschale und dem Binnenkörper bald breiter, bald enger, oder fehlt in seltenen Fällen ganz. Wenn wir hinzufügen, daß BÜTSCHLI dünne von der Kugelschale zum Binnenkörper verlaufende Radialfäden beschrieben und abgebildet hat, (welche jedoch JOSEPH „nach keiner Behandlungsmethode bemerken konnte) so wird es ziemlich alles sein, was wir bis jetzt über die Struktur der Großkerne von *Loxodes* kennen. Nach meinen Beobachtungen variiert die oben genannte „Kugelschale“ des Großkernes nicht nur in ihrer Dicke sondern auch in der Struktur. Als Typus des Großkernes möchte ich einen solchen Macronucleus bezeichnen,

versucht, ohne solche verschiedene Färbung der Groß- und Kleinkerne zu bekommen. So färben sich z. B. beim *Stentor* die Kleinkerne grün und der Großkern blau-grün mit seltenen kleinen roten Nucleolen. Bei *Paramaecium* färbt sich der chromatische Teil des Kleinkernes grün, der achromatische rot und der Großkern violett; die mit S-Fuchsin tingierten Nucleolen im Inneren des Großkernes findet man bei *Paramaecium* äußerst selten. Sehr schön färbt sich der Großkern von *Frontonia* (auf Schnitten). Die Hauptmasse des Großkernes erscheint grün mit sehr zahlreichen, ziemlich gleichmäßig verteilten roten Nucleolen.

bei welchem die „Kugelschale“ eine deutlich netzige Struktur besitzt mit bald sehr deutlichen, bald kaum erkennbaren Granulationen in den Netzfäden. Sehr oft ist die Kugelschale einseitig oder auch in ganzer Ausdehnung sehr stark verdünnt und in solchen Fällen zeigt sie keine deutliche Granulationen in ihren Netzfäden. Die Verdünnung der Kugelschale kann zuweilen so weit gehen, daß von ihr nur eine ganz dünne, der Membran von innen anliegende Schicht bleibt (Taf. VIII Fig. 3). An den Großkernen mit allseitig oder einseitig verdünnter Kugelschale habe ich nie die von BÜTSCHLI beschriebenen Radiärfäden gesehen, und bei den Großkernen mit gleichmäßig ausgebildeten ziemlich dicken Kugelschalen ist es bei weitem nicht immer Fall. Man kann wirklich auch bei sehr reichlichem Material wochenlang keinen einzigen Großkern mit den Radiärfäden zwischen der Kugelschale und dem Binnenkörper finden. Zu gewissen Zeiten findet man aber in den Kulturen Individuen, bei welchen einer oder mehrere Großkerne diese Radiärfäden sehr deutlich zeigen (Taf. VIII Fig. 2). Nach meinen Beobachtungen gehen die Radiärfäden von der Kugelschale nicht direkt zum Binnenkörper, sondern zu einer den Binnenkörper umgebenden Schicht, welche bald ziemlich stark, bald aber sehr dünn ist. Zuweilen findet man Großkerne, bei welchen die als Kugelschale bezeichnete Schicht so dick ist, daß man nicht von einer körnigen „Kugelschale“ sondern von einem körnigen Kerne reden kann. Solche Kerne sind gewöhnlich kleiner als die gewöhnlichen und enthalten im Innern ein, zwei oder mehrere kleine Binnenkörperchen. Solche Kerne halte ich (wie es schon BÜTSCHLI vermutet hat) für die in Bildung begriffenen Großkerne, worüber weiter unten die Rede sein wird.

Was die Färbbarkeit der Großkerne anbetrifft, so tingieren sie sich in Methylgrün-SFuchsingemische rein rot ohne jede Spur grüner Farbe und zwar der Binnenkörper bedeutend intensiver als die „Kugelschale“. Safranin mit vorheriger Fixierung mit dem FLEMMING'schen Gemische tingiert die Micronuclei sehr stark, die Binnenkörper der Großkerne etwas schwächer und die Kugelschale gar nicht. Boraxkarmin färbt die Mi sehr stark, die Binnenkörper der Macronuclei bedeutend schwächer und die Kugelschale nur wenig intensiver als das Protoplasma. Zieht man Boraxkarmin mit dem salzsaurem Alkohol stark aus, so bleiben die Mi sehr intensiv gefärbt, die Binnenkörper der Ma blaßrot und die Kugelschale entfärbt sich beinahe ganz.

Von der Struktur der Kleinkerne läßt sich sehr wenig sagen. Sie sind klein, kompakt und färben sich äußerst intensiv mit den Kernfarben.

Zu der Frage der Vermehrungsweise der Kerne von *Loxodes rostrum* übergehend soll bemerkt werden, daß bis jetzt keiner der mit dem *Loxodes* sich befassenden Forscher eine Teilung der Groß- oder Kleinkerne gesehen hat. Bei der Teilung des Tieres finden keine Kernteilungen und keine Verschmelzung einzelner Kerne statt.

Schon BÜTSCHLI stellte die Frage nach der Vermehrungsweise der Kerne dieses Infusors. Er weist darauf hin, daß er kleine, aus der Teilung der Tiere mit 2 Ma und 2 Mi entstandene *Loxodes* mit je 1 Ma und 1 Mi gesehen hat, dann auch mit 1 Ma und 2 Mi und 2 Ma und 1 Mi, dabei waren die Ma häufig von ungleicher Größe.

Auf Grund dieser Beobachtungen kommt BÜTSCHLI zu einer Vermutung, indem er sagt: „Hinsichtlich dieser Frage bin ich nun zu einer etwas eigentümlichen Vermutung gekommen . . . daß also die Kerne bei unserem *Loxodes* sich aus den Nucleoli hervorbilden, die sich ihrerseits wohl durch Teilung vermehren“ (S. 288). JOSEPH hat Großkerne abweichender Form beobachtet, die er als in der Bildung begriffene Ma im Sinne BÜTSCHLI's deutet. Die oben genannte Vermutung BÜTSCHLI's kann ich auf Grund meiner Untersuchung bestätigen, und zwar die Vermehrung der Micronuclei mittels der Teilung durch direkte Beobachtungen, indem ich bei meinem sehr reichlichen Materiale einige Kleinkernspindeln gesehen habe (Taf. VIII Fig. 5). Die Tatsache, daß man auch an sehr reichlichem Material die Teilungsstadien der Kleinkerne äußerst selten finden kann, ist wahrscheinlich auf das rasche und von der Teilung des Individuums unabhängige Ablaufen des Teilungsprozesses der Micronuclei zurückzuführen. Alle (vier) von mir beobachteten Kleinkernspindeln befanden sich ungefähr auf gleichem Teilungsstadium: das Chromatin war an den beiden Polen der Spindel verteilt mit achromatischen Fäden dazwischen. Von den sogenannten „Polplatten“ konnte ich an solchen Stadien nichts bemerken.

Mit dem Auffinden der Kleinkernspindeln ist aber die erste Hälfte der BÜTSCHLI'schen Vermutung, daß die Kleinkerne von *Loxodes rostrum* sich durch Teilung vermehren, bewiesen. Was die Frage der Entstehung der Macronuclei anbetrifft, so muß ich mich auf Grund meiner Befunde auch hier im Sinne der von BÜTSCHLI ausgesprochenen Vermutung aussprechen. Bekanntlich ist gewöhnlich die Zahl der Micronuclei bei *Loxodes rostrum* etwas kleiner als die der Macronuclei oder derselben (nämlich häufig bei den kleineren, wenigkernigen Individuen) gleich, wie z. B. 2 Ma und 2 Mi. Zuweilen findet man aber auch vielkernige Individuen, welche eine

größere Zahl der *Mi* als *Ma* besitzen. Sollten die *Macronuclei* aus den Kleinkernen entstehen, so müßte man nämlich bei solchen Individuen die Übergangsstadien zwischen *Mi* und *Ma* suchen, weil bei ihnen für die Herstellung der normalen Zahlenverhältnisse zwischen den Klein- und Großkernen die Zahl der letzteren vergrößert werden muß. Und in der Tat findet man bei solchen Individuen Kerne, welche nicht nur in ihrer Struktur, sondern auch in ihrer Färbbarkeit eine Mittelstellung zwischen *Mi* und *Ma* einnehmen und sich ungezwungen in eine von *Mi* zum *Ma* führende Reihe anordnen lassen. Ich gebe Zeichnungen einiger Kerne (Taf. VIII Fig. 6) eines Individuums, bei welchem die Gesamtzahl der *Ma* und *Mi* 32 betrug, wovon 13 *Ma*, 19 *Mi* und außerdem zwei Kerne (die in Fig. 6 b u. c abgebildeten) ein Mittelding zwischen *Mi* und *Ma* darstellen.

Betrachtet man eine so zusammengestellte Reihe, so findet man in der Abbildung (Fig. 6 a) einen etwas vergrößerten kleineren, der mit Methylgrün tingiert ist. Geht man zu der nächsten Figur, so bemerkt man, daß in dem der Hauptsache nach grün gefärbten Kerne rot gefärbte Körnchen vorhanden sind. Der in der nächsten Figur (c) abgebildete Kern sieht schon bedeutend einem Großkerne ähnlicher als einem *Micronucleus*, indem er mit dem S-Fuchsin mehr tingiert ist als mit dem Methylgrün und enthält einen kleinen roten Binnenkörper. Schließlich der in Fig. 6 d zwischen dem normal ausgebildeten Großkerne und 2 *Micronuclei* liegende Kern schließt sich einerseits dem in vorheriger Figur abgebildeten, andererseits einem normalen Großkerne an. Von dem ersteren unterscheidet er sich hauptsächlich dadurch, daß in ihm, ebenso wie in normalen *Ma*, keine Spur grüner Färbung geblieben ist, und durch weitere Annäherung in der Struktur an einen Großkern.

Was die Anordnung und die Zahl der Kerne bei *Loxodes* anbelangt, verweise ich auf die Zusammenstellung diesbezüglicher Beobachtungen bei JOSEPH. Ich füge nur hinzu, daß die maximale, von mir beobachtete Zahl der Großkerne 32 betrug (bei 27 *Mi*), also um 2 größer als die größte bis jetzt beobachtete Zahl (BALBIANI 30) und die kleinste je 1 *Ma* und 1 *Mi*. Diese letzteren entstehen aus der Teilung der 2 *Ma* und 2 *Mi* besitzenden Formen, und scheinen nicht lange in dem Zustande mit einem Großkerne und einem Kleinkerne zu bleiben, sondern ihr Kleinkern teilt sich, und so entsteht eine Form mit 1 *Ma* und 2 *Mi*. Durch die Umwandlung eines Kleinkernes in Großkern entsteht eine Form mit 2 *Ma* und 1 *Mi*. Teilt sich der Kleinkern noch einmal, so hat der Infusor wieder 2 *Ma* und 2 *Mi*. Ich gebe Zeichnungen von drei Stufen dieser Reihe

(Fig. 7, 8 u. 9), obgleich in meinen Präparaten alle besprochenen Stadien sehr zahlreich vertreten waren. Man kann nämlich zuweilen längere Zeit nur eine aus kleinen, je 2 Ma und 2 Mi besitzenden Tieren bestehende Kultur züchten, ohne daß der Zustand mit 2 Ma und 2 Mi überschritten wird. Die Tiere teilen sich und die aus der Teilung hervorgegangene, einen Groß- und einen Kleinkern besitzenden Loxoden, bilden sich auf dem obengeschilderten Wege wieder zu den 2 Ma und 2 Mi besitzenden um. Auf Grund solcher Beobachtungen war ich geneigt, solche Formen, welche von ENGELMANN unter dem Namen *Drepanostoma striatum* beschrieben wurden, wenigstens als besondere Rasse aufzufassen.

Außer solchem Typus kann man noch einige unterscheiden, welche JOSEPH in seiner Arbeit genau beschreibt. Von allen diesen „Typen“ ist aber die ENGELMANN'sche *Drepanostoma striatum* durchaus am schärfsten abgegrenzt, und zwar nicht nur in der Konstanz der Kernzahl, sondern auch in ihrer Anordnung,¹⁾ ebenso wie im äußeren Habitus der Tiere. Und doch hat mir der Verlauf einer der von mir angelegten Kulturen gezeigt, daß solche Formen ebensowenig wie die anderen „Typen“ besondere Rassen darstellen, sondern in eine Entwicklungsreihe gehören. Im Anfang des Sommersemesters mußte ich auf zwei Wochen abreisen und als ich zurückkam, waren schon meine Kulturen ausgestorben. Nach eifrigem Suchen habe ich in einem der größeren Aquarien des Institutes spärliche Loxoden gefunden. Im Laufe eines ganzen Tages habe ich nur 18 Stück herausgefischt, die alle sehr groß und vielkernig waren. Zwei davon habe ich abgetötet und gefärbt. Der eine besaß 24 Ma und 21 Mi, der andere 21 Ma und 20 Mi. Die übrigen 16 Stück verteilte ich am 25. Mai in zwei Kulturen: in ein großes Gefäß brachte ich 14 Stück und in eine Petrischale 2 Stück (diese beiden Gefäße wurden in der früher schon geschilderter Weise vorbereitet). Am 27. Mai bemerkte ich, daß eines der zwei in der Petrischale sich befindenden Individuen in Teilung begriffen war. Am 28. fand ich dort schon 4 Stück, wovon eines im Teilungsstadium. Am 1. Juni

¹⁾ Die Kerne sind so angeordnet, daß der Kleinkern des vorderen Großkernes nach hinten von ihm liegt und derselbe des hinteren nach vorn. Die Ausnahmen in der Anordnung der Kerne sind bei solchen Formen äußerst selten. Zwischen Hunderten von Exemplaren habe ich nur ein paar Ausnahmen gesehen. Schon ENGELMANN hat eine Zeichnung gegeben, wo beide Kleinkerne nach hinten gerichtet sind, und in der Zeichnung von BALBIANI sind die beiden Mi nach vorn gerichtet. In diesen Fällen handelt es sich nicht, wie JOSEPH meint, um „einen Irrtum der bewährten Beobachter“, sondern um sehr seltene Ausnahmen.

waren schon 17 Stück in der Schale, alle kaum halb so groß als im Ausgangsmaterial, davon waren 3 im Teilungsstadium. Außerdem waren manche abgestorben. Zwei von diesen 17 habe ich konserviert, dabei hat es sich herausgestellt, daß das eine 8 Ma und 7 Mi, der andere 9 Ma und 6 Mi besaß. Am 2. und 3. Juni sah ich mehrere Teilungen, die Zahl der Tiere aber von 15 am 1. Juni zurückgelassenen nur auf 18 stieg, da die Sterblichkeit sehr groß war. Am 4. Juni habe ich 4 Teilungsstadien in eine andere Petrischale übertragen. Am 6. Juni starb die Kultur in der ersten Schale ab. In der zweiten aber, wohin ich die vier Teilungsstadien brachte, fand ich 14 Stück, alle sehr klein und einige waren außerdem abgestorben. Die zwei herausgenommenen und konservierten besaßen beide je 2 Ma und 2 Mi in typischer Anordnung. Am nächsten Tage war die Kultur abgestorben. Sie haben mir aber gezeigt, daß die kleinen wenigkernigen Formen keine besonderen Rassen sind, sondern durch die fortgesetzte Teilung aus den großen vielkernigen Formen entstehen können. Um Größenunterschiede zu zeigen, gebe ich hier unter gleicher Vergrößerung nach der Abtötung gezeichnete Exemplare von dem Ausgangsmaterial (Textfig. 1) und von den am 6. Juni abgetöteten. Nach dem Absterben meiner soeben geschilderten Kultur wandte ich mich zu meiner größeren Kultur, in welche ich am 25. Mai 14 Stück hineinsetzte. Dort wimmelte es von den *Loxodes*, welche alle klein waren und die meisten je 2 Ma und 2 Mi besaßen. Dazwischen, neben den Teilungsstadien, waren auch kleine Individuen mit je 1 Ma und 1 Mi zu finden und die Umwandlungsstadien derselben in die zweikernige. In dieser Kultur trat bald Conjugation ziemlich oft auf, und einige Tage nachher starb auch diese letzte meiner Kulturen ab.



Fig. 1.

Conjugation. Während meiner Untersuchung sind mir auch die bis jetzt noch nicht untersuchten Copulae zu Gesicht gekommen. Zuerst fand ich in den Kulturen, welche aus sehr verschiedenen Individuen bestanden, vereinzelt Copulae, und zwar alle von kleinen Individuen. Auffallend war es auch, daß alle in der Conjugation sich befindenden Tiere zwei ungleiche Großkerne besaßen. Der größere dieser Macronuclei hatte normale Form und Struktur, der kleinere aber glich vollständig den obenbeschriebenen, in der Bildung begriffenen Großkernen. Schon die Tatsache, daß bei allen

Conjuganten die Zahl und Beschaffenheit der Großkerne so konstant ist, spricht dafür, daß *Loxodes rostrum* bei streng bestimmten Kernverhältnissen in die Conjugation eintritt.

Als in meiner zuletztgeschilderten Kultur die Copulae auftraten, waren in derselben die Infusorien mit je 2 Ma und 2 Mi, aus deren Teilung hervorgegangene Tiere mit je 1 Ma und 1 Mi und die Umwandlungsstadien dieser letzteren in die Formen mit 2 Ma und 2 Mi, d. h. mit einem Ma und 2 Mi und solche mit 2 Ma, von welchen der eine noch in der Bildung begriffen ist, und 1 Mi (Fig. 9). Solche 2 Großkerne haben auch alle Conjuganten. Was die Zahl der Kleinkerne anbetrifft, so haben die Conjuganten je 1 bis mehrere derselben. Da aber die Vermehrung der Kleinkerne während der Conjugation eine allgemein verbreitete Erscheinung ist, so erscheint es wahrscheinlich, daß die Tiere beim Eintreten in die Conjugation nur je 1 Kleinkern besaßen. Damit stimmt es überein, daß auch zwischen den nicht conjugierenden Tieren alle die, welche einen normalen und einen in Bildung begriffenen Großkern besitzen, nie mehr als einen einzigen Kleinkern haben. Einmal habe ich den allerersten Anfang der Conjugation beobachtet und nach der Abtötung des betreffenden Pärchens hat es sich herausgestellt, daß die beiden Conjuganten wirklich je einen Mi besaßen. Der Zustand, in welchem *Loxodes* in die Conjugation eintritt, wird also in folgender Weise erreicht: aus der Teilung der Tiere mit je 2 Ma und 2 Mi entstehen Tiere mit je 1 Ma und 1 Mi, weiter durch die Teilung des Kleinkerns entstehen Formen mit 1 Ma und 2 Mi, und durch die Umwandlung eines der Kleinkerne in Ma entstehen Formen mit 2 Ma und 1 Mi. Während der Umwandlung eines Kleinkernes zum zweiten Macronucleus tritt der Moment ein, wo die Tiere entweder in Conjugation eintreten, oder nach der vollzogenen Umwandlung des Kleinkernes in den zweiten Großkern, der gebliebene Mi sich noch einmal teilt, und so ein Individuum mit 2 Ma und 2 Mi entsteht. Bemerkenswert ist, daß die Großkerne der conjugierenden Tiere wider Erwarten verhältnismäßig kleiner sind als die der nicht conjugierenden (vgl. Fig. 7—9 mit 10—13). Ehe ich die während der Conjugation stattfindenden Vorgänge am Kernapparate schildere, möchte ich einiges über die gegenseitige Lage der Conjuganten bemerken.

Schon aus der Betrachtung der Körperform von *Loxodes rostrum* wird klar, daß die Tiere, wenn sie in ihrer normalen Stellung, d. h. mit der bewimperten Seite nach unten gerichtet sind, mit ihren peristomalen Kanten, welche gewöhnlich nach BÜTSCHLI als Bauch-

kanten bezeichnet werden, nicht miteinander verschmelzen können. Es ist überhaupt nicht möglich, zwei Individuen in solch gegenseitiger Lage zu denken, daß das Vorderende gegen Vorderende und die Bauchkante gegen Bauchkante gerichtet ist, weil bei beiden das Peristom auf derselben Seite liegt. Bringt man zwei Individuen in solche Lage, daß bei beiden die bewimperte Seite nach unten gerichtet ist und dabei die Vorderenden gleich gerichtet sind, so kann die Bauchkante eines Individuums nur mit der Dorsalkante des anderen in Berührung kommen. Betrachtet man aber ein conjugierendes Pärchen, so merkt man sofort, daß das Vorderende gegen Vorderende und die Bauchkante gegen Bauchkante gerichtet ist. Das ist aber nur dann möglich, wenn die bewimperten Seiten nach entgegengesetzten Richtungen gewendet sind, was auch in der Wirklichkeit der Fall ist. Die Vermutung aber, daß beim Eintreten in die Conjugation der eine Teilnehmer in gewöhnlicher Lage bleibt, der andere aber sich mit der bewimperten Seite nach oben legt, setzt das verschiedene Verhalten der Individuen voraus. Zuerst war ich aber in dieser Vermutung durch die Tatsache unterstützt, daß an allen zuerst mir zu Gesicht gekommenen, ziemlich fortgeschrittenen Stadien der Conjugation die gegenseitige Lage der Conjuganten auch in anderer Beziehung ungleich war: die Conjuganten waren immer in der Weise verbunden, daß der eine mit seinem Vorderende frei nach vorn hervorragte, der zweite erschien aber in der Richtung nach hinten verschoben (Figuren 11—13) und sein Vorderende ragte nicht frei hervor, sondern war der Peristomalkante des Partners dicht angeschmiegt. Bei dem Schwimmen rotiert das Pärchen in spiraliger Richtung, so daß bald der eine, bald der andere mit der bewimperten Seite nach oben gekehrt wird. Jedesmal aber, wenn das Pärchen zum Boden sinkt und auf der Unterlage gleitend sich fortbewegt oder still steht — ist immer das Individuum mit freiem Vorderende mit seiner bewimperten Seite nach unten gerichtet. In solchem Falle ist also seine Stellung für die Lage des Pärchens maßgebend. Und doch verhalten sich, wie ich später bei der Beobachtung des Anfanges der Conjugation mich überzeugete, die beiden in die Conjugation eintretenden Individuen zuerst vollkommen gleich, und sind beide mit den bewimperten Seiten nach unten gerichtet. Sie stellen sich zuerst in der Weise zueinander, daß nur die Peristomalkanten der Vorderenden miteinander in Berührung kommen, die Hinterenden dagegen nach entgegengesetzten Richtungen gewendet sind (Fig. 2). In solchem Zustande, wo beide Individuen gleiche gegenseitige Lage besitzen, entsteht die erste

Verbindung der Conjuganten, welche selbstverständlich sich nur auf die Ventralkanten der Vorderenden beschränkt. Erst nachdem die erste Verbindung entstanden ist, findet die Umlagerung statt, welche dazu führt, daß die Vorder- und Hinterenden beider Tiere anstatt entgegengesetzter gleiche Richtung annehmen, die bewimperten Seiten dagegen, welche bisher bei beiden Individuen nach oben gerichtet waren, werden nach entgegengesetzten Richtungen gewendet, so daß, wenn das eine Individuum eine normale Lage hat, das andere mit der bewimperten Seite nach oben liegen muß. Diese Umlagerung geschieht in folgender Weise: Das der Unterlage (in dem

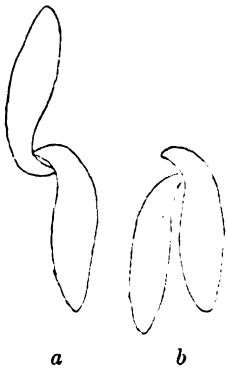


Fig. 2.

Anfang der Conjugation. Nach der Beobachtung aus dem Gedächtnis gezeichnet. In *a* beide Individuen in gleicher gegenseitigen Lage; in *b* ist das rechte Individuum in derselben Stellung, das linke aber umgeschlagen.

von mir beobachteten Falle dem Boden der Glasschale) dicht angeschmiegte Pärchen dreht sich in der Richtung, welche aus dem Bestreben jedes Conjuganten, sich nach vorn zu bewegen, resultiert (Textfig. 2). Nach einiger Zeit wird diese Drehbewegung schwächer und schwächer, bis schließlich das Pärchen auf dem Boden ruhig liegen bleibt. Plötzlich bewegt sich einer der Conjuganten stoßweise nach vorwärts, wobei das andere Individuum mit dem Hinterende in vertikaler Richtung (sozusagen über den Kopf) umgeschlagen wird, so daß seine bewimperte Seite nach oben zu liegen kommt. Diese Umdrehung geschieht um die Achse, welche durch den Punkt der Berührung der vordersten Spitze des umgeschlagenen Individuums mit der Ventralkante des anderen Individuums geht, so daß das Vorderende dieses letzteren frei wird (Textfig. 2 b). Im ersten

Momente nach der Umdrehung erscheint das umgeschlagene Individuum nur mit seiner Vorderspitze an die Ventralkante seines Partners angeheftet und zeigt an der Stelle seiner Ventralkante, welche vor der Umdrehung in der Berührung mit der Vorderspitze des anderen Individuums stand, deutliche Unebenheiten. Schon nach einigen Sekunden klebt sich diese unebene Stelle an die Bauchkante des Partners und wir haben vor uns ein typisches Conjugationspärchen von *Loxodes rostrum*. In solchem Momente habe ich das Pärchen, an welchem ich die soeben geschilderten Vorgänge beobachtete, abgetötet und mit Methylgrün-S-Fuchsin gefärbt. Dabei hat sich herausgestellt, daß, wie ich schon gesagt habe,

diese soeben in die Conjugation eingetretenen Individuen je zwei ungleiche Macronuclei und je einen Micronucleus besaßen. Was das Schicksal der Großkerne während der Conjugation anbetrifft, so erscheinen sie an den meisten von mir untersuchten Stadien in gleichem Zustande und zeigen erst an den wenigen von mir beobachteten weiter fortgeschrittenen Stadien der Conjugation deutliche Merkmale des Zerfalls. Bei der Beschreibung der früheren Conjugationsstadien verdienen die Großkerne keine besondere Berücksichtigung, dagegen ist die Aufmerksamkeit auf die Kleinkerne zu richten. Betrachten wir näher die Kleinkerne der Conjuganten an dem frühesten Stadium der Conjugation (Taf. VIII Fig. 10) und vergleichen wir dieselbe mit dem Kleinkerne des aus derselben Kultur entnommenen Individuums mit zwei ungleichen Großkernen und einem Kleinkerne (Taf. VIII Fig. 9), so bemerken wir, daß die einzigen Kleinkerne der Conjuganten größer sind als der des nichtconjugierenden Tieres und daß die mit Methylgrün färbare Substanz lockerer verteilt ist und sie nicht so kompakt aussehen. Schon solche Beschaffenheit der Micronuclei der Conjuganten läßt die Vorbereitung zur Teilung der Kleinkerne vermuten. Wendet man sich zu den etwas weiter fortgeschrittenen Stadien, so findet man anstatt eines einzigen Kleinkerns in jedem Conjuganten deren zwei. So finden wir in dem in Taf. VIII Fig. 11 abgebildeten Pärchen schon je zwei Kleinkerne in jedem Individuum. In einem dieser Individuen sind die Micronuclei bedeutend kleiner als in Fig. 10, und es erscheint mir ganz natürlich anzunehmen, daß die zwei kleinen Micronuclei aus der Teilung eines einzigen entstanden sind. In dem anderen Individuum ist der eine Micronucleus ebenso klein, der andere aber etwas vergrößert und den Kleinkernen des in Fig. 10 abgebildeten Pärchens ähnlich, so daß hier eine Vorbereitung zur weiteren Teilung anzunehmen ist. Solche Annahme wird auch mit dem Vergleiche mit den weiteren Stadien bestätigt. So finden wir in beiden Conjuganten des in Fig. 12 abgebildeten Pärchens je einen kleinen kompakten und einen bedeutend vergrößerten Micronucleus mit der lockeren Verteilung des Chromatins. Als ein weiteres Umbildungsstadium kann der Zustand betrachtet werden, welchen wir in der Taf. VIII Fig. 13 antreffen. Hier gibt es auch je einen kleinen kompakten Micronucleus und je einen größeren veränderten. Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, sind die größeren Micronuclei in diesem Falle bedeutend verändert im Vergleiche mit denen, von welchen bis jetzt die Rede war. Sie haben keine rundliche Form mehr, sondern sind in einer Richtung verlängert und von einem runden hellen Hofe umgeben,

welcher wahrscheinlich der abgehobenen Kernmembran entspricht. Was die Struktur dieser Kleinkerne anbelangt, so erscheinen sie deutlich in der Längsrichtung gestrichelt. Man kann vielleicht solchen Zustand der Kleinkerne mit dem sogenannten „Sichelstadium“ vergleichen. Zwischen meinen nicht zahlreichen Conjugationspräparaten habe ich solchen Zustand der Kleinkerne zweimal beobachtet. Leider war die Kultur, aus welcher die bis jetzt von mir beschriebenen Copulae stammten, in dem Momente abgestorben. Zwischen den seltenen Copulae aber, welche ich früher sporadisch in verschiedenen Kulturen fand und mit Boraxkarmin färbte, erwiesen sich neben den Stadien, welche den in Fig. 10—13 abgebildeten entsprachen, zwei Pärchen, welche zweifellos viel weiter vorgeschritten waren und für die Verfolgung des Prozesses sehr wichtig erscheinen. Das eine dieser Pärchen ist in Textfig. 3

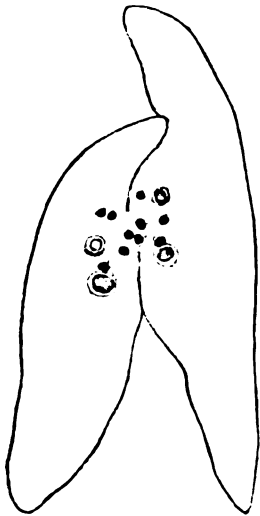


Fig. 3.

Fig. 3. Ein Conjugationsstadium mit Gesamtzahl von 10 Mi (in beiden Conjuganten zusammengerechnet). Nach einem Boraxkarmin-Präparat.

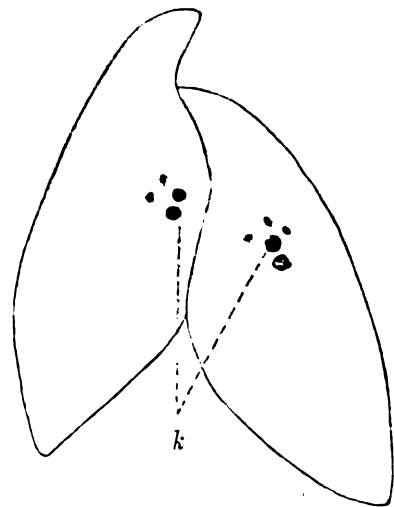


Fig. 4.

Fig. 4. Ein späteres Stadium der Conjugation. *k* = der aus Verschmelzung des stationären und Wanderkerns entstandene Kern. Boraxkarmin.

abgebildet. Hier sind in jedem Conjuganten je fünf Kleinkerne vorhanden. Von der Gesamtzahl (zehn) der Kleinkerne in der Copula liegen zwei an der Verschmelzungslinie der Conjuganten. Es ist wahrscheinlich, daß diese zwei Kleinkerne die Wanderkerne sind. Jetzt stellt sich die Frage: wie auf Grund der Befunde an

den früheren Stadien die Entstehung von je fünf Kleinkernen in jedem Individuum zu denken ist? Zuerst sahen wir in jedem der Conjuganten je einen Kleinkern, dann je zwei und diese zwei dachten wir uns als aus der Teilung eines einzigen entstanden. Gehen wir in der Richtung noch einen Schritt weiter, und stellen wir uns vor, daß die beiden Kleinkerne sich noch einmal geteilt haben, so werden wir eine Copula mit je vier Kleinkernen in jedem Conjuganten haben. Teilt sich jetzt einer der vier Kleinkerne in den Wander- und den stationären Kern, so entsteht das abgebildete Stadium mit je fünf Kleinkernen in jedem Conjuganten. Das zweite Pärchen (Textfig. 4) stellt ein noch späteres Conjugationsstadium vor. Hier gibt es je einen großen Micronucleus in jedem Conjuganten, der zweifellos dem aus der Verschmelzung des Wanderkerns mit dem stationären Kerne entstandenen Syncaryon entspricht. Alle übrigen Bestandteile des Kernapparates sind im Zerfallen begriffen: man sieht die Reste von Macronuclei und körnige Klumpen, welche wahrscheinlich aus dem Zerfalle der abortiven Micronuclei stammen. Es ist mir nicht gelungen, den nach der Conjugation stattfindenden Prozeß der Rekonstruktion des Kernapparates zu verfolgen, weil in kleineren Schalen isolierte Copulae regelmäßig zugrunde gingen und die Kultur selbst, in welcher die Conjugationspärchen auftraten, ebenso wie meine anderen Kulturen von *Loxodes rostrum* abstarben. Die Rekonstruktion des Kernapparates ist aber auf Grund vorheriger Schilderung kaum anders zu denken, als daß aus den Teilungen des Syncaryons entstehende Kleinkerne zum Teil zu den Großkernen sich umwandeln und daß die nicht umgewandelten Kleinkerne durch Teilung sich vermehren, womit die Zahl der Micronuclei vergrößert und das Material für die weitere Bildung der Großkerne gegeben wird. Möglicherweise stellt das in Fig. 14 abgebildete aus derselben Kultur stammende Tierchen eine der Stadien der Rekonstruktion des Kernapparates nach der Conjugation.

Literaturverzeichnis.

- 1) BALBIANI: Étude sur le Loxode. Ann. de Micrographie Vol. 2 1889—90.
- 2) BÜTSCHLI: Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zellteilung und die Conjugation der Infusorien. Abh. d. Senckenb. Naturf. Ges. in Frankfurt a. M. Vol. X 1876.
- 3) —: Ciliata. in: BRONN's Klassen und Ordnungen.
- 4) ENGELMANN: Zur Naturgeschichte der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Vol. XI 1862.
- 5) JOSEPH: Beobachtungen über Kernverhältnisse von *Loxodes rostrum*. Arch. f. Protistenk. Bd. 8 1907.

Tafelerklärung.

Tafel VIII.

Alle Zeichnungen sind mit ZEISS homog. Imm. $\frac{1}{12}$ und Zeichenocular von LEITZ 3 gemacht. Färbung: Methylgrün-SFuchsin. Macronuclei rot, Micronuclei grün.

Fig. 1. Vier vordere Macronuclei mit anliegenden Micronuclei einer vielkernigen *Loxodes rostrum* (rechts vorn, links hinten).

Fig. 2. Ein Macronucleus mit Radiärfäden zwischen dem Binnenkörper und der äußeren Schicht (Kugelschale).

Fig. 3. Ein Macronucleus mit verdünnter Kugelschale, ebenso wie in vorheriger Figur mit anliegendem Micronucleus.

Fig. 4. Ein Macronucleus mit drei Micronuclei aus einem Individuum, bei welchem die Zahl der Mi größer war als die der Ma.

Fig. 5. Zwei Micronucleusspindeln aus zwei verschiedenen Tieren.

Fig. 6. a, b, c und d (zwischen dem Ma und 2 Mi), die vier Übergangsstufen zwischen Mi und Ma.

Fig. 7. Ein aus der Teilung einer 2 Ma und 2 Mi besitzenden Form hervorgegangenes Individuum mit 1 Ma und 1 Mi.

Fig. 8. Aus der vorherigen Form durch Teilung der Mi entstandene Form mit 1 Ma und 2 Mi.

Fig. 9. Aus der in Fig. 8 abgebildeten Form durch Umwandlung einer der Mi in Ma entstandene Form.

Fig. 10. Früheres Conjugationsstadium. Beide Conjuganten mit je 1 Mi.

Fig. 11—13. Etwas spätere Conjugationsstadien mit je 2 Mi in jedem Individuum. In Fig. 12 ist je 1 Mi in jedem Conjuganten vergrößert, in Fig. 13 in Sichelstadium. Weitere Conjugationsstadien in Textfig. 3 u. 4.

Fig. 14. Ein aus derselben Kultur wie die Copulae stammendes *Loxodes* mit 2 fertigen Ma, 2 in der Bildung begriffenen und 2 Mi.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten zu Hamburg.
Vorsteher: Medizinalrat Prof. Dr. B. Nocht.)

Über das Gift der Sarkosporidien.

Experimentelle Untersuchungen am Kaninchen.

Von
Dr. phil. **Ernst Teichmann.**

(Hierzu 2 Textfiguren.)

Seitdem L. PFEIFFER (15) im Jahre 1890 die Angabe machte, daß die Injektion frischer Sarkosporidien des Schafes im Serum dieses Tieres bei Mäusen, Kaninchen und Schafen Erkrankung und meistens „Tod unter tetanischen Erscheinungen“ hervorruft, sind Sarkosporidien wiederholt zum Gegenstand toxikologischer Untersuchungen gemacht worden. So haben sich z. B. A. LAVERAN und F. MESNIL (11) mit diesem einzigen bisher bekannt gewordenen Protozoentoxin beschäftigt, das sie als „Sarcocystine“ bezeichneten. Sie benutzten zu ihren Versuchen frische und getrocknete Sarkosporidien, wobei sie wässrige Extrakte daraus durch Porzellan- und Glycerinextrakte durch Papierfilter gehen ließen. Sie stellten fest, daß 0,01 g Pulver und 0,05—0,06 g frischer Sarkosporidien gleichzusetzen seien und daß Kaninchen bei subkutaner Injektion von 0,001 g frischer Sarkosporidien pro Kilogramm Körpergewicht nach 5 bis 10 Stunden eingingen. Ratte, Maus, Schaf, Frosch, Schildkröte reagierten nicht; beim Huhn und bei der Taube trat nach „starker Dosis“ Gewichtsverlust ein. Wurde der wässrige Extrakt während 5 Minuten auf

100° erhitzt, so verlor das Gift seine Wirksamkeit; den gleichen Effekt hatte eine 20 Minuten währende Erhitzung auf 85°; durch eine 2 Stunden anhaltende Erhitzung auf 55 bis 57° wurde die Aktivität des Giftes merklich vermindert. Der Glycerinextrakt erwies sich als erheblich resistenter gegen Erhitzung. Zuletzt haben RIEVEL und BEHRENS (18) das Gift untersucht. Dennoch sind unsere Kenntnisse von ihm noch gering. Sie lassen sich in die wenigen Worte zusammenfassen, die sich bei S. VON PROWAZEK (16) auf Seite 112 finden und die besagen, das „Sarkosporidin“ sei ein Neurotoxin, das das Centralnervensystem beeinflußt und durch gewisse Substanzen unwirksam gemacht werden kann. Es erschien mir daher lohnend zu versuchen, ob sich nicht über die Natur und Wirkungsweise des Sarkosporidiengiftes genauere Aufschlüsse sollten gewinnen lassen. Zu diesem Zweck habe ich eine Reihe von Experimenten angestellt, über deren Art und Ergebnisse im folgenden berichtet werden soll.

Bevor ich auf die Versuche selbst zu sprechen komme, muß ich wenige Bemerkungen über die dabei angewandte Technik machen. Ich habe mich ausschließlich der Sarkosporidie des Schafes (*Sarcocystis tenella* RAILLIET) bedient, von der stets Material zur Verfügung stand. Die Cysten, mit denen die Schlundmuskulatur dieses Tieres oft in großen Mengen behaftet ist, können ohne Schwierigkeit frei präpariert und ihres Inhalts beraubt werden, indem die Sporoplasten auf geringen Druck hin aus der geplatzen Hülle austreten. Bei Verwendung frischen Materials zu Einspritzungen wurden die Keime in Kochsalzlösung aufgeschwemmt. Die meisten Versuche wurden jedoch mit getrockneter Substanz angestellt. Um diese zu gewinnen, wurden die frischen Sarkosporidien im Vakuumexsikkator ausgetrocknet und dann zerrieben. Die so erlangte weißliche oder hellgelbliche pulverartige Substanz erwies sich als sehr dauerhaft. Dies konnte ich mit Material erproben, daß Herr Dr. STIEBER, der hier früher mit Sarkosporidien gearbeitet hat, nach der angegebenen Methode hergestellt hatte und das wohl über ein Jahr alt war. Um nun diese Trockensubstanz zu Einspritzungen verwenden zu können, wurde sie kurz vor Gebrauch mit Kochsalzlösung versetzt. Sie löst sich darin nicht vollständig auf. Ein erheblicher Teil bleibt zurück, von dem die größeren Partikel zu Boden sinken. Nur die überstehende Flüssigkeit von leicht trübem Aussehen wurde benutzt. Auf diese Weise läßt sich eine für die praktischen Anforderungen des Experiments ausreichend exakte Dosierung ermöglichen. Wenn nämlich ein bestimmtes Gewicht Trockensubstanz mit einer bestimmten Menge Kochsalzlösung vereinigt wird, so läßt sich angeben,

wieviel von jenen im Kubikzentimeter der Suspensien vorhanden ist. Wird z. B. 0,1 g Trockensubstanz in 100 ccm Kochsalzlösung gebracht, so enthält unter Voraussetzung gleichmäßiger Verteilung jedes Kubikzentimeter ein Tausendstel Gramm der Sarkosporidien-substanz. Freilich trifft die gemachte Voraussetzung insofern nicht zu, als sich die gröberen ungelösten Partikel auf den Boden des Gefäßes absetzen und absichtlich nicht in die Körper der Versuchstiere mit eingeführt wurden. Die wirkliche Menge der beim Versuch zur Verwendung kommenden Substanz ist also überall geringer, als die in Gramm angegebenen Zahlen besagen. Aber da stets in der gleichen Weise verfahren wurde, fällt diese Ungenauigkeit nicht erheblich ins Gewicht. Natürlich ist es nicht möglich, über das in der Suspension enthaltene Gift eine quantitativ genaue Aussage zu machen. Alle im folgenden aufgeführten Dosierungen sind nach diesen Darlegungen zu beurteilen: die in Gramm notierte Zahl gibt die in dem zur Verwendung kommenden Quantum Kochsalzlösung gelöste und suspendierte Menge Sarkosporidientrockensubstanz an.

I. Die Wirkung des Giftes auf verschiedene Tierarten.

Es kam zunächst darauf an, festzustellen, welche Tierart für Versuche mit dem Gift der Sarkosporidien am geeignetsten sei. Ich habe Maus, Ratte, Meerschweinchen, Kaninchen, Kanarienvogel und Paramäcien auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen das Toxin geprüft. Um zunächst über die zuletztgenannten Organismen wenige Worte zu sagen, so stellte sich heraus, daß sie nur in geringem Maße auf das Gift reagieren. Ich bin, um dies festzustellen, in folgender Weise vorgegangen: Paramäcien wurden mit Leitungswasser ausgewaschen, dem dann ein erhebliches Quantum Sarkosporidiensubstanz zugesetzt wurde. In dieser Flüssigkeit blieben die Paramäcien, wurden von Zeit zu Zeit untersucht und mit der Kontrolle verglichen. Es ergab sich, daß wohl einzelne Individuen abstarben, weitaus die meisten aber blieben tagelang am Leben. Immerhin unterschieden sie sich in ihrem Aussehen von den Kontrollparamäcien, indem sie dunkler gefärbt und voluminöser erschienen; diese Veränderung hatte jedoch ihren Grund wohl nur darin, daß die in der Sarkosporidienflüssigkeit befindlichen Tiere verhältnismäßig große Mengen der in ihr suspendierten Substanz vereinnahmten. Ich habe diesen Versuch in zweifacher Weise modifiziert, ohne zu einem anderen Resultate zu gelangen. Einmal nämlich wurden die Paramäcien, bevor sie in Sarkosporidienflüssigkeit gebracht wurden,

mit Lezithin gefüttert; ich nahm dabei an, daß Lezithin eine stärkere Aufspeicherung des Giftes im Körper der Paramäcien bewirken würde. Das andere Mal wurde der Sarkosporidienflüssigkeit etwas Natronlauge zugesetzt, die bei einer entsprechenden Verdünnung $\left(\frac{1}{2500} \frac{n}{1} \text{ NaOH in Leitungswasser}\right)$, wie v. PROWAZEK (17) gezeigt hat, die Tiere nicht schädigt. Zu dieser Modifikation des Versuchs veranlaßte mich die Überlegung, daß auf solche Weise vielleicht das Gift von den Stoffen, an die es im Sarkosporidienkörper gebunden ist, befreit werden könne und dann intensiver auf das Plasma der Paramäcien wirken würde. Allein weder dort noch hier konnte ich zu einem Ergebnis gelangen, das sich deutlich von dem bereits mitgeteilten unterschieden hätte. Auch die Untersuchung fixierter und gefärbter Paramäcien, die in Sarkosporidienflüssigkeit gehalten worden waren, bestätigte mir, daß diese Infusorien jene Substanz ohne Schädigung als Nahrung verwenden können. Analog verliefen Experimente, die ich mit Colpidien anstellte.

Bei den übrigen oben genannten Tieren kamen subkutane, intraperitoneale und intravenöse Einspritzungen von frischen oder getrockneten Sarkosporidien zur Verwendung, um ihr Verhalten gegen deren Gift zu prüfen. Ratten und Meerschweinchen erwiesen sich als refraktär. Obgleich ihnen mehrere Male große Quanten frischer Sarkosporidien in die Bauchhöhle injiziert wurden, war keine Spur einer Reaktion zu bemerken. Ebenso wenig wirkten die Keime auf sie ein, wenn sie per os von ihnen aufgenommen wurden. Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß es mir nicht gelang, Ratten und Meerschweinchen auf diesem Wege mit *Sarcocystis tenella* zu infizieren; die Untersuchung von Tieren, an die 4 bis 6 Wochen zuvor reichliche Mengen frischer Sarkosporidien verfüttert worden waren, ergab keine Anhaltspunkte dafür, daß sich Cysten in der Muskulatur gebildet hätten. Auch in Blutausstrichen, die in der auf die Fütterung folgenden Zeit regelmäßig gemacht wurden, konnte nichts entdeckt werden, was auf eine eingetretene Infektion hätte schließen lassen. Natürlich beweisen diese Befunde nichts gegen die von TH. SMITH (20), A. NEGRI (14) und RH. ERDMANN (2) mitgeteilten Tatsachen.

Auch Mäuse sind gegen das Gift der Schafsarkosporidien ziemlich widerstandsfähig. Ich gab subkutan folgende Dosen: 0,001 g, 0,002 g, 0,004 g und 0,01 g. Erst bei Verabreichung von 0,004 g erfolgte eine Reaktion, indem zwei von vier so behandelten Tieren eingingen. Daß aber hiermit keine zuverlässig letalwirkende Dosis festgestellt war, ergab sich aus dem Umstande, daß von drei Tieren,

denen je 0,01 g eingegeben worden war, nur eines einging. Die Resistenz der Maus gegen das zu untersuchende Gift ist danach erheblichen individuellen Schwankungen unterworfen, so daß auch diese Species für Versuche als nicht geeignet betrachtet werden mußte.

Außerordentlich empfindlich gegen das Toxin ist dagegen der Kanarienvogel. Schon eine Dosis von 0,0001 g genügte, um den Tod herbeizuführen. Trotzdem erschien es mir nicht rätlich, mit dieser Tierart zu experimentieren, weil der Eingriff, der bei jeder Injektion erfolgen muß, immerhin vehement genug ist, um die Möglichkeit einer schweren Schädigung des Vogels durch die Operation an sich nicht auszuschließen; hierdurch wäre aber die Reinheit des Ergebnisses erheblich getrübt worden.

Auch das Kaninchen ist, wenn auch nicht in so hohem Grade wie der Kanarienvogel, für das Gift der Sarkosporidien empfänglich. Eine Reihe von Versuchen ließ erkennen, daß in 0,0002 g Trockensubstanz das tödlich wirkende Quantum des Giftes vorhanden ist. Bleibt die verabreichte Menge unter dieser Zahl, so werden die behandelten Tiere zwar krank, erholen sich aber nach kurzer Zeit und mit Sicherheit wieder. Ich habe mehrere Male Tieren 0,0001 g subkutan eingegeben, ohne daß eines davon eingegangen wäre. Daß mit der Dosis von 0,0002 g gerade die Grenze der Tödlichkeit erreicht ist, zeigten mehrere Fälle, in denen Kaninchen deren Einspritzung überstanden. Ein Tier z. B. war am 5. Tage, nachdem ihm jene Dosis, die ich fortan mit t. D. (= tödliche Dosis) bezeichnen will, unter die Haut eingegeben war, noch am Leben; es erhielt eine zweite und am 9. Tage nach dieser eine dritte um die Hälfte verstärkte Dosis. Jetzt erst erfolgte nach etwa 12 Stunden der Tod. Ähnliche Fälle wurden wiederholt beobachtet. Es darf mithin gesagt werden, daß in 0,0002 g getrockneter Sarkosporidiensubstanz gerade eben die Menge Gift enthalten ist, die ausreicht, um ein Kaninchen zu töten.

Der eben erwähnte Fall des Kaninchens, das erst nach der dritten und verstärkten Dosis einging, zeigt, daß die Resistenz dieser Tiere nicht überall gleich ist. Das ergibt sich auch aus der Beobachtung der Zeiträume, die verstreichen mußten, bis der letale Ausgang erfolgte. Sie schwanken zwischen etwa 18 und etwa 60 Stunden.¹⁾

¹⁾ Ganz genau kann ich die Stundenzahl nicht angeben, weil die Tiere meist des Nachts eingingen. Ich habe dann so gerechnet: wenn z. B. die Einspritzung um 4 p. m. vorgenommen und am darauffolgenden Morgen der Tod konstatiert worden war, so wurde angenommen, daß ein Zeitraum von 18 Stunden zwischen beiden Ereignissen verstrichen war. Die aufgeführten Zahlen sind also stets zu groß.

Dies gilt jedoch nur für subkutane Injektion. Wurde die t. D. intravenös gegeben, so wirkte das Gift schneller; der Tod erfolgte dann innerhalb 12 Stunden. Doch habe ich auch hier einen Ausnahmefall zu konstatieren: ein Tier, dem 1 t. D. in die äußere Ohrvene eingespritzt worden war, lebte noch nach 24 Stunden; es wurde ihm darauf eine auf den zwanzigfachen Betrag gesteigerte Dosis in derselben Weise einverleibt; als nach abermals 24 Stunden der Tod noch nicht eingetreten war, wurden ihm nochmals 20 t. D. diesmal subkutan eingegeben, worauf es im Verlauf von 36 Stunden einging.

Freilich sind diese Fälle erhöhter Widerstandsfähigkeit nicht häufig; sie bestätigen aber, daß, was ja allgemein bekannt ist, der Grad, in dem die einzelnen Individuen derselben Species der Wirkung von Giften zu widerstehen vermögen, nicht unbedeutlichen Schwankungen unterliegt. Dagegen scheint Alter und Geschlecht der Tiere keinen Einfluß auf deren Resistenz gegen das Sarkosporidiengift auszuüben.¹⁾ Was nun die Erscheinungen anlangt, unter denen sich dessen Wirkung an den Kaninchen geltend macht, so sind diese so eingehend beschrieben, daß ich mich ganz kurz fassen kann. Ich will nur erwähnen, daß in den Fällen, die ich beobachten konnte, immer allmählich stärker werdende Lähmung der hinteren Extremitäten und Somnolenz eintrat. Die Tiere verharrten oft tagelang fast unbeweglich und ohne Nahrung aufzunehmen mit geschlossenen Augen zusammengekauert auf demselben Fleck. Im letzten Stadium fielen sie auf die Seite und starben meist unter zuckenden Bewegungen der Extremitäten. Genauere Beobachtungen habe ich nicht gemacht; ich verweise dafür auf die Arbeit von RIEVEL und BEHRENS (18) S. 345 f. Es konnte übrigens festgestellt werden, daß nach der Einspritzung von Gift auch in untertödlichen Mengen immer eine oft recht bedeutende Abnahme des Gewichtes erfolgte.

Intrastomachal genommen bleibt das Gift ohne Wirkung. Ich gab einem Kaninchen (3600 g) ein Quantum getrocknete Sarkosporidiensubstanz per os, das wohl ausgereicht hätte, bei subkutaner Verwendung Hunderte von Kaninchen zu töten. Das Versuchstier reagierte in keiner Weise darauf.

¹⁾ Ich möchte jedoch bemerken, daß ich niemals Tiere von so geringem Gewicht verwendet habe, wie RIEVEL und BEHRENS (18) es getan haben. Ich habe nur einmal mit einem Kaninchen experimentiert, das unter 1000 g, nämlich 950 g wog; alle anderen Tiere waren, und zwar meist erheblich, schwerer.

II. Die Lokalisation des Giftes im Centralnervensystem.

Die Erscheinungen, unter denen Kaninchen, die mit genügend starken Dosen des Giftes der Sarkosporidien behandelt worden waren, zugrunde gehen, legten die Vermutung nahe, daß vornehmlich das Centralnervensystem von seinen Wirkungen betroffen werde. So hat denn auch v. PROWAZEK (16) an der bereits citierten Stelle auf Grund unedirter Untersuchungen SIEBER's das Sarkosporidin als ein Neurotoxin bezeichnet und auch RIEVEL und BEHRENS (18) konstatierten, daß es hauptsächlich auf das Nervensystem einwirke. Wenn diese Anschauung zu Recht bestand, mußte das Gift im Rückenmark und Gehirn vergifteter Tiere aufgespeichert werden, und es fragte sich, ob nicht ein Nachweis dafür erbracht werden könne. Ich untersuchte daher zunächst Rückenmark und Gehirn eines vergifteten Kaninchens auf Schnitten in der Annahme, daß sich vielleicht eine perivaskuläre Infiltration werde nachweisen lassen, wie sie von K. LANDSTEINER und E. POPPER (10) am Rückenmark von Affen beobachtet wurde, auf die eine Poliomyelitis acuta übertragen worden war. Ich konnte jedoch nichts auffinden, was in ähnlichem Sinne zu deuten gewesen wäre. Dagegen hatte Herr Dr. E. RODENWALDT die Freundlichkeit, mir mitzuteilen, daß er am Vorderhorn des Rückenmarks eines an Sarkosporidiengift eingegangenen Kaninchens ähnliche Veränderungen wahrgenommen habe, wie sie bei Tetanus zu beobachten sind.

Um nun den experimentellen Nachweis zu erbringen, daß das Toxin im Nervensystem lokalisiert werde, behandelte ich ein Kaninchen mit frischen, einem eben an Vergiftung eingegangenen Tiere entnommenen Rückenmark. Ich emulgierte ein Stück davon in Kochsalzlösung und brachte es so unter die Haut des Versuchstieres. Dieses reduzierte zwar in den folgenden Tagen sein Gewicht um 150 g, verhielt sich aber im übrigen normal, bis sich 8 Tage nach der Injektion auf der Haut des Rückens und der Seiten an vielen Stellen eine Art Ausschlag bemerkbar machte, der mit Haarausfall verbunden war. Die Stellen bedeckten sich mit blutigem Schorf und boten das Bild einer typischen Nekrose. Nach Verlauf von weiteren 14 Tagen, in denen das Tier sein ursprüngliches Gewicht wieder erreichte, waren die nekrotischen Stellen unter Narbenbildung verheilt. Ich wiederholte, als das Tier weiter an Gewicht zugenommen hatte, den Versuch, indem ich ihm abermals frisches Rückenmark eines vergifteten Kaninchens subkutan einspritzte. Schon am Tage darauf waren die Narben wieder aufgebrochen und blutig ge-

worden, ohne daß jedoch, wie es schien, andere Stellen befallen worden wären. Nach 12 Tagen war alles wieder verschwunden. Da mir dieses noch nicht ausgewachsene Tier — es wog bei Beginn der Versuche 1150 g und am Schluß 1300 g — infolge seines aufgetriebenen Leibes den Verdacht wachrief, es möchte von Coccidien befallen sein, so stellte ich den gleichen Versuch an einem ausgewachsenen Tiere von 2250 g Gewicht an. Es schien zunächst keine Reaktion einzutreten. Als aber 27 Tage nach der Einspritzung der Tod des Tieres erfolgte, zeigte sich an der linken Seite eine talergroße nekrotische Stelle. Es konnte nicht zweifelhaft sein, daß hier eine Analogie zu dem ersten Fall zu verzeichnen war. Die Stelle lag nicht etwa dort, wo der Einstich bei der Injektion gemacht worden war. Auch war das Tier nicht an dieser Nekrose eingegangen, sondern an einem Abszeß, der durch sekundäre Infektion zustande gekommen war. Eine andere Bestätigung, daß es sich bei dieser Erscheinung wohl um eine Wirkung des Sarkosporidins handeln dürfte, bot ein dritter Fall. Einem Kaninchen von 1350 g Gewicht wurden steigende Quanta getrockneten Rückenmarks eines vergifteten Tieres subkutan einverleibt, ohne daß etwas Auffälliges an ihm zu bemerken war. Als ihm dann aber eine letale Dosis unter die Haut gegeben wurde, war es nach 8 Tagen über den ganzen Rücken und die Seiten mit nekrotischen Stellen bedeckt, die freilich nur etwa die Größe eines Stecknadelkopfes hatten. Spricht schon dieser Versuch dafür, daß nicht etwa die Nervensubstanz für das Auftreten dieser Nekrosen verantwortlich gemacht werden darf, so beseitigt ein weiterer Befund auch den letzten Zweifel. Ein Tier, dem mehrere subkutane Einspritzungen vom Gehirn eines gesunden Kaninchens gemacht wurden, blieb von der beschriebenen Erkrankung verschont.

Nach alledem darf wohl gesagt werden, daß die Nervensubstanz am Gift der Sarkosporidien eingegangener Kaninchen Sarkosporidin enthält. Darauf ist mit Wahrscheinlichkeit das Auftreten jener Nekrosen zurückzuführen. Der Tod konnte jedoch durch Einspritzen solchen Rückenmarks nicht herbeigeführt werden. Darin stehen die Ergebnisse meiner Versuche in einem gewissen Widerspruch zu einer Mitteilung, die sich bei RIEVEL und BEHRENS(18) auf S. 345 f. findet. Hier wird nämlich angegeben, daß, als ein erbsengroßes Stück des Gehirns eines an Sarkosporidiengift eingegangenen Kaninchens in sterilisierter Bouillon verrieben und hiervon 5 ccm einem Versuchstier subkutan injiziert wurden, dieses nach 3 Tagen unter den gewöhnlichen Erscheinungen verendete.

Da die Versuche, aus dem Verhalten von Tieren, die in der beschriebenen Weise behandelt worden waren, Schlüsse auf die Lokalisation des Giftes im Nervensystem zu ziehen, nicht über einen wenn auch hohen Grad von Wahrscheinlichkeit hinausführten, so wandte ich eine andere Methode an, um zum Ziele zu gelangen. Ein Kaninchen wurde durch starke Dosen des Giftes getötet: es erhielt im ganzen 41 t. D. teils subkutan, teils intravenös. Sein Gehirn und Rückenmark wurde in zwei gleiche Teile geteilt und davon der eine Teil in Aqua destillata, der andere in Äther emulgiert. Jeder von diesen Teilen wurde wieder halbiert; dem einen der beiden Teile der Aqua destillata-Emulsion wurde so viel Natronlauge, dem anderen so viel Salzsäure zugesetzt, daß eben alkalische bzw. saure Reaktion des Gemisches konstatiert werden konnte; von den beiden Teilen der mit Äther versetzten Nervensubstanz wurde dem einem Kaninchengalle zugefügt, während der andere ohne Zusatz blieb. Diese vier Gemische kamen für mehrere Stunden in den Schüttelapparat, wurden dann auf Filter gegeben und die Filtrate im Vakuumexsikkator zur Trockne eingeengt. Jede der so gewonnenen vier Substanzen wurde mit der gleichen Menge Kochsalzlösung versetzt und je einem Kaninchen 4 ccm je eines dieser Extrakte intravenös eingespritzt. War es gelungen, das Gift durch eine der beschriebenen Methoden aus dem Nervensystem zurückzugewinnen, so mußte sich das durch den Tod des Versuchstieres dokumentieren. In der Tat trat in einem Falle Exitus ein. Das Kaninchen, dem die aus der Aqua destillata + NaOH-Emulsion gewonnene Substanz eingespritzt worden war, verendete schon nach wenigen Minuten, während die drei anderen Tiere am Leben blieben. Danach schien es, als ob das Gift durch Natronlauge aus der Nervensubstanz ausgezogen werden könne. Die sehr schnell und heftig auftretende Wirkung ließ es aber als nicht ausgeschlossen erscheinen, daß vielleicht ein zufälliger Umstand mit im Spiele gewesen war.

Der Versuch wurde daher wiederholt und zwar in folgender Weise. Das Gehirn eines mit starker Dosis behandelten Tieres wurde zur Hälfte mit Aqua destillata, zur Hälfte mit Äther, jedesmal unter Zusatz von Natronlauge bis zur eben deutlich werdenden alkalischen Reaktion in der vorher angegebenen Weise extrahiert. Nach Einengung zur Trockne wurden die gewonnenen Substanzen in Kochsalzlösung aufgeschwemmt und je einem Kaninchen einige Kubikcentimeter je einer der beiden Flüssigkeiten in die äußere Randvene des Ohres eingespritzt. In beiden Fällen trat der Tod in kurzer Zeit ein. Das Kaninchen (1250 g), dem der Aqua destil-

lata-NaOH-Extrakt eingegeben worden war, verendete innerhalb 1 $\frac{1}{2}$ Stunden, während das andere (1350 g) in der der Operation folgenden Nacht zugrunde ging.

Diesen drei Fällen läßt sich noch ein vierter zur Seite stellen, der allerdings infolge einer ungünstigeren Versuchsanordnung nicht so schlagend wirkt wie die bisher erwähnten. Ich benutzte dazu das Gehirn eines Kaninchens, das an der gewöhnlichen Dosis eingegangen war, und darin liegt wohl die Ursache, daß sich die Reaktion viel zögernder einstellte als bei den anderen Fällen. Dieses Gehirn wurde zu einem Drittel mit 50 proz. Alkohol, zum zweiten mit 50 proz. Alkohol + HCl und zum dritten Drittel mit 50 proz. Alkohol + NaOH emulgiert und im übrigen in derselben Weise weiter behandelt, wie es oben beschrieben worden ist. Jedes der drei zur Verwendung kommenden Kaninchen, deren Gewichte 2200 g, 2800 g und 2300 g betragen, erhielt intravenös 0,01 g der Trockensubstanz eines der Extrakte in Kochsalzlösung. Aber keines der Tiere, die zwar im Gewicht etwas heruntergingen, schien durch die Einspritzung merklich beeinflußt zu werden, bis nach Ablauf von 24 Tagen das Tier, dem der Alkohol + NaOH-Extrakt injiziert worden war, ziemlich unerwartet verendete. Da sich keine Anzeichen dafür fanden, daß der Tod aus anderen Ursachen eingetreten wäre, so ist anzunehmen, daß die Geringheit des Giftquantums, das sich in dem Extrakt befand, an der Verzögerung schuld ist.

Aus den beschriebenen Versuchen geht nun mit Bestimmtheit hervor, daß das Sarkosporidin ein spezifisches Neurotoxin ist, das im Centralnervensystem und zwar hauptsächlich im Gehirn lokalisiert wird. In dieser Beziehung ist es dem Wutgift, dem Tetanustoxin und den Schlangengiften, insbesondere dem Cobragift, verwandt (vgl. hierzu MARX (12), EISLER und PRIBRAM (1), FAUST (3) S. 72 und (4) S. 839). Es ist ferner erwiesen, daß es aus den Verbindungen, die es etwa im Centralnervensystem eingeht, durch Behandlung mit Natronlauge soweit gelöst werden kann, daß es seine Wirkung in vollem Umfange wiedergewinnt. Ja, es scheint, daß die Intensität seiner Wirkung auf diese Weise erheblich gesteigert wird. In den drei zuerst beschriebenen Fällen verendeten die Versuchstiere weit schneller, als es sonst bei Anwendung von Sarkosporidientrockensubstanz geschieht; und im vierten Falle führte eine Menge Gift, die um mindestens ein Drittel geringer war als die in der letalen Dosis enthaltene, wenn auch mit bedeutender Verzögerung noch zum Tode. Es scheint also, daß das Sarkosporidin auf dem Umwege über das Gehirn des Kaninchens in einer reineren, durch er-

- höhte Wirksamkeit ausgezeichneten Form gewonnen werden kann. Vielleicht ist es möglich, diese Methode zu seiner Reindarstellung zu benutzen.

Die Versuche lehren aber noch anderes. Durch die Behandlung mit Aqua destillata oder mit Äther werden im wesentlichen die lipoidartigen Substanzen aus dem Gehirn gesondert; sie machen den Hauptbestandteil der durch das Filter gehenden Substanz aus. Da nun das Filtrat allein zur weiteren Verwendung kam und die Giftwirkungen im Körper der Versuchstiere hervorrief, so darf daraus geschlossen werden, daß es die Lipoide des Centralnervensystems sind, an die das Sarkosporidin gebunden wird. Eine Bestätigung dieser Anschauung brachten Versuche, bei denen der nach Ausätherung von Kaninchengehirnen verbleibende Rückstand zur Verwendung kam. Auf diese Versuche soll aber hier nicht eingegangen werden, weil über sie in anderem Zusammenhang ausführlich zu berichten sein wird (vgl. S. 112f.). Es mag genügen, hier vorläufig auf die Beziehungen des Giftes zu den Lipoiden des Gehirns hingewiesen zu haben.

III. Abschwächung und Aufhebung der Giftwirkung.

Es wurde zunächst festgestellt, daß Sarkosporidiensuspension in Kochsalzlösung durch halbstündiges Kochen ihre Giftwirkung einbüßt. Ein Kaninchen (1650 g) erhielt subkutan ein der gewöhnlichen Dosis entsprechendes Quantum der so behandelten Flüssigkeit, ohne daß sich eine Reaktion zeigte. Das Tier nahm vielmehr an Gewicht zu, auch nachdem ihm 6 Tage später eine zweite auf das Doppelte verstärkte Dosis gegeben worden war. Als ihm 8 Tage darauf 1 t. D. der nicht erhitzten Suspension unter die Haut gespritzt wurde, war es nach Verlauf von 5 Tagen verendet. Ohne Zweifel wird also die Giftigkeit der in Kochsalzlösung aufgeschwemmten Sarkosporidiensusubstanz durch Erwärmen auf 100° aufgehoben. Bei Passage der Sarkosporidiensuspension¹⁾ durch enge Filter wird ein erheblicher Teil des Giftes zurückgehalten. Ich versuchte zuerst ein Agar-Agar-Filter, welches in folgender Weise hergestellt wurde: in einen Glastrichter wird zunächst ein perforierter Platinkonus eingesetzt, darüber ein gewöhnliches Papierfilter gelegt, das mit heißen Agar-Agar ausgegossen wird. Die unter Druck vorgenommene Filtration ergibt eine gelbliche Flüssigkeit, von der

¹⁾ Wenn von Sarkosporidiensuspension die Rede ist, ist stets eine solche gemeint, die 1 t. D. im Kubikzentimeter Kochsalzlösung enthält.

einem Kaninchen (1650 g) zuerst 1 ccm, dann nach 12 Tagen 2 ccm subkutan injiziert wurden, ohne daß es darauf reagierte. Als ihm 4 Tage später 1 t. D. verabreicht wurde, ging es jedoch nicht ein; dagegen war es 2 Tage nach einer 4 Wochen später vorgenommenen Einspritzung von 1 t. D. verendet. Ein weiterer Versuch wurde mit dem Pukalfilter gemacht, der zu einem der größeren Durchlässigkeit des Filters entsprechenden Ergebnis führte. Die Injektion von 1 ccm vertrug das Kaninchen (1000 g), dagegen vermochte es der in 2 ccm enthaltenen Giftmenge nicht standzuhalten: es war am 13. Tage nach der zweiten Injektion tot, nachdem es von seinem am Tage derselben erreichten Gewicht 250 g verloren hatte.

Die Beziehungen, die nach den im zweiten Abschnitt mitgeteilten Tatsachen zwischen den Lipoiden des Gehirns und dem Sarkosporidiengift bestehen, ließen es wünschenswert erscheinen, zu prüfen, ob vielleicht durch Lezithin eine Beeinflussung des Toxins zu erreichen sei. Ich versuchte zunächst ein Gemisch gleicher Mengen einer 1prozentigen Emulsion von Lezithin in Kochsalzlösung und Sarkosporidien suspension, das 1 Stunde gestanden hatte. Hiervon wurden einem Kaninchen (2500 g) 2 ccm subkutan injiziert, worin also 1 t. D. enthalten waren. Hierauf reagierte das Tier nicht. Auch sein Gewicht blieb konstant. Daher wurde ihm nach 10 Tagen das doppelte Quantum jenes Gemisches eingespritzt, das natürlich frisch hergestellt worden war; in diesem Quantum waren also 2 t. D. enthalten. Trotzdem trat auch diesmal der Tod nicht ein. Das Tier nahm zwar etwas an Gewicht ab, war aber imstande, 4 Tage nach der zweiten Injektion eine letale Dosis ohne Beimischung von Lezithin zu vertragen. Als ihm nach 4 Wochen aber 1 t. D. unter die Haut gebracht wurde, verendete es nach 2 Tagen; Immunität war also nicht eingetreten.

Dieser Versuch zeigt, daß das Lezithin die Fähigkeit besitzt, Sarkosporidiengift so zu binden, daß es für den Körper des Kaninchens unwirksam wird. Dazu ist freilich nötig, daß die beiden Substanzen in unmittelbare Berührung miteinander kommen, mit anderen Worten, daß sie vor der Anwendung vermischt werden. Geschieht das nicht, so wird dem Lezithin die Möglichkeit genommen, das Sarkosporidin zu verankern. Das geht aus dem Verlauf eines zweiten Experimentes hervor, bei dem Lezithin Verwendung fand. Einem Kaninchen (2000 g) wurde in die äußere Randvene des einen Ohres 1 ccm einer 1prozentigen filtrierte Lezithinemulsion in Kochsalzlösung eingespritzt, nachdem ihm unmittelbar vorher in derselben Weise eine Injektion von 1 t. D. ins andere Ohr gemacht worden war. Das

Tier ging in den nächsten Tagen um 500 g im Gewicht zurück und verendete am 5. Tage nach der Injektion. Bei dieser Art der Applikation vermochte das Lezithin seine das Gift bindende Kraft nicht mehr zur Geltung zu bringen, wohl deshalb nicht, weil die beiden Stoffe in der Blutbahn nicht genügend in Kontakt miteinander treten können: das Gift erreicht das Centralnervensystem, bevor es vom Lezithin abgebunden werden kann. Hier liegt eine Analogie zu dem Verhalten des Tetanusserums vor, von dem MEYER und RANSOM gezeigt haben, daß es nach Ausbruch der Krankheit nicht mehr in die Nervensubstanz einzudringen und die dort verankerten Toxine zu erreichen vermag (vgl. FRIEDEMANN (5) S. 130).

Die Ergebnisse der Lezithinversuche stimmen gut zu dem Verhalten des Organismus gegen sarkosporidinhaltinge Nervensubstanz. Es hatte sich gezeigt, daß es nicht möglich sei, ein Kaninchen durch subkutane Injektion von Rückenmark eines vergifteten Tieres zu töten. Ebenso wenig starben Kaninchen, denen die durch Ausätherung eines Gehirnes gewonnenen mit Sarkosporidin beladenen Lipoiden direkt in die Blutbahn gebracht wurden. Ganz ähnlich wie bei dem Lezithingemisch wird hier das Gift so fest gehalten, daß es auf den Organismus nicht einwirken kann. Erst durch Zusatz von Natronlauge wird die Bindung gelockert oder vielleicht ganz gelöst, daher in diesem Fall die toxische Wirkung zur Geltung kam. Es darf daher als erwiesen gelten, daß bei genügend engem Kontakt Sarkosporidiengift so fest an Lipoiden gebunden wird, daß es durch den Organismus nicht oder nur in geringem Maße aus dieser Vereinigung gelöst werden kann und daher für ihn unschädlich wird.

Diese Anschauung nähert sich der von K. LANDSTEINER und M. VON EISLER (9) vertretenen Auffassung, daß bei der von A. WASSERMANN (21) und A. WASSERMANN und T. TAKAKI (22) festgestellten Fähigkeit der normalen Nervensubstanz, Tetanolyisin zu neutralisieren, in erster Linie die Lipoiden in Betracht kommen. Aber während LANDSTEINER und VON EISLER fanden, daß Lezithin allein nur in geringem Maße geeignet sei, Tetanusgift zu neutralisieren (S. 319), besitzt dieses Lipoid dem Sarkosporidiengift gegenüber die Fähigkeit hierzu in erheblichem Grade, wenn nur die beiden Substanzen in genügend engen Kontakt gebracht werden. Auf Grund dieses Befundes möchte ich auch annehmen, daß bei hinreichend energischer Behandlung des Gehirns mit Äther die auf diese Weise extrahierten Stoffe, die ja im wesentlichen Lipoiden sind, ebensogut Sarkosporidiengift neutralisieren werden, wie es durch

Lezithin geschieht, und daß die Verbindung mit den bei der Ausätherung zurückbleibenden Proteinen, denen keine neutralisierende Qualitäten zukommen, wie meine Versuche (vgl. S. 112f.) in Übereinstimmung mit denen von LANDSTEINER und von EISLER ergeben haben, soweit das Sarkosporidin in Betracht kommt, von untergeordneter Bedeutung ist.

Obgleich viele Schafe mit großen Mengen von Sarkosporidien behaftet sind, so daß die Schlundmuskulatur mit den gelblichen Cysten oft geradezu übersät ist, scheinen die Tiere dadurch im allgemeinen nicht geschädigt zu werden. Das konnte auf einer lokalen Immunität der Muskulatur beruhen; es war aber nicht ausgeschlossen, daß sich diese Immunität gegen das Gift der Sarkosporidien auch dem Serum des Blutes mitgeteilt und ihm antitoxische Qualitäten verliehen hatte. Ich prüfte daher durch eine Reihe von Versuchen, ob dem Hammelserum die Eigenschaft innewohne, die Wirkung des Giftes auf Kaninchen abzuschwächen oder aufzuheben. Zunächst verfuhr ich so, daß ich gleiche Mengen Serum und Sarkosporidien-suspension mischte, über Nacht im Eisschrank stehen ließ und von diesem Gemisch einem Kaninchen (1750 g) 2 ccm unter die Haut einspritzte. Das Tier reagierte hierauf nur durch Gewichtsabnahme; dagegen ging es nicht ein, obgleich ihm mit jenem Quantum eine der letalen Dosis entsprechende Menge Sarkosporidiensubstanz einverleibt worden war. Hiernach würde also das Gift, wenn es mit Hammelserum gemischt wird, in seinem Wirkungsgrade herabgesetzt. Dafür spricht auch der Ausfall eines zweiten Versuches. Diesmal wurden 2 ccm einer gleichteiligen Mischung von Hammelserum und Sarkosporidien-suspension intravenös verabreicht. Das Kaninchen ließ alsbald durch starke Verminderung des Gewichtes, das im Verlaufe des Versuches von 1700 g auf 1250 g herunterging, erkennen, daß das Gift seine Wirkung tat. Doch hielt das Tier weit länger stand, als es bei Behandlung mit reiner Sarkosporidien-suspension zu geschehen pflegte: es verendete erst am 14. Tage. Auch hier ist also, wie die erhebliche Verzögerung im Eintritt des Todes zeigt, eine Herabsetzung der Intensität der toxischen Wirkung zu konstatieren, die jedoch nicht ausreichte, um das Tier zu retten.

Da der Ausfall dieser beiden Versuche darauf hinwies, daß Hammelserum in der Tat die Eigenschaft besitzt, das Sarkosporidien-gift abzuschwächen, so modifizierte ich nun das Verfahren, um zu prüfen, wie die Vereinigung von Serum und Gift im Körper des Versuchstieres wirke. Ich verdünnte Hammelserum auf die Hälfte mit Kochsalzlösung und injizierte hiervon 6 ccm in die Randvene

des rechten Ohres eines Kaninchens von 3200 g Gewicht. 5 Minuten darauf wurde 1 t. D. in die entsprechende Vene des linken Ohres eingespritzt. Das Tier sah am nächsten Tage ziemlich normal aus und zeigte in seinem Verhalten nichts Auffälliges. Trotzdem war es am 4. Tage verendet. Nun versuchte ich ein letztes Mittel. Ich spritzte 4 ccm unverdünnten Hammelserums einem Kaninchen (2350 g) in die Randvene des rechten Ohres und ließ fast unmittelbar darauf 1 t. D. in dieselbe Vene folgen, indem ich dachte, daß auf diese Weise eine innige Vermischung der beiden Substanzen zustande kommen müsse und so die antitoxische Eigenschaft des Hammelblutes sich Geltung verschaffen würde. Allein auch dieses Mittel verfiel nicht. Das Kaninchen verendete am nächsten Tage.

Wenn, so muß aus diesen Ergebnissen gefolgert werden, das Serum des Schafes die Eigenschaft besitzt, das Sarkosporidiengift in seiner Wirkung auf den Organismus des Kaninchens abzuschwächen, so ist der Grad dieser Fähigkeit doch nur gering und kann sich nur dann Geltung verschaffen, wenn Serum und Sarkosporidien längere Zeit miteinander in Berührung bleiben.

Etwas anders sieht das Resultat aus, das sich aus Versuchen mit dem Serum immunisierter Kaninchen ergab. Ich injizierte einem Kaninchen (3600 g) in die Randvene des linken Ohres 1 ccm Serum von einem gegen Sarkosporidiengift immunisierten Kaninchen, und unmittelbar darauf 1 t. D. ins rechte Ohr. Das Tier blieb am Leben. In gleicher Weise verhielt sich ein Kaninchen (2350 g), dem 4 ccm eines gleichteiligen Gemisches von Serum eines immunisierten Tieres und Sarkosporidien suspension in die Blutbahn eingebracht wurden. Dieses Gemisch hatte 24 Stunden zunächst bei Zimmertemperatur, dann im Eisschrank gestanden. Schließlich versuchte ich, ob es möglich sei, ein Tier, dem 1 t. D. eingefloßt war, durch nachträgliche Behandlung mit „Immunserum“ zu retten. Ich gab also einem Kaninchen (2600 g) zunächst 1 t. D. in die Randvene des einen und 3 Stunden darauf 4 ccm in die des anderen Ohres. Dieses Tier verendete am 2. Tage.

Bei dem Vergleich der Ergebnisse der beiden mit Sera angeestellten Versuchsreihen zeigt sich, daß das Serum des immunisierten Kaninchens stärker antitoxisch wirkt als das Serum des Schafes. Während bei diesem die Giftwirkung nur aufgehoben werden konnte, wenn Serum und Gift außerhalb des tierischen Körpers gemischt wurden und ihnen durch längeres Stehen die Möglichkeit geboten wurde, intensiv aufeinander zu wirken, vermochte das Serum des immunisierten Kaninchens seine das Gift abschwächende Wirkung

auch noch zu entfalten, wenn es erst im Tierkörper mit dem Toxin in Berührung kam. Doch kann, wie der zuletzt beschriebene Versuch zeigt, die antitoxische Qualität auch des Serums immunisierter Kaninchen nicht sehr bedeutend sein, da sie schon 3 Stunden nach Einspritzung einer t. D. nicht mehr ausreichte, um die Giftwirkung hintanzuhalten.

Es fragt sich nun, ob sich nicht vielleicht genauere Vorstellungen darüber bilden lassen, welchen Bestandteilen des Serums die Eigenschaft zukommt, dem Gift entgegenzuwirken. Hier darf wohl auf die Rolle hingewiesen werden, die das Lezithin und die Lipoide überhaupt dem Sarkosporidiengift gegenüber spielen. Es scheint mir wahrscheinlich zu sein, daß zwischen diesen beiden Stoffen besondere Beziehungen bestehen, die vielleicht dahin verstanden werden könnten, das jene Phosphatide, wenn sie reichlich genug im Körper vorhanden sind, die Neutralisation des Giftes vermitteln. Hierfür spricht der Ausfall eines Versuches, der weiter unten genauer beschrieben werden wird; dabei wurde durch die Injektion normaler Nervensubstanz erreicht, daß die nachher eingegebene Dosis unwirksam blieb. Und da auch im Serum Lipoide, insbesondere Lezithin vorhanden sind, so wäre es möglich, daß darauf die giftabschwächende Wirkung sowohl des Serums als auch der Nervensubstanz zurückzuführen ist. Träfe diese Annahme zu, so könnte die im Vergleich zum Hammelserum stärkere antitoxische Wirkung des Kaninchenimmuserums vielleicht als dadurch hervorgerufen gedacht werden, daß die Zellen des Centralnervensystems bei wiederholtem Kontakt mit Sarkosporidiengift ihren Gehalt an Lipoiden vermehren und solche auch an das Blut abgeben, dessen Bestand an diesen Substanzen dadurch bereichert würde. Ich möchte diese Anschauung jedoch als ganz hypothetisch betrachtet wissen und beabsichtige nicht, hier weiter auf sie einzugehen; sie müßte ja durch eine viel größere Zahl von Experimenten gestützt werden, als ich sie anstellen konnte.

Versuche jedoch, auf die an anderer Stelle schon hingedeutet wurde (vgl. S. 107 u. 110), müssen in diesem Zusammenhang zur Besprechung kommen, weil sie als negative Instanzen für die Frage von Wichtigkeit sind, durch welche Substanzen die Wirkung des Sarkosporidiengiftes abgeschwächt oder aufgehoben werden könne. Es ist bereits erwähnt worden, daß die Nervensubstanz von Tieren, die an dem Gift verendeten, in den lebenden Organismus eingeführt zwar eine eigenartige Schädigung desselben, aber nicht seinen Tod herbeiführt. Dem entspricht es, daß, wie oben schon angedeutet wurde, durch

Einverleibung von frischem oder getrocknetem Gehirn eines gesunden Kaninchens die Giftwirkung soweit herabgesetzt werden kann, daß die lokale Dosis unwirksam bleibt, selbst wenn sie nicht zugleich mit dem Gehirn, sondern erst einige Zeit später unter die Haut gespritzt wird. Ich habe einem Kaninchen (1300 g) mehrmals frisches und getrocknetes normales Gehirn in Kochsalzlösung emulgiert subkutan injiziert und ihm 24 Stunden nach der letzten Einspritzung 1 t. D. appliziert, ohne daß es daran verendete. Anders verhielten sich aber die Tiere, wenn der bei Ausätherung eines Gehirnes auf dem Filter bleibende Rückstand zur Verwendung kam. Ich benutzte zunächst das Gehirn eines Meerschweinchens zu einem Versuch, das mit Äther zerrieben und 2 Stunden geschüttelt, dann auf ein Filter gebracht und während einer Stunde mit Äther übergossen wurde; was auf dem Filter blieb, wurde getrocknet, zerrieben mit Sarkosporidiensuspension versetzt und hiervon einem Kaninchen (2800 g) 1 ccm, in dem 1 t. D. enthalten war, in die Randvene des Ohres eingespritzt. Das Tier verlor in 3 Tagen 250 g an Gewicht und war am 5. Tage verendet. Einen ähnlichen Verlauf nahm ein Versuch, bei dem statt des Gehirnes eines Meerschweinchens das eines normalen Kaninchens verwandt wurde. Ich erhöhte hierbei allerdings die Dosis, da ich der Ansicht war, es möchten durch die Ausätherung nicht alle fettigen Bestandteile aus dem Gehirn beseitigt sein. Das Tier ging bereits in der der Operation folgenden Nacht (nach etwa 12 Stunden) ein. Der Ausfall dieser Versuche entspricht dem, was LANDSTEINER und v. EISLER (9) für das Tetanustoxin festgestellt hatten.

Daß es nicht die Eiweißstoffe der normalen Nervensubstanz sein können, die das Sarkosporidiengift in seiner Wirksamkeit beeinträchtigen, dürfte durch die Ergebnisse dieser Versuche wahrscheinlich gemacht sein. Es blieb aber noch eine Möglichkeit zu prüfen. Es gelingt, wie im nächsten Abschnitt gezeigt werden soll, Kaninchen durch wiederholte Injektionen mit steigenden Dosen gegen das Gift der Sarkosporidien zu immunisieren. Da nun dieses als ein spezifisches Neurotoxin erkannt ist, so könnte man sich vorstellen, die Unempfindlichkeit immunisierter Tiere beruhe auf einer Immunität, die sich auf das gesamte Nervengewebe erstreckte. Wenn das zuträfe, müßten alle Bestandteile desselben mit der Fähigkeit ausgestattet sein, die Giftigkeit der Sarkosporidiensubstanz unwirksam zu machen. Ich entnahm, um das zu prüfen, einem immunisierten Kaninchen das Gehirn und behandelte es in der oben beschriebenen Weise mit Äther, bis eine amorphe, pulverisierbare

Masse übrig blieb. Davon nahm ich 0,05 g und vereinigte sie mit 0,0004 g Sarkosporidientrockensubstanz zu einer Emulsion in Kochsalzlösung. Das Kaninchen (1360 g), dem dieses Gemisch unter die Haut gespritzt wurde, hielt zwar etwas länger aus als das vorher erwähnte; doch war auch dieses 24 Stunden nach der Operation eingegangen.

Dieser in den wesentlichen Momenten gleichartige Verlauf der drei zuletzt beschriebenen Experimente scheint mir dafür zu sprechen, daß die Eiweißstoffe des Gehirns nicht imstande sind, das Sarkosporidien-gift zu binden. Vielleicht darf das Ergebnis des Versuches, bei dem das Gehirn eines immunisierten Kaninchens verwendet wurde, dazu ermutigen, noch einen Schritt weiter zu gehen. Wenn die Eiweiß-substanz des Gehirns bei der Immunisierung keinerlei antitoxische Qualitäten gewinnt, so muß die Immunität gegen Sarkosporidin eine Funktion der Lipide sein. In der Ausdrucksweise der EHR-LICH'schen Theorie würde das heißen, die Lipide funktionieren als freie Rezeptoren, die das Gift verankern und es dadurch vom Eindringen in die Gehirnzellen abhalten.

IV. Aktive und passive Immunität.

Es gelingt verhältnismäßig leicht, Kaninchen gegen das Gift der Sarkosporidien zu immunisieren. Ich verfuhr in der Art, daß ich zunächst die halbe letale Dosis ein- oder zweimal unter die Haut spritzte und dann die tödliche Dosis anwandte, sobald das Tier an Gewicht wieder zunahm.¹⁾ Es ist dabei nicht nötig zu warten, bis es sein ursprüngliches Gewicht wieder erreicht hat; nur muß der tiefste Stand überwunden und eine Tendenz zum Ansteigen bemerkbar sein, bevor eine neue Injektion gewagt wird. Ein Kaninchen ging z. B., nachdem ihm eine t. D. eingespritzt worden war, von 2200 auf 2350 g hinauf. Ich gab ihm daher abermals 1 t. D. Nun fiel es im Verlauf von 20 Tagen auf 2000 g ab und begann am folgenden Tag um ein Geringes zuzunehmen. Es erhielt jetzt wiederum 1 t. D., die nach 5 Tagen, während deren eine Gewichtszunahme auf 2200 g stattgefunden hatte, auf 1½ t. D. verstärkt wurde. In dieser Weise verleibte ich dem Tiere sukzessive stärker werdende Dosen ein. Dabei ist es bemerkenswert, daß, wenn einmal die in 1 t. D. enthaltene Giftmenge gut vertragen worden ist,

¹⁾ Die Tiere müssen, um brauchbare Zahlen zu erhalten, stets um dieselbe Zeit vor oder nach der Fütterung gewogen werden.

ein schnelleres Ansteigen riskiert werden darf, ohne daß die Tiere merklich geschädigt werden. Nur im Anfang, also bei Einspritzungen von $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ t. D., ist Vorsicht und langsames Vorgehen geboten. Ich habe in dieser Weise drei Tiere, darunter einen Albino, immunisiert, die sich ziemlich gleichartig verhielten. Man kann die Immunisierung, wenn man die Behandlung lange genug fortsetzt, sehr hoch treiben. Ich begnügte mich, bis auf 10 t. D. anzusteigen.

Bekanntlich lassen sich Hunde und andere Tiere gegen Lyssa dadurch immunisieren, daß ihnen Injektionen mit Rückenmark an Wut gefallener Tiere gemacht werden. Dieses Rückenmark enthält freilich noch wirksames Virus, was nach meinen Versuchen bei dem Mark der an Sarkosporidin zugrunde gegangener Kaninchen nicht der Fall ist. Nach diesem PASTEUR'schen Verfahren behandelte ich ein Kaninchen (1350 g) 5 Wochen lang. Ich benutzte dazu das Rückenmark eines Kaninchens, das an Sarkosporidiengift verendet war, und verfuhr in der Weise, daß ich von der getrockneten Substanz eine Emulsion in Kochsalzlösung herstellte und diese dem Versuchstier unter die Haut spritzte. Ich begann mit einer Dosis von 0,01 g Trockensubstanz und ging im Laufe der Zeit auf 0,20 g hinauf. Das Gewicht des Tieres blieb während der ganzen Periode ziemlich konstant und erfuhr gegen den Schluß eine geringe Zunahme. Ich gab daher am 40. Tage nach Beginn der Behandlung eine t. D. subkutan. Das Kaninchen schien darauf zunächst in keiner Weise zu reagieren; das Gewicht blieb sich gleich. Aber 8 Tage nach dieser Injektion bemerkte ich jene kleinen nekrotischen Stellen, von denen schon die Rede war (vgl. S. 103). Da ich befürchtete, daß diese bei Einspritzung stärkerer Giftdosen aufbrechen und dadurch vielleicht zu sekundärer Infektion Veranlassung geben könnten, führte ich meine Absicht, zu prüfen, wie hoch die Immunität sei, die sich auf dem beschriebenen Wege erreichen lasse, nicht aus. Immerhin deutet dieser Fall darauf hin, daß sich mit der Nervensubstanz vergifteter Tiere eine Immunisierung erzielen läßt. Bei einer Wiederholung des Versuchs würde es sich vielleicht empfehlen, Gehirnsubstanz eines Tieres zu verwenden, dem ein möglichst großes Quantum Sarkosporidiensubstanz eingegeben worden war; es ist zu erwarten, daß die immunisierenden Qualitäten des Gehirns auf diese Weise eine Verstärkung erfahren.

Ich habe sodann die bei Lyssa auch neuerdings wieder viel erörterte Frage (BABES, FERMI, KRAUS, KRAJUSCHKIN), ob sich eine Immunität durch Vorbehandlung mit normaler Nervensubstanz erreichen lasse, mit Bezug auf das Sarkosporidiengift geprüft. Ein Kaninchen (1300 g)

erhielt im Verlaufe von 4 Tagen drei subkutane Injektionen mit Gehirn eines normalen Tieres; bei der ersten Einspritzung wurde frisches Gehirn in Kochsalzlösung emulgiert, bei den folgenden kam getrocknetes zur Verwendung; dem Versuchstier wurde auf diese Weise ein ganzes Gehirn einverleibt; es nahm während der Zeit um ein Geringes an Gewicht zu. Am 5. Tag nach Beginn der Behandlung erhielt es 1 t. D. subkutan, die es ohne Schädigung vertrug: 5 Tage nach Verabreichung des Giftes hatte es an Gewicht nichts eingebüßt und auch sonst keinerlei Reaktion gezeigt. Die Vorbehandlung mit normalem Kaninchengehirn war also insofern von Erfolg gewesen, als dem Versuchstier die sonst tödliche Dosis des Giftes nichts hatte anhaben können. Ich verstärkte nun am 5. Tage nach der ersten Giftinjektion die Dosis um das Doppelte, worauf das Tier nach etwa 12 Stunden einging.

Dieser Versuch zeigt, daß sich ohne Zweifel durch Vorbehandlung mit normaler Nervensubstanz die Resistenz des Kaninchens gegen das Sarkosporidiengift erhöhen läßt, daß aber eine Immunisierung, wenn darunter eine längerdauernde und erhöhte Widerstandsfähigkeit zu verstehen ist, auf diesem Wege nicht erreicht wird. In der Tat scheinen hier ähnliche Verhältnisse obzuwalten, wie sie nach E. MARX' Auffassung (12, S. 1288) bei Lyssa vorliegen, wofür auch der Ausfall der von W. KRAJUSCHKIN (6) neuestens angestellten Versuche sprechen dürfte. Aktive Immunisierung gegen Sarkosporidiengift läßt sich danach mit Sicherheit nur erreichen, wenn auf die eine oder andere Weise das Gift selbst in den Körper eingeführt wird.

Es fragte sich nun, ob das Serum auf diese Weise immunisierter Tiere dazu benutzt werden könne, die Immunität auf andere zu übertragen. Daß dem Serum die Fähigkeit innewohnt, die Giftwirkung abzuschwächen, ist bereits mitgeteilt worden; es erschien mir daher nicht unwahrscheinlich, daß es sich zur Erzeugung passiver Immunität werde benutzen lassen. Ich verfuhr, um das zu prüfen, in der Art, daß ich zwei Kaninchen von gleichem Gewicht (1900 g) unter denselben Bedingungen, das eine mit dem Serum eines normalen, das andere mit dem eines immunisierten Tieres behandelte. Das Serum wurde stets in die Ohrtrandvene eingespritzt. Die Behandlung erstreckte sich über 8 Tage, innerhalb welcher Zeit dem einen Versuchstier 12 ccm unverdünnten Immunserums, dem anderen ebensoviel ccm normales Serum in die Blutbahn eingebracht wurden. Am 9. Tage erhielt jedes der Tiere 1 t. D. intravenös. Das mit normalem Serum behandelte Kaninchen war am folgenden,

das mit Immuserum behandelte am nächstfolgenden Tage verendet. Dieser gänzlich negative Ausfall der Versuche zeigt wiederum, daß, wenn überhaupt Schutzstoffe im Blut gebildet werden, das jedenfalls nur in sehr geringem Umfang geschieht. Keinesfalls wird aber deren Bildung im Blut normaler Tiere durch die Einführung von Serum immunisierter Tiere angeregt.

Was nun die Dauer der Immunität anlangt, so habe ich darüber keine systematischen Versuche angestellt; doch stehen mir einige gelegentliche Beobachtungen zur Verfügung, die ich immerhin mitteilen möchte. Ich habe bereits erwähnt, daß nach zweimaliger Injektion sowohl der durch ein Agar-Agar-Filter passierten, wie der mit Lezithin vermischten Sarkosporidin enthaltenden Flüssigkeit die letale Dosis wirkungslos blieb. Offenbar ging im ersten Fall eine unbeträchtliche Menge durch das Filter hindurch, während im zweiten das Gift nicht bis auf den letzten Rest vom Lezithin neutralisiert ward, so daß beide Male die sich dokumentierende Unempfindlichkeit gegen das Gift darauf zurückgeführt werden kann, daß die in den Körper gelangenden geringen Mengen freien Giftes dessen Schutzstoffe vermehrten. In beiden Fällen wiederholte ich nach einem Monat die Einspritzung einer letalen Dosis. Die Tiere waren am 2. Tag danach verendet. Die Schutzwirkung, die auf die oben angegebene Weise erreicht wurde, war also im Verlauf eines Monats völlig erloschen.

Schließlich seien in diesem Zusammenhang noch zwei Versuche erwähnt, durch die ich feststellen wollte, ob bei den zur Immunisierung verwandten Tieren durch die wiederholten Einspritzungen von Sarkosporidiengift eine der „Serumkrankheit“ analoge Überempfindlichkeit gegen das Gift hervorgerufen werde. Ich ging so vor: Ich rasierte beide Ohren des Kaninchens, rieb sie mit Sandpapier, bis eine Rötung ohne Blutung eintrat und badete das eine Ohr mit reichlicher Sarkosporidien suspension; das andere Ohr diente zur Kontrolle. In ähnlicher Weise wurden die beiden Augen mit einer Impfnadel skarifiziert und auf das eine mehrere Male Sarkosporidienflüssigkeit gegossen. An den Ohren war in den folgenden Tagen ein Unterschied nicht zu bemerken, dagegen zeigte das mit Sarkosporidien suspension begossene Auge einige Tage lang eine geringe Rötung, die aber am 6. Tage nach Vornahme der Prozedur verschwunden war, und wohl auf Rechnung des Toxins zu setzen ist. Da die Haut von Albinokaninchen empfindlicher sein soll als die der farbigen, so stellte ich mit einem solchen, nachdem es schon sieben Injektionen erhalten hatte, dieselben Versuche an, bezog aber noch Schnauze und Vulva

ein. Allein an keiner Stelle ließ dieses Tier irgendein Symptom erkennen, das auf eine vorhandene Anaphylaxie hingedeutet hätte.

Überblickt man, was die in diesem Abschnitt erwähnten Versuche ergeben haben, so fällt auf, wie gering die Beziehungen sind, die zwischen Gift und Blut hervortreten. Das Sarkosporidin übt im Organismus, wenn überhaupt eine, so doch nur eine sehr schwache Wirkung auf die Blutflüssigkeit aus. Hierin unterscheidet es sich deutlich von den anderen tierischen Giften, mit denen es die Eigenschaft teilt, ein Nervengift zu sein. Noch schärfer trat das bei den Versuchen hervor, die ich *in vitro* anstellte, um das gegenseitige Verhalten von Blut und Gift zu prüfen.

V. Die Wirkung des Sarkosporidiengiftes auf das Blut.

Es wurde zunächst untersucht, ob Sarkosporidin die roten Blutkörperchen auflöst. Ich benutzte einmal Blut vom Schaf, das andere Mal solches vom Kaninchen. Die folgenden Tabellen geben über den Ausfall Auskunft.

Hammelblut	Sarkosporidien- suspension	Hämolyse
1 ccm	1 ccm	0
"	0,5 "	0
"	0,4 "	0
"	0,3 "	0
"	0,2 "	0
"	0,1 "	0
"	0,05 "	0

Kaninchenblut	Sarkosporidien- suspension	Hämolyse
1 ccm	1 ccm	0
"	0,5 "	0
"	0,4 "	0
"	0,3 "	0
"	0,2 "	0
"	0,1 "	0
"	0,05 "	0

Nun wurde Sarkosporidiensuspension, die $\frac{1}{2}$ St. auf 58° erwärmt worden war, unter Zufügung von Hammelserum verwandt:

Hammelblut	Inaktivierte Sarkosporidiensuspension	Hammelserum	Hämolyse
1 ccm	1 ccm	1 ccm	0
"	0,5 "	0,5 "	0
"	0,4 "	0,4 "	0
"	0,3 "	0,3 "	0
"	0,2 "	0,2 "	0
"	0,1 "	0,1 "	0
"	0,05 "	0,05 "	0

Kaninchenblut	Inaktivierte Sarkosporidiensuspension	Kaninchenserum	Hämolyse
1 ccm	1 ccm	1 ccm	0
"	0,5 "	0,5 "	0
"	0,4 "	0,4 "	0
"	0,3 "	0,3 "	0
"	0,2 "	0,2 "	0
"	0,1 "	0,1 "	0
"	0,05 "	0,05 "	0

Das Gift der Sarkosporidien löst also die roten Blutkörperchen des Schafes und des Kaninchens nicht auf.

Hiernach war festzustellen, ob das Serum immunisierter Kaninchen Sarkosporidien agglomeriere. Zu diesem Zweck wurden Sarkosporidien aus frischen Cysten in Kochsalzlösung aufgeschwemmt und mit Immunserum versetzt. Das Nähere ist aus den Tabellen zu ersehen.

Immunserum	Sarkosporidien	Agglomeration
1 ccm	1 ccm	0
0,2 "	"	0
0,04 "	"	0
0,008 "	"	0
0,0016 "	"	0

Als Kontrolle hierzu wurde derselbe Versuch mit normalem Kaninchenserum angesetzt.

Serum	Sarkosporidien	Agglomeration
1 ccm	1 ccm	0
0,2 "	"	0
0,04 "	"	0
0,008 "	"	0
0,0016 "	"	0

Ferner wurde inaktiviertes Immuneserum zu folgenden Versuchen verwandt. Als Komplement diente dabei das Serum vom Meerschweinchen.

Inaktiviertes Immuneserum	Sarkosporidien	Meerschweinchenserum	Agglomeration
1 ccm	1 ccm	0,1 ccm	0
0,2 "	"	"	0
0,04 "	"	"	0
0,008 "	"	"	0
0,0016 "	"	"	0

Als Kontrollen dienten

1. Eine Mischung von 1 ccm Sarkosporidienaufschwemmung + 1 ccm inaktiviertes Kaninchenimmuneserum, das im Verhältnis von 1:5 mit Kochsalzlösung verdünnt worden war, + 0,3 Meerschweinchenserum.

2. Eine Mischung von 1 ccm Sarkosporidienaufschwemmung mit 1 ccm Meerschweinchenserum.

3. Ein Quantum der Sarkosporidienaufschwemmung ohne Zusatz.

Das Ergebnis war in allen Fällen negativ. Nirgends war eine Agglomeration der Sarkosporidien zu bemerken. Dagegen zeigte es sich, daß die Sporoblasten durch das Kaninchenserum stark angegriffen werden. Da wo die größten Quanta Serum vorhanden waren, konnten nach 24 Stunden intakte Individuen kaum noch gefunden werden, sie waren völliger Auflösung verfallen. Auch schien es, als ob Immuneserum eine etwas stärkere Wirkung in dieser Richtung ausübe als normales Serum. In der Kontrolle 2 war höchstens eine ganz geringe, in der Kontrolle 3 gar keine Schädigung der Sarkosporidien zu bemerken.

Was die Prüfung bei unmittelbarer Entnahme des Materials aus den Röhrcchen ergab, bestätigte die Durchmusterung des fixierten und gefärbten Inhalts. Die Röhrcchen kamen für etwa 5 Minuten in die Zentrifuge, das Zentrifugat wurde auf Objektträger ausgestrichen, getrocknet, in absolutem Alkohol fixiert und nach GIEMSA gefärbt. Während nun die Sarkosporidien, die in Kochsalzlösung gewesen waren, völlig intakt geblieben waren (vgl. Fig. 1), und auch die im Meerschweinchenserum nur wenig gelitten hatten, zeigten alle, die in Gemischen mit Kaninchenserum verweilt hatten, eine je nach dem größeren oder geringeren Quantum Serum stärkere oder schwächere Korrosion. Es schien als ob das Plasma aus den Zellen ausgetreten sei, so daß nur noch eine Art Gerüst des Protozoenleibes übrig blieb; in den stärksten Gemischen war dann auch dieses aufgelöst worden, so daß nur noch Haufen amorpher Zelltrümmer zu finden waren (vgl. Fig. 2).

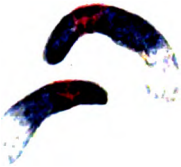


Fig. 1.

Fig. 1. Sporoblasten, die 24 Stunden in Kochsalzlösung verweilt hatten. Färbung nach GIEMSA.

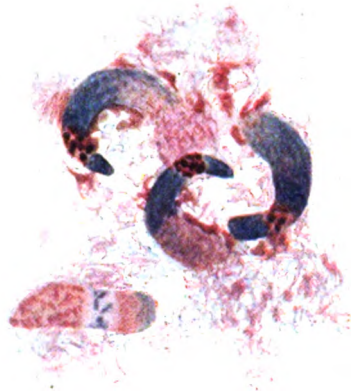


Fig. 2.

Fig. 2. Sporoblasten, die 24 Stunden in mit Kaninchen-Immuneserum versetzter Kochsalzlösung (1:0.008) verweilt hatten. Färbung nach GIEMSA.

Die lytische Wirkung, die demnach das Blut des Kaninchens auf die Sarkosporidien ausübt und die sich gewiß im lebenden Organismus noch viel stärker geltend macht als unter den in vitro gegebenen Bedingungen, ist nun vielleicht dafür verantwortlich zu machen, daß das Gift sehr schnell an die Stellen gelangt, an denen es angreifen kann. Es ist ja, wie durch mehrere Versuche gezeigt wurde, nur sehr schwer möglich, die Wirkung des einmal in

die Blutbahn gebrachten Giftes hintanzuhalten. Und auf ein anderes Moment noch, das freilich außerhalb des Rahmens dieser Untersuchung liegt, sei in diesem Zusammenhang aufmerksam gemacht. Wenn, was wohl wahrscheinlich ist, auch das Serum der Wirtstiere der verschiedenen Sarkosporidienarten jene lytische Eigenschaft besitzt, so ist es ziemlich ausgeschlossen, daß die Sarkosporidien die Blutbahn benutzen können, um in die Muskulatur, in der die Cysten gefunden werden, einzudringen. Auf diese trotz zahlreicher Untersuchungen immer noch ganz unaufgeklärten Verhältnisse kann ich jedoch hier nicht weiter eingehen.

Ogleich nun die Ergebnisse der in diesem Abschnitt dargestellten Experimente erkennen lassen, daß das Sarkosporidiengift auf das Blut des Kaninchens keinen Einfluß ausübt, der dem verglichen werden könnte, den nach den Untersuchungen von PRESTON KYES (7), P. KYES und H. SACHS (8) und H. SACHS (19) das Kobragift oder das Arachnolysin besitzen, wollte ich doch nicht ungeprüft lassen, ob aus dem Gemisch von Immuns serum und Sarkosporidiensuspension, das sich durch den Versuch als neutral erwiesen hatte, etwa die Giftkomponente zurückzugewinnen wäre. Ich versuchte zunächst die Trennung von Toxin und Antitoxin dadurch zu bewerkstelligen, daß ich das Gemisch $\frac{1}{2}$ Stunde auf 65 bis 70° erwärmte. Allein das Kaninchen (2350 g), dem diese Flüssigkeit intravenös eingespritzt wurde, reagierte darauf in keiner Weise. Da es also auf diese Weise nicht gelungen war, die wirksame Komponente aus dem neutralen Gemisch zurückzugewinnen, schlug ich den von J. MORGENROTH (13) angegebenen Weg ein. Ich mischte also 2,5 ccm Immuns serum mit 2,5 ccm Sarkosporidiensuspension, setzte dem 5 ccm einer 5 prozentigen Lezithinemulsion in Kochsalzlösung und 0,3 ccm einer Normalsalzsäurelösung zu. Diese Mischung kam für einen Tag in den Eisschrank, wurde dann $\frac{1}{2}$ Stunde auf 71 bis 75° erhitzt und mit 0,3 ccm Normalnatronlauge neutralisiert. Die ganze Menge wurde alsdann einem Kaninchen (2300 g) unter die Haut gespritzt. An dem Tier war jedoch keinerlei Wirkung zu bemerken. Es war also auch auf diesem Wege nicht geglückt, Gift und Gegengift voneinander zu scheiden.

Schließlich will ich noch erwähnen, daß auch von Präzipitation nichts zu bemerken und daß der von PORGES und MEIER angegebene Ausflockungsversuch, wie er bei U. FRIEDEMANN (5) auf Seite 101 notiert ist, zu negativem Ergebnis führte. Zu dessen Ausführung mischte ich 1 ccm fünffach mit Kochsalzlösung verdünnten Serums eines immunisierten Kaninchens mit 0,2 ccm einer 1 prozentigen

Lezithinemulsion in Kochsalzlösung und ließ die Mischung 24 Stunden im Zimmer stehen. Es war zwar eine geringe Ausscheidung am Boden des Röhrchens zu bemerken, die aber wohl vom Lezithin herrührte, das sich in der Kontrolle ebenfalls abgesetzt hatte.

Wenn ich nun überblicke, was die Versuche, die ich beschrieben habe, für die allgemeine Charakterisierung des Sarkosporidiengiftes leisten, so möchte ich meinen, daß sich dieses Gift unter die bisher bekannten tierischen Toxine überhaupt nicht glatt einreihen läßt. Es scheint eine Sonderstellung einzunehmen. Am nächsten ist es vielleicht noch dem Wutgift verwandt. Auf der anderen Seite wird es durch den Umstand, daß es mit NaOH aus den Fetten abgespalten werden kann, an die es im Gehirn gebunden ist, den pflanzlichen Alkaloiden genähert. In diesem Falle wäre vielleicht Hoffnung, es rein darzustellen.

Ich fasse die wichtigeren Ergebnisse dieser Arbeit nochmals kurz zusammen.

1. Die Sarkosporidie des Schafes (*Sarcocystis tenella*) enthält ein auf Kaninchen stark wirkendes Gift.
2. Die für Kaninchen letale Dosis ist in 0,0002 g der getrockneten Sarkosporidiensubstanz enthalten.
3. Das Gift wird im Centralnervensystem lokalisiert und an dessen Lipoide gebunden.
4. Das Gift läßt sich durch Anwendung von Äther, Aqua destillata oder Alkohol bei gleichzeitiger Alkalisierung mit NaOH aus dem Gehirn zurückgewinnen.
5. Das Gift, in Kochsalzlösung suspendiert, verliert durch Erhitzen auf 100° seine Wirksamkeit.
6. Die Giftigkeit des Sarkosporidins wird durch Vereinigung mit Lezithin herabgesetzt.
7. Das Gift wird durch Vereinigung mit dem Serum des Schafes und in erhöhtem Maße durch eine solche mit dem Serum immunisierter Kaninchen in seiner Wirksamkeit abgeschwächt.
8. Durch Nachbehandlung mit Immuneserum können vergiftete Kaninchen nicht gerettet werden.
9. Der bei Ausätherung des Gehirns normaler Kaninchen verbleibende Rückstand besitzt keine das Gift abschwächenden Eigenschaften.
10. Ebenso wenig gilt das für den bei Ausätherung des Gehirns immunisierter Kaninchen gewonnenen Rückstand.

11. Kaninchen lassen sich aktiv gegen das Sarkosporidiengift immunisieren.

12. Immunisierung von Kaninchen mit getrocknetem Rückenmark vergifteter Tiere scheint möglich zu sein.

13. Durch Vorbehandlung mit normaler Nervensubstanz wird keine Immunität, wohl aber eine Verstärkung der Widerstandsfähigkeit erzielt.

14. Auch die Vorbehandlung mit Serum immunisierter Tiere bewirkt keine Immunität. Solchem Serum kommt geringer Schutz-, aber kein Heilwert zu.

15. Weder das Blut des Schafes noch das des Kaninchens wird durch Sarkosporidiengift gelöst.

16. Das Serum immunisierter Tiere übt keine agglomerierende Wirkung auf Sarkosporidien aus; auch Präzipitation findet nicht statt.

17. Sarkosporidien werden durch das Serum des Kaninchens angegriffen und zur Auflösung gebracht.

18. Eine Trennung von Toxin und Antitoxin aus neutralem Gemisch gelingt nicht.

Diese Untersuchungen habe ich im „Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten“ zu Hamburg ausgeführt, das von Herrn Medizinalrat Professor Dr. B. NOCHT geleitet wird. Für die freundliche Überlassung des Arbeitsplatzes danke ich verbindlichst. Ich bin ferner den am Institut tätigen Herren GIEMSA, Dr. M. MAYER und Dr. ROCHA DA LIMA für manchen freundlich erteilten Rat verpflichtet. Besonderen Dank schulde ich Herrn Dr. S. VON PROWAZEK, der meine Untersuchungen mit immer gleich bleibendem Interesse begleitete; es ist mir Bedürfnis, ihm auch an dieser Stelle herzlich zu danken.

Literaturverzeichnis.

- 1) EISLER, M. VON und PRIBRAM, E.: Tetanustoxin. Handbuch der Technik und Methodik der Immunitätsforschung. Herausgegeben von R. KRACS und C. LEVADITI. Bd. I. Jena 1908 (G. Fischer).
- 2) ERDMANN, RH.: Beiträge zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Hammelsarkosporids in der Maus. Centralbl. f. Bakt. Abt. I Bd. 4, LIII, 5.

- 3) FAUST, E. ST.: Die tierischen Gifte. Braunschweig 1906 (Friedrich Vieweg und Sohn).
- 4) —: Darstellung und Nachweis tierischer Gifte. Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden. Herausgegeben von E. ABDERHALDEN. Bd. II. Berlin und Wien 1910 (Urban und Schwarzenberg).
- 5) FRIEDEMANN, U.: Taschenbuch der Immunitätslehre. Leipzig 1910 (Johann Ambrosius Barth).
- 6) KRAJUSCHKIN, W.: Über Immunisierung gegen Wut mittels normaler Hirnsubstanz. Deutsche med. Wochenschr. 1909 S. 831.
- 7) KYES, P.: Über die Wirkungsweise des Cobragiftes. Über die Isolierung von Schlangengift Lecithiden. Cobragift und Antitoxin. Berl. klin. Wochenschrift 1902 Nr. 38 u. 39; 1903 Nr. 42 u. 43; 1904 Nr. 19.
- 8) KYES, P. u. SACHS, H.: Zur Kenntnis der Cobragift aktivierenden Substanzen. Berl. klin. Wochenschr. 1903 Nr. 2—4.
- 9) LANDSTEINER, K. und EISLER, M. VON: Über Agglutinin- und Lysinwirkung. Centralbl. f. Bakt. Abt. I Bd. XXXIX, 3.
- 10) LANDSTEINER, K. und POPPER, E.: Übertragung der Poliomyelitis acuta auf Affen. Zeitschr. f. Immunitätsforsch. Bd. II, 4.
- 11) LAVERAN, A. et MESNIL, F.: De la Sarcocystine toxine des Sarkosporidies. C. R. Soc. Biol. 1899 Vol. LI No. 14.
- 12) MARX, E.: Lyssaimmunität. Handbuch der pathogenen Microorganismen. Herausgegeben von W. KOLLE und A. WASSERMANN. Bd. IV, 2. Jena 1904 (Gustav Fischer).
- 13) MORGENROTH, J.: Über die Wiedergewinnung von Toxin aus seiner Antitoxinverbindung. Berl. klin. Wochenschr. 1905 Nr. 50.
- 14) NEGRI, A.: Beobachtungen über Sarkosporidien. Centralbl. f. Bakt. 1908 Abt. I Bd. XLVII, 5.
- 15) PFEIFFER, L.: Die Protozoen als Krankheitserreger. Jena 1890 (Gustav Fischer).
- 16) PROWAZEK, S. VON: Einführung in die Physiologie der Einzelligen (Protozoen). Leipzig und Berlin 1910 (B. G. Teubner).
- 17) —: Giftwirkung und Protozoenplasma. Arch. f. Protistenk. Bd. XVIII.
- 18) RIEVEL und BEHRENS: Beiträge zur Kenntnis der Sarkosporidien und deren Enzyme. Centralbl. f. Bakt. Abt. I Bd. XXXV, 3.
- 19) SACHS, H.: Zur Kenntnis des Kreuzspinngiftes. Beiträge zur Chem., Phys. u. Path. Herausgegeben von F. HOFMEISTER. Bd. II.
- 20) SMITH, TH.: The Production of Sarkosporidiosis in the Mouse by Feeding infected muscular tissue. Journ. of Exp. Med. Vol. VI No. 1.
- 21) WASSERMANN, A.: Über eine neue Art künstlicher Immunität. Berl. klin. Wochenschr. 1898 Nr. 1.
- 22) WASSERMANN, A. u. TAKAKI, T.: Über tetanusantitoxische Eigenschaften des normalen Centralnervensystems. Berl. klin. Wochenschr. 1898 Nr. 1.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

The Chromosomes and Conjugation in *Boveria subcylindrica*, var. *concharum*.

By
N. M. Stevens.

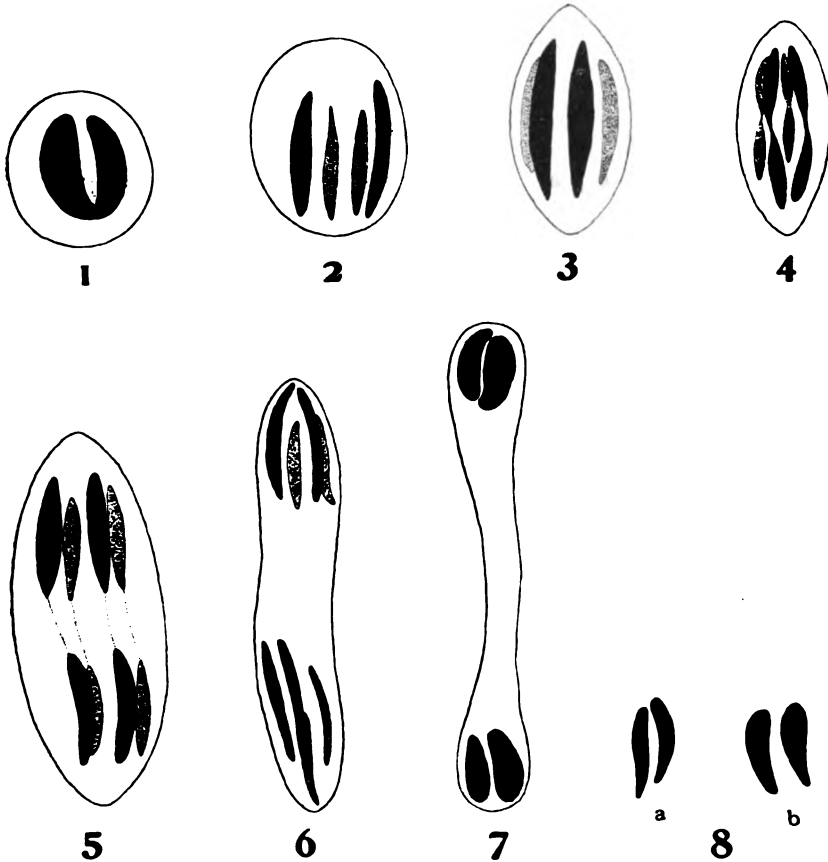
(With 22 Textfigures.)

In two previous papers (1901 and 1903) the author has described the anatomical features and the phenomena of fission in *Boveria subcylindrica*, as found in *Holothuria californica*, and *Boveria subcylindrica*, var. *concharum* (ISSEL 1903) obtained from *Capsa fragilis* and *Tellina exigna* at Naples.

The object of the present paper is to confirm the previous account of the definite chromosomes observed in the micronuclear mitosis which initiates the process of fission, and to describe certain stages in the conjugation of *Boveria*.

As before, I find four perfectly definite chromosomes in the micronuclear spindle of the Naples variety of *Boveria subcylindrica*. The solid micronucleus divides first into two, then into four sections, two larger than the other two (Figs. 1—3). Each chromosome divides transversely (Figs. 4—6), the spindle elongates, placing the daughter groups of chromosomes near the poles of the macronucleus, and the chromosomes fuse forming first two bivalents, then a solid daughter micronucleus (Fig. 7). The only addition to the earlier description (1903) is the fact that there is a larger and a smaller pair of chromosomes. This is clearly shown in Figs. 1—7 and Fig. 8 shows the two pairs of daughter chromosomes from a stage between Fig. 6 and Fig. 7. As shown in the figures, I usually find the chromo-

some paired in the spindle; in the prophase the elements which form a pair separate later than the pairs themselves (Fig. 1), and also the members of the pairs fuse in the telophase (Fig. 7) earlier than the pairs.



Figs. 1—7. The micronucleus in mitosis preceding fission. 2 mm. — 12×2 , red. $\frac{1}{3}$.
Fig. 8. The two pairs of daughter chromosomes from a stage between Fig. 6 and Fig. 7. Mag. as above.

In previous studies of *Boveria* at Pacific Grone, California and at Naples, I had found no evidence of conjugation. Last year during my stay at Naples I kept *Tellina exigna* in my room at the Station from Mar. 1st to June 7th and examined *Boveria* from several individuals nearly every day. The first pair of conjugants was observed on May 26th. Two individuals were found united by their aboral ends and whirling around in the water. I had

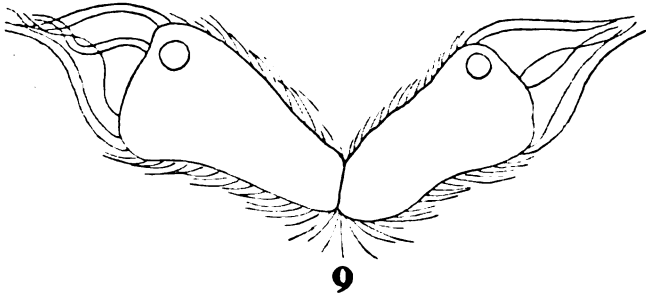
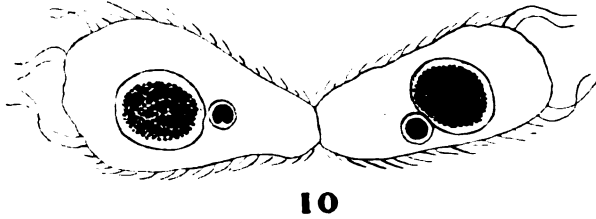
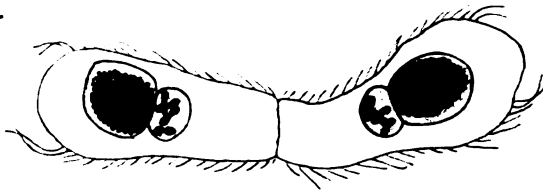


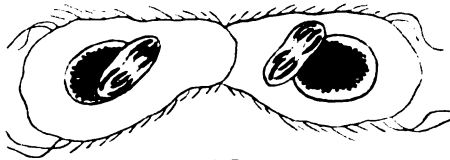
Fig. 9. Conjugating pair. Camera sketch from life. 2 mm. — 6, red. $\frac{1}{3}$.



10

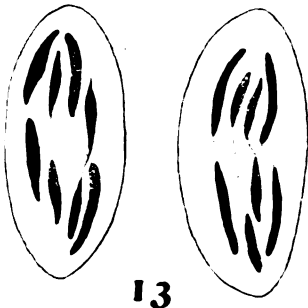


11

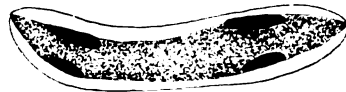


12

Figs. 10–12. Early stages in conjugation from aceto-carmin preparations. 2 mm. 6, red. $\frac{1}{3}$.



13



14

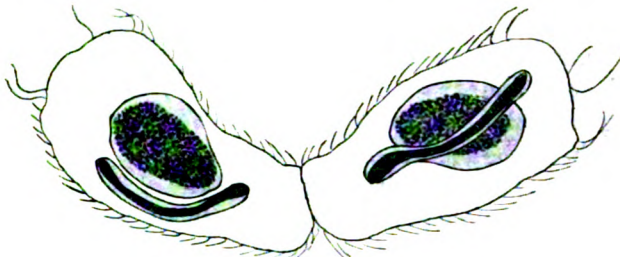
Fig. 13. Two micronuclear spindles from the pair shown in Fig. 12. 2 mm. — $12 \times 1\frac{1}{2}$, red. $\frac{1}{3}$.
Fig. 14. Later micronuclear spindle showing fused pairs of chromosomes and whole spindle staining dark. 2 mm. — $12 \times 1\frac{1}{2}$, red. $\frac{1}{3}$.

expected to see them united either laterally or by their peristomal surfaces, but as *Boveria*, like all of the other Ancistridae (ISSEL 1903) swims with its aboral end forward, union of the aboral ends in conjugation should, perhaps, not have been unexpected. ISSEL (1903) gives one figure (76) showing *Ancistrum cyclidioides* conjugating by the aboral ends and two figures (77 and 78) of *Ancistrum tellinae* conjugating laterally. These figures are the only ones I know of conjugation in the Ancistridae.

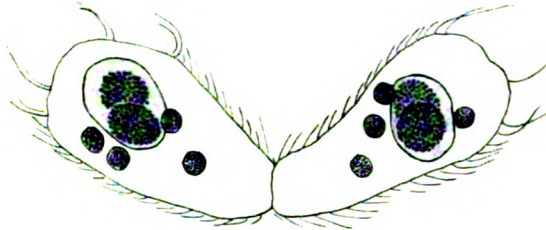
Fig. 9 was sketched with camera (ZEISS 2 mm. — 6) from a living pair, united rather more obliquely than usual. The aboral end of this variety of *Boveria* tapers to a blunt point, and the two individuals unite obliquely just to one side of the apex of the pyramidal proximal end. Fig. 10, from an aceto-carmin preparation, shows one micronucleus just beginning to separate into chromosomes, while in Fig. 11 the four chromosomes show transverse constrictions, and in Fig. 12, the spindles have elongated and the daughter chromosomes have separated. Fig. 13 shows the same spindles more highly magnified. In later stages the whole spindle stains dark and I have been unable to follow the chromosomes. In one case only (Fig. 14), I was able to make out a larger and a smaller mass of chromatin near each pole of the spindle, but this cannot mean reduction, as the chromosomes were plainly divided, as in fission, in an earlier stage (Figs. 11—13). Apparently the members of the larger and smaller pairs have fused as in Fig. 7. Fig. 15 shows the greatly elongated spindles entirely unlike the fission spindle.

The next stage that I found was one in which four micronuclei were present (Fig. 16), so I am unable to say whether the number of chromosomes is reduced in the second micronuclear mitosis. Then comes a stage where I find only two micronuclei remaining in each conjugant, one of these on either side of the line of union (Fig. 17) in optical section. In Fig. 18 the exchange of micronuclei is taking place. No marked change was observed in the macronucleus up to this point, but several cases were noted where separate individuals (Figs. 19—22) had two or more macronuclei and one or two micronuclei. These may be exconjugants, but a complete series is necessary to determine this point as it is possible that fragmentation of the macronucleus may sometimes occur apart from conjugation as in many other Ancistridae (ISSEL 1903). The division of the micronucleus in several cases and the fact that such individuals were observed only where conjugation was going on, however, makes

it probable that Figs. 19—22 were exconjugants. In one pair (Fig. 16) the macronuclear material is divided into two masses,



15



16



17

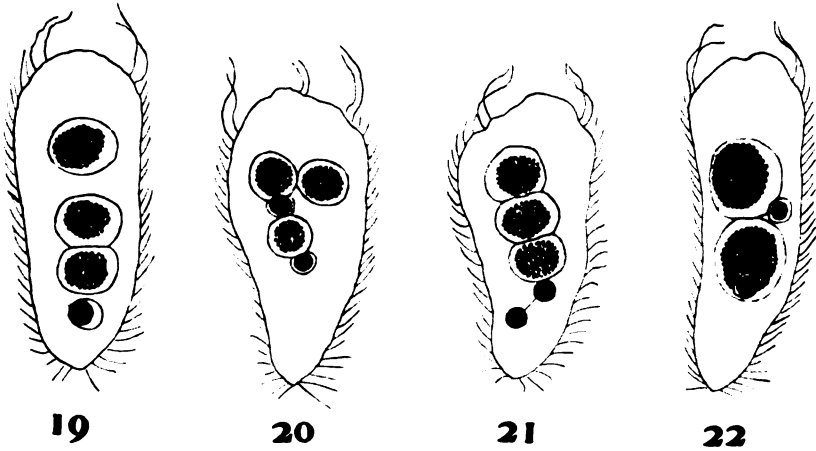


18

Figs. 15—18. Later stages in conjugation. 2 mm. — 6, red. $\frac{1}{3}$.

both, however, within one membrane. This was the only case of fragmentation of the macronucleus observed during conjugation, but the later stages are entirely lacking.

The most interesting points in the stages observed are 1) the union of the conjugants aborally, and 2) the behavior of the chromosomes in the first micronuclear spindle. If anything like the chromosome reduction of higher forms occurs, it must be found in the second



Figs. 19—22. Probably exconjugants. 2 mm. — 6, red. $\frac{1}{8}$.

micronuclear mitosis, which I have not yet seen. It is my intention to continue the investigation this summer with the California variety of *Boveria*.

Bryn Mawr College, Mar. 29, 1910.

References.

- 1903 ISSEL, R.: Ancistridi del Golfo di Napoli. *Mitteil. Zool. Stat. zu Neapel* Bd. 16.
 1901 STEVENS, N. M.: Studies on Ciliate Infusoria. *Calif. Acad. Sci.* Vol. III.
 1903 —: Further Studies on the Ciliate Infusoria Licnophora and *Boveria*. *Arch. f. Protistenk.* Bd. III.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Zoologischen Laboratorium der Hochschule für Frauen
in St. Petersburg.)

Über einen Parasiten aus der Körperhöhle von *Ptychodera minuta*.

Von
A. Sun.

(Hierzu Tafel IX und 5 Textfiguren.)

Über einen Parasiten, welcher in *Ptychodera minuta* lebt, war bisher fast nichts bekannt. DELAGE und HEROUARD (1890) weisen darauf hin, daß in der Körperhöhlenflüssigkeit von *Ptychodera minuta* besondere Körperchen schwimmen, welche desgleichen in dem Kragen- und Rüsselhohlraum, sowie in der Herzblase angetroffen werden. Sie sprechen die Vermutung aus, daß es sich hier möglicherweise um einen Parasiten handelt, obgleich KOWALEVSKY auf Grund ihres Befundes in der Körperwand sie für Drüsen hält. SPENGLER spricht sich in seiner Monographie über die Enteropneusta in bestimmter Weise dahin aus, daß die in der Körperhöhle von *Ptychodera* anzutreffenden „vielzelligen Massen“ Parasiten sind (1892, p. 661), wobei er eine Zeichnung beilegt, welche eine kleine Gruppe von Parasiten darstellt (Taf. III Fig. 50). CAULLERY et MESNIL begnügten sich in ihrer Arbeit über Haplosporidia (1905), in einigen Zeilen sich hinsichtlich der „vielzelligen Massen“ der Ansicht SPENGLER'S anzuschließen und dieselben für Parasiten anzuerkennen, wobei sie die Meinung aussprachen, daß dieselben den

Haplosporidia angehören; hierbei geben sie eine Abbildung einer Gruppe der Parasiten (Taf. XII Fig. 125). Die ungenügende Kenntnis dieser Parasiten sowie überhaupt der Gruppe der Haplosporidien war die Veranlassung zur vorliegenden Arbeit.

Als Material dienten mir sowohl fertige Präparate von Schnitten durch *Ptychodera minuta*, welche ich durch Vermittlung des Herrn S. W. AWEBINZEW¹⁾ erhalten habe, als auch ganze, nach verschiedenen Verfahren fixierte Exemplare von *Ptychodera*, von denen ich Längs- und Querschnittpräparate angefertigt habe. Zur Färbung der Präparate benutzte ich das Hämatoxylin von DELAFIELD, hauptsächlich jedoch das Hämatoxylin nach HEIDENHAIN, welches die besten Resultate ergab, während die Färbung mit Boraxkarmin, Hämalaun und Thionin keine befriedigenden Präparate lieferte.

Bei weitem nicht alle Exemplare von *Ptychodera* erwiesen sich von den Parasiten infiziert; in einigen Fällen war die Infektion sehr gering, während in anderen sie in großem Umfange vorhanden war.

Die Parasiten haben das Aussehen von ovalen, bisweilen mehr oder weniger in die Länge gezogenen und an einem Ende leicht zugespitzten Zellen. In dem bläschenförmigen Kern derselben, welcher besonders scharf nach der Färbung mit Eisenhämatoxylin hervortritt, kann deutlich ein intensiv gefärbtes, rundes intranucleäres Körperchen oder Caryosom sowie eine recht umfangreiche extracaryosomale Zone unterschieden werden (Textfig. A).

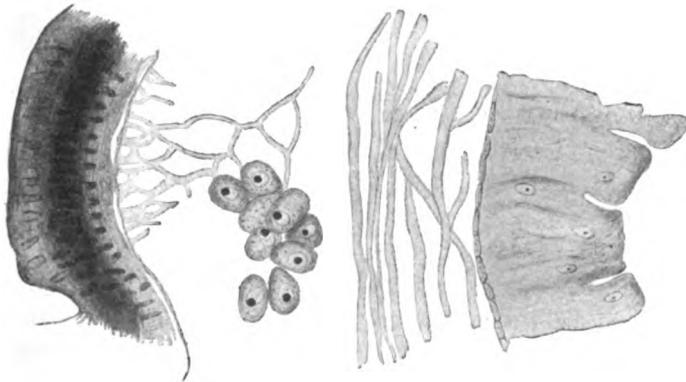


Fig. A.

¹⁾ Ich halte es für meine Pflicht, auch an dieser Stelle Herrn K. N. DAWYDOFF meinen Dank auszusprechen für die Überlassung seiner reichhaltigen Sammlung von Präparaten von *Ptychodera*, sowie Herrn A. LJUBISTSCHIEFF, welcher mir aus der Neapeler zoologischen Station das auf meine Bitte konservierte Material zu-

Im normalen Zustande des Kernes zerfällt diese Zone gleichsam in zwei Teile: in einen schmalen, den Farbstoff absolut nicht annehmenden Streifen um das Caryosom, und in einen Abschnitt, welcher von einem recht regelmäßigen Netz mit Chromatinablagerungen erfüllt ist (Textfig. B; Taf. IX Fig. 41). Dieses Netz reißt bisweilen gleichsam durch (Taf. IX Fig. 42, 9), die extracaryosomale Zone nimmt allmählich an Chromatin ab, welches sich in derselben in stets abnehmender Menge in Form von einzelnen Tropfen vorfindet (Taf. IX Fig. 7, 8, 11), und schwindet schließlich vollkommen (Taf. IX Fig. 12). Bisweilen sind in dieser Zone von den Caryosomen abgehende, feine, radiäre Septa sichtbar — natürlich Durchschnitte der Wabenwände der das Caryosom umgebenden alveolären Zone (Taf. IX Fig. 2).

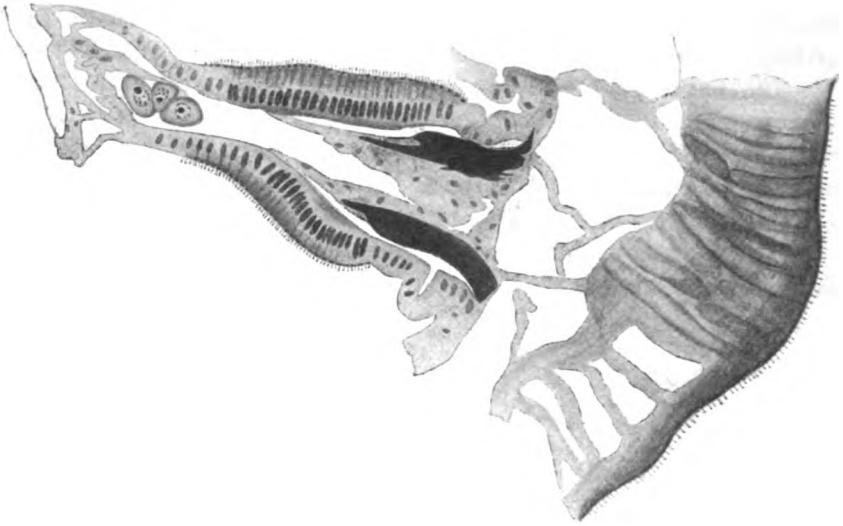


Fig. B.

Eine echte, doppelt konturierte Membran von bestimmter Struktur fehlt dem Kern; seine Grenzen sind jedoch deutlich sichtbar. Das gesamte Protoplasma des Parasiten ist mit kleinen Körnchen erfüllt, welche dieselbe Farbe wie das Chromatin aufnehmen, jedoch in viel schwächerem Maße als das Caryosom. Wahrscheinlich gehören diese

gestellt hat. Dank seiner Liebenswürdigkeit ist vorliegende Arbeit von einer der im Laboratorium des Zoologischen Instituts der Hochschule für Frauen unter meiner Leitung arbeitenden Studentinnen ausgeführt worden. S. AWERINZEW.

Körnchen den Strukturelementen des Protoplasmas selber an und sind in dem Knotenpunkte ihres Schaumes gelegen.

Neben diesen Körnchen finden sich in einigen Parasiten noch glänzende Körner, welche natürlich Stoffwechselprodukte darstellen (Taf. IX Fig. 3). In dem Protoplasma der Parasiten werden bisweilen noch besondere Gebilde angetroffen in Gestalt von kompakten, leicht gekrümmten Stäbchen (Taf. IX Fig. 4, 5, 9), oder von solchen, die gleichsam aus 3—4 feinen aneinandergelegten oder miteinander verklebten und an einem Ende, seltener an beiden Enden auseinandergehenden Fädchen bestehen; sie färben sich mit Kernfarbstoffen und sind in dieser Hinsicht vom Chromatin nicht zu unterscheiden. Einige derselben liegen weit ab vom Kern (Taf. IX Fig. 7), andere in unmittelbarer Nähe desselben, als träten sie aus dem Kern selber aus (Taf. IX Fig. 8), wieder andere liegen sogar dem Kern an (Taf. IX Fig. 9). In einigen Parasiten werden zwei derartige Gebilde angetroffen.

Die Eigenschaft, sich mit Kernfarbstoffen zu färben, andererseits die unmittelbare Nähe dieser Gebilde zum Kern sowie die freilich seltenen Fälle, daß dieselben gleichsam während ihres Austrittes aus dem Kern beobachtet werden, lassen fast keinen Zweifel an der nucleären Herkunft dieser fädigen, stäbchenförmigen Einschlüsse zu.

Es ist mir jedoch nicht gelungen, die näheren Beziehungen derselben zu den im Parasiten ablaufenden Prozessen festzustellen. Es ist höchst wahrscheinlich, daß sie eine Rolle bei der Bildung der Chromidialsubstanzen spielen, welche sich zu gewissen Zeiten im Protoplasma der Parasiten vorfinden und von großer Bedeutung bei der Sporenbildung sind.

Die größte Anzahl Parasiten wird in der Körperhöhle und in den Muskeln angetroffen, außerdem finden sie sich in den Kiemen, den Gonaden, in der Kragen- und Rüsselhöhle. Gewöhnlich sind sie zwischen den Zellen gelagert, wobei sie keine sichtbaren Veränderungen in den benachbarten Geweben hervorrufen. Nur in sehr seltenen Fällen läßt es sich erkennen, daß die Zellen des benachbarten Gewebes unter dem Drucke der zwischen ihnen angesammelten und sich vermehrenden Parasiten in geringem Grade komprimiert erscheinen. Bisweilen werden die Parasiten einzeln angetroffen, häufiger jedoch sind sie in Gruppen angehäuft. Sowohl die Form dieser Gruppen als auch die Zahl dieser Parasiten in einer Gruppe ist verschieden (Taf. IX Fig. 7—17). In einigen Gruppen sind nicht mehr als 3 oder 4 Parasiten vorhanden, in anderen erreicht ihre Zahl einige Zehner. Es kommt vor, daß mehrere Gruppen gleichsam

verschmelzen und eine gemeinsame Masse darstellen. So war auf einem der mir überlassenen Präparate (Längsschnitt durch den Kragen und Rüssel einer in Regeneration begriffenen *Ptychodera*) der Rüsselteil des Schnittes durchweg von Parasiten bedeckt.

Was die Größe der Parasiten anbetrifft, so werden selbst auf einem Präparate dieselben in den verschiedensten Größen angetroffen; bisweilen erscheinen einige derselben dermaßen in die Länge ausgezogen, daß ihre Längsachse um das Zweifache das Mittelmaß übertrifft (Taf. IX Fig. 17).

Die vegetative Fortpflanzung des Parasiten besteht in einer Zweiteilung desselben, wobei sich der Kern auf dem Wege der vereinfachten Caryokinese teilt. Zu den Anfangsstadien der Kernteilung gehören offenbar die Fälle von bereits zwei polar angeordneten Caryosomen. Die Zelle selber ist hierbei in der Mehrzahl der Fälle in der Richtung einer ihrer Achsen gestreckt (Taf. IX Fig. 17, 18). Zwischen den Caryosomen ist gewöhnlich eine oder zwei feinsten Fäden vorhanden (Taf. IX Fig. 19, 4, 5). Die Fälle, in denen diese Fäden nicht sichtbar sind, können am ehesten nicht als Kernteilungen angesehen werden, oder aber der die Caryosomen verbindende Faden ist, sei es infolge einer mangelhaften Fixierung oder einer mangelhaften Färbung unsichtbar geblieben. Recht häufig ist in dem sich teilenden Kern außer den an die Pole gerückten Caryosomen noch eine Reihe von Chromatinkörnern sichtbar, welche in dem Äquatorialgebiet des Kernes angeordnet sind. Hier sehen wir natürlich den deutlichen Unterschied zwischen dem Chromatin des Caryosoma und dem Chromatin der extracaryosomalen Zone, worauf unter anderem verschiedene Autoren bei einer Reihe anderer Protozoen hingewiesen haben (vgl. S. AWERINZEW 1909, p. 73 ff.). Bisweilen sind statt einer Reihe feinsten Chromatinteilchen einzelne bald ganze, bald bereits in zwei Teile gespaltene Chromosomen sichtbar (Taf. IX Fig. 21). Einmal fand ich desgleichen einen sich teilenden Kern, in welchem zwischen den Caryosomen an den Rändern desselben zwei große Chromatineinheiten lagen, zwischen welchen eine Reihe feinsten Chromatinteilchen angeordnet war (Taf. IX Fig. 22). Es werden auch, wenngleich selten, Kerne angetroffen, in denen die extracaryosomale Zone sich in zwei Teile abschnürt (Taf. IX Fig. 23). In diesen Fällen handelt es sich natürlich um die letzte Teilungsphase, die durchaus an Fälle einer amitotischen Teilung erinnert. Bisweilen fand ich Parasiten mit zwei Kernen, jedoch mit ungeteiltem Protoplasma (Taf. IX Fig. 7, 8, 24). Es unterliegt keinem Zweifel, daß die einzelnen Anhäufungen der Parasiten, wie sie häufig bei

Ptychodera gefunden werden, auf dem Wege einer vegetativen Teilung aus einem Exemplar hervorgegangen sind, welches in den Körper des Wirtes eingedrungen ist. Nur in seltenen Fällen entstehen diese „Haufen“, wie bereits oben hingewiesen wurde, durch Verschmelzung zweier einzelner Gruppen. Auf welchem Wege die zahlreichen einzelnen Anhäufungen der Parasiten in *Ptychodera* entstehen, auf dem Wege einer derartigen vegetativen Teilung eines Parasiten oder aber infolge eines Eindringens zahlreicher Sporen in den Wirten, ist natürlich schwer zu entscheiden; am wahrscheinlichsten ist jedoch die letztere Infektionsweise von *Ptychodera*.

Das größte Interesse hatten für mich in der Entwicklungsgeschichte des Parasiten die Fortpflanzungsstadien, welche einen Schluß auf die Infektionsweise neuer Exemplare von *Ptychodera* zu ziehen gewähren. Nach längerem Suchen gelang es mir, bei einer großen Anzahl der Parasiten die bisher vollkommen unbekannte Sporenbildung aufzufinden. Die Exemplare von *Ptychodera*, bei deren Parasiten ich diesen Prozeß habe ausfindig machen können, waren in Neapel im Verlaufe der Monate Juni und Juli gefangen worden.

Die Sporenbildung erfolgt bei diesen Parasiten, gleichwie sie WALKER (1908) bei einigen parasitischen Amöben beschrieben hat, in freiem, nicht encystiertem Zustande. Dieselbe ist nicht das Resultat einer Kernteilung, da in den Parasiten mit fast vollkommen entwickelten Sporen der Kern mit der scharf hervortretenden, des Chromatins vollkommen entbehrenden, ungefärbten, extracaryosomalen Zone deutlich sichtbar ist (Taf. IX Fig. 25). Bisweilen wird die des Chromatins entbehrende Zone von den in großer Zahl im Protoplasma angehäuften Sporen und gefärbten Körnern maskiert; das Caryosom ist jedoch auch in diesen Fällen zu erkennen. Dasselbe ist selbst zu einer Zeit auffindbar, wenn die Körnelung des Protoplasmas vollkommen schwindet und der ganze Protoplasmainhalt gleichsam allein aus Sporen besteht. Das Caryosom wird somit bis zum letzten Augenblick erhalten und beteiligt sich nicht an der Sporenbildung.

Die Sporenbildung erfolgt nicht plötzlich, sondern allmählich, worauf nicht nur die verschiedene Anzahl der Sporen in den Parasiten, sondern auch das gleichzeitige Vorhandensein von Sporen verschiedener Entwicklungsstadien hinweisen. Der Sporenbildung geht der Übertritt des Chromatins aus dem Kern in das Protoplasma voraus.

Zunächst wird das Chromatin im Protoplasma in Form einzelner Chromidialelemente verschiedener Größe angetroffen (Taf. IX Fig. 9, 18, 21, 26, 27). Die Menge des Chromatins im Parasiten nimmt

allmählich zu, wobei dasselbe sich in eigenartiger Weise verteilt: es ist nämlich in diesen Fällen im Protoplasma gleichsam ein feinstes Netz sichtbar, welches von feinsten Chromatinteilchen bedeckt ist und in dessen Knotenpunkten sich größere Chromatinhäufungen vorfinden (Taf. IX Fig. 2, 28). Es unterliegt keinem Zweifel, daß dieses Netz den optischen Durchschnitt von Waben darstellt, welche mit Chromatinelementen besetzt sind; diese Waben stellen natürlich solche des Protoplasmaschaumes dar. Später wird dieses Netz stellenweise durchbrochen; mehrere einzelne Chromatintropfen verschmelzen miteinander unter Bildung größerer Anhäufungen von unregelmäßiger Form, um welche sich eine helle Zone sondert (Taf. IX Fig. 29). Möglicherweise stellt dieser Moment den Beginn der Sporenbildung dar.

Die Anlagen der Sporen erscheinen in Form von kleinen runden Körperchen, die sich durchweg und intensiv mit Hämatoxylin wie das Caryosoma färben (Taf. IX Fig. 30). Allmählich werden diese Sporenanlagen größer; zwischen ihnen treten Scheidewände auf (Taf. IX Fig. 31). Darauf strecken sich die Sporen, nehmen eine ovale Form an, wobei die Zahl der Scheidewände zwischen ihnen zunimmt (Taf. IX Fig. 32). Späterhin erscheinen neben den dunklen, stark tingierten Sporen solche mit ungefärbtem mittleren Teil und einer deutlich differenzierten Membran (Taf. IX Fig. 33). Die Form der Sporen bleibt oval, wobei jedoch ein Ende sich wahrnehmbar zuspitzt; die Sporen selber ordnen sich allmählich regelmäßig an den Rändern des Parasiten an (Taf. IX Fig. 34). Bloß in der Mitte des Parasiten bleiben die hellen und dunklen Sporen unregelmäßig zerstreut, wobei zwischen ihnen das sie an Größe übertreffende Caryosoma sichtbar ist (Taf. IX Fig. 35, 36). Die Zahl der durchweg gefärbten Sporen nimmt allmählich ab; schließlich verschwinden sie vollkommen, so daß der Parasit durchweg mit hellen Sporen angefüllt ist, welche vollkommen regelmäßig angeordnet sind (Taf. IX Fig. 37). Auf einigen Schnitten ist zwischen hellen Sporen eine dunkle formlose Masse sichtbar (Restkörper) (Taf. IX Fig. 38). In der Fig. 39 (Taf. IX) weisen die Sporen einen anderen Charakter auf: hier sind zwischen runden, vollkommen dunklen Sporen runde dunkle Sporenanlagen mit einer kleinen hellen Mitte und solche, in denen das Chromatin in Form einer Sichel oder eines Halbmondes angeordnet ist, zu erkennen.

Der gesamte Bildungsprozeß der Sporen spricht dafür, daß in ihm eine große Rolle die chromidiale, allmählich sich abändernde und sich differenzierende Substanz spielt. Bisher ist es mir nicht

gelingen, in den fertigen Sporen Kerne aufzufinden, was möglicherweise durch den Bau der Sporenmembran und deren Verhalten zu Farbstoffen bedingt ist.

Da es mir gelungen ist, nicht nur die vegetative Fortpflanzung dieses Parasiten aufzufinden, sondern auch auf die wichtigsten Stadien der Sporenbildung hinzuweisen, sowie die Wege festzustellen, auf denen die Sporen nach außen gelangen, so kann ich diese Art für vollkommen charakterisiert ansehen und schlage deshalb für denselben einen neuen Gennamen *Protoentospora*, in Anbetracht des einfachen Prozesses der Sporenbildung und den Artnamen — *ptychoderae* — nach dem Namen des Wirtes, vor.

In der Entwicklungsgeschichte von *Protoentospora ptychoderae* erscheint der Umstand höchst interessant, daß vor der Sporenbildung die Parasiten in der Mehrzahl der Fälle aus den Innenhöhlen von *Ptychodera* austreten und sowohl in das Darmepithel als auch in das Epithel des Rüssels und des Kragens eindringen; von hier aus treten sie alsdann nach außen aus. Unter anderen habe ich mehrfach Parasiten gesehen, welche dermaßen zwischen den Zellen des Epithels saßen, daß eine Hälfte derselben noch zwischen den Zellen sich befand, während die andere nach außen in den Darmhohlraum hereinragte. Der allmähliche Austritt von *Protoentospora ptychoderae* aus den Innenhöhlen in das Epithel kann leicht auf Schnitten durch den Darm und den Kiemenabschnitt von *Ptychodera* verfolgt werden.

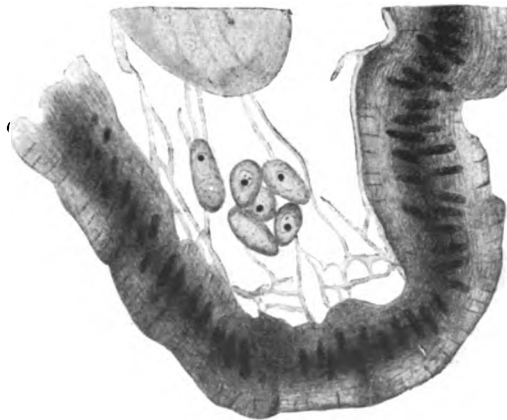


Fig. C.

In der Höhle sind zwischen der Körperwand und dem Darmepithel dichte unbewegliche Gruppen von Parasiten, neben diesen weniger dichte (Textfig. A), von denen sich bereits einzelne Para-

siten absondern (Textfig. C), sichtbar; weiterhin finden sich hintereinander gereihte Parasiten, die gleichsam in der Richtung zu bestimmten Stellen des Epithels kriechen (Textfig. D). Dem ähnlich sind auch im Kiemenabschnitt in der Körperwand von *Ptychodera*

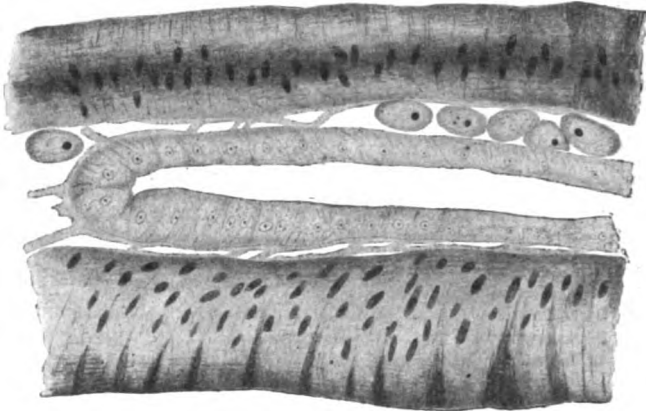


Fig. D.

neben dichten Gruppen von Parasiten zerfallende Gruppen sowie einzelne Parasiten sichtbar, und schließlich einige derselben bei ihrem Übergange in die Kiemen, wo sie sich allmählich vorwärts bewegen (Textfig. E), um in das Epithel einzudringen. Häufig habe

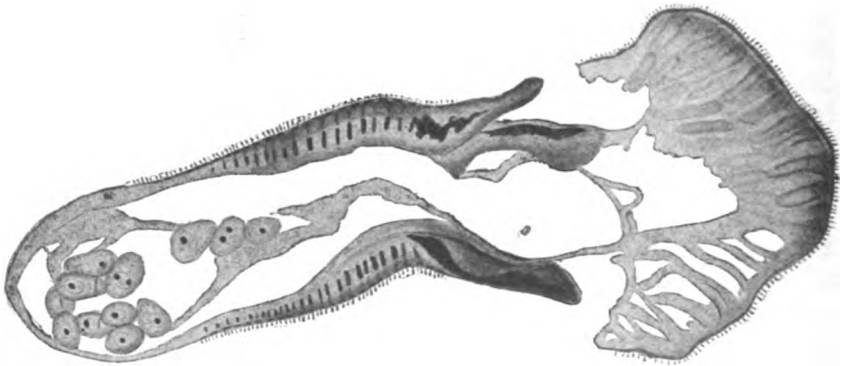


Fig. E.

ich fernerhin beobachten können, daß die sporenbildenden *Protoentospora ptychoderae* in die Zwischenräume zwischen den Epithelzellen eindringen, wo sie bisweilen in großer Zahl angetroffen werden.

Nach Schluß der Sporenbildung tritt *Protoentospora* nach außen, die Sporen gelangen ins Wasser und in den Schlamm; die Infektion erfolgt dann infolge Eindringens der Sporen in den Darm von *Ptychodera*.

Wenn bisweilen aus irgendwelchen unbekanntem Gründen die Parasiten vor der Sporenbildung nicht in das Epithel übertreten und die Sporenbildung an Ort und Stelle erfolgt (in diesen Fällen können bisweilen in einem kleinen Gebiet sämtliche aufeinanderfolgende Entwicklungsstadien der Sporen wahrgenommen werden), so können dennoch im Epithel Parasiten entweder unmittelbar vor der Sporenbildung oder bereits mit fertigen Sporen angetroffen werden.

Die Frage, ob bei *Protoentospora ptychoderae* ein geschlechtlicher Prozeß stattfindet, muß ich unbeantwortet lassen. Möglicherweise kann das auf Fig. 40 (Taf. IX) abgebildete Stadium als Copulationsstadium angesehen werden; dasselbe stellt einen Parasiten von beträchtlicherer Größe als die übrigen dar, der zwei Kerne aufweist. Letztere sind sehr dicht beieinander gelagert, wobei einer den anderen leicht verdeckt. Ob dasselbe tatsächlich eine Copulation darstellt und ob dasselbe irgendwelche Beziehungen zur Sporenbildung hat, mußte infolge Mangels anderer deutlicherer und bestimmterer Beispiele unentschieden gelassen werden.

Die ungewöhnliche Ähnlichkeit der Entwicklung des Parasiten mit derjenigen der parasitierenden Amöben, deren Beschreibung WALKER (1908) gibt, gestattet die Annahme, daß *Protoentospora ptychoderae* einfach ein Vertreter der parasitierenden Amöben ist, welcher sich unter dem Einfluß des Parasitismus in Geweben modifiziert hat; im Falle jedoch dieser Parasit einen Vertreter der Sammelklasse Haplosporidia darstellt, so unterliegt es natürlich fast keinem Zweifel, daß auch diese phylogenetisch den parasitischen nackten Sarcodina (Amoebaea) nahe stehen.

Zum Schlusse meiner Arbeit spreche ich hiermit meinen Dank Herrn S. W. AWERINZEW aus, auf dessen Vorschlag und unter dessen Leitung dieselbe ausgeführt worden ist.

April 1910.

Literaturverzeichnis.

- 1909 AWERINZEW, S.: Studien über parasitische Protozoen. VIII—XI. Trav. Soc. Nat. St. Pétersbourg V. 40 (russisch).
1905 CAULLERY, M. et MESNIL, F.: Recherches sur les Haplosporidies. Arch. zool. expér. (4. sér.) V. 4.
1890 DELAGE, Y. et HEROUARD, E.: Traité de Zoologie concrète. V. 8.
1892 SPENGLER, J.: Die Enteropneusten. Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel 18.
1908 WALKER, E. L.: The parasitic Amoebae of the intestinal tract of man and other animals. Journ. Medic. Research (Boston) V. 17 (12).
-

Tafelerklärung.

Tafel IX.

Fig. 1—43. Die Erklärung der Figuren ist bereits im Text gegeben worden.
(ZEISS hom. Imm. 2 mm, Comp. Oc. 8.)

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Contribution à l'étude de l'Amibe de la Blatte (*Entamoeba blattae* BÜTSCHLI).

Par

L. Mercier,

Chef des travaux de Zoologie à la Faculté des Sciences de Nancy.

(Avec les Planches X—XII et 6 figures dans le texte.)

Table des matières.

	page
Introduction	143
Etude de l'Amibe sur le vivant	145
Le Cycle évolutif	148
1° Phase végétative	149
2° Gamétogénèse	156
3° Copulation	164
Les Parasites d' <i>E. blattae</i>	167
1° Parasite du noyau	167
2° Parasites du cytoplasme	169
Auteurs cités	171
Explication des planches	173

Introduction.

Le tube digestif de la Blatte des cuisines (*Stylopyga orientalis* L.) renferme de nombreux parasites: Nématodes, Protozoaires et Végétaux inférieurs. Parmi les Protozoaires, il en est un qui nous intéresse plus particulièrement, c'est une Amibe; l'étude de son cycle évolutif fait l'objet de ce mémoire.

Von SIEBOLD (1839) attira le premier l'attention sur la présence, dans le tube digestif de la Blatte, d'un Protiste de forme amiboïde; celui-ci fut retrouvé par STEIN (1867) qui en fait mention dans la deuxième partie (p. 345) de son „Organismus der Infusionsthier“. C'est à BÜTSCHLI (1878) que nous devons la première description, relativement complète, de ce parasite de la Blatte; il lui donna le nom d'*Amœba blattae*. Son étude a été reprise par de nombreux auteurs: LEIDY (1879), GRASSI (1882), SCHUBOTZ (1905), JANICKI (1908—1909), ELMASSIAN (1909).

Quand BÜTSCHLI donna un nom au parasite, il le rangea dans le genre *Amœba* et le nom d'*Amœba blattae* a été accepté et maintenu par presque tous les Auteurs. Cependant LEIDY avait créé pour cette Amibe le genre *Entamœba* (ou mieux *Entamœba*), caractérisé par l'habitat parasite et par l'absence de vacuole contractile. Faut-il avec LEIDY accepter ce genre? Il est évident que le genre *Entamœba* est polyphylétique: il est peu probable, en effet, que les différentes espèces d'Entamibes: *Entamœba coli*, *Entamœba histolytica*, *Entamœba ranarum*, *Entamœba blattae*, etc., dérivent d'une même forme amœbienne. Les caractères sur lesquels on s'appuie pour rapprocher ces espèces sont vraisemblablement des caractères de convergence, et en bonne nomenclature le genre *Entamœba* n'est pas justifié; mais d'autre part, comme ce terme est commode, qu'il permet de grouper les Amibes parasites, on peut l'accepter; aussi avec JANICKI (1909) je donnerai à l'Amibe de la Blatte le nom d'*Entamœba blattae*, BÜTSCHLI.

Je me suis proposé de donner dans ce mémoire une monographie aussi complète que possible d'*Entamœba blattae*. Aussi, bien que je n'ai rien à ajouter à l'ensemble des connaissances morphologiques acquises par les travaux de BÜTSCHLI, LEIDY, SCHUBOTZ, JANICKI et ELMASSIAN, j'ai repris, dans un premier chapitre, l'étude de l'Amibe sur le vivant, et cela, dans le but de vérifier et de grouper les faits mis en évidence par ces Auteurs. Dans un second chapitre, je développerai et compléterai mes notes préliminaires de 1908 et 1909 se rapportant à l'étude du cycle évolutif de l'Amibe. Enfin, un troisième chapitre est consacré à l'étude des parasites d'*Entamœba blattae*, parasites sur lesquels j'ai déjà attiré l'attention en 1907.

Etude de l'Amibe sur le vivant.

Entamoeba blattae se rencontre dans l'intestin postérieur de la Blatte des cuisines; toutes les Blattes ne présentent pas le parasite; il existe des stations de Blattes à Amibes.

La Blatte des cuisines ne se trouve qu'au voisinage de l'Homme, c'est lui qui la transporte de localité en localité avec des marchandises, des meubles, etc. Ce mode de dissémination permet de prévoir que la distribution des parasites sera extrêmement capricieuse; telle colonie, fondée par quelques individus non parasités, pourra rester longtemps indemne tant qu'une Blatte parasitée n'aura pas été introduite du dehors, tandis qu'à quelque distance de là les individus d'une autre colonie sont parasités dans une très forte proportion. Il y a trois ans, lorsque j'ai commencé mes recherches, je me procurais des Blattes dans deux stations: dans une boulangerie et à la manutention militaire. Les Blattes provenant de la boulangerie étaient parasitées dans la proportion de une sur trois; celles capturées à la manutention étaient indemnes. Or depuis l'an dernier (1909) les Blattes de cette dernière station renferment des Amibes. Tous les Auteurs qui ont étudié *Entamoeba blattae* ont noté cette répartition capricieuse du parasite et tous ont remarqué que dans les stations infestées les animaux atteints le sont très fortement. D'après le mode de dissémination des Blattes, il n'y a donc pas lieu de s'étonner si l'Amibe ne se rencontre pas dans une station donnée alors qu'on trouve ce parasite en d'autres points très voisins. Il en est d'ailleurs de même pour les parasites d'autres Insectes à vie sédentaire et qui, comme la Blatte, fondent des colonies; c'est ce que CUÉNOT (1901) et LÉGER (1907), par exemple, ont constaté, le premier pour les Grégarines du Grillon domestique, le second pour les *Ophryocystis* des Blaps.

Les Blattes recueillies dans les boulangeries des villes renferment des Amibes en tout temps et en abondance telle qu'il est possible, même en Décembre, de faire étudier ces parasites par les Elèves au cours des travaux pratiques. Dans ces boulangeries, en effet, la température reste sensiblement constante pendant toute l'année, ce qui supprime la période d'hivernage pour les Blattes. Aussi, contrairement à ce qu'avance ELMASSIAN qui dit que: „pendant la saison froide, les Blattes étant en hivernage, leur intestin filiforme ne contient presque rien et celles d'entre elles qui sont infestées renferment si peu de parasites qu'on ne peut les utiliser; il y a

donc lieu de rassembler des matériaux entre Avril et Septembre“, j'ai pu recueillir du matériel d'étude à n'importe quelle époque de l'année.

A première vue, il est impossible de distinguer les Blattes parasitées de celles qui sont indemnes et, à ce sujet, je ferai remarquer que les Amibes malgré leur nombre souvent considérable ne paraissent avoir aucune action sur l'organe envahi non plus que sur l'organisme infesté en général. Il est quelquefois nécessaire de sacrifier trois ou quatre Blattes pour obtenir une préparation qui permette de faire une étude satisfaisante de l'Amibe. Ainsi que je l'ai dit précédemment, je n'ai rien à ajouter aux connaissances acquises par BÜTSCHLI et SCHUBOTZ sur la morphologie de l'Amibe étudiée sur le vivant.

Entamoeba blattae se présente avec des dimensions très variables, mais sa taille moyenne, celle sous laquelle on la rencontre le plus

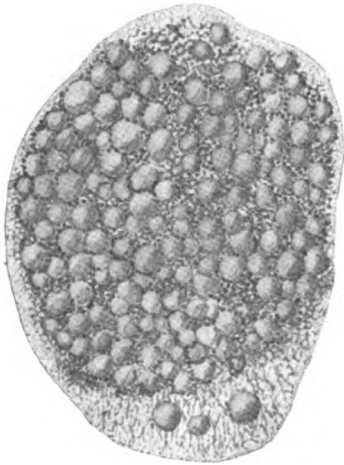


Fig. I. *Entamoeba blattae*. $\times 1200$.

souvent est de 50 μ . Suivons sous le microscope un de ces individus moyens. Au début de l'observation, il est animé de mouvements assez actifs; il se déplace en émettant un large pseudopode (fig. I), quelquefois il se forme plusieurs pseudopodes courts et trapus. L'aspect du cytoplasme est très variable (fig. I et II) suivant que celui-ci renferme plus ou moins d'inclusions. Dans les cas où l'observation est particulièrement favorable on reconnaît une structure alvéolaire très nette. Les alvéoles, à la périphérie, sont minuscules et très régulières, tandis que dans la région centrale, qui forme la masse principale, elles sont inégales et irrégulières. Dans certains cas, le corps paraît être limité par un mince liseré finement granuleux.

Faut-il voir dans cette légère modification de la structure du cytoplasme une différenciation en ecto- et entoplasme? Pour BÜTSCHLI et SCHUBOTZ cette distinction n'existe pas. ELMASSIAN est moins absolu que ces deux auteurs: „car, dit-il, lorsque l'animal est au repos complet, on peut nettement percevoir un mince liseré très brillant et très granuleux qui limite le corps de l'animal“. Sans

avoir la prétention de trancher d'une façon définitive cette question, d'importance toute secondaire, je ferai remarquer que chez certaines Amibes, comme *Amœba proteus*, *Entamœba buccalis*, *Entamœba histolytica*, etc., la différenciation du corps en ecto- et entoplasma existe d'une façon absolument indiscutable; tandis que pour d'autres, comme c'est le cas pour *Entamœba blattae*, les Auteurs ne sont pas d'accord sur cette particularité de structure. C'est ainsi, par exemple, que chez *Entamœba tetragena*, VIRECK n'a pas vu d'ectoplasme différencié alors qu'HARTMANN admet qu'il existe mais n'est visible que dans certaines conditions.

Fréquemment le cytoplasme d'*Entamœba blattae* présente des courants très nets (fig. II) qui ont été particulièrement bien étudiés par SCHUBOTZ, et qui, d'après lui, déterminent un aspect strié très caractéristique sur lequel BÜTSCHLI a longuement insisté. BÜTSCHLI avait signalé l'existence d'une vacuole contractile; or, ainsi que LEIDY l'a établi le premier, celle-ci fait défaut. On observe bien dans la zone cytoplasmique centrale de grosses vacuoles, mais aucune ne présente les caractères d'une vacuole contractile.

L'Amibe, au stade choisi pour l'étude sur le frais, renferme un seul noyau (*n*). Celui-ci est généralement situé dans la zone cytoplasmique centrale; il est de forme ovoïde et mesure de 10 à 12 μ dans le sens de son plus grand diamètre (fig. II), aussi en raison

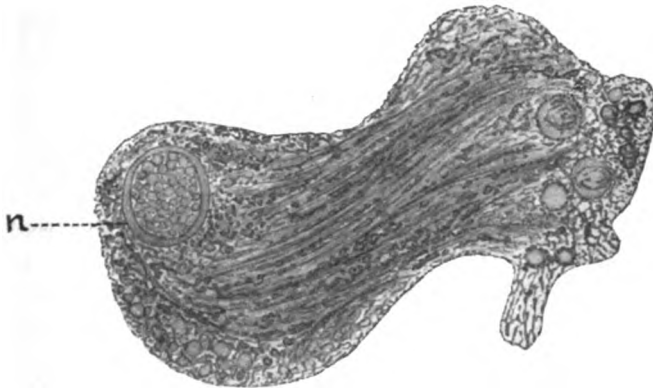


Fig. II. *Entamoeba blattae*. $\times 1200$. *n* = noyau.

même de sa grande taille on peut, déjà sur le vivant, noter certains détails de structure. Le noyau possède une membrane très épaisse; il présente deux zones qui ont chacune leur structure propre: une zone périphérique formée de granulations réfringentes et une zone

centrale à structure alvéolaire. A la limite entre ces deux zones il existe des granulations plus volumineuses qui donnent l'image, dans le noyau vu en coupe optique, d'une couronne assez régulière; ce sont les nucléoles. La position du noyau dans le corps de l'Amibe est très variable; souvent, entraîné par les courants cytoplasmiques, il confine presque à la périphérie (fig. II). Au cours de ces déplacements, le noyau peut buter contre les enclaves volumineuses du cytoplasme et se déformer. Mais ces déformations sont temporaires, elles sont purement passives et ne sont pas le résultat d'une activité propre du noyau.

Lorsqu'on étudie sur le frais une série de préparations, on constate facilement, comme je l'ai dit précédemment, que la taille de l'Amibe est très variable; à côté d'individus semblables à ceux que je viens de décrire, on observe de petites formes mesurant de 10 à 12 μ , des exemplaires géants de 120 μ ; on trouve également des Amibes à plusieurs noyaux, des kystes. L'étude du cycle évolutif va nous permettre de relier ces formes entre elles.

Le cycle évolutif.

Afin de faciliter la lecture de ce chapitre, je résumerai tout d'abord les grandes lignes de l'évolution d'*Entamoeba blattae*. On la suivra facilement à l'aide du schéma ci-joint (fig. III) que j'ai donné dans ma note préliminaire de 1909.

Prenons comme point de départ de l'évolution le kyste ou gamonte (1). Lorsque des kystes sont ingérés par une Blatte et arrivent dans l'intestin, leur membrane d'enveloppe éclate (2) et ils donnent naissance à de petits éléments uninucléés, les gamètes (3). Ceux-ci copulent deux à deux (4); chaque copula (5) grossit et devient une Amibe semblable à celle que j'ai prise pour type d'étude dans le chapitre précédent. Lorsque le parasite a atteint sa taille maximum, il se divise (6 et 7). La copulation est donc suivie d'une phase végétative caractérisée par des divisions. A cette phase fait suite la gamétogénèse; ce processus débute par une série de divisions nucléaires (8 et 9), puis l'Amibe multinucléée s'enkyste (10). La multiplication des noyaux se poursuit dans les kystes (11 et 12) qui, finalement, sont expulsés avec les excréments (1). Ces kystes absorbés par une Blatte sont le point de départ d'une infection et le cycle recommence.

1° Phase végétative.

La figure 19 représente une Amibe au début de la phase végétative. On retrouve toutes les particularités de structure sur lesquelles j'ai déjà attiré l'attention; le cytoplasme se présente avec sa structure alvéolaire, mais il est impossible d'établir une différenciation morphologique nettement tranchée en ecto- et entoplasme,

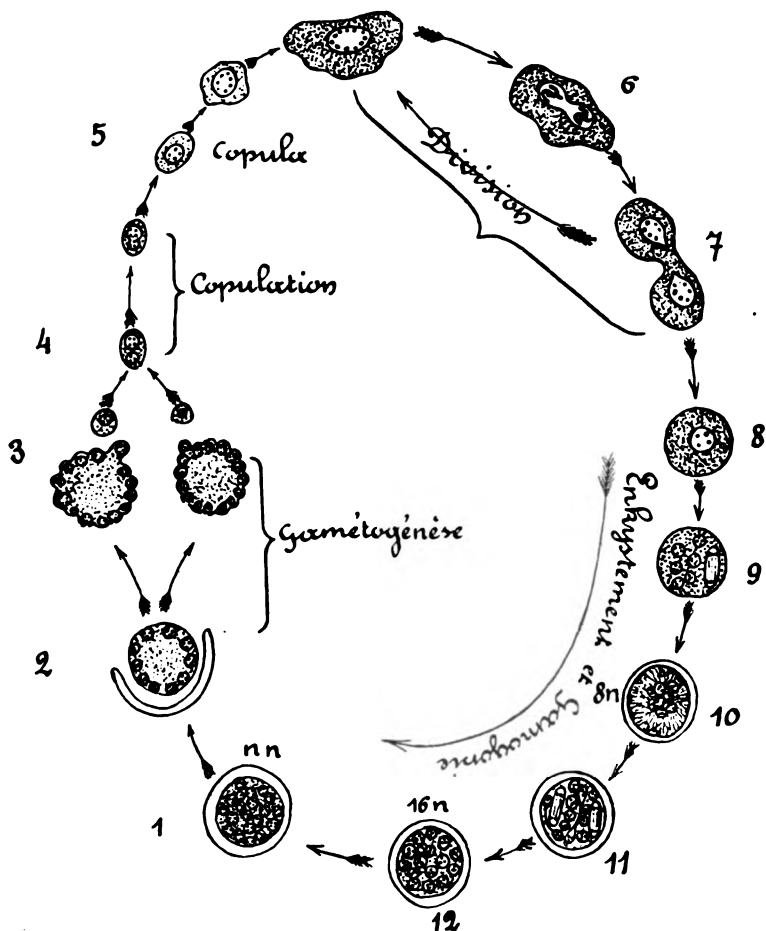


Fig. III. Le Cycle évolutif d'*E. blattae*.

à moins que l'on ne considère comme ectoplasme le mince liseré granuleux qui existe à la périphérie. Les grandes vacuoles du cytoplasme renferment des éléments figurés parmi lesquels on reconnaît

des Levures, de petits Flagellés, identiques à ceux qui se trouvent libres dans l'intestin des Blattes.

Le noyau, unique, se présente avec sa structure caractéristique; il a la forme d'un ovoïde et mesure $15\ \mu$ dans son plus grand diamètre. Sous la membrane de $1\ \mu$ d'épaisseur on voit la zone granuleuse; les granulations qui la constituent sont sensiblement de même taille et disposées très régulièrement. Le centre du noyau se présente, sur les préparations, sous l'aspect d'une zone claire à structure finement alvéolaire. Ces deux zones se raccordent parfaitement et leur ligne de séparation est irrégulièrement sinueuse (fig. 15—18); c'est le long de cette ligne que les nucléoles sont situés. Les nucléoles sont en nombre variable, ils varient également dans leur forme et dans leurs dimensions, mais ils se comportent tous de la même façon vis-à-vis des colorants. Après une double coloration à l'hématoxyline ferrique et à l'éosine, alors que les granulations de la zone périphérique et la zone centrale se colorent en rose, les nucléoles prennent une teinte noire intense. Si l'on pousse la décoloration assez loin, les nucléoles se décolorent partiellement et très irrégulièrement (fig. 15—18).

La figure 1 représente une Amibe qui est à un stade plus avancé et très typique de la phase végétative; le cytoplasme est bourré d'inclusions logées dans des vacuoles. On trouve tous les intermédiaires entre cette forme et la précédente. Chez ces Amibes géantes, le noyau est devenu plus volumineux, il peut atteindre jusqu'à $20\ \mu$ dans sa plus grande dimension, mais il se présente toujours avec la même structure.

Les Amibes ayant acquis cette taille se multiplient par division. Dans une note préliminaire (1908) j'ai résumé très brièvement les différentes phases de cette division. Celle-ci a passé inaperçue de presque tous les Auteurs, en effet, sans que le phénomène soit rare, il faut pour le saisir tomber sur une „épidémie de division“ sinon on peut multiplier en vain les observations. Ce fait, d'ailleurs, est bien connu pour d'autres Amibes et je rappellerai, par exemple, que SCHOUTEDEN (1905) étudiant *Amaba angulata* MER. a pendant plus de six mois suivi cette Amibe „sans réussir à surprendre une de ces espèces d'épidémie de divisions que l'on observe parfois et grâce auxquelles on connaît quelque chose, mais si peu encore de la division des Amibes“. L'auteur a parfois rencontré des individus binucléés, il en a vu deux ou trois fois se diviser sous le microscope, mais il n'a pas retrouvé ces stades dans ses préparations.

Les figures de 2 à 10 représentent les différents stades de la

division d'*Entamoeba blattae*; ce processus comporte deux phases qui se succèdent dans le temps: 1^o la division du noyau, 2^o la division du cytoplasme. Dans un noyau qui va entrer en division les nucléoles ont disparu, ils font place à de fines granulations chromatiques; un long ruban achromatique, à structure fibrillaire très nette, apparaît dans la zone centrale, il est orienté dans le sens du plus grand diamètre du noyau et plusieurs fois replié sur lui-même. Les grains chromatiques viennent se déposer sur ce ruban (fig. 2); puis ils paraissent fondre et leur substance diffuse tout le long du ruban qui s'imprègne ainsi de chromatine et devient électivement colorable par l'hématoxyline ferrique (fig. 3). Pendant que ces modifications s'accomplissent, les autres parties constituantes du noyau ne montrent aucun changement appréciable au microscope.

La figure 4, qui se rapporte à un stade ultérieur de l'évolution nucléaire, montre le ruban coupé en un certain nombre de tronçons. Tout d'abord, j'avais cru que ces tronçons étaient au nombre de quatre et, en raison de leur aspect, je leur avais donné le nom de chromosomes, sans vouloir d'ailleurs en rien préjuger du terme. Or, au cours d'observations ultérieures j'ai constaté que le nombre de ces éléments n'est pas constant, on en compte tantôt quatre, tantôt cinq, six et même plus; afin d'éviter toute confusion, je leur donnerai le nom de pseudo-chromosomes. Les pseudo-chromosomes se répartissent en deux groupes qui se portent chacun vers l'un des pôles du noyau. Il importe de remarquer que le ruban ne se dédouble pas mais qu'il se coupe transversalement, de sorte que chacun des deux groupes reçoit des parties différentes du ruban et plus ou moins inégales; DANGEARD (1901—1902) a signalé quelque chose d'analogue au cours de la division des Eugléniens. A côté des pseudo-chromosomes on trouve souvent de petits blocs chromatiques; ce fait pourrait faire admettre que toute la chromatine ne participe pas à l'évolution.

En même temps que les tronçons du ruban gagnent les pôles du noyau, la membrane nucléaire se pince au niveau de l'équateur et le noyau prend peu à peu la forme d'une haltère (fig. 5—7). Le pincement s'accroît, il est suivi d'un léger étirement qui détermine la séparation des deux noyaux-fils ainsi formés (fig. 8). La membrane nucléaire a conservé la même épaisseur, sauf évidemment au point où la séparation des noyaux s'est effectuée. Dans chacun des noyaux-fils les pseudo-chromosomes se groupent, se pelotonnent et finalement donnent une grosse masse chromatique; on pourrait être tenté de considérer cette formation comme un caryosome; puis

chacune de ces masses se fragmente et donne les gros nucléoles caractéristiques. On peut suivre facilement sur les figures 8, 9, 10 toutes les phases de cette évolution. Les noyaux-fils présentent, souvent après leur séparation, un long prolongement en forme de bec qui correspond à une portion du pédicule d'étirement. La présence de ce prolongement a déjà été signalée par BÜTSCHLI, SCHUBOTZ, JANICKI et ELMASSIAN. Sur les coupes, les images correspondant aux différents stades de la division nucléaire présentent de réelles difficultés d'interprétation, et cela en raison des grandes dimensions du noyau qui est débité en plusieurs tranches; aussi, pour comprendre les images que l'on a sous les yeux, il est nécessaire d'examiner des coupes rigoureusement sériees.

Ni BÜTSCHLI, ni SCHUBOTZ n'avaient vu la division du noyau. JANICKI (1908) avait observé cette division sur le vivant, et il avait constaté qu'elle se manifeste extérieurement comme une division directe dans laquelle le noyau prend la forme d'une haltère. ELMASSIAN (1909) se rapportant à ma note préliminaire de 1908 a cru pouvoir comparer l'évolution que j'ai décrite à un simple „changement du noyau dans lequel les quelques variations de la chromatine ne sont peut-être autre chose que la modification du noyau au stade végétatif.“ Pour l'Auteur, la description que je donne de la division du noyau n'est pas conforme à ses observations: „La division chez *A. blattae*, dit-il, se produit d'une façon si rapide qu'elle a pu échapper à tous ceux qui nous ont précédé dans ces recherches comme d'ailleurs à nous-même. Cependant les modifications morphologiques du noyau précédant ou suivant cette division sont relativement longues et l'on a tout le loisir de les étudier.“ Or en quoi consistent ces modifications morphologiques annoncées par ELMASSIAN? la membrane du noyau s'amincit „jusqu'à perdre son aspect caractéristique à double contour“, le noyau „est réduit à un tissu réticulaire excessivement délicat sur les travées duquel la chromatine s'est fixée en une fine granulation“, et c'est tout. Je ne veux pas, pour l'instant, m'arrêter à l'interprétation qu'ELMASSIAN a donnée de ces faits; la discussion n'est pas encore possible, car, ainsi qu'on pourra le constater par la suite, l'auteur a mélangé des stades correspondant à différentes phases du cycle évolutif.

JANICKI (1909) a repris, dans un second mémoire, l'étude de la division nucléaire chez *Entomomorpha blattae*. Il signale tout d'abord la présence, dans la zone centrale du noyau, d'une formation spéciale à laquelle il donne le nom de caryosome, et qui serait particulièrement visible après fixation par les liquides osmiques. Ce caryosome

est formé d'une substance achromatique; sa position est constante, dans les noyaux présentant un prolongement, en forme de bec il est situé au pôle opposé à celui-ci; le caryosome est généralement de forme ovoïde et son grand axe fait un angle de 90° avec le grand diamètre du noyau. Une coloration à l'hématoxyline ferrique permet de mettre en évidence un grain chromatique au centre du caryosome, c'est le centrosome. Ceci posé, JANICKI fait remarquer qu'au stade végétatif la division est un phénomène rare; il peut s'accomplir suivant deux modes différents que l'auteur qualifie l'un de division directe, l'autre de division mitotique. Dans la division directe, que l'auteur compare à celle d'*Amoeba crystalligera*, le centrosome se dédouble, puis la division du caryosome suit; chacun des deux caryosomes-fils gagne l'un des pôles du noyau dont les autres parties constituantes se séparent par un simple processus d'étranglement. La division du cytoplasme suit. Le second mode de division, qualifié par JANICKI de mitotique, est un peu plus compliqué. Le premier stade figuré par l'Auteur montre le caryosome étiré en un long fuseau central; un second stade représente un noyau dont chacun des pôles est occupé par un certain nombre (probablement supérieur à six) de chromosomes; à ce stade on ne trouve plus trace du fuseau central. Ensuite, la membrane nucléaire se pince et le reste du matériel nucléaire se trouve réparti entre les deux noyaux-fils ainsi formés. D'après JANICKI la division du noyau suivant ce mode ne serait pas suivie de la division du cytoplasme; l'un des deux noyaux-fils serait expulsé, et c'est ainsi que l'auteur explique la présence de noyaux d'Amibes libres dans le tube digestif des Blattes. Le noyau expulsé aurait la valeur d'un noyau de réduction et la division mitotique serait en rapport avec une phase particulière du cycle évolutif.

Je ne crois pas pouvoir accepter entièrement l'interprétation que JANICKI donne des faits et cela pour diverses raisons. En effet, les images, où l'auteur figure ce qu'il appelle le caryosome ou plus exactement parfois le centrosome intranucléaire, où il retrace l'évolution de celui-ci, n'entraînent pas la conviction absolue. Ainsi, à propos de la division directe, il ne représente pas le stade intermédiaire entre celui qu'il figure en 1 a, où l'on voit un caryosome de forme ovoïde avec deux points chromatiques, et celui représenté en 2 a qui montre un noyau étiré en biscuit et dont chacun des pôles est occupé par un caryosome-fils. Il en est de même si l'on examine l'évolution du caryosome au cours de ce que l'auteur appelle la division mitotique; on voit, figure 3 a, une formation fusoriale

très caractéristique, or aux stades suivants 3 b, 3 c, on n'en trouve plus trace (il est vrai que l'on peut admettre que ce fuseau est temporaire).

Indépendamment de ces arguments, j'ai cherché à retrouver sur mes préparations des images analogues à celles figurées par JANICKI. J'ai représenté fig. 11 un noyau (fixation au formol-picrique) dont la zone claire renferme une formation ovoïde de structure granuleuse qui rappelle assez le caryosome décrit par cet Auteur. Or si nous examinons la portion de ce noyau qui se trouve dans la coupe suivante, on observe une image telle que celle représentée fig. 12 et qui montre la zone granuleuse faisant saillie dans la zone claire sous forme d'un battant de cloche; on voit même dans cette proéminence un nucléole. De sorte que si par un hasard très admissible, ce nucléole se fut trouvé dans la coupe précédente j'aurais pu interpréter l'image obtenue comme représentant un centrosome entouré de sa sphère. La figure 13 est plus comparable encore que les précédentes à celles données par JANICKI. Par suite du réactif fixateur employé (FLEMMING), le noyau présente une structure finement granuleuse; avec une certaine mise au point, on voit dans la zone centrale une formation ovoïde, achromatique, de structure granuleuse, située au pôle du noyau opposé au prolongement en forme de bec et qui renferme un petit grain chromatique. Mais, si l'on fait légèrement varier la mise au point on constate que cette formation qui paraissait être très nettement séparée de la zone granuleuse se raccorde à celle-ci par un mince pont de substance achromatique. Par conséquent dans ce cas encore, l'image, que l'on pourrait être tenté d'interpréter comme représentant un centrosome entouré de sa sphère, ne correspond, en réalité, qu'à une irrégularité de contour de la zone granuleuse du noyau.

Est-ce à dire qu'il faut nier l'existence d'un centrosome dans le noyau d'*Entamoeba blattae*? Je ne le crois pas, car, ainsi qu'on pourra s'en rendre compte par la suite, j'ai pu constater la présence de centrosomes au cours de certaines divisions de la gamétogénèse. Mais, dans l'étude d'un noyau aussi volumineux et de structure aussi complexe que l'est le noyau de cette Amibe, je crois qu'il faut se garder, en l'absence de toute image indiscutable, de préjuger de certains aspects.

Chez l'Amibe à l'état végétatif, JANICKI a distingué deux modes de division du noyau. Je n'ai jamais observé la division directe que l'auteur décrit; mais par contre, si l'on tient compte des figures 5 a et 5 b qu'il donne et qu'on les intercale entre ses figures 3 a et 3 b

qui représentent deux stades de ce qu'il appelle la division mitotique, on voit que ses observations et les miennes concordent assez bien dans leurs grandes lignes. Je ferai cependant des réserves sur l'expression de „division mitotique“ employée par JANICKI. En effet, le mécanisme suivant lequel s'effectue la division est très différent de celui de la mitose typique; il réalise l'un de ces nombreux types de division, spéciaux aux Protistes, et que l'on peut qualifier soit de promitose avec NÄGLER (1909) soit d'haplomitose avec DANGEARD (1901—1902).

Lorsque la séparation des noyaux-fils est terminée la division du cytoplasme s'effectue; les deux processus se succèdent plus ou moins rapidement, mais aucune règle absolue ne peut-être fixée. En effet, la figure 14 représente un noyau qui possède un long prolongement en forme de bec, on y voit quatre pseudo-chromosomes; toutes ces particularités indiquent une division récente. Aussi je crois que l'on peut considérer l'Amibe à laquelle appartient ce noyau comme une Amibe-fille résultant de la division d'une forme végétative, et il faut admettre que les phases de cette division se sont succédées avec une rapidité telle que l'évolution nucléaire n'était pas terminée quand la division du cytoplasme a eu lieu. Par contre, les figures 8—10 représentent trois stades de la division qui réalisent une série très régulière: figure 8 les noyaux-fils sont séparés, les nucléoles commencent à se constituer aux dépens des masses chromatiques; figure 9 les noyaux ont acquis leur structure normale et caractéristique; enfin, figure 10 la division du cytoplasme s'effectue. La division cytoplasmique, dans ce cas, n'a donc lieu qu'après que l'évolution nucléaire est terminée.

Le cytoplasme des Amibes en voie de division renferme presque toujours des enclaves et des vacuoles (fig. 9); cette particularité, ajoutée à la grande taille du parasite, permet de différencier ce stade des stades de début de la gamétogénèse qui pourraient prêter à confusion. Pendant la division, du cytoplasme l'Amibe prend un aspect fibreux qui est particulièrement visible sur la figure 10.

JANICKI admet qu'à la suite de ce qu'il appelle la „division mitotique“ du noyau l'Amibe ne se divise plus, que l'un des noyaux est expulsé. Or, j'ai montré précédemment que ce mode de division nucléaire est presque identique à celui que j'ai observé, et on vient de voir que la division du noyau est suivie de celle du cytoplasme. Par conséquent, sur ce point, je ne suis pas d'accord avec JANICKI. Cependant, j'ai constaté très souvent la présence de noyaux libres: mais je crois pouvoir donner de ce fait une interprétation différente.

C'est GRASSI (1882) qui, le premier, a attiré l'attention sur ce phénomène; ce Savant avait voulu voir là un mode spécial de reproduction. ELMASSIAN (1909) dit avoir observé non seulement des noyaux libres mais aussi des noyaux en cours d'expulsion; l'auteur n'a pas osé se prononcer d'une façon catégorique sur la véritable signification du phénomène et ce n'est que sous toutes réserves qu'il émet l'hypothèse suivante: „Si, dit-il, l'expulsion dont il s'agit n'était pas aussi fréquente que nous l'avons constaté, nous aurions pu croire qu'il s'agit là d'un fait pathologique exceptionnel.“ Or, à mon avis, il s'agit bien là d'un processus pathologique. En effet, c'est dans des coupes de tubes digestifs de Blattes où les Amibes étaient parasitées par des microorganismes, sur la nature desquels je reviendrai dans un chapitre suivant, que j'ai observé des noyaux libres. Le cytoplasme de l'Amibe est détruit et le noyau mis en liberté persiste pendant un certain temps avec toutes ses particularités de forme et de structure. CHATTON et BRODSKY (1909) ont déjà noté cette persistance post mortem du noyau chez une Amibe, *Amoeba limax* DUJARDIN, parasitée par une Chytridinée du genre *Sphaerita* DANGEARD; ils ont fréquemment remarqué dans diverses cultures „des Amibes dont le protoplasme après la mort, avait été complètement digéré par des bactéries et dont le noyau apparaissait encore intact“.

2° Gamétogénèse.

Lorsque le parasite est à la fin de la phase végétative, ce qui arrive vraisemblablement après une dernière division, il se présente sous la forme d'une Amibe mesurant de 40 à 50 μ dans sa plus grande dimension. Le noyau a conservé sa structure caractéristique, le cytoplasme possède toujours sa structure alvéolaire mais il ne renferme plus ni enclaves ni vacuoles digestives. Cette dernière particularité permet de différencier ce stade, qui marque le début de la gamétogénèse, de certains stades végétatifs (comparer la fig. 20 à la fig. 19) d'aspect assez analogue.

La figure 21 représente une Amibe qui évolue vers le stade gamonte. Son noyau est entouré de granulations chromatiques dont certaines sont de la taille des nucléoles; l'image est suffisamment suggestive pour être interprétée comme correspondant à une expulsion de chromatine. Cette interprétation trouve d'ailleurs sa confirmation dans une observation rapportée par NERESHEIMER (1905) au cours d'une étude sur *Amoeba doylei*; l'auteur dit avoir vu, chez des Amibes

de la Blatte sur le point de s'enkyster, des nucléoles expulsés du noyau dans le cytoplasme.

Lorsque cette expulsion d'une partie de la chromatine est terminée le noyau se divise; la figure 22 représente une phase de cette division. Le noyau a pris la forme d'une haltère, sa membrane s'est amincie, sa structure est légèrement modifiée; on peut encore distinguer une zone granuleuse périphérique et une zone centrale un peu plus claire, mais la différenciation entre ces deux zones n'est pas aussi marquée que dans les noyaux au stade végétatif. Dans l'ébauche de chacun des deux noyaux-fils, la chromatine forme une ou deux grosses masses sphériques; on voit en outre quelques grains chromatiques épars. La figure suivante (fig. 23) représente une Amibe après la séparation complète des deux noyaux-fils. Je n'ai pu malheureusement saisir le mécanisme de cette première division.

L'évolution nucléaire se poursuit; chacun des deux noyaux formés se divise et la figure 24 représente précisément une Amibe à deux noyaux dont l'un est en voie de division. Ce noyau a pris une forme ovale très allongée; sa membrane a considérablement diminué d'épaisseur, elle apparaît tout au plus comme un simple trait. A l'intérieur du noyau on voit un fuseau achromatique formé de fibres orientées dans le sens du plus grand diamètre; à chacune des extrémités de ce fuseau en contact avec la membrane nucléaire, il existe un grain chromatique que je crois pouvoir interpréter comme représentant un centrosome. Des granulations chromatiques, de dimensions variables et dont je n'ai pu déterminer le nombre, sont disposées sur les fibres du fuseau et paraissent cheminer vers les deux pôles du noyau.

Le second noyau de l'Amibe présente une structure très spéciale; la zone claire renferme une formation achromatique, de structure finement granuleuse, au milieu de laquelle sont situés deux grains chromatiques. Nous verrons par la suite quelle interprétation on peut donner de cette image. La figure 25 représente un stade qui fait suite à celui que je viens de décrire; le gamonte renferme trois noyaux. On voit donc, dès maintenant, que les divisions nucléaires ne sont pas synchrones; il en sera de même d'ailleurs pour les divisions qui vont suivre, et ceci nous explique l'existence d'Amibes à 4, 5, 6, 7, 8 noyaux.

Avant d'aller plus loin, je voudrais essayer d'expliquer d'une façon satisfaisante et définitive le mécanisme des divisions nucléaires qui marquent le début de la gamétogénèse. Or, j'ai eu la bonne fortune d'observer une Amibe plurinucléée dont les trois

noyaux, par leurs dimensions un peu supérieures à la normale, se prêtaient très bien à l'étude. Les figures 53 et 54 représentent deux de ces noyaux; l'un est au repos, l'autre est en voie de division.

Le noyau au repos (fig. 53) montre au milieu de la zone claire une formation de structure très complexe. Elle apparaît formée d'un substratum achromatique dans lequel sont inclus de gros grains chromatiques, les chromosomes; le substratum est granuleux, mais en un point les granulations sont plus fines, plus serrées et délimitent ainsi une petite zone au centre de laquelle se trouve un grain chromatique, le centrosome. Ces caractères de structure permettent de considérer cette formation comme un véritable caryosome.

Je n'ai pas pu suivre, d'une façon absolument rigoureuse, l'évolution du caryosome au cours de la division; cependant l'étude du second noyau (fig. 54) permet de supposer que les faits se succèdent dans l'ordre suivant. Le centrosome et la zone finement granuleuse qui l'entoure se divisent. Puis un fuseau achromatique apparaît, il est orienté dans le sens du grand axe du noyau qui a pris la forme d'un ovoïde allongé. Chacun des centrosomes-fils entouré de sa sphère achromatique occupe les extrémités du fuseau. Les chromosomes punctiformes viennent se placer sur le fuseau, cheminent vers les deux pôles et viennent se grouper autour des deux centrosomes. A ce moment, on trouve, à chacune des extrémités du noyau, un caryosome-fils dont la structure est identique à celle du caryosome primitif. Je n'ai pas pu compter avec certitude les chromosomes ni suivre leur évolution; dans le noyau au repos (fig. 53) le nombre des chromosomes paraît être de huit.

Grâce à cette étude, il est possible maintenant d'interpréter certains aspects du noyau tels que ceux que j'ai représentés figures 22—24. Les masses chromatiques (fig. 22 et 23) doivent être considérées comme des caryosomes. Mais, chez *Entamoeba blattae*, ainsi d'ailleurs que DOBELL (1909) l'a constaté chez *Entamoeba ranarum*, le caryosome est une formation transitoire; ce n'est qu'à certains stades déterminés de l'évolution nucléaire qu'il se constitue. Dès que le noyau revient à la période de repos, le caryosome se décompose et donne d'une part les nucléoles et d'autre part un appareil centrosomien (centrosome et sphère) qui est situé dans la zone claire du noyau (fig. 24).

Le mode de division que je viens de décrire diffère peu d'une mitose typique; c'est une mitose avec persistance de la membrane nucléaire. Ce mode est différent de celui suivant lequel s'effectue

la division pendant la période végétative. Cette variation dans le mécanisme de la division sera bien plus complexe encore si les observations de JANICKI sont confirmées et si réellement la division directe du noyau existe. L'évolution nucléaire chez *Entamoeba blattae* serait alors très comparable à celle que LÉGER (1907) a décrite chez les *Ophryocystis*. LÉGER, en effet, a constaté que, chez les espèces de ces Schizogrégarines où il existe à la fois des schizontes mycétoïdes et des schizontes grégarinoïdes, le mode de division du noyau présente de plus en plus des caractères de la mitose au fur et à mesure que l'on considère un stade plus voisin de la gamétogénèse. Dans le cas des schizontes mycétoïdes on peut affirmer qu'il s'agit d'une mitose simplifiée sans figure achromatique distincte. Dans les schizontes grégarinoïdes on constate l'existence d'une figure achromatique en fuseau; les centrosomes occupent vraisemblablement chaque pôle, mais il est difficile de les distinguer et en tous cas, ils ne sont pas entourés d'un aster cytoplasmique; la membrane nucléaire persiste tout en devenant peu visible. La première division de la gamétogénèse, chez *O. hessei* par exemple, est une mitose normale avec disparition tardive de la membrane du noyau; il existe un centrosome entouré d'une sphère archoplasmique avec aster.

Les figures 26—30, donnent une idée de la progression de la multiplication des noyaux et des différents aspects qu'ils prennent au cours de la division. On compte successivement: figure 26 trois noyaux et un quatrième en voie de division, figure 27 cinq noyaux, figure 28 quatre noyaux et un cinquième en voie de division, figure 29 six noyaux et un septième en voie de division. Enfin, nous arrivons à un stade à huit noyaux. A ce moment, la structure du cytoplasme se modifie; il se différencie en deux zones: une mince zone périphérique à structure alvéolaire et une zone centrale granuleuse (fig. 30). Puis les noyaux viennent se grouper au centre de la zone granuleuse, celle-ci prend un aspect rayonné très caractéristique; en même temps une mince pellicule, formant enveloppe, apparaît tout autour du gamonte. Le kyste est formé (fig. 31); la membrane du kyste va s'épaississant et peu à peu le cytoplasme perd sa structure rayonnée. Ces modifications: groupement des noyaux, changement de structure du cytoplasme, me paraissent être en rapport avec la sécrétion de la membrane kystique.

Dès que la période d'enkystement est terminée, les huit noyaux du gamonte entrent en division. Les figures 32—34 représentent différentes phases de cette seconde période de multiplication nucléaire à la suite de laquelle on compte seize noyaux dans le kyste.

Ces divisions sont plus ou moins synchrones; ce sont des mitoses avec persistance de la membrane nucléaire.

Les noyaux continuent à se diviser; mais le mécanisme des divisions devient très difficile à suivre en raison de la diminution de la taille des noyaux. C'est ainsi, par exemple, que dans les kystes représentés figures IV et 36 on voit des noyaux dont la forme suggère l'idée d'une division, mais il est impossible de donner

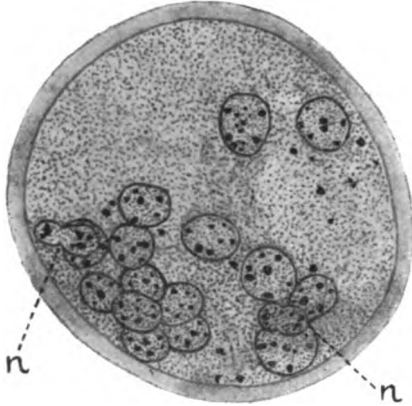


Fig. IV. Kyste d'*E. blattae*.
Fixation au formol picrique. $\times 1200$.
 n = noyaux en division.

des détails précis sur le mode suivant lequel celle-ci s'effectue. Le cytoplasme du kyste représenté fig. 36 n'est pas homogène, les noyaux sont groupés dans une région à structure plus dense. On constate en outre la présence de quelques granulations chromatiques, mais je ne sais quelle signification leur accorder, je n'ose, ainsi que l'a fait ELMASSIAN, les considérer comme des chromidies réductrices.

Lorsque la multiplication nucléaire est terminée, les gamontes renferment de nombreux noyaux j'en ai compté une soixantaine dans le kyste dont une tranche est représentée figure 37. Le nombre des noyaux n'est pas constant, et je crois que dans une certaine mesure il est en rapport avec les dimensions des kystes qui sont assez variables (comparer les figures 33, 35, 36).

Au fur et à mesure que les divisions se succèdent, les noyaux diminuent de taille et leurs granulations chromatiques sont plus petites et moins nombreuses. Faut-il considérer cette diminution de la quantité de chromatine comme se rapportant à un phénomène réductionnel? il m'est actuellement impossible de répondre à cette question.

Les kystes mûrs sont expulsés avec les excréments; au dehors du tube digestif de la Blatte, ils ne paraissent subir aucun changement. Tous les kystes n'arrivent pas à maturité; certains dégèrent (fig. V). Cette dégénérescence paraît être liée, le plus souvent, à la présence de parasites; elle se révèle par des altérations profondes des noyaux.

L'enkystement des gamontes n'a pas toujours lieu d'une façon précise au moment où ceux-ci possèdent huit noyaux. Il peut être plus précoce ou plus tardif: les kystes représentés figures VI et 56 sont des kystes qui viennent de se former ainsi qu'on peut en juger d'après le groupement des noyaux et l'aspect rayonné du cytoplasme, or le premier ne renferme que quatre noyaux tandis que le second en présente quatorze. Le fait que l'enkystement peut être retardé explique la présence de gamontes libres renfermant jusqu'à seize noyaux (fig. 55).

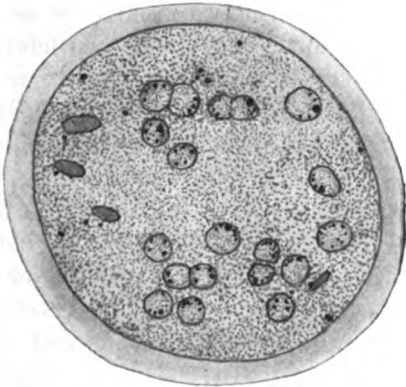


Fig. V.

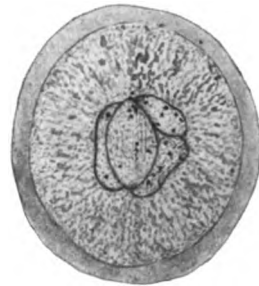


Fig. VI.

Fig. V. Kyste d'*E. blattae* en dégénérescence. — Fixation au Sublimé. $\times 1200$.

Fig. VI. Enkystement d'un gamonte à quatre noyaux. — Fixation au Sublimé. $\times 1200$.

BÜTSCHLI avait déjà constaté la présence de kystes dans le tube digestif des Blattes et, sans hésitation, il les a rapportés à l'Amibe; il note que ces kystes ont des dimensions très variables et renferment de nombreux noyaux. Ce Savant a constaté aussi l'existence d'Amibes à plusieurs noyaux, mais la signification exacte de ce stade lui a échappé.

SCHUBOTZ a précisé les observations de BÜTSCHLI. Il dit avoir vu des Amibes plurinucléées renfermant jusqu'à 18 et même 20 noyaux; ces Amibes sont de plus petite taille que les formes à un noyau et leur cytoplasme est débarrassé d'inclusions. La membrane des noyaux si visible, sur le vivant, chez les formes uninucléées devient dans ce cas difficile à voir. L'auteur n'a pas pu étudier le mécanisme des divisions nucléaires; cependant dans certains cas, il dit avoir vu les granulations du noyau tourbillonner et ensuite se répartir entre les deux pôles de celui-ci qui a pris une forme ovale ou qui

est étiré en haltère. En maintenant des Amibes plurinucléées pendant un certain temps en chambre humide SCHUBOTZ a constaté que celles-ci s'enkystent; l'auteur a pu ainsi établir la relation qui existe entre ces formes et les kystes. Le diamètre des kystes, d'après lui, varie entre 30 et 50 μ , on ne trouve que rarement des kystes dépassant cette dernière dimension. Le nombre des noyaux des kystes est très variable: 20, 25, 30; ces noyaux sont sphériques ou de forme ovale, les plus gros atteignent comme dimension de 4 à 6 μ .

JANICKI dans ses mémoires de 1908 et 1909 a suivi avec beaucoup de précision les différentes phases de l'enkystement. Ce sont généralement des Amibes à 8 noyaux qui s'enkystent; cependant, ainsi que SCHUBOTZ, il a vu des Amibes à 12 et 18 noyaux non encore enkystées. Les 8 noyaux du kyste se divisent une première fois, puis les divisions se poursuivent jusqu'à formation de 30 noyaux et même plus. Dans son mémoire de 1909, JANICKI représente, fig. 6, une Amibe à 4 noyaux; ces noyaux sont tous en télophase. Cette observation pourrait faire admettre que les divisions nucléaires sont synchrones; j'ai montré précédemment qu'il n'en est pas toujours ainsi. L'Auteur compare cette figure 6 à ses figures 3b et 3c et il conclut que les divisions préparatoires à l'enkystement sont du même type que celles de la phase végétative. Or, mes observations, sur ce point, m'ont conduit à des conclusions toutes différentes; en effet, si l'on compare la figure 6 donnée par JANICKI à mes figures 24 et 54, on voit que ces images ne sont pas rigoureusement identiques. Jamais je n'ai vu de chromosomes ayant la forme de bâtonnets que leur donne JANICKI; mais par contre, j'ai constaté la présence certaine d'un fuseau achromatique et de centrosomes.

Mes observations sur l'enkystement d'*Entamoeba blattae* concordent, dans leurs grandes lignes, avec celles de JANICKI; mais par contre, elles diffèrent beaucoup de celles d'ELMASSIAN. Cet Auteur a bien constaté la présence de kystes dans l'intestin des Blattes; mais, d'après lui, ces kystes sont toujours peu abondants. Aussi, il a recours à une méthode spéciale pour les obtenir en plus grande quantité: il sépare des intestins et les conserve un certain temps dans l'eau physiologique soit à la température de la chambre soit à 12 degrés. Dans ces conditions, ELMASSIAN dit avoir observé deux sortes de kystes: des kystes sombres à nombreux noyaux et des kystes clairs à noyaux peu nombreux; ces deux sortes de kystes correspondraient à deux processus d'enkystement. Les kystes sombres se formeraient de la façon suivante. L'Amibe, qui est sur le point

de s'enkyster, expulse de son sein toutes les particules alimentaires; une grande quantité de liquide abandonne les alvéoles du cytoplasme qui devient de plus en plus dense. A la suite de ces éliminations, le corps de l'Amibe se réduit au tiers de son volume primitif. Jusqu'alors, le noyau ne présente aucune modification. Mais bientôt, l'Amibe s'entoure d'une pellicule; à ce moment, l'Auteur admet que la membrane du noyau se rompt. Le contenu nucléaire se répand dans le cytoplasme qui se colore alors en rouge vif par le carmin boracique; de petits noyaux se constituent aux dépens de la substance nucléaire épandue. ELMASSIAN insiste particulièrement sur une de ses figures (fig. 11) où l'on voit „le contenu nucléaire répandu dans le kyste sous forme d'une fontaine jaillissante. Dans les masses périphériques rouges que nous considérons comme étant du chromidium sexuel on voit se détacher de petits noyaux de 4μ qui par leur forme et leur aspect font pressentir une prochaine division“.

L'évolution des kystes clairs serait différente de celle des kystes sombres; le noyau de l'Amibe se divise et presque en même temps la capsule du kyste se forme. Chacun des noyaux-fils se divise à son tour et les divisions se poursuivent jusqu'à formation de 32 noyaux. L'auteur a donné d'excellentes figures de ces divisions.

D'après ce court exposé, on voit que le début de la gamétogénèse a complètement échappé à ELMASSIAN; il n'a pas vu les formes libres à plusieurs noyaux. Cependant, si l'on rapproche ses figures 10, 16, 17, 18, 15 on forme une série qui, d'après mes observations, doit être interprétée comme représentant le début de l'évolution d'un gamonte jusqu'au stade à deux noyaux. La suite de la multiplication nucléaire a passé inaperçue de l'Auteur, il passe brusquement au kyste jeune. Ses figures 11, 12, 13 représentent trois kystes dont le cytoplasme possède encore l'aspect fibreux en rapport avec la sécrétion de la membrane d'enveloppe, aspect que l'auteur considère comme représentant un réseau chromidial.

Pour ce qui est de l'existence de deux sortes de kystes, je ferai remarquer que je n'ai pas pu établir cette distinction, faite par ELMASSIAN, en kystes sombres et en kystes clairs; ses figures 22 et 24, qui correspondent la première à un kyste sombre la seconde à un kyste clair, ne présentent pas d'ailleurs la différence de structure du cytoplasme dont il parle.

La présence de kystes (kystes clairs) renfermant deux noyaux au début de leur évolution peut trouver son explication dans la technique spéciale employée par l'Auteur; technique qui a pu hâter l'enkystement de certains gamontes. En effet, de même que l'enkyste-

ment peut être tardif il peut être très précoce, et j'ai représenté (fig. VI) un kyste à quatre noyaux.

En résumé, ELMASSIAN a vu presque toutes les phases de la formation du kyste, mais, à mon avis, il n'a pu les interpréter.

3° Copulation.

La suite de l'évolution des kystes d'*Entamoeba blattae* n'a pu être suivie jusqu'à présent par aucun auteur; SCHUBOTZ, JANICKI (1908), ELMASSIAN n'ont pu émettre que des hypothèses sur leurs destinées ultérieures.

SCHUBOTZ ayant gardé des kystes pendant plusieurs mois n'a observé aucun changement à leur intérieur. Il a mélangé des kystes à la nourriture de Blattes et il a recherché ce que ceux-ci devenaient 6, 12, 24, 48 heures après leur ingestion. Cette expérience ne lui a donné aucun résultat; à ce sujet, il fait remarquer qu'il en est peut-être de même pour *Entamoeba blattae* que pour *Entamoeba coli* chez qui, d'après SCHAUDINN (1903) 10 à 20% des kystes seulement sont susceptibles de se développer. Cependant SCHUBOTZ a constaté que dans les infections intenses on trouve dans l'intestin des Blattes de nombreuses petites Amibes de 6 à 8 μ de diamètre dont les noyaux sont identiques aux noyaux des kystes. L'auteur pense que ces Amibes tirent leur origine des kystes digérés et qu'elles appartiennent certainement au cycle évolutif d'*Entamoeba blattae*.

JANICKI (1908) et ELMASSIAN ont repris cette hypothèse; mais ce dernier la complique en cherchant à expliquer la présence de deux sortes de kystes. Il admet que vraisemblablement „les kystes sombres représentent la sporogonie donnant lieu à des gamètes qui copuleraient à l'intérieur même du kyste; . . . , tandis que les kystes clairs ne donneraient lieu qu'à une multiplication schizogonique ainsi que cela a lieu chez certaines Grégarines digénétiques (*Aggregata*)“.

Comme SCHUBOTZ, comme ELMASSIAN, j'ai conservé, pendant des temps plus au moins longs, des kystes dans des liquides physiologiques variés (eau physiologique, suc intestinal, suc du jabot) et cela sans avoir pu saisir le moindre changement dans leur structure. Ces observations sont d'ailleurs fréquemment interrompues par suite de l'envahissement des liquides de conservation par des bactéries, des touffes mycéliennes, etc.

En présence de cet insuccès, j'ai repris l'expérience de SCHUBOTZ. J'ai donné à des Blattes une nourriture largement et fréquemment saupoudrée de kystes. Après quelques tâtonnements, j'ai pu suivre

le cheminement des kystes depuis le jabot jusqu'à la limite de l'intestin moyen, et étudier les modifications qu'ils subissent au cours de ce trajet.

Lorsque les kystes arrivent dans le jabot leur membrane d'enveloppe se ramollit et son contour extérieur devient irrégulier. En même temps, les noyaux, qui jusqu'alors formaient un groupe plus ou moins compact, viennent se ranger à la périphérie du cytoplasme (fig. 38). Les kystes ne séjournent que peu de temps dans le jabot; ils sont entraînés avec les aliments, franchissent le filtre œsophagien, la valvule œsophagienne et finalement tombent dans l'intestin moyen. Dans quelques cas, j'ai vu, sur mes coupes, des kystes accrochés aux épines chitineuses qui garnissent le filtre.

C'est dans l'intestin moyen que se fait l'ouverture des kystes et que leur contenu est mis en liberté (fig. 39). A ce moment le gamonte présente des modifications importantes dans sa structure. Le cytoplasme se laisse différencier en trois zones: une zone périphérique finement granuleuse, une zone moyenne à structure alvéolaire et enfin une zone centrale granuleuse. Les noyaux sont tous situés dans la zone périphérique où ils sont disposés très régulièrement. La taille des noyaux est variable; leur structure ne paraît pas modifiée.

La figure 40 représente un gamonte complètement sorti de son enveloppe. La zone cytoplasmique périphérique commence à prendre un contour irrégulier, elle s'ondule en face de chacun des noyaux. Cette ondulation est plus accentuée encore dans la figure suivante (fig. 41) ce qui donne au gamonte un aspect morulé très caractéristique. Ce processus détermine la localisation, autour de chacun des noyaux, d'un petit territoire cytoplasmique, et aboutit finalement à la formation de petits éléments uninucléés qui se détachent de la masse totale. Ces éléments sont des gamètes.

Les figures 42—44 représentent trois de ces gamètes; ceux-ci ne sont pas de même taille, leurs noyaux sont inégaux. Les gamètes s'accouplent deux à deux et fusionnent leurs cytoplasmes; cette cytogamie conduit à la formation d'éléments binucléés, à noyaux inégaux, tels que celui représente figure 45. Dans chacun de ces éléments, les noyaux se rapprochent, s'accolent (fig. 46); au point de contact les membranes se résorbent, puis les noyaux s'égalisent et finalement se fusionnent (fig. 47 et 48). La cytogamie est suivie de la karyogamie, la copula est formée (fig. 49). La jeune Amibe prend peu à peu tous les caractères d'*Entamoeba blattae*; sa taille augmente, son noyau acquiert sa structure définitive. On peut suivre

facilement cette évolution de la copula sur les figures 50—52. L'étude des gamètes et la présence de noyaux inégaux dans les éléments binucléés formés à la suite de la cytogamie permettent de conclure à une copulation anisogamique. Mais une question se pose; les deux conjoints d'un couple proviennent-ils d'un même kyste ou de deux kystes différents? Il est difficile de répondre à cette question, et cela d'autant plus que les gamètes issus d'un même kyste ont des noyaux inégaux et sont de tailles différentes. Cependant, il est un fait à noter; dans une station à Blattes infestées, la proportion des Blattes parasitées est de une sur trois, sur quatre. Or, si la copulation avait lieu entre gamètes issus d'un même kyste la proportion des Blattes renfermant des Amibes devrait être beaucoup plus forte car, dans ce cas, l'ingestion d'un seul kyste suffirait pour déterminer une infection.

Chez *Entamoeba blattae* l'enkystement correspond donc à une phase de la gamétogénèse. De plus, le kyste est la seule forme de résistance du parasite; c'est uniquement à ce stade que celui-ci est susceptible d'être transmis d'une Blatte à une autre. On aurait pu supposer, d'après ce que nous savons d'autres Amœbiens, que des Amibes expulsées au dehors à la phase végétative seraient susceptibles de s'enkyster, et d'attendre ainsi d'être ingérées pour poursuivre leur évolution. Or, au cours de mes expériences d'infection expérimentale, j'ai souvent réalisé les conditions de cet enkystement, et cependant je ne l'ai jamais observé.

Par conséquent, chez *Entamoeba blattae*, il ne se forme pas de kystes de protection analogues à ceux dont AWERINZEW (1907) et DOFLEIN (1907), par exemple, ont signalé l'existence, le premier chez des Rhizopodes d'eau douce le second chez *Amoeba vesperilio* PÉNARD, et dont le rôle consiste à soustraire momentanément l'Amibe à des conditions défavorables. On conçoit d'ailleurs très facilement que ces kystes existent chez les Amœbiens libres et ne se rencontrent pas chez les Amibes parasites.

J'ai essayé d'obtenir des cultures d'*Entamoeba blattae*; mais toutes les tentatives que j'ai faites ont complètement échoué. Cependant, depuis longtemps déjà, on a réussi à cultiver de nombreuses espèces d'Amibes, ΜΟΥΤΟΝ (1902) a fait l'historique de cette question; il a montré que tous „les auteurs qui se sont occupés de la culture des Amibes ne sont pas arrivés (à une exception près) à en obtenir en l'absence de bactéries vivantes“; de plus, il a pu obtenir des cul-

tures pures mixtes, „c'est-à-dire des cultures en présence d'une seule espèce microbienne.“

Depuis, {de nombreux auteurs parmi lesquels je citerai LESAGE (1905), MUSGRAVE et CLEGG (1906), HARTMANN (1907), WALKER (1908), NÄGLER (1909) NOC (1909) . . . etc. ont réussi, par des procédés variés, à cultiver de nombreuses espèces d'Amibes libres ou parasites.

Il est donc curieux de noter que, malgré de nombreux essais effectués dans des conditions très variées, je n'ai pas pu obtenir de culture de l'Amibe de la Blatte. ELMASSIAN (1909) a également échoué dans les tentatives qu'il a faites pour cultiver ce parasite sur gélose, et il pense que cet échec est dû à ce qu'il n'a pas pu réaliser un „équilibre isotonique“ entre le milieu de culture et le cytoplasme de l'Amibe. Mais est-ce la véritable raison? NÄGLER n'a pas réussi non plus à cultiver *Entamoeba muris*, et il suppose que cet insuccès est dû à ce que l'Amibe est probablement anaérobie.

Les Parasites d'*E. blattae*.

Au fur et à mesure que nos connaissances sur les Protistes se sont précisées, on s'est aperçu que des formations, des particularités de structure, considérées jusqu'alors comme liées à l'évolution normale, étaient en réalité des parasites. Dès lors, l'attention des Protistologues fut attirée sur ce point et actuellement on connaît de nombreux parasites des Protozoaires. CHATTON et BRODSKY (1909) ont fait récemment une excellente étude comparative des principaux de ces parasites, qui vivent les uns dans le noyau, les autres dans le cytoplasme de leurs hôtes.

1^o) Les parasites du noyau d'*Entamoeba blattae*. C'est DANGEARD (1895) qui, le premier, a signalé l'existence d'un parasite dans le noyau d'une Amibe qu'il rapporte à *Amoeba verrucosa* EHR. (et qui d'après PÉNARD 1905 pourrait bien n'être qu'une variété de l'*Amoeba proteus*). En raison même de cet habitat, le Savant botaniste donna à ce parasite le nom de *Nucleophaga amoebae*. Tout d'abord, le *Nucleophaga* apparaît sous l'aspect d'une petite vacuole claire située dans le nucléole du noyau de l'Amibe; au centre de cette vacuole on voit une tache sombre, dont l'auteur n'a pu que difficilement étudier la structure, mais qu'il considère néanmoins comme le noyau. Une Amibe peut renfermer plusieurs parasites dans son noyau.

Peu à peu, le *Nucleophaga* grossit, son noyau se divise; parallèlement le noyau de l'Amibe s'hypertrophie et son nucléole disparaît presque totalement. Bientôt, le parasite continuant à grossir arrive au contact de la membrane nucléaire; à ce moment, les nombreux noyaux qu'il renferme s'espacent régulièrement et autour de chacun d'eux se forme une spore, ou plus exactement une zoospore. Lorsque la sporulation est terminée, le parasite se présente sous un aspect muriforme.

Depuis la découverte de DANGEARD, la présence de parasites du noyau rapportés au genre *Nucleophaga* a été signalée chez divers Amœbiens. GRUBER (1904) a observé un *Nucleophaga* chez *Amœba viridis* LEIDY. Mais, tandis que les spores du *Nucleophaga* de DANGEARD sont sphériques, celles du parasite de GRUBER se présentent sous la forme de petites rosaces composées de cinq ou six sphérules rangées autour d'une granulation centrale. PÉNARD (1905a) signale à son tour la présence du parasite de DANGEARD chez *Amœba terricola* GREEFF. De plus, l'auteur croit pouvoir, d'après ses observations, identifier le parasite décrit par GRUBER au *Nucleophaga amœbae* DANGEARD; en effet: „dans certains cas, très rares en général (DANGEARD, PÉNARD), au contraire fréquents (GRUBER) suivant la saison ou les circonstances, les spores sont susceptibles de se diviser en spores de second ordre.“ Enfin, DOFLEIN (1907 b) et ELPATIEWSKY (1907) ont signalé, le premier chez *Amœba vespertilio* PÉNARD et le second chez *Arcella vulgaris* EHRB., l'existence de parasites intranucléaires qu'ils rapportent au genre *Nucleophaga*.

Néanmoins, malgré ces observations déjà nombreuses, nos connaissances sur le cycle évolutif des Nucléophages sont encore très incomplètes, les grandes lignes seules sont esquissées; aussi ce n'est que sous réserves que j'ai rapporté à ce genre le parasite du noyau d'*Entamœba blattae* dont j'ai signalé l'existence dans une note préliminaire (1907).

Les plus jeunes stades du *Nucleophaga* que j'ai observés sont représentés par les figures 60 et 62. Dans chacun des deux noyaux, le ou les parasites occupent la zone centrale; ils se présentent sous l'aspect de petites masses irrégulières à structure finement granuleuse et parsemées de nombreux noyaux. Ce stade précède de peu celui de la formation des spores (figures 61 et 63). Les spores se développent autour des noyaux; elles ont la forme de petites sphérules de 1 à 2 μ de diamètre et se colorent d'une façon intense par l'hématoxyline ferrique. Leur structure est très difficile à étudier; cependant, j'ai pu distinguer une mince membrane d'enveloppe plus

colorable, et à l'intérieur, un ou deux grains chromatiques. Lorsque la sporulation est terminée, la membrane du noyau de l'Amibe, considérablement hypertrophié, se rompt et les spores s'éparpillent dans le cytoplasme. JANICKI (1909) a observé également un parasite du noyau de l'Amibe de la Blatte; il le rapporte au genre *Nucleophaga*.

J'ai cru devoir attirer l'attention sur ce parasite du noyau de l'Amibe de la Blatte non seulement pour ce que le fait pris en lui-même peut présenter d'intéressant, mais aussi pour rappeler, après DANGEARD, combien nos connaissances sur le cycle évolutif des Amibes ont été modifiées par la découverte de ces parasites. Depuis longtemps, de nombreux auteurs avaient signalé des aspects particuliers du noyau des Rhizopodes; mais, tandis que les uns interprétaient ces aspects divers comme une simple modification de structure de ce noyau, les autres y voyaient des modifications spéciales en rapport avec la reproduction. C'est ainsi que GREEFF (1866) a décrit une formation de spores dans le noyau d'*Amaba terricola*; BUCK (1878), à propos de la division du noyau, dit avoir observé l'apparition d'un germe d'aspect muriforme qui se fragmente en corpuscules arrondis.

Mais maintenant, on peut dire avec DANGEARD (p. 219) que „l'existence bien démontrée du parasitisme des Nucléophages permet de faire table rase de toutes ces observations.“ Cependant, il n'est pas toujours facile de dire si certains aspects particuliers du noyau doivent être considérés comme normaux ou rapportés à des parasites. C'est ainsi, par exemple, que DOFLEIN (1907 a) avait signalé, chez *Amaba vespertilio* PÉNARD, un processus sexué consistant dans la copulation de deux à deux de flagellispores issues de l'Amibe. Or, l'auteur a reconnu plus tard (1907 b) que ces flagellispores n'appartiennent pas à l'Amibe, mais à un parasite de celle-ci du genre *Nucleophaga*.

ELMASSIAN (1909) a représenté (fig. 4 et 8) deux noyaux d'*Entamoeba blattae* qui possèdent un aspect particulier. L'auteur interprète ces images comme correspondant à un remaniement de la chromatine; or, à mon avis, elles ne sont pas sans analogies avec mes figures 60 et 61 qui représentent des noyaux parasités.

2°.) Les parasites du cytoplasme. — *Entamoeba blattae* à l'état végétatif peut renfermer dans son cytoplasme de nombreux microorganismes parmi lesquels j'ai reconnu: des Levures, de petits Flagellés, des filaments de Bactéries, etc. . . .; chez quelques exemplaires, j'ai même observé des spores d'une Microsporidie, *Plistophora periplanetae* LUTZ et SPLENDORE, qui évolue dans les tubes de MALPIGHI. Parmi

ces organismes divers, beaucoup sont des proies capturées par l'Amibe; mais il en est certains qui sont, je crois, des parasites du cytoplasme. C'est ainsi, par exemple, que l'on peut considérer comme étant de véritables parasites les filaments bactériens dont SCHUBOTZ (1905) a déjà signalé la présence. Ces filaments envahissent peu à peu tout le cytoplasme qui se désagrège et disparaît. Le noyau de l'Amibe, protégé par son épaisse membrane, demeure intact et peut persister pendant un certain temps.

Dans certains cas, les filaments bactériens s'étendent au dehors du cytoplasme, formant une sorte de houppe dont la présence donne à l'Amibe un aspect très curieux (fig. 57). PÉNARD (1905 b) a déjà signalé l'existence de Champignons inférieurs parasites de diverses espèces d'Amibes: *Amœba nobilis*, *Amœba proteus*, *Amœba respertilio*, et dont le thalle filamenteux se déploie au dehors du cytoplasme. Il fait remarquer que la présence de ces filaments a donné lieu à des méprises; ainsi, LEIDY et KOROTTNEFF avaient créé, le premier, le genre *Ouramœba*, le second le genre *Longicauda*, pour des Amibes terminées en arrière par des filaments qu'ils considéraient comme une forme spéciale de pseudopodes immobiles et qui sont en réalité des parasites.

J'ai observé dans le cytoplasme de certains kystes la présence de formations spéciales (fig. 58 et 59) que je crois pouvoir considérer comme correspondant à certains stades de l'évolution d'un parasite. Ce sont de petites plages de cytoplasme finement grenu, à contours irréguliers et parsemées de nombreux grains chromatiques. Il m'est impossible de me prononcer sur la nature exacte de ces formations, mes observations sont trop incomplètes; cependant, leur apparition m'a paru être complètement indépendante de l'évolution de l'Amibe.

Index bibliographique.

- 1907 AWERINZEW: Beiträge zur Kenntnis der Süßwasserrhizopoden. Arch. f. Protistenk. Bd. VIII p. 112.
- 1878 BUCK: Einige Rhizopodenstudien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXX p. 1.
- 1878 BÜTSCHLI: Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten und einiger verwandten Organismen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXX p. 205.
- 1909 CHATTON et BRODSKY: Le parasitisme d'une Chytridinée du genre *Sphaerita* DANGEARD chez *Amoeba limax* DUJARD. Étude comparative. Arch. f. Protistenk. Bd. XVII p. 1.
- 1901 CUÉNOT: Recherches sur l'évolution et la conjugaison des Grégarines. Arch. de Biol. Vol. XVII p. 581.
- 1895 DANGEARD: Mémoire sur les parasites du noyau et du protoplasme. Le Botaniste. Vol. IV p. 198.
- 1901/02 —: Recherches sur les Eugléniens: Phénomènes qui accompagnent la division cellulaire. Le Botaniste. Vol. VIII p. 324.
- 1909 DOBELL: Researches on the intestinal Protozoa of frogs and toads. Quart. Journ. of micr. Sc. Vol. LIII f. 2 p. 201.
- 1907 a DOFLEIN: Fortpflanzungserscheinungen bei Amöben und verwandten Organismen. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morph. u. Physiol. München p. 1.
- 1907 b —: Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. V. Amöbenstudien. Arch. f. Protistenk., Festband f. R. HERTWIG, Suppl. I p. 250.
- 1909 ELMASSIAN: Sur l'*Amoeba blattae*. Morphologie. Génération. Arch. f. Protistenk. Bd. XVI p. 143.
- 1907 ELPATIEWSKY: Zur Fortpflanzung von *Arcella vulgaris* EHRB. Arch. f. Protistenk. Bd. X p. 441.
- 1882 GRASSI: Intorno ad alcuni Protisti endoparassitici ed appartenenti alle classi dei Flagellati, Lobosi, Sporozoi e Ciliati. Atti Soc. Ital. Sc. Nat. Vol. XXIV p. 54. Milano.
- 1866 GREEFF: Über einige in der Erde lebende Amöben und andere Rhizopoden. Arch. f. mikr. Anat. Bd. II p. 299.
- 1904 GRUBER: Über *Amoeba viridis* LEIDY. Zool. Jahrb., Festschr. f. WEISMANN, Suppl. 7 p. 67.
- 1907 HARTMANN (et KISSKALT): Praktikum der Bakteriologie und Protozoologie. Fischer, Jena.
- 1908 JANICKI: Contribuzione alle conoscenza di alcuni Protozoi parassiti della *Periplaneta orientalis* (*Lophomonas blattarum* STEIN, *L. striata* BÜTSCHLI, *Amoeba blattae* BÜTSCHLI). Atti della Reale Academie dei Lincei. Rendiconti Vol. XVII f. 3 p. 140.
- 1909 —: Über Kern und Kernteilung bei *Entamoeba blattae* BÜTSCHLI. Biol. Centralbl. Bd. XXIX p. 381.
- 1907 LÉGER: Les Schizogrégarines des Trachéates. I. Le genre *Ophryocystis*. Arch. f. Protistenk. Bd. VIII p. 159.
- 1879 a LEIDY: On *Amoeba blattae*. Proc. Acad. N. S. Phil. Oct. 7th.
- 1879 b —: Freshwater Rhizopods of N. America p. 300.
- 1905 LESAGE: Culture de l'Amibe de la dysenterie des pays chauds. Ann. Inst. Pasteur Vol. XIX p. 9.

- 1907 MERCIER: Un parasite du noyau d'*Amoeba blattae* BÜTSCHLI. Compt. R. Soc. Biol. Paris Vol. LXII p. 1132.
- 1908 —: La schizogonie simple chez *Amoeba blattae* BÜTSCHLI. Compt. R. Acad. Sc. Paris Vol. XLVI No. 18.
- 1909 —: Le cycle évolutif d'*Amoeba blattae* BÜTSCHLI. Arch. f. Protistenk. Bd. XVI p. 165.
- 1902 MOUTON: Recherches sur la digestion chez les Amibes et sur leur diastase intracellulaire. Ann. Inst. Pasteur Vol. XVI p. 457.
- 1906 MUSGRAVE et CLEGG: Cultivation and Pathogenesis of *Amoeba*. Philippine Journal Sc. i. No. 9 p. 909.
- 1909 NÄGLER: Entwicklungsgeschichtliche Studien über Amöben. Arch. f. Protistenk. Bd. XV p. 1.
- 1905 NERESHEIMER: Über vegetative Kernveränderungen bei *Amoeba Dofleini* nov. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. VI p. 147.
- 1909 NOC: Recherches sur la dysenterie amoebienne en Cochinchine. Ann. Inst. Pasteur Vol. XXIII p. 117.
- 1905a PÉNARD: Observations sur les Amibes à pellicule. Arch. f. Protistenk. Bd. VI p. 175.
- 1905b —: Notes sur quelques Sarcodiniés. Rev. Suisse Zool. Vol. XIII p. 585.
- 1903 SCHAUDINN: Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamt Bd. XIX, 3, p. 547.
- 1905 SCHOUTEDEN: Notes sur quelques Amibes et Choanoflagellates. Arch. f. Protistenk. Bd. V p. 323.
- 1905 SCHUBOTZ: Beiträge zur Kenntnis der *Amoeba blattae* BÜTSCHLI und *Amoeba proteus* PALL. Arch. f. Protistenk. Bd. VI p. 1.
- 1839 SIEBOLD: Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Tiere. Danzig 1839.
- 1867 STEIN: Der Organismus der Infusionstiere. II. Abt. Leipzig 1867.
- 1908 WALKER: The parasitic *Amoeba* of the intestinal tract of man and other animals. Journ. of Med. Res. Bd. XII p. 379.

Explication des Planches.

Planche X.

Entamoeba blattae. Phase végétative. Toutes les figures sont dessinées d'après des coupes. Coloration: Hématoxyline ferrique, Eosine. $\times 1200$ (sauf pour la figure 1).

Fig. 1. Stade végétatif. *N*: noyau. *e*: enclaves cytoplasmiques. Fixation au formol-picro-acétique. $\times 1000$.

Fig. 2 à 7. L'évolution nucléaire pendant la division végétative. Fixation au formol-picro-acétique.

Fig. 2. Les granulations chromatiques se déposent sur le ruban achromatique.

Fig. 3. Le ruban achromatique imprégné de chromatine est électivement colorable par l'hématoxyline ferrique.

Fig. 4. Le ruban se coupe en pseudo-chromosomes.

Fig. 5. Début du pincement de la membrane nucléaire. *m*: trace de l'invagination de la membrane sur la coupe. Les pseudo-chromosomes se séparent en deux lots.

Fig. 6. Noyau en forme d'haltère. Dans chacun des noyaux-fils les pseudo-chromosomes se rassemblent en un peloton.

Fig. 7. Coupe sagittale d'un noyau en division (stade moins avancé que le précédent). Les pseudo-chromosomes sont sectionnés suivant différentes directions.

Fig. 8 à 10. Suite de la division végétative. Fixation au sublimé-acétique.

Fig. 8. Les noyaux-fils sont séparés. Chacun présente un prolongement en forme de bec. Dans le noyau *N* les pseudo-chromosomes en se fusionnant ont donné une grosse masse chromatique compacte; dans le noyau *N'* cette masse se désagrège et donne les nucléoles.

Fig. 9. Les deux noyaux-fils ont acquis la structure caractéristique.

Fig. 10. La division du cytoplasme.

Fig. 11 à 13. Deux noyaux d'*E. blattae* qui présentent chacun, à l'un des pôles, une image qui est à rapprocher de la formation que JANICKI interprète comme correspondant à un caryosome.

Fig. 11 et 12. Deux coupes successives d'un même noyau. Fixation au formol-picro-acétique.

Fig. 13. Fixation au FLEMMING.

Fig. 14. Noyau d'une Amibe-fille dans lequel les pseudo-chromosomes ne sont pas encore rassemblés en peloton. La division du cytoplasme a eu lieu alors que l'évolution nucléaire n'était pas encore terminée.

Fig. 15 et 16. Deux coupes successives d'un même noyau faites suivant des plans parallèles au grand axe. Noter la structure des nucléoles. Fixation au sublimé-acétique.

Fig. 15. La coupe intéresse presque uniquement la zone granuleuse périphérique.

Fig. 16. La coupe est plus axiale et intéresse une portion notable de la zone centrale.

Fig. 17 et 18. Deux coupes successives d'un même noyau faites suivant des plans perpendiculaires au grand axe. Fixation au sublimé-acétique.

Fig. 19. Phase végétative. Amibe de petite taille. Le cytoplasme présente des enclaves. Fixation au sublimé-acétique.

Planche XI.

Entameba blattae. Gamétogénèse et Copulation. Toutes les figures sont dessinées d'après des coupes. Coloration: Hématoxyline ferrique, Eosine. Fixation: formol-picro-acétique, sublimé-acétique, FLEMING. $\times 1200$.

Fig. 20. Jeune gamonte. Le cytoplasme est débarassé d'enclaves.

Fig. 21. Expulsion de chromidies (*chr*) dans le cytoplasme.

Fig. 22 à 29. Les divisions nucléaires successives dans le gamonte.

Fig. 22. Première division du noyau.

Fig. 23. Stade à deux noyaux.

Fig. 24. Stade à deux noyaux; l'un des noyaux est en voie de division. — c: centrosomes.

Fig. 25. Stade à trois noyaux.

Fig. 26. Stade à quatre noyaux; l'un des noyaux est en voie de division.

Fig. 27. Stade à cinq noyaux.

Fig. 28. Stade à cinq noyaux; l'un est en voie de division.

Fig. 29. Stade à sept noyaux; l'un est en voie de division.

Fig. 30. Le gamonte renferme huit noyaux.

Fig. 31. Le gamonte à huit noyaux s'enkyste. Les noyaux se rassemblent au centre du kyste dont le cytoplasme prend un aspect rayonné (6 noyaux seulement sont représentés).

Fig. 32 et 33. La première période de divisions nucléaires dans le kyste.

Fig. 34. Kyste à 16 noyaux.

Fig. 35 à 37. Trois kystes d'*E. blattae* après la première période de divisions nucléaires. Noter la variation de la taille, la présence de granulations chromatiques dans le cytoplasme. N (fig. 36): noyau en division.

Fig. 38. Kyste provenant du jabot d'une Blatte. L'enveloppe est irrégulière; les noyaux se portent à la périphérie du cytoplasme.

Fig. 39. Kyste dont l'enveloppe vient de se rompre.

Fig. 40 et 41. Formation des gamètes.

Fig. 42 à 44. Trois gamètes.

Fig. 45 à 47. Trois stades de la copulation.

Fig. 48 à 52. Evolution de la copula.

Planche XII.

Toutes les figures sont dessinées d'après des coupes. Coloration: Hématoxyline ferrique. Eosine. $\times 1200$.

Fig. 53 et 54. Deux noyaux d'un gamonte à trois noyaux. Fixation au sublimé-acétique.

Fig. 53. Noyau au repos. *C*: caryosome. *c*: centrosome entouré de sa sphère. *chr*: chromosomes.

Fig. 54. Noyau en division. *c*: centrosomes. *chr*: chromosomes. *f*: fuseau achromatique.

Fig. 55. Gamonte à 16 noyaux non encore enkysté. Fixation au FLEMMING.

Fig. 56. Gamonte dont l'enkystement a eu lieu au stade de 14 noyaux (10 noyaux seulement ont été figurés sur le dessin). Fixation au FLEMMING.

Fig. 57. Amibe envahie par des filaments bactériens (*f*). Fixation au sublimé-acétique.

Fig. 58 et 59. Deux kystes parasités? *P*: parasites. Fixation au sublimé-acétique.

Fig. 60 à 63. Noyaux d'*E. blattae* parasités par des Nucleophages. *P*: parasites. Fixation au formol-picro-acétique.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Die *Peridinium*-Arten des Nordhafens (Val di Bora) bei Rovigno im Jahre 1909.

Von
Hjalmar Broch, Trondhjem (Norwegen).

(Hierzu Tafel XIII und 11 Textfiguren.)

Vorwort.

Während eines Aufenthaltes in Rovigno im März—April dieses Jahres stellte der Direktor der dortigen deutschen biologischen Meeresstation, Herr Dr. THILO KRUMBACH seine ganze Serie mit Planktonproben aus der Val di Bora zu meiner Verfügung, wodurch es mir möglich wurde, meine früheren Studien über die *Peridinium*-Arten zu erweitern. Die bearbeitete Serie ist unter den Planktonproben ausgewählt worden, die Dr. KRUMBACH im Jahre 1909 jeden Tag hat schöpfen lassen, und die ausgewählten Proben bilden zusammen eine ungefähre 14 tägliche Jahresserie. Es war demnach möglich, das Auftreten der einzelnen Arten etwas genauer zeitlich zu erörtern, und da Dr. KRUMBACH alle seine Notizen über Temperaturen usw. zu meiner Verfügung stellte, habe ich es versucht, durch die Untersuchung einen kleinen Beitrag zu geben zur Aufklärung der in die allgemeinen planktonischen Verhältnisse eingreifenden Faktoren in der Val di Bora. Wenn es mir gelungen wäre, durch die vorgelegten wenigen Zeilen Licht in einige Verhältnisse der Val di Bora zu werfen, verdanke ich dies dem Direktor Dr. THILO KRUMBACH, und es möge mir deswegen hier erlaubt sein, ihm meinen herzlichsten Dank für alle Liebenswürdigkeit mir und meiner Arbeit gegenüber auszusprechen.

p. t. Breslau, 5. Mai 1910.

Der Verfasser.

I. Einleitung.

In einer früheren Arbeit (BROCH, 1) habe ich versucht, die Panzerzusammensetzung und das Wachstum der *Peridinium*-Zellen in den Gebieten um Spitzbergen etwas näher auseinanderzusetzen. Es wurde dort gezeigt, daß die BÜTSCHLI'sche Beurteilung der Intercalarstreifen als Wachstumszonen (BÜTSCHLI, 2) die richtige ist. In einer Arbeit über *Peridinium Steini* hat KOFOID (10) ganz kürzlich erst versucht, die Intercalarstreifen als umgewandelte Porenfelder zu erklären, die ihre Hauptbedeutung darin haben sollen, daß sie die durch das Dickenwachstum der Panzerplatten erschwerte Verbindung zwischen innerem und äußerem Plasma leichter vermitteln können. Diese Erklärung steht jedoch in keinem Gegensatz zu der Annahme BÜTSCHLIS. Dagegen hängt eine andere Frage, die schon BR. SCHRÖDER (15, Seite 182) für einzelne Diatomeen hervorgehoben hat, mit der KOFOID'schen Hypothese innig zusammen: ist das sogenannte extramembranöse Plasma („outer plasma“) der Peridineen nicht vielmehr nur eine schleimige Absonderung? und ist vielleicht das sogenannte extramembranöse Plasma hier sogar nur eine pathologische Erscheinung, die an den leicht reizbaren Peridineenzellen durch äußere Einflüsse (wie z. B. Fang, Sauerstoffmangel unter dem Deckglase u. dergl.) hervorgerufen wird? Diese Annahme scheint nahe zu liegen, besonders wenn man bedenkt, daß noch niemand einen absoluten Beweis für die protoplasmatische Zusammensetzung dieses „extramembranösen Plasmas“ geführt hat.

Die Hauptsache bleibt jedoch davon unberührt, nämlich daß die Intercalarstreifen Auskunft über das Wachstum der Peridineenzelle geben. Wenn man nicht ein Wachstum der Peridineenzelle überhaupt ablehnen will, stellt sich ganz natürlich von selbst die Frage: wie kann sich die Zelle ausdehnen? Es stehen hier zwei Hauptmöglichkeiten offen; entweder wächst der Panzer, die einzelne Platte, durch „intramoleculare“ Ablagerung von Substanz in den Platten oder der Panzer wird dadurch vergrößert, daß ein marginaler Zuwachs der einzelnen Platten stattfindet.

KOFOID (9) hat für *Ceratium* auseinandergesetzt, wie in diesem Genus die einzelnen Platten Dickenwachstum zeigen. Dieses Dickenwachstum setzt sich bis zu einer gewissen Grenze fort, und dann werden die all zu dick gewordenen Platten ganz einfach abgeworfen („Exuviation“). Ein Dickenwachstum wie das von KOFOID beschriebene, wo auch alle Poren ausgefüllt werden, kann wohl kaum

nur intramolekular sein, sondern der Hauptsache nach marginal, und es ist zweifelhaft, ob bei *Peridinium* ein von *Ceratium* gänzlich verschiedenes Wachstum stattfindet. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist das zentrifugale Wachstum (hier das marginale inbegriffen) für den Zuwachs des Peridineenskelets charakteristisch, und wenn es sich nicht als alleiniger Wachstumsvorgang herausstellt, so überwiegt doch das marginale weitaus das intramolekulare Wachstum der Panzerplatte. — Eine Vergrößerung des protoplasmatischen *Peridinium*-Körpers muß eine Sprengung des Panzers herbeiführen; diese Sprengung geht in ganz bestimmten Nähten vor sich, und entlang dieser Nähte finden wir dann das starke, marginale Plattenwachstum, das zur Bildung der Intercalarstreifen Anlaß gibt.

Die Gruppierung der *Peridinium*-Arten und die Art-auffassung ist bald sehr schwankend geworden. GRAN (4) ist der erste, der eine Zerlegung des Genus in zwei Subgenera konsequent durchgeführt hat, indem er die Arten, die rechts schraubende Querfurche — d. h. wo die Querfurche gerade rechts von der Längsfurche dem Apex am nächsten ist — und die keine hohlen, plasmagefüllten, antapicalen Hörner, sondern höchstens Stacheln haben, zu einem Subgenus *Proto-peridinium* (BERGH) vereinigt hat, und die übrigen, die links schraubende Querfurchen und hohle, plasmagefüllte Antapicalhörner haben, in dem Subgenus *Euperidinium* GRAN zusammenfaßte. Diese Spaltung des Genus *Peridinium* ist später von allen Autoren akzeptiert worden.

PAULSEN (13) nennt als der Erste Fälle, wo Ausnahmen wenigstens angedeutet sind und erwähnt, wie *Peridinium* (*Proto-peridinium*) *finlandicum* PAULSEN und *Peridinium* (*Proto-peridinium*) *Grani* OSTENFELD trotz der rechts schraubenden Längsfurche Andeutungen von antapicalen Hörnern zeigen. Gleichzeitig aber hegt er die Vermutung, daß das *Peridinium exiguum* CLEVE falsch gezeichnet sei, da es von CLEVE (3) „mit rechts drehender Querfurche und plasmagefüllten Hinterhörnern abgebildet“ worden ist; da „diese Kombination sonst nicht vorkommt“, vermutet er, daß CLEVE eine Verwechslung der oberen und unteren Seite des Präparates passiert sei. Diese Möglichkeit kann natürlich nicht vollständig abgelehnt werden, bevor man das *Peridinium exiguum* wiederum untersuchen kann. Indessen fand sich in dem Material aus der Val di Bora häufig eine *Peridinium*-Art, die eben diese eigentümliche Kombination von rechts drehender Querfurche und gefüllten Hinterhörnern besitzt; die Art ist nicht selten; ich habe über ein halbes Hundert Exemplare zur Unter-

suchung gehabt und konnte mich davon überzeugen, daß *Peridinium adriaticum* immer eine rechts drehende Querfurche besitzt, trotzdem die Art in Plattenverhältnissen und Gesamthabitus sonst eine mittlere Stellung zwischen *Peridinium (Euperidinium) oceanicum* und *Peridinium (Euperidinium) crassipes* einnimmt. Die Art ist deswegen trotz ihrer rechts schraubenden Querfurche hier in das Subgenus *Euperidinium* aufgenommen worden.

Die Artbegrenzung wurde bisher meistens auf Formverhältnissen basiert. Am weitesten ist hierin PAULSEN (13) gegangen, der fast jede kleine Formveränderung als Artmerkmal aufgefaßt hat. In ganz entgegengesetzter Richtung dagegen ist KARSTEN (6) gegangen, der nur sehr wenige Arten gelten lassen will, jedoch sofort wieder diese Arten in eine endlose Reihe von Subspecies oder Formen zerlegt. Diese so divergenten Auffassungen der „Arten“ sind leicht erklärlich, wenn man die enorme Variabilität der Peridineenzellen bedenkt. KOFOID hat in einer ganzen Reihe von Arbeiten die Formenvariation einiger Peridineen erörtert und zeigt, wie die Zellen sich den verschiedenen physikalischen Verhältnissen anpassen (7—11 und andere Arbeiten); dieselben Verhältnisse sind dann wieder Gegenstand der Untersuchungen von SCHÜTT (17), BR. SCHRÖDER (15, 16 und andre Arbeiten) u. a. gewesen, die den Saisondimorphismus, die variierenden Schwebearpassungen usf. näher erörtert haben. Die eigentümlichen Variationen der *Peridinium*-Zelle sind doch noch wenig untersucht, und eben deswegen ist der Artbegriff hier so verschieden aufgefaßt worden.

Man kann in der Artbegrenzung natürlich nicht ganz von der Form der Zelle absehen; besonders ist bei allen Arten eine Grundform deutlich zu erkennen, die in reinen Zügen nur von denjenigen Exemplaren dargeboten wird, an denen noch keine Wachstumszonen entwickelt sind. Wenn aber Intercalarstreifen vorhanden sind, kann man die eigentliche Grundform erst sicher feststellen, wenn man die Intercalarstreifen reduziert. Die Entwicklung der Intercalarstreifen verändert gewöhnlich die Form der Zelle; die apicale Partie kann schärfer abgesetzt werden, die Zelle kann abgeplattet erscheinen usw., ohne daß diese Veränderungen zur Arttrennung berechtigen. So bedeutungsvoll auch die Grundform in der Artdiagnose ist, darf man doch nicht nach Formveränderungen, die durch die Entwicklung der Intercalarstreifen hervorgerufen sein mögen, kritiklos neue Arten oder Formen beschreiben, besonders wenn sie auch keinen Zusammenhang mit den ozeanographischen Verhältnissen zeigen.

Unverändert bleibt aber bei einer Art immer die Zusammensetzung des Panzers. Hierin scheint die Art merkwürdig kleinen

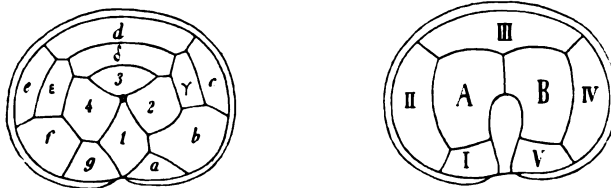
Unterschieden unterworfen zu sein; so hat z. B. *Peridinium Steini* seine charakteristische, schief entwickelte Intercalare δ , *Peridinium conicum* eine ganz kleine apicale Platte 3 usf., gleichgültig ob man Exemplare aus den arktischen Gegenden oder aus dem Mittelmeer untersucht. Diese Konstanz der Panzerzusammensetzung zeigt trotz aller Formveränderungen und verschiedener Entwicklung der Leisten u. dergl. mit voller Deutlichkeit, daß wir eben hierin die guten Artmerkmale suchen müssen.

Gerade deswegen ist es sehr zu bedauern, daß KARSTEN (6) in seiner sonst bedeutungsvollen Arbeit diese Panzerverhältnisse ungenügend beschreibt und die Plattengrenzen so gut wie niemals zeichnet; seine Zeichnungen zeigen oft gerade soviel, daß man mit größter Wahrscheinlichkeit sagen kann, daß er die Art falsch aufgefaßt hat, und doch zugleich wieder so wenig, daß man nicht in der Lage ist, sie richtig zu bestimmen. Seine Auffassung von einer Sammelart wie *Peridinium divergens* s. lat. ist auch allzuweit getrieben; teilweise fällt diese Sammelart mit dem Subgenus *Euperidinium* zusammen, und auf der anderen Seite sind wieder Arten ausgelassen, die sichere *Euperidinium*-Arten sind. KARSTEN geht auch sonst bei den Peridineen zu weit in seiner Artbegrenzung und bildet somit den ausgesprochenen Gegensatz zu PAULSEN (12 u. 13), der wiederum wahrscheinlich einen zu engen Artbegriff hat. Dies gilt nicht nur für *Peridinium*, sondern für die Peridineen überhaupt.

Um eine sichere Basis für die Beurteilung der Peridineenarten zu gewinnen, müssen wir zu den alten von STEIN (18) benutzten Methoden zurückkehren und die Panzerzusammensetzung der Peridineen genau untersuchen. STEIN's Zeichnungen gehören noch heute zu den am besten verwertbaren Abbildungen der Peridineen, die existieren, während eine ganze Anzahl unter den späteren Abbildungen nur wenig brauchbar sind. Nur zu oft sind die zwei systematisch äußerst wichtigen Faktoren ungenau erkannt worden: die Panzerzusammensetzung und die Struktur des Skelets. Der Ölgehalt der Zelle ist schwankend wie die Farbe der Öltropfen, und auch das Auftreten der Chromatophoren scheint sehr großen Schwankungen unterworfen zu sein. Wenn man ferner bedenkt, wie die Zelle ihre Form durch das Wachstum ändern kann, sieht man mit voller Deutlichkeit, daß das Skelet höchstwahrscheinlich die einzigen konstanten und deswegen systematisch verwertbaren Faktoren darbietet.

In der schon oben erwähnten Arbeit KOFOID's (10) über *Peridinium Steini* ist KOFOID auf die Nomenklatur des Peridineen-

skelets näher eingegangen. In meiner Arbeit über die spitzbergischen *Peridinium*-Arten (1) habe ich keine bestimmte Nomenklatur befolgt, sondern die Platten nur mit Zahlen und Buchstaben bezeichnet. In der Benennung der Plattenkreise schließe ich mich jetzt KOFOID an, behalte aber meine frühere Bezeichnung der einzelnen Platten mit einer kleinen Veränderung bei (vgl. Fig. 1). KOFOID verwendet immer Zahlen mit Indices, die oft etwas umständlich werden; so liegt z. B. die intercalare 2⁰ zwischen der apicalen Platte 3' und präcingularen Platte 4". Ich ziehe es deswegen vor, die Plattenkreise mit verschiedenen Zahlen und Buchstaben ohne Indices zu bezeichnen.



Ftg. 1. Schema der Plattenanordnung eines *Peridinium*.

Apicale Hälfte: 1—4 = Apicalplatten, a—g = Präcingularen, γ — ε = Intercalaren.
Antapicale Hälfte: A—B = Antapicalplatten, I—V = Postcingularen.

Die *Peridinium*-Arten des Spitzbergen-Gebietes und der Val di Bora besitzen alle vier Apicalplatten (1, 2, 3 und 4; vgl. Fig. 1), sieben präcingulare Platten (a bis g) und zwischen diesen Kreisen hinten eingeschoben drei intercalare Platten (γ , δ und ε), die Intercalaren werden mit einem griechischen Buchstaben bezeichnet, der mit dem kleinen Buchstaben der unten angrenzenden, präcingularen Platte übereinstimmt; so muß man z. B. immer die Intercalare ε an der oberen (apicalen) Seite der Präcingulare e suchen. — Die antapicale Hälfte besitzt an sämtlichen untersuchten Arten zwei Antapicalplatten (A und B) und fünf postcingulare Platten (I bis V).

Bei keiner der untersuchten Arten habe ich Verschmelzungen unter den Platten beobachten können; eine nähere Untersuchung hat auch da immer eine feine Grenzlinie gezeigt, wo ich zuerst geglaubt hatte, daß eine Verschmelzung vorläge.

II. Systematische Übersicht über die *Peridinium*-Arten der Val di Bora im Jahre 1909.

Subgen. *Protoperidinium* (BERGH) GRAN.

Peridinium globulus STEIN.

(Fig. 2.)

Die Zelle ist kugelförmig bis elliptisch; in dem letzteren Fall ist die apical-antapicale Achse die kürzere. Die Querfurche ist stark rechts schraubend. Die Platten zeigen eine punktierte Struktur.

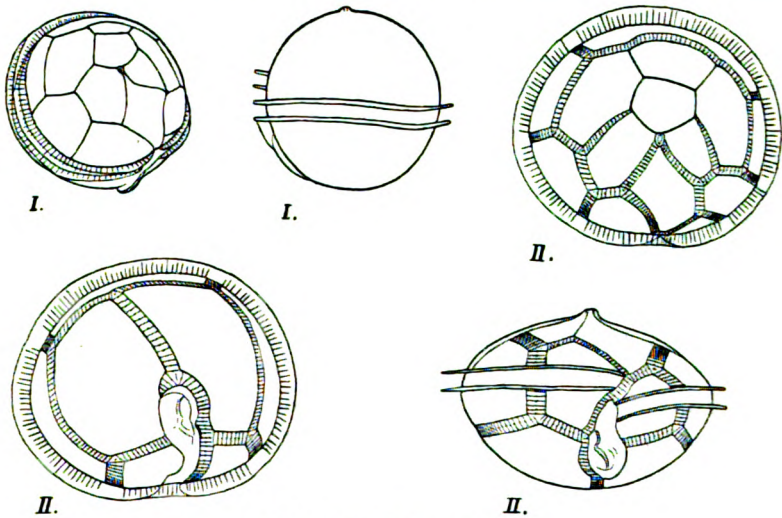


Fig. 2. *Peridinium globulus*.

I. Ein junges Exemplar vom 14. September 1909. II. Ein Individuum mit Wachstumsstreifen am 18. Februar 1909. (Vergr. $\times 460$.)

Die Plattenformel ¹⁾ ist (12 b) — (1 a b) und (14 g) — (4 f g); die apikalen Platten sind mittelgroß; unter den Intercalaren ist die hintere (δ) ziemlich klein, während dagegen die beiden seitlichen (γ und ϵ) sehr

¹⁾ Die Plattenformel bezieht sich besonders auf die Einrahmung der Rautenplatte (der apicalen Platte 1), die charakteristisch für die verschiedenen Gruppen ist. — (12 a b) bedeutet, daß diese vier Platten in einen Punkt zusammenstoßen; (12 a) — (2 a b) heißt, daß die Platten 1, 2 und a in einen Punkt zusammenstoßen, ebenso wie die Platten 2 a und b, während dagegen diese beiden Punkte voneinander etwas entfernt sind, so daß die Platten 2 und a entlang einer Linie zwischen diesen Punkten aneinander grenzen.

stark entwickelt sind und unter den präcingularen Platten nur von der dorsalen (d) an Größe übertroffen werden. — Die Längsfurche ist gewöhnlich an der linken Seite mit einem stärker oder schwächer entwickelten Flügel versehen. Die antapicalen Endplatten sind sehr groß, während dagegen die Postcingularen niedrig sind; unter diesen zeichnen sich besonders die beiden vorderen (I und V) durch ihre Kleinheit aus.

Nach STEIN's Zeichnungen (18) sollen Intercalarstreifen zwischen sämtlichen Platten gleichmäßig entwickelt werden. Leider waren in dem Materiale nur selten Exemplare vorhanden, an denen Intercalarstreifen entwickelt waren, und es ist mir nur einmal gelungen ein Individuum zu finden, wo sie sich mit Sicherheit verfolgen ließen (Fig. 2). — Breite Intercalarstreifen sind zwischen sämtlichen Platten der antapicalen Hälfte entwickelt; auf der apicalen Hälfte dagegen fehlen Wachstumsstreifen vollständig um die apicale, hintere Endplatte δ und zwischen der intercalaren Platte δ und den beiden benachbarten Intercalaren γ und ϵ . Diese Entwicklung der Wachstumsstreifen haben dann einen Breitenzuwachs bewirkt, wodurch die Zelle mehr abgeplattet worden ist; da diese etwas elliptische Gestalt nicht ganz selten bei *Peridinium globulus* zu beobachten ist, scheint die Möglichkeit nicht abweisbar zu sein, daß die eben geschilderte Entwicklung der Intercalarstreifen wenigstens ebenso häufig ist, wie die von STEIN (18) abgebildete. Mein Material reichte indessen nicht aus um diese Frage zu entscheiden.

Mit dem Namen *Peridinium globulus* sind früher mehrmals auch Formen bedacht worden, die nichts mit dieser Art zu tun haben. Das von STEIN (18, Taf. IX, Fig. 8) abgebildete Exemplar aus dem Quarnero scheint mit der folgenden Art übereinzustimmen. KARSTEN (6, S. 416, Taf. 50, Fig. 15) beschreibt eine Varietät von *Peridinium globulus* aus dem Indischen Ozean, die weder mit *Peridinium globulus* noch mit *Peridinium quarnerense* etwas zu tun hat, die aber leider nach den Zeichnungen und Beschreibungen kaum wiederum sicher identifiziert werden kann.

Peridinium quarnerense (BR. SCHRÖDER).

[Syn.: *Peridinium cerasus* PAULSEN (12).]

(Fig. 3.)

Die Zelle ist kugelförmig, selten schwach elliptisch. Die Quersfurche ist stark rechts schraubend. Die Platten haben eine punk-

tierte Struktur, die oft sehr stark hervortritt. Die Plattenformel ist (12 b) — (1 a b) und (14 g) — (4f g); die apicalen Platten sind mittelgroß; die seitlichen Intercalaren γ und ε sind gut entwickelt und beträchtlich größer als die hintere Intercalare δ ; doch sind sie hier fast nicht größer als die entsprechenden Präcingularen c und e; die größte Platte der apicalen Zellhälfte ist hier wie gewöhnlich die dorsale (hintere) Präcingulare d. — Die Längsfurche hat keine Flügel; dagegen tragen die antapicalen Platten gerade an der Furchenkante oder ein wenig davon entfernt zwei kleine Stacheln, von denen (nach PAULSEN, 13) die linke ab und zu eine schwache Flügelmembran hat. Die antapicalen Endplatten sind sehr groß und die Postcingularen ganz niedrig; unter diesen sind die beiden ventralen I und V sehr klein (Fig. 3).

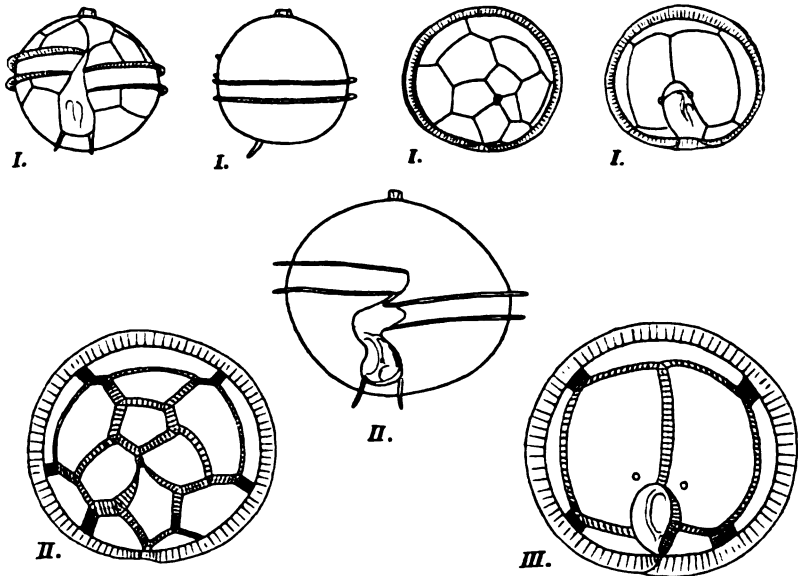


Fig. 3. *Peridinium quarnerense*.

I. Junges Exemplar vom 22. April. II u. III. Zwei ältere Individuen vom 1. Oktober 1909. (Vergr. $\times 510$.)

Intercalarstreifen werden zwischen sämtlichen Platten fast gleichmäßig entwickelt. Deswegen behält auch die Zelle gewöhnlich ihren Formtypus bei, selbst wenn breite Wachstumszonen entwickelt worden sind; nur sehr selten beobachtet man eine schwach ausgesprochene apical-antapicale Abplattung bei Exemplaren, deren Intercalarstreifen außerordentlich gut entwickelt sind.

Die Art steht dem *Peridinium globulus* sehr nahe und wurde von STEIN (18, Taf. IX, Fig. 8) nur als eine Varietät desselben aufgefaßt ebenso wie auch von BR. SCHRÖDER (14). Später hat PAULSEN (12) die Art von der Nordsee und Island beschrieben; soweit man nach seinen sehr dürftigen und anscheinend wenig genauen Zeichnungen der Panzerzusammensetzung urteilen kann, ist seine Art dieselbe, die in der Val di Bora nicht selten gefunden wurde, und die sehr gut mit der erwähnten Zeichnung STEIN's von einem Individuum aus dem Quarnero übereinstimmt. — Ihrem biogeographischen Charakter nach scheint diese Art eine mehr südliche, vielleicht subtropisch-atlantische zu sein, soweit es nach dem zeitlichen Auftreten beurteilt werden kann.

Peridinium Steini JÖRGENSEN.

(Fig. 4.)

Die Zelle ist ungefähr birnenförmig, mehr oder weniger glatt abgerundet. Die Querfurche ist nur schwach rechts schraubend. Die Oberfläche zeigt eine punktierte Struktur, die nur selten besonders

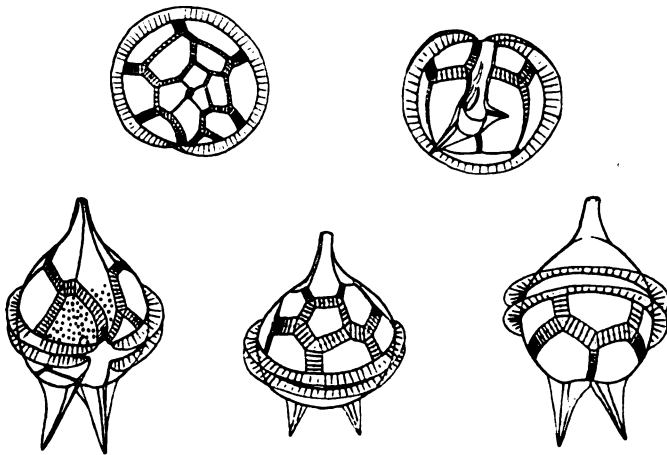


Fig. 4. *Peridinium Steini*.

Ein Individuum vom 19. August 1909 [Schalenstruktur auf der einen Zeichnung zum Teil eingetragen]. (Vergr. $\times 510$.)

stark hervortretend ist. Die Plattenformel ist (12 b) — (1 a b) und 14 g) — (4 f g); der letztere Abstand — zwischen den Platten 1 und f — ist gewöhnlich sehr klein. Besonders charakteristisch ist die schiefe Entwicklung der dorsalen Intercalare δ und der ent-

sprechenden Präcingulare d; die letztere ist klein. Durch die schiefe Entwicklung der Platten ist eine Größenverschiebung hervorgerufen; deswegen ist die Intercalare ϵ weit größer als die übrigen Intercalaren, während dagegen die Präcingulare c größer ist als irgend welche der übrigen Platten der apicalen Schalenhälfte. — Die Längsfurche ist oft mit Flügeln versehen. Die antapicalen Endplatten tragen gerade an der Kante der Längsfurche wohl entwickelte, lange Stacheln, die mit stärkeren (oft gezackten) oder schwächeren Flügelmembranen versehen sind. Die antapicalen Platten sind klein, die Postcingularen hoch; die ventralen Postcingularen I und V sind ziemlich groß (Fig. 4).

Auf der apicalen Zellhälfte werden Intercalarstreifen zwischen den Endplatten 1, 2, 3 und 4 nicht entwickelt, während sie sonst entlang sämtlichen Nähten zum Vorschein kommen. Dagegen werden zwischen sämtlichen Platten der antapicalen Hälfte Wachstumsstreifen entwickelt; doch entwickelt sich der Intercalarstreifen zwischen den beiden antapicalen Platten A und B erst, wenn die sonstigen Streifen schon ziemlich breit sind.

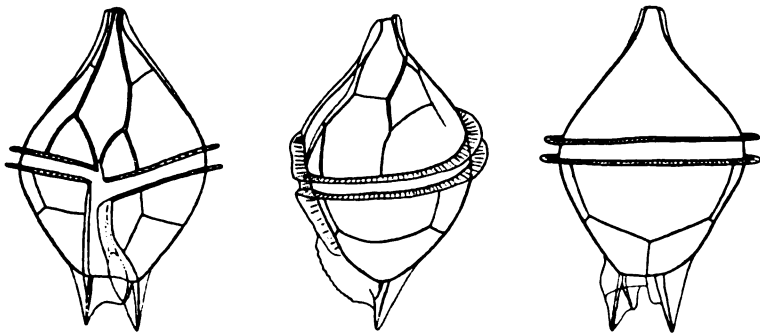
Die Entwicklung der Flügelmembranen steht mit den hydrographischen Verhältnissen deutlich in Zusammenhang. In den arktischen Gewässern sind die Stacheln und ihre Flügel nur kurz; schon in den subarktischen Gewässern sind sie etwas größer, und bei der forma *Paulseni* KOFOID (10) von dem Biskayischen Meerbusen und von den kalifornischen Gewässern ist die Vergrößerung dieser Zellkörperteile deutlich zu bemerken. In dem Mittelmeer und bei San Diego sind besonders während des Sommers diese Organe noch weit höher entwickelt (forma *mediterranea* KOFOID). Es ist jedoch zweifelhaft, ob diese physikalisch hervorgerufenen Unterschiede zur Aufstellung von „Unterarten“ berechtigen, wie KOFOID (10) sie benannt hat. Daß wir hier physikalisch bestimmten Formen gegenüberstehen, ist unzweifelhaft; das erhellt schon aus den erwähnten geographischen Daten, und es kommt hierzu, daß die im Frühjahr zuerst auftretenden *Peridinium Steini* in der Val di Bora bei den noch verhältnismäßig niedrigen Temperaturen deutliche *Paulseni*-Charaktere zeigten, während sie dagegen im Nachsommer und Herbst bei den höheren Temperaturen deutlich zum *mediterranea*-Typus gehörten.

Der mehr oder weniger runde Zellkörper, den KOFOID (10) außerdem als Charakter anführt, hängt von dem Wachstum ab und steht im innigen Zusammenhang mit der Entwicklung der Intercalarstreifen, was also nicht als systematisch verwertbaren Charakter anerkannt werden kann.

Peridinium tristylum STEIN.

(Fig. 5.)

Die Zelle ist sehr langgestreckt birnenförmig (fast breit spindelförmig), dorsiventral ein wenig abgeplattet. Die Querfurche ist schwach rechts schraubend. Die Panzeroberfläche ist retikuliert. Die Plattenformel ist (1 a b) — (12 b) und (1 f g) — (14 f). [Die dorsalen Platten der apicalen Zelhälfte konnten an den zwei gefundenen Exemplaren nicht erkannt werden; nach STEIN'S Zeichnungen aber (18, Taf. IX, Fig. 15—17) scheinen die Intercalaren höher zu sein als die Präcingularen und die Intercalare δ kleiner als γ und ϵ .] Entlang den seitlichen Kanten der apicalen Platten 1, 2, 3 und 4 und den Präcingularen a und g sind starke Leisten entwickelt bei den untersuchten Individuen. Die apicalen Platten 2, 3 und 4 sind klein. — Die Längsfurche ist zu beiden Seiten mit starken Flügeln versehen, die gewöhnlich gezackte, ventrale Kanten haben. Die antapicalen Platten tragen an der Längsfurchenkante

Fig. 5. *Peridinium tristylum*.Ein Individuum vom 22. April 1909. (Vergr. $\times 510$.)

die linke (A) zwei, die rechte (B) einen Stachel; die Stacheln sind mit kräftig entwickelten Flügelmembranen versehen, von welchen die ventralen in die Flügel der Längsfurche übergehen. Die antapicalen Platten sind klein; die Postcingularen II, III und IV sind sehr hoch und groß, während die beiden ventralen Postcingularen I und V ganz klein sind (Fig. 5).

Keines von den beiden beobachteten Exemplaren zeigte Intercalarstreifen. Doch scheint es nach STEIN'S Zeichnung (18, Taf. IX, Fig. 17), als ob Intercalarstreifen nicht zwischen den apicalen Platten entwickelt werden (der Form des gezeichneten Individuums nach),

sonst aber überall; da indessen der gezeichnete Wachstumsstreifen zwischen den antapicalen Platten A und B sehr schmal gezeichnet ist, viel schmaler als zwischen den sonstigen Platten, scheint es, als ob dieser Intercalarstreifen erst viel später als die sonstigen zur Entwicklung komme.

Die außerordentliche Entwicklung der Flügelmembrane bei dieser Art ist sehr auffällig; nicht nur um die Längsfurche und entlang der Quersfurche sind kräftige Flügel vorhanden, sondern es sind auch solche auf der apicalen Hälfte entlang der Kante mehrerer Platten entwickelt. Es ist indessen möglich, daß dies kein konstantes Merkmal ist, um so weniger wenn man bedenkt, daß sie der Beobachtung STEIN's vollständig entgangen sind. Auf der anderen Seite ist es bemerkenswert, daß diese Membranen, die wohl als Schwebevorrichtungen angesehen werden müssen, schon am 22. April und 12. Mai — die einzigen Tage, wo *Peridinium tristylum* in der Val di Bora in 1909 beobachtet wurde — so stark ausgebildet sind. Trotzdem stelle ich doch die gefundenen Exemplare zu der forma *typica*; sie unterscheidet sich habituell typisch von der forma *ovata* BR. SCHRÖDER (14), die an mehreren Stellen außerhalb der Adria gefunden worden ist.

Peridinium pellucidum (BERGH) SCHÜTT.

(Fig. 6.)

Die Zelle ist breit birnenförmig, dorsiventral nur ganz wenig zusammengedrückt. Die Quersfurche ist schwach rechts schraubend; ihre Ebene steht fast senkrecht zur Längsachse der Zelle. Die Oberfläche der Platten ist sehr fein retikuliert. Die Plattenformel ist (12 b) — (1 a b) und (14 f g). Bei dieser Art ist die dorsale Intercalare δ sehr stark entwickelt und viel größer als die beiden übrigen Intercalaren (γ und ϵ); nur die hintere Präcingulare d ist ein wenig größer. Die apicalen Platten 2, 3 und 4 sind klein. — Die Längsfurche hat links einen schwachen Flügel; die linke antapicale Platte trägt an der Furchenkante zwei Stacheln, die rechte dagegen nur einen. Die Stacheln sind gewöhnlich mit stärkeren oder schwächeren Flügelmembranen versehen. Die antapicalen Platten sind klein, die Postcingularen ziemlich hoch; unter diesen sind die beiden ventralen Platten I und V mittelmäßig entwickelt (Fig. 6).

Es gelang mir nicht, im Materiale aus der Val di Bora Exemplare mit Intercalarstreifen zu finden; doch folgen sie wahrscheinlich auch denselben Gesetzen wie die in den Gebieten um Spitzbergen ge-

fundenen Exemplare (BROCH, 1); demnach kommen die Intercalarstreifen zuerst ventral zum Vorschein; zwischen der apicalen Platte 1 und den benachbarten Apicalen 2 und 4 werden Intercalarstreifen ebenso frühzeitig angelegt wie zwischen den übrigen Platten, nehmen aber gegen den Apex an Breite ab. Zwischen den Apicalen 2, 3 und 4 werden keine Intercalarstreifen gebildet, während sie sonst zwischen sämtlichen Platten der apicalen und antapicalen Zellhälfte entwickelt werden.

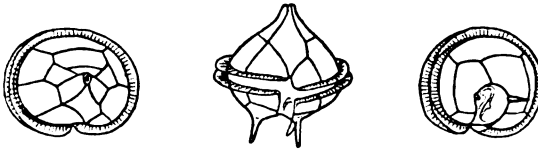


Fig. 6. *Peridinium pellucidum*.
Ein Individuum vom 22. April 1909. (Vergr. $\times 510$.)

Die Individuen aus der Val di Bora gehören sämtlich zur forma *spinosa* BROCH (1). Es scheint, als ob die kleine *Peridinium pellucidum* eine Ausnahme von den sonst herrschenden Regeln bildet; während sich z. B. bei *Peridinium Steini* in den wärmeren Wassermassen stärkere Flügelmembranen entwickeln, scheinen umgekehrt bei dem *Peridinium pellucidum* diese in wärmeren Gebieten reduziert zu werden. Man muß wohl die Entwicklung solcher Membranen bei den Arten, wenn sie in wärmere Gebiete eindringen, als eine Anpassung, eine Gegenreaktion gegen die erniedrigte Viscosität auffassen¹⁾; die Entwicklung der Membranleisten bietet insofern eine Parallele dar zum Längenwachstum der *Ceratium*-Hörner in wärmeren Gebieten. Weshalb findet man dann gerade die umgekehrten Verhältnisse bei *Peridinium pellucidum*? Eine Erklärung scheint nur in dem Wachstum gefunden werden zu können. Die arktischen Individuen wachsen langsam, aber der Panzer erreicht bei diesen eine Dicke, wie sie in südlicheren Meeren nicht zu beobachten ist; infolgedessen scheinen besondere Schwebearrichtungen trotz der gesteigerten Viscosität doch hier notwendig zu sein. In den wärmeren Gebieten dagegen wie z. B. in der Adria sind die Individuen dünnchalig; ein schnelleres Wachstum ist wahrscheinlich; es könnte aber auch eine sehr rasche Vermehrung hier die Dünnschaligkeit erklären; der dünne Panzer könnte wohl der Zelle nur so geringes Gewicht verleihen, daß besondere Schwebearrichtungen unnötig

¹⁾ Siehe WESENBERG-LUND (19, Seite 15, Note).

sind. Eine andere Erklärung des erwähnten Phänomens scheint bei unserem jetzigen Wissen schwierig zu sein.

Subgen. *Euperidinium* GRAN.

Peridinium oceanicum VANHÖFFEN.

(Fig. 7).

Die Zelle ist sehr langgestreckt birnenförmig mit stark entwickelten antapicalen Hörnern; sie ist dorsiventral stark abgeplattet. Die Querfurche ist stärker oder schwächer links schraubend; ihre Ebene steht sehr schräge zur Längsachse der Zelle und ist dorsal dem Apex am nächsten. Die Schalenoberfläche ist punktiert. Die Plattenformel ist (12a) — (2ba) und (14g) — (4fg). Sämtliche dorsale Platten der apicalen Zellhälfte sind niedrig, aber breit; die Intercalaren γ und ϵ und die Präcingularen c und e sind klein und schmal. — Die Längsfurche ist an der einen oder an beiden Seiten mit Flügeln versehen, die an der Basis der antapicalen Hörner Zähnchen-ähnliche Vorsprünge bilden. Die antapicalen Platten sind klein, laufen aber in starke, hohle Hörner aus; die dorsale Postcingulare III ist außerordentlich stark entwickelt, reicht gewöhnlich mit der medianen, unteren Spitze fast bis zur Längsfurche; die übrigen Postcingularen sind ziemlich hoch, aber wenig breit (Fig. 7).

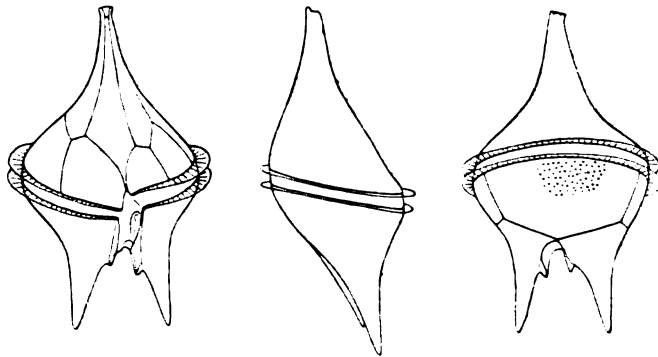


Fig. 7. *Peridinium oceanicum* forma *arupinensis*.

Ein junges Exemplar vom 25. Mai 1909 [an der einen Zeichnung ist die Schalenstruktur zum Teil eingetragen]. (Vergr. \times 345.)

Es ist an den untersuchten Exemplaren nicht gelungen Wachstumstreifen zu beobachten.

Die Art zerfällt in drei typische Formen. Die Formen *typica* BROCH und *oblonga* (AURIVILLIUS) haben entlang der Längsfurche

einen Hauptflügel an der rechten Seite entwickelt; sie unterscheiden sich sonst hauptsächlich durch die Größe, indem (nach PAULSEN, 13) die Länge der schlank gebauten, ozeanischen forma *typica* 0,22—0,30 mm beträgt, während die plumper gebaute Skagerrak-Form *oblonga*, die kürzere und derbere Hörner hat, nur eine Länge von 0,118—0,170 mm hat. Die dritte Form — forma *arupinensis*, nov.¹⁾ — unterscheidet sich von den beiden früheren dadurch, daß ein Hauptflügel entlang der linken Kante der Längsfurche entwickelt ist; sonst steht sie der forma *oblonga* sehr nahe und stimmt auch mit dieser an Größe fast vollständig überein. — Die forma *arupinensis* scheint eine typische Mittelmeerform zu sein.

Peridinium adriaticum nov. sp.

(Fig. 8).

Die Zelle ist kurz und breit mit gut entwickelten Hörnern, sie ist dorsiventral gewöhnlich stark abgeplattet und in Schalenansicht regelmäßig nierenförmig. Die Querfurche ist stärker oder schwächer rechts schraubend; ihre Ebene steht kaum schräg zur Längsachse der Zelle. Die Schalenoberfläche ist ziemlich grob retikuliert. Die Plattenformel ist (12 b)—(1 a b) und (14 g)—(4 f g); doch kann der letztere Abstand, der ganz klein ist, vollständig reduziert werden, so daß die letztere Formel in selteneren Fällen in (14 f g) übergeht. Die apicalen Platten 2, 3 und 4 sind klein, die Platte 4 ist die kleinste Platte des ganzen Skelets. Die seitlichen Intercalaren γ und ϵ sind ganz klein, viel kleiner als die dorsale Intercalare δ . Unter den Präcingularen sind b, d und f stark entwickelt. — Die Längsfurche ist an der linken Seite mit einem kräftigen Flügel versehen; an der rechten Seite kann ab und zu eine Andeutung von einem Flügel beobachtet werden. Die antapicalen Platten sind mittelgroß; sie laufen je in einem kräftig entwickelten Horn aus. Die Postcingularen sind mittelhoch und alle gut entwickelt (Fig. 8).

Während des Wachstums entwickeln sich entlang den Nähten auf der apicalen Hälfte Intercalarstreifen zwischen allen Platten, nur die Nähte zwischen den Apicalplatten 2, 3 und 4 ausgenommen; doch werden Wachstumsstreifen erst etwas später zwischen der Rautenplatte — Apicalplatte 1 — und den benachbarten Apicalplatten 2 und 4 ausgebildet. Auf der antapicalen Zellhälfte kommen zwischen

¹⁾ Nach *Arupenum*, dem lateinischen Namen von Rovigno benannt.

den beiden antapicalen Platten A und B keine Intercalarstreifen vor, sonst aber zwischen allen Platten.

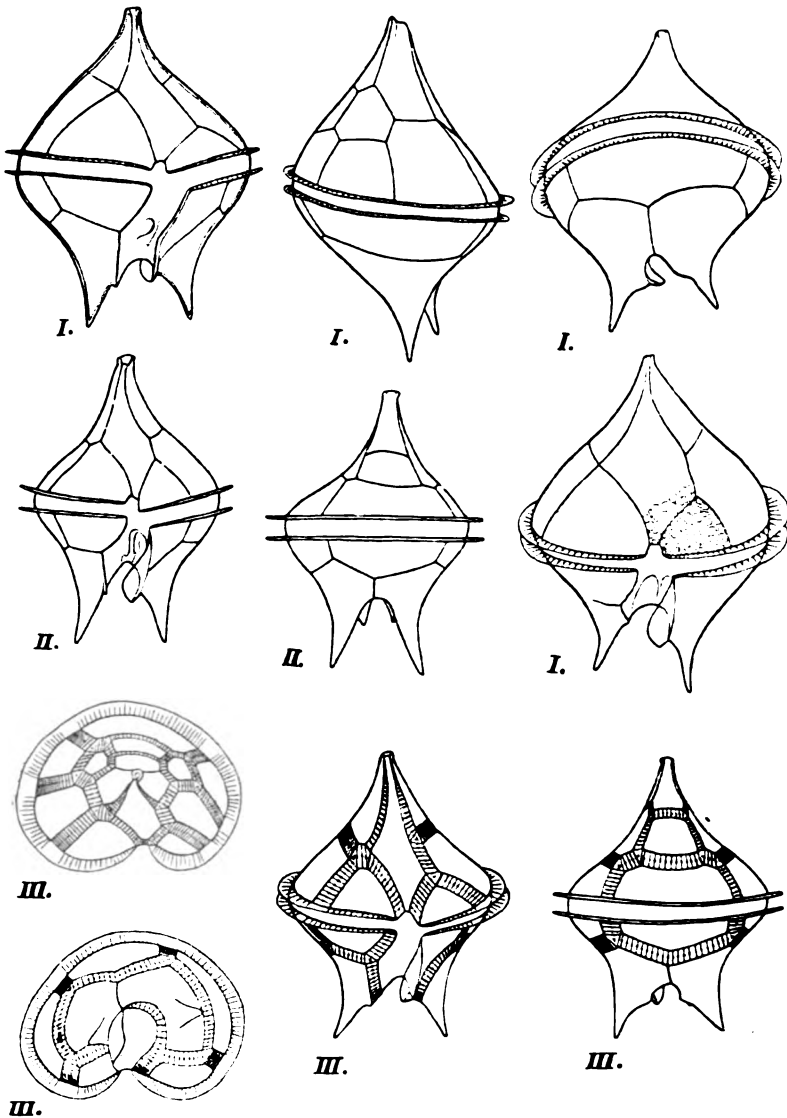


Fig. 8. *Peridinium adriaticum*.

I. Junges Individuum vom 31. August [an der einen Zeichnung ist die Struktur des Panzers zum Teil angedeutet]. II. Junges Exemplar vom 14. September.

III. Zelle mit Wachstumsstreifen vom 12. Mai 1909.

(Vergr.: I u. II \times 580, III \times 460).

Der gesamte Habitus der Zelle und die Entwicklung der Hörner erinnert bei dieser Art so stark an *Peridinium oceanicum*, daß es natürlich erscheint, sie in der Nähe der letztgenannten Art einzuordnen. Auf der anderen Seite zeigen die Plattenanordnung und das Wachstum eine so unverkennbare Übereinstimmung mit dem *Peridinium crassipes*, daß eine nahe Verwandtschaft mit dieser Art sehr wahrscheinlich ist. Ihr Platz wird demnach trotz der rechts-schraubenden Querfurche zwischen den beiden Arten sein müssen.

In der Einleitung wurde darauf aufmerksam gemacht, daß *Protoperidinium*-Arten mit Andeutungen von hohlen Antapicalhörnern schon von PAULSEN (13) bemerkt worden sind. Er scheint auch ein *Euperidinium* mit rechtsschraubender Querfurche gehabt zu haben; zwar erwähnt er es nicht in seiner Beschreibung; aber seine Zeichnung von *Peridinium divergens* EHRENBERG (l. c. Seite 56, Fig. 72, f) läßt jedenfalls für dieses eine Individuum deutlich eine rechtsseitige Schraubung der Querfurche erkennen. Dies ist um so interessanter, als die eben genannte Art anscheinend die Brücke zwischen *Peridinium crassipes* und *Peridinium adriaticum* noch deutlicher macht; leider stellt PAULSEN die Plattenverhältnisse nicht dar, so daß die angenommene nahe Verwandtschaft noch als fraglich gelten muß.

Peridinium crassipes KOFOID.

(Fig. 9 und 10).

Die Zelle ist kurz und breit und hat mehr oder weniger stark entwickelte, dicke Antapicalhörner; die Einkerbung zwischen den Hörnern ist verschieden stark und kann ab und zu (forma *autumnalis*, nov.) fast vollständig verschwinden. Die Seiten der Zelle sind konkav bis gerade (oder äußerst selten ganz schwach konvex). Die Zelle ist dorsiventral fast nicht abgeplattet. Die Querfurche ist schwach links schraubend oder fast kreisförmig. Die Zelloberfläche ist stark retikuliert. Die Plattenformel ist (12 b) — (1 a b) und (14 g) — (4 f g). Die apicalen Platten 2, 3 und 4 sind sehr klein; von den Intercalaren sind die seitlichen γ und ϵ viel kleiner als die dorsale δ ; unter den Präcingularen sind die Platten b, d und e besonders stark entwickelt. — Die Längsfurche ist mit ganz niedrigen Flügeln versehen. Die antapicalen Platten sind mittelgroß und laufen nach unten in stärker oder schwächer hervortretende Hörner aus, die auf der Innenseite mit höckerigen Erhebungen versehen sind; diese Erhebungen

sind an dem linken Horn am stärksten entwickelt. Die Postcingularen sind mittelhoch und alle gut entwickelt.

Intercalarstreifen entwickeln sich während des Wachstums zwischen sämtlichen Platten der apicalen Hälfte, nur nicht zwischen den Endplatten; wenn die Wachstumsstreifen besonders stark entwickelt sind, kann man doch auch Intercalarstreifen zwischen der Rautenplatte — 1 — und den benachbarten Apicalen 2 und 4 ab und zu finden. — Auf der antapicalen Zellhälfte kommen Intercalarstreifen zwischen den beiden antapicalen Platten nicht zum Vorschein, werden aber sonst sämtlichen Nähten entlang entwickelt.

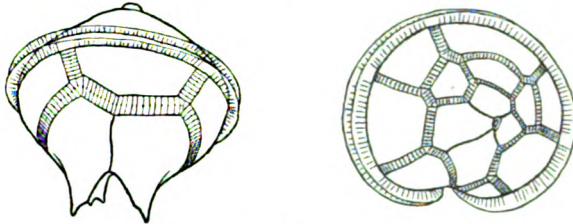


Fig. 9. *Peridinium crassipes* forma *typica*.
Ein Individuum vom 22. April 1909. (Vergr. $\times 300$.)

Die Art zerfällt in zwei typische Formen, die forma *typica* (Fig. 9), die von KOFOID (8) zuerst aus der *divergens*-Gruppe ausgeschieden wurde und die hauptsächlich im Frühjahr in der Val di Bora häufig vorhanden war, und die forma *autumnalis* (Fig. 10), die nur aus dem Herbstplankton aus der Val di Bora bisher bekannt ist.

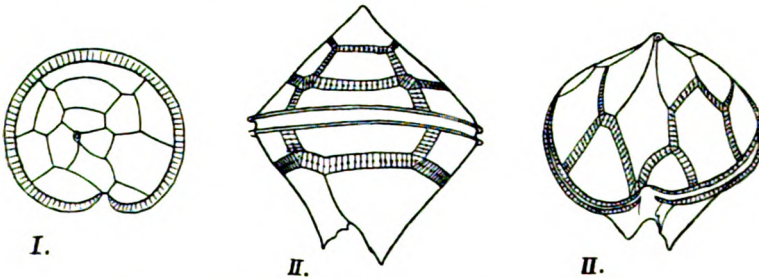


Fig. 10. *Peridinium crassipes* forma *autumnalis*.

I. Ein junges Individuum. II. Ein Individuum mit Wachstumsstreifen.
Beide vom 11. Oktober 1909. (Vergr. $\times 300$.)

Die forma *typica* hat konkave Seiten und deutlich entwickelte, tief und breit getrennte Antapicalhörner.

Die forma *autumnalis* dagegen hat gerade oder sehr schwach konvexe Seiten; die Antapicalhörner stehen in der Regel eng

zusammen und die Einbuchtung zwischen ihnen ist gewöhnlich sehr schwach (bei dem in Fig. 10 abgebildeten Exemplare, ist diese Einbuchtung außerordentlich scharf hervortretend). Die Einbuchtung kann oft fast vollständig verschwinden, und die Form hat dann eine ausgesprochene Ähnlichkeit mit *Peridinium pentagonum* GRAN, von der sie sich aber durch die Plattenanordnung deutlich trennt.

Peridinium conicum (GRAN) OSTENFELD und SCHMIDT.

(Fig. 11.)

Die Zelle ist kurz und breit und hat kurze, deutlich kegelförmige, antapicale Hörner, die auf der Innenseite glatt sind oder einen Buckel haben. Die Seiten der Zelle sind ein wenig konkav bis fast gerade. Die Zelle ist dorsoventral etwas zusammengedrückt, in Schalenansicht regelmäßig nierenförmig. Die Quersfurche ist sehr schwach linksschraubend. Die Schalenoberfläche ist fein retikuliert oder (nach PAULSEN, 13) fein bestachelt. Die Plattenformel ist (12 a) — (2 a b) und (14 g) — (4 f g); doch sind diese Abstände beide sehr klein.

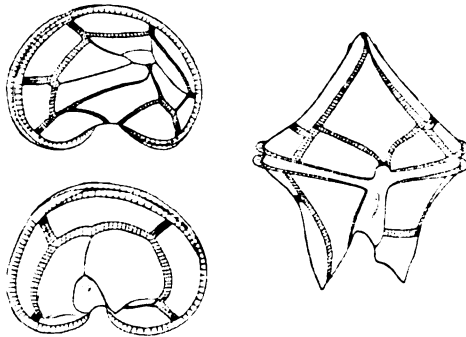


Fig. 11. *Peridinium conicum*.

Ein Individuum mit Wachstumsstreifen am 12. Mai 1909. (Vergr. $\times 345$.)

Von den apicalen Platten sind 1, 2 und 4 sehr groß, während dagegen die dorsale Apicalplatte 3 äußerst klein ist, viel kleiner als irgendwelche der sonstigen Panzerplatten. Die seitlichen Intercalaren γ und ϵ sind mächtig entwickelt und schieben sich zum Teil zwischen den apicalen Platten 2, 3 und 4 ein; die dorsale Intercalare δ ist etwas kleiner als die seitlichen, aber sonst nicht klein. Unter den Präcingularen sind die seitlichen Platten b und f die kleinsten; die größeren, dorsalen drei, c, d und e, ungefähr gleich groß. — Die Längsfurche ist ohne Flügel. Die antapicalen

Platten sind ziemlich groß und laufen nach unten in zwei dicke, kegelförmige Hörner aus. Die Postcingularen sind mittelhoch und sämtlich gut entwickelt; unter diesen zeichnet sich die rechte, vordere Platte V durch ihre Größe aus; sie bildet zum Teil auch die innere Basalpartie des rechten Antapicalhorns (Fig. 11).

Auf der apicalen Hälfte entwickeln sich anscheinend keine Intercalarstreifen zwischen den Platten 2, 3, 4 und γ , δ und ϵ , sonst aber überall. Zwischen den antapicalen Platten A und B kommen Intercalarstreifen nicht zum Vorschein, während sie sich sonst bei sämtlichen Nähten entwickeln. — Die sehr charakteristische Art trat in der Val di Bora besonders im Frühjahr auf; niemals konnte ein Exemplar gefunden werden, das keine Wachstumsstreifen zeigte.

III. Das Auftreten der *Peridinium*-Arten in der Val di Bora im Jahre 1909 und ihre geographischen Verhältnisse.

Die Proben sind mit einem gewöhnlichen Oberflächennetz (Öffnungsdiameter 25 cm, Müllergaze 20) geschöpft worden, das jedesmal etwa eine halbe Stunde gefischt hat. Jede Probe ist in fünf ungefähr gleichgroße Teile geteilt, und von diesen fünf wurde jedesmal die eine untersucht. Wo sehr wenige Individuen vorhanden waren, ist etwas mehr als die halbe Probe (Fünftelprobe), wo viele Exemplare gefunden wurden, ist etwas weniger durchsucht worden. Die Exemplare wurden in jeder Probe gezählt, damit ein ungefähres Urteil über die relative Häufigkeit der Arten in den Proben erreicht werden konnte. Die gefundenen Zahlen wurden dann nach einem einheitlichen Maßstabe in der beigefügten Tabelle eingetragen, die somit ein Bild des Auftretens und der relativen Häufigkeit der einzelnen Arten annähernd geben kann.

Wirft man einen Blick auf diese Tabelle, so fällt sofort eine ausgesprochene Periodizität in die Augen. Man sieht, wie die Arten ein kürzeres gedrängtes Maximum im Mai-Juni haben und wiederum ein ausgedehntes von August bis Oktober. Anscheinend kommen Ausnahmen vor als unregelmäßig eingeschaltete Minima; wenn man indessen die meteorologischen Faktoren von dem vorhergehenden Tag und der Nacht betrachtet, wird es deutlich, daß hier ein Zusammenhang vorhanden ist. Etwas stärkerer Regen bewirkt ein Absterben

und Absinken des Oberflächenplanktons, und da alle Proben mit einem Oberflächennetz geschöpft sind, bewirkt somit immer der Regen eine deutliche Depression des Planktons sowohl quantitativ wie qualitativ. Dagegen scheinen die Temperaturen weniger Einfluß zu haben. — Ganz andere Faktoren haben wahrscheinlich zwischen 25. Mai und 8. Juni ihre Wirkung geltend gemacht. Während am 25. Mai sehr wenige Diatomeen zu finden waren, sind in der Probe vom 8. Juni ungeheure Mengen von Diatomeen vorhanden; diese nehmen nach und nach ab bis sie ein kleines Minimum am 20. Juli erreichen; am 2. August sind sie wiederum nicht wenig zahlreicher, sind aber am 19. August nur äußerst zerstreut zu finden. Diese Verhältnisse stimmen insofern gut mit den bekannten Verhältnissen aus anderen Meeren überein (vgl. z. B. GRAN 4 und 5, BR. SCHRÖDER, 16 u. a.), wo ein quantitativ reichhaltiges Diatomeenmaximum mit einem Peridineenmaximum gewöhnlich nicht gleichzeitig auftritt; aber die Ursachen können in dem hiesigen Falle nicht mit Sicherheit sonst beurteilt werden, um so mehr da keine genauen hydrographischen Daten von der Val di Bora und den angrenzenden Teilen des Adriatischen Meeres vorliegen.

Das sehr schnelle Verschwinden der *Peridinium*-Arten im November scheint nicht ausschließlich mit natürlichen, hydrographischen Veränderungen zusammenzuhängen; die Proben sind quantitativ sehr arm an Organismen, dagegen sehr reich an Detritus von der naheliegenden Fabrik „Ampelea“, die eben zu diesen Zeiten ihre Wirksamkeit wiederum aufgenommen hat.¹⁾

Die beiden Maxima scheinen quantitativ ein wenig verschieden zu sein; das zeitlich kürzer andauernde Frühjahrsmaximum zeigt größere Quantitäten als das verhältnismäßig ausgedehntere Herbstmaximum. Es ist auch ein qualitativer Unterschied vorhanden. Die Hauptkomponenten des Frühjahrsmaximums sind *Peridinium adriaticum*, *P. conicum*, *P. crassipes* forma *typica*, *P. globulus*, *P. oceanicum* forma *arupinensis* und *P. Steini*. In dem Herbstmaximum sind die dominierenden *Peridinium adriaticum*, *P. quarnerense*, *P. crassipes* forma *autumnalis*, *P. globulus* und *P. Steini*.

Das ganze Jahr hindurch treten somit *Peridinium adriaticum*, *P. globulus* und *P. Steini* und fast immer ziemlich häufig auf. Die

¹⁾ Es ist sehr deutlich zu beobachten, wie das Plankton der Oberflächen-sichten in Val di Bora stirbt, wenn andauernde westliche Winde die Abwässer dieser Fabrik in der Bucht anstauen; die Wassermassen werden dann stark rotgefärbt wegen des Schmutzes, der sich besonders an der Oberfläche ansammelt und nicht selten stinkt.

Verbreitung der beiden letzteren ist sehr groß. *Peridinium globulus* gehört zu den wärmeren tropischen und subtropischen Meeren und kommt in dem Atlantischen und Indischen Ozeane vor. *Peridinium Steini* hat eine noch viel weitere Verbreitung; die Art ist in tropischen bis arktischen Gebieten beobachtet worden sowohl in dem Pacifischen und Indischen wie auch in dem Atlantischen Ozean, sie gehört somit zu den rein kosmopolitisch-planktonischen Arten. Die Verbreitung des *Peridinium adriaticum* dagegen ist nicht bekannt; nach den vorliegenden Daten könnte man sie als eine spezifische Mittelmeerform ansehen; doch würde ein solches Urteil etwas verfrüht sein.

Peridinium pellucidum tritt anscheinend das ganze Jahr hindurch zerstreut auf; ein sicheres Urteil über das Teilnehmen dieser Art in den Bildungen der Maxima kann deswegen nicht mit der benutzten Methode erreicht werden, da die winzig kleine Form durch die Netzmaschen so leicht ent schlüpfen kann. Ihr Auftreten in der Val di Bora zu allen Jahreszeiten scheint gegen die frühere Annahme zu sprechen, daß die Art eine boreal-neritische Art sei (PAULSEN 13); wahrscheinlich hat diese kleine Form einen vielmehr kosmopolitischen Charakter, als man es bisher angenommen hat.

Unter den spezifischen Frühjahrsformen fällt die atlantische Art *Peridinium conicum* sofort auf; in den nördlichen Gewässern scheint diese Art eine südliche Form zu sein, und es ist also etwas erstaunlich, daß sie in der Val di Bora so deutlich eine Frühjahrsform ist; zwar kommt sie auch — anscheinend plötzlich auftauchend — am 19. August vor, ist aber sonst im Nachsommer und Herbst vollständig verschwunden. Man muß wohl deswegen annehmen, daß die Art zwar wärmere Wassermassen bevorzugt, aber doch nicht unter rein tropischen Verhältnissen gedeihen kann. Dasselbe gilt möglicherweise auch für *Peridinium oceanicum* forma *arupinensis*, trifft aber für die Hauptform nicht zu; die forma *arupinensis* ist sehr wahrscheinlich eine mediterrane Lokalform, die hier eine Parallele zur Skagerrak-Form *oblonga* darbietet.

Peridinium crassipes tritt in zwei Saisonformen auf; die Hauptform — forma *typica* — ist anscheinend rein kosmopolitisch, kommt sowohl in dem Pacifischen als in dem Atlantischen Ozeane vor; sie hat auch einen deutlich eurythermen Charakter, kommt sowohl in subtropischen als — obschon selten — in rein arktischen Gewässern vor. Daß die forma *typica* mittlere Temperaturen bevorzugt, erkennt man auch an ihrer Beteiligung an dem Frühjahrsmaximum; sonst kommt sie das ganze Jahr hindurch ganz zerstreut vor. — Die forma

autumnalis dagegen tritt nur im Herbst während der höheren Temperaturen auf; sie ist bisher nur in der Val di Bora beobachtet und ist wahrscheinlich eine reine Saisonform.

Das eigentümlichste Auftreten zeigt *Peridinium quarnerense*. Die Art ist früher fast nur von der Nordsee und von Island bekannt, tritt aber auch in der Val di Bora häufig auf und bildet hier die charakteristische Hauptform des Herbstmaximums. Man könnte glauben, daß eine Verwechslung hier vorliege; aber soweit die Art sich nach PAULSEN'S (12 und 13) Zeichnungen identifizieren läßt, stimmen die Exemplare aus der Val di Bora ganz mit den nördlichen Individuen überein. Es bleibt nur die eine Erklärung übrig, daß *Peridinium quarnerense* eine subtropische bis tropische Art ist, die mit dem atlantischen, warmen Wasser bis in die Nordsee und bis Island vordringt.

Ein kurzer Rückblick über die vorhergehenden Erörterungen zeigt uns folgende Resultate:

Die *Peridinium*-Arten der Val di Bora sind (mit Ausnahme der bisher geographisch unbekanntenen *P. tristylum* und *P. adriaticum*) kosmopolitische oder subtropische Arten, die zum Teil Lokalformen oder Saisonformen bilden.

Die *Peridinium*-Arten der Val di Bora zeigen in ihrem Auftreten zwei deutliche Maxima: das kürzere, quantitativ reichere Frühjahrsmaximum und das zeitlich mehr ausgedehnte, quantitativ etwas kleinere Herbstmaximum.

Charakteristisch für das Frühjahrsmaximum sind besonders *Peridinium conicum*, *P. oceanicum* forma *arupinensis* und *P. crassipes* forma *typica*, für das Herbstmaximum dagegen *Peridinium quarnerense* und *P. crassipes* forma *autumnalis*.

Literaturverzeichnis.

- 1) BROCH, HJ. (1910): Das Plankton der schwedischen Spitzbergen-Expedition 1908. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar Bd. XLV. Stockholm.
- 2) BÜTSCHLI, O. (1888): Dinoflagellata. BRONN'S Klassen u. Ordn. des Tierreichs Bd. I Abt. II.
- 3) CLEVE, P. T. (1900): Notes on Some Atlantic Plankton Organisms. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar Bd. XXXV. Stockholm.
- 4) GRAN, H. H. (1902): Das Plankton des norwegischen Nordmeeres. Report on Norwegian Fishery- and Marine-Investigations Vol. II. Bergen.

- 5) GRAN, H. H. (1904): Die Diatomeen der arktischen Meere. I. Planktondiatomeen. Fauna arctica Bd. III. Jena.
- 6) KARSTEN, C. (1905—1907): Das Phytoplankton. Wissenschaftl. Ergebn. d. deutsch. Tiefsee-Expedition Bd. II.
- 7) KOFOID, C. A. (1906): Dinoflagellata of the San Diego Region. II. On Triposolenia. University of California Publications Zoology Vol. III. Berkeley.
- 8) — (1907): Dinoflagellata of the San Diego Region. III. Descriptions of New Species. University of California Publications Zoology Vol. III. Berkeley.
- 9) — (1908): Exuviation, Autotomy and Regeneration in Ceratium. University of California Publications Zoology Vol. IV. Berkeley.
- 10) — (1909): On Peridinium steini JÖRG. with a note on the nomenclature of the skeleton of the Peridinidae. Arch. f. Protistenk. Bd. XVI. Jena.
- 11) — (1909): Mutations in Ceratium. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology Harvard College Vol. LII. Cambridge, Mass.
- 12) PAULSEN, O. (1907): The Peridiniales of the Danish Waters. Meddelelser fra Kommissionen for Havundersögelse. Ser. Plankton Bd. I. København.
- 13) — (1908): Peridiniales. Nordisches Plankton XVIII. Kiel und Leipzig.
- 14) SCHRÖDER, BR. (1900): Das Phytoplankton des Golfes von Neapel nebst vergleichenden Ausblicken auf das des atlantischen Ozeans. Mitteil. a. d. Zool. Station zu Neapel Bd. XIV. Leipzig.
- 15) — (1902): Untersuchungen über Gallertbildungen der Algen. Verhandl. d. naturhist.-med. Vereins Heidelberg, N. F., Bd. II. Heidelberg.
- 16) — (1906): Zur Charakteristik des Phytoplanktons temperierter Meere. Ber. d. deutsch. Botan. Ges. Bd. XXIV. Berlin.
- 17) SCHÜTT, F. (1895): Die Peridineen der Plankton-Expedition. I. Teil. Ergebn. d. Plankton-Expedition d. Humboldt-Stiftung Bd. IV. Kiel und Leipzig.
- 18) STEIN, F. R. v. (1883): Der Organismus der arthrodelen Flagellaten nach eigenen Forschungen in systematischer Reihenfolge bearbeitet. (Der Organismus der Infusionstiere III. Abt. 2. Hälfte.)
- 19) WESENBERG-LUND, C. (1910): Mitteilungen aus dem dänischen süßwasserbiologischen Laboratorium, VI. Intern. Revue d. gesamten Hydrobiologie u. Hydrographie Bd. III. Leipzig.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg.
Leiter: Medizinalrat Prof. Nocht.)

Studien zur Biologie der Protozoen. V.

Von
S. v. Prowazek.

(Hierzu 7 Textfiguren.)

1. „Struktur“ des Protoplasmas.

Die unerwarteten Ergebnisse der Untersuchungen über Einwirkung einiger Protoplasmagifte und Alkaloide wie Saponin und Galle, sowie Chinin, Atropin, Strychnin u. a. m. auf das Ciliatenplasma veranlaßten mich nochmals mit der „Struktur“ des Protoplasmas unter normalen Verhältnissen zu beschäftigen und teilweise die neueren Fortschritte auf dem Gebiete der Ultramikroskopie und Dunkelfeldbeleuchtung mir zunutze zu machen.

Früher habe ich bereits über Untersuchungen im Dunkelfeld berichtet, doch waren die Resultate wegen gewisser Mängel der Lichtquellen nicht befriedigend. Durch Herrn MARTINI (Hamburg) bin ich auf eine neue Nernstlampe der Firma ZEISS aufmerksam gemacht worden, die für die Dunkelfeldbeleuchtung wie auch bei entsprechenden Ablendungen für die gewöhnliche Mikroskopie die idealste Lichtquelle darstellt; ihre Konstruktion bedeutet zweifelsohne einen großen Fortschritt in der Technik der Mikroskopie — kann man doch mit Kompens. Ocular 18 fast mit derselben Helligkeit des mikroskopischen Bildes arbeiten, wie etwa mit Ocular 4.

Die Zusammensetzung des Dunkelfeldapparates war folgende:

1. Neue Mikroskopierlampe System NERNST nach ZEISS.
2. Paraboloidkondensor nach SIEDENTOPF (besonders zu empfehlen für Colloiduntersuchungen sowie für dünne mikroskopische Präparate).
3. Zeißobjektiv 3 mm mit Deckglaskorrektur, in das der Dunkelfeldtrichter von ZEISS eingesenkt wird.
4. Spiegelglasobjektträger.
5. Deckgläschen Dicke 0,15 mm.

Das Auflösungsvermögen dieses Dunkelfeldes ist sehr weitgehend; es seien hier nur, um die Vorzüge der Methode in das richtige Licht zu stellen, folgende Tatsachen besonders hervorgehoben.

1. An den abgelösten Cilien von *Colpidium* u. a. kann man bemerken, daß diese Lokomotionsorgane aus einem Basalteil mit dem Basalkorn, einem Mittelstück und einem Endstück bestehen.

2. Die Stirncirren des *Stylonychia* werden von Reihen von Fibrillen gebildet, die basal einer doppelten Basalkörperchenreihe ansitzen, die in manchen Fällen noch durch besondere Fibrillen verankert ist.

3. Die Fermententoplasmakörnchen der Ciliaten stellen Hohlgebilde dar.

4. Alle Details der Cytostomastrukturen sind wahrnehmbar.

5. Die isolierbaren (Saponin-)Umgrenzungsmembranen der kontraktilen Vacuolen und Nahrungsvacuolen sind deutlich sichtbar.

Im Ectoplasma von *Colpidium* war bei der oben geschilderten Dunkelfeldbeleuchtung eine hauchartig angedeutete Struktur sichtbar, die man eventuell als eine Alveolarstruktur deuten könnte, dagegen war in dem Entoplasma abgesehen von den Entoplasmafermentkörnchen und Excretgranulationen verschiedener Art keine Struktur wahrnehmbar, noch konnte man auf die Existenz einer Struktur irgendwie schließen, da die erwähnten Granulationen frei und ungehindert wogende unregelmäßige Bewegungen nach Art der BROWN'schen Bewegungen ausführten. Das Entoplasma verhielt sich wie ein Hydrosol in dem Granula sekundärer Art, Nahrungsvacuolen u. a. suspendiert waren. Man ist auf Grund dieser Beobachtungen nicht berechtigt, von irgendeiner Elementarstruktur des Entoplasmas der untersuchten Ciliaten zu reden und ihm eine alveoläre, fibrilläre oder granuläre primäre Struktur zu unterschieben. Ungepreßte Infusorien und

Flagellaten (*Colpidium*, *Cyclidium*, *Monas* u. a.) besitzen in ihrem Entoplasma, in dem sich die wichtigsten „Vitalprozesse“ wie Verdauung, Excretion usw. abspielen, nach diesen erneuerten Untersuchungen, die teilweise auch meine früheren Beobachtungen berichtigen, keine morphologische Struktur; das Entoplasma verhält sich wie ein einfaches physikalisch-chemisch definierbares Hydrosol.

Erst unter Anwendung eines Druckes findet eine Art von tropfiger Entmischung statt, es bilden sich rasch die bereits früher geschilderten Cavula, die im ersten Moment eine Alveolarstruktur vortäuschen können. Demgegenüber darf man aber die Tatsachen nicht übersehen, daß sie erst sekundär rasch unter dem Bilde einer Entmischung auftreten, sowie freie, isolierte Hohlgebilde darstellen, die nicht kontinuierlich nach Art einer Alveolarstruktur zusammenhängen, sondern sich nur unter dem optischen Bilde einer Dreikante aneinanderlegen. Die Cavula besitzen einen optisch leeren, flüssigen Inhalt und sind gleichsam von einem irreversiblen Teil des plasmatischen Hydrosolkomplexes in der Form einer Niederschlagsmembran umhüllt, in der auch Lipide vorhanden zu sein scheinen. Einmal sah ich von dieser Membran aus bei Zusatz von Saponin myelinartige, kurze, feinste Fädchen analog den myelinartigen Fäden der roten Blutkörperchen (Kugelfäden) sich ablösen. Beim Zerfließen des Infusors schwimmen die Cavula frei umher. Bei dünnen Saponinausstrichen, die bald getrocknet, im Alkohol absolut fixiert und nach GIEMSA gefärbt worden sind, kann man die Cavula in einem sehr matten, rötlichen Farbenton zur Darstellung bringen — unter längere Zeit andauernder Saponineinwirkung lösen sie sich auf. Bei Zusatz von 1 proz. Kaliumkarbonat entstehen meist an ihrer Stelle Globuliten von matter grünlicher Farbe. Unter Einfluß von verdünnter Salzsäure vereinigen sie sich in der Folge teilweise zu einer Gerüststruktur, während die Fetttropfen des Plasmas zu größeren Gebilden zusammenfließen.

Anders verhält sich im Dunkelfeld der *Macronucleus*; während des Lebens sieht er körnig aus und besitzt einen bläulichen Glanz — bei der geringsten Schädigung beginnen die äußerst subtilen Granulationen einen sehr lebhaften *Moleculartanz*, der gepreßte Kern nimmt eine himmelblaue Färbung an, die oft noch den zerflossenen Kernsubstanzen anhaftet. Beim Absterben der Infusorien unter dem Einfluß verschiedener Pharmaka schlägt der blaue Farbenton in ein glänzendes Weiß um. Die Granula des *Macronucleus* sind die kleinsten des Protozoenzelleibes und ver-

ändern das gebeugte Licht in Blau, das wahrscheinlich polarisiert ist. LORD RAYLEIGH nimmt an, daß selbst die Moleküle in ähnlicher Weise wie die kleinsten Korpuskeln das Licht beugen und in Blau verändern; auf diese Weise wird die blaue Himmelsfarbe erklärt.

Das wichtigste Ergebnis dieser Beobachtungen, die ich leider in der nächsten Zeit nicht fortsetzen kann und die über die Plasmen der verschiedensten Objekte ausgedehnt werden müssen, scheint mir die Tatsache zu sein, daß dem Entoplasma einiger Ciliaten keine organische Elementarstruktur zukommt und daß es sich optisch wie ein anorganisches Hydrosol verhält. —

Die neuere Biologie wird mit Unrecht allein von dem Substanzproblem beherrscht; man fragt nur nach der vitalen Substanz und ihren Strukturen, die die Eigenschaften trägt, vererbt, determiniert usw. und selbst der moderne Vitalismus wurzelt trotz gegenteiliger Behauptungen nicht so sehr in dem Streben, das teleologische Geschehen der Organismen zu erklären als die vitale Substanz¹⁾ zu begreifen. Nicht anders verhält sich die neuere Psychologie dem Substanzproblem gegenüber und bei den Untersuchungen über das „Wesen“ der Kausalität stellt man zuletzt doch immer die Frage nach dem Treibenden, Bewirkenden. Da aber keine besondere lebendige Substanz mit besonderen organischen Elementarstrukturen existiert, muß man das Schwergewicht der Fragestellung von dem Substanzproblem hinweg auf eine funktionelle Analyse der intensiv mannigfaltigen, neuen Naturfaktoren verlegen, die uns auch sonst bei der Kristallation, Morphe der Zellen, psychischen und sozialen Geschehen entgegentreten.

2. Haptogenmembranen.

Im Anschluß an die Untersuchungen von RAMSDEN und METCALF (Zeitschrift f. physik. Chemie 1904 und 1905) haben HÖBER,²⁾ ich³⁾ und KÜSTER⁴⁾ angenommen, daß das Protoplasma wie viele Hydrosolkomplexe die Fähigkeit besitzen muß unter dem Einfluß der Elektro-

¹⁾ Auch den Definitionen von DRIESCH bezüglich der „Entelechie“ und des „Psychoids“ haften diese Substanzreminiszenzen zeitweise noch an.

²⁾ HÖBER: Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe. Leipzig 1906.

³⁾ PROWAZEK: Regeneration der Algen. Biol. Centralblatt 1907.

—: Einführung in die Physiologie der Einzelligen. Leipzig (Teubner) 1910.

⁴⁾ KÜSTER, E.: Über die Verschmelzung nackter Protoplasten. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 1909 Bd. XXVII.

lyten der Umgebung in irreversible Zustände überzugehen, an der Oberfläche zu „koagulieren“ und mit sog. Haptogenmembranen sich zu umgeben. Solche Membranen garantieren erst den Bestand des Plasmacolloids in einer Form, die dann die sekundären Morpheskelete der Zelle weiter bestimmen und artspezifisch umgestalten.

Der mikroskopische Nachweis dieser Membranen war bis jetzt mit großer Schwierigkeit verbunden; auch der im Biologischen Centralblatt 1907 geschilderte *Vaucheria*-Versuch gelang später weder mir noch KÜSTER — er scheint von einem unbekanntem Zustand des Plasmas abhängig zu sein, das vielleicht mit „Cellulosestoffen“ irgendwie imbibiert war.

Wurden Colpiden derart gepreßt, daß seitwärts die bekannten, von älteren Protozoenforschern gut beschriebenen „Sarkodetropfen“, die meist vollkommen hyalin erscheinen, heraustraten, so konnte ich mich nach 20—25 Minuten nach der Verletzung von einer Haptogenmembran dieser Tropfen in einigen Fällen insofern überzeugen, als vom Deckglasrand her etwa 1 proz. Saponin zugesetzt wurde und die Ciliaten zu zerfließen begannen. Die Tropfen verschwanden dann nicht einfach in der umgebenden Flüssigkeit, sondern flossen vielfach aus wie eine angestochene Wasserblase, wobei mit starken Vergrößerungen für eine Zeitlang ein Hüllschatten bemerkbar blieb. Leider eignet sich für die Saponinversuche nicht das Tuscheverfahren, da unter Einfluß des Saponin die Tusche „agglutiniert“.

Eben entstandene Sarkodetropfen können miteinander noch verschmelzen, was später nicht mehr gelingt. Dagegen habe ich einigemal beobachtet, daß Colpidien in Saponinlösungen „absterbend“ von anderen dahinschwimmenden, resistenteren Individuen geradezu in zwei Teile geteilt worden sind, wobei die beiden Teilhälften sich gleich vereinigten und die Plasmen sich wieder schlossen wie die Ähren unter dem dahinjagenden Wild.

Die Fähigkeit der Haptogenmembranbildung haben diese Plasmen eingebüßt. — Die durch Druck aus dem Colpidiumzelleib ausgepreßten Plasmakugeln kann man infolge dieser Membranen sekundär in keiner Weise zur Vereinigung bringen. Sie selbst müssen jedoch ziemlich dünn sein, da Strömungen der Umgebung den Inhalt der Ballen beeinflussen, eine Erscheinung, die auch RHUMBLER an isolierten Blastomeren von *Triton taeniatus* beobachtet hatte (Zeitschr. f. allgem. Physiologie 1902). — *Stylonychia mytilus* schleudert unter Saponineinfluß besonders am Vorderende der Zelle Plasma-

tropfen aus, die sich mit Haptogenmembranen umgeben, nach einiger Zeit wiederum platzen und sekundäre Tropfen mit sekundären Haptogenmembranen aus sich hervortreten lassen, bis auch sie schließlich zerfließen.

Durch die Dunkelfeldbeleuchtung kommen die Haptogenmembranen als lichte Linien zum Vorschein, gegen die die beweglichen Granulationen und eventuell eingedrungenen Microorganismen anstoßen und von denen sie aber wie von einer festen Wand abprallen. Einmal beobachtete ich einen großen Heubacillus, der eine derartige Haptogenmembran von *Stylonychia* wie einen Handschuhfinger weit vorstülpte, sie zu einem dünnen, fadenförmigen tordierten Schlauch durch seine Bewegungen ausgezogen hatte, ohne sie zu zerreißen. Bei der Rückwärtsbewegung des Spaltpilzes nahm die Membran wiederum ihr ursprüngliches Aussehen an (vgl. Fig. 1).

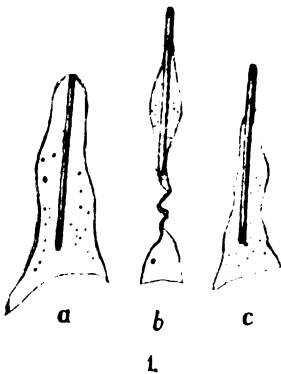


Fig. 1.

Dieses von der Natur selbst angestellte Experiment sprach in beredter Weise für die Existenz einer besonderen Haptogenmembran auf der Oberfläche des entmischten Plasmotropfens.

Infusorien, die oft mit großer Gewalt gegen solche Sarkodetropfen anschwimmen, dellen sie wohl ein, vermögen aber die Haptogenmembranen nicht zu zerreißen. Auch im Deckglaspräparat vordringende Luftblasen dellen sie ein und können sie erst dann zerreißen, wenn auf der Gegenseite der Sarkodetropfen irgendwo haften bleibt — sofort aber zerfällt der große

Plasmotropfen in kleinere Flüssigkeitsgebilde, die sich mit sekundären Membranen umgeben. Dem Plasma kommt die Fähigkeit zu, sich mehrmals hintereinander mit solchen Membranen zu umhüllen, ebenso wie reife kernlose Seeigelleifragmente, die befruchtet wurden, sich mit einer Befruchtungsmembran umgeben, die irgendwie bei ihrer Bildung zerstört, sofort durch eine zweite, ja dritte Membran ersetzt wird (PROWAZEK, Zoolog. Anzeiger XXIII, 1900, Nr. 616).

Zusätze von Säuren (verdünnte Salzsäure) verfestigen die Haptogenmembranen in besonderer Weise — sie sind dann derart fest, daß sie sich sekundär fälteln oder selbst beim Einreißen als eigentliche Membranen stellenweise erhalten bleiben (Fig. 2).

Auch die contractile Vacuole sowie die Nahrungsvacuolen sind von solchen Membranen umgeben, die man experimentell isolieren kann (Saponin, Druck usw.). Die contractile Vacuole bildet sich und pulsiert noch, sobald das umliegende Plasma unter Saponineinfluß eben zu zerfließen beginnt; an den einmal isolierten Vacuolenblasen sind keine Veränderungen weiter beobachtet worden. Immerhin besitzen sie im isolierten Zustande einen besonderen Spannungstonus und vermögen vordringende Öltropfen für eine kurze Zeit an der Oberfläche linsenförmig einzudellen.



Fig. 2.

[Literatur: POPPENDORF und PATEAU haben zuerst beobachtet, daß die Oberflächen mancher Flüssigkeiten beim Stehen an der Luft an Beweglichkeit verlieren und sich mit einer Hautschicht, die nach ROHDE und SCHÜTT fast fest werden kann, bedecken.

NAGEL (Über die Bildung fester Oberflächen auf Flüssigkeiten, Diss. Heidelberg 1909) nimmt an, daß dieses die Eigenschaft aller colloidalen Lösungen ist, in denen die im BROWN'schen Sinne bewegten Teilchen an die Oberfläche gelangen, sodann nur von einer Seite die theoretisch postulierten Teilchenstöße empfangen, hier angereichert werden und sich schließlich flächenhaft zusammenschließen. Diese Erklärung scheint mir nicht für alle Fälle ausreichend zu sein und läßt den Chemismus zu sehr außer acht.

Eine eingehendere Analyse von Oberflächenhautbildungen an der Grenzfläche von zwei bis drei Flüssigkeiten ist meines Wissens im tieferen physikalischen Sinne bis jetzt noch nicht geliefert worden.]

3. Zum Teilungsproblem der Protozoen.

Lange Zeit glaubte man das Phänomen der Zellteilung durch den Ausspruch JOH. MÜLLER's, daß die Teilung ein Wachstum über das individuelle Maß sei, erklären zu können. Wesentliche Fortschritte in der Ergründung dieser Frage brachten nach langer Zeit erst die Untersuchungen von GERASSIMOW und R. HERTWIG, die die Teilung der Zelle aus dem Wechselverhältnis zwischen Kern und Protoplasma ableiteten. HERTWIG nimmt neben dem funktionellen Wachstum der Zelle ein besonderes Teilungswachstum an,

durch das eine besondere Kernplasmaspannung angebahnt wird, die zur Teilung der Zelle führt.

Durch die Zellfunktion werden die normalen Kernplasmaverhältnisse — die Kernplasmarelation HERTWIG'S — ins Abnorme getrieben, worauf die Zellteilung als ein regulatorischer Vorgang einsetzt und die normale Kernplasmarelation wiederum herbeiführt. Gegen diese Erklärung sind verschiedene Einwände erhoben worden; sie ist zu wenig kausal, besitzt einen teleologischen Charakter, leitet eine Allgemeineigenschaft des Organischen eigentlich von einer Noxe ab usw.

Falls wir zunächst von allen theoretischen Deutungen absehen wollen, so scheinen uns die Ergebnisse der Untersuchungen von M. POPOFF („Experimentelle Zellstudien“, Archiv f. Zellforschung 1. Bd. 2./3. Heft 1908) besonders wichtig zu sein. POPOFF zeigte, daß nach einer Teilung der Zelle das Plasma einiger Protozoenzellen gleich kontinuierlich zu wachsen beginnt, während der Kern zunächst eine Volumsverminderung erleidet, 5 Stunden nach der Teilung seine ursprüngliche Größe besitzt, 15 Stunden nach der Teilung steigt die Kernwachstumskurve sehr steil in die Höhe, 17 Stunden danach ist der Kern doppelt so groß und beginnt sich durchzuschüren (Fig. 3). Diese Beobachtungen kann ich im großen

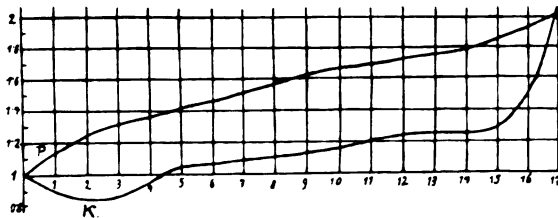


Fig. 3.

ganzen für *Colpidium* insofern gleichfalls bestätigen, als ca. 1½ Stunden vor der Teilung der Kern sehr an Größe zunahm, während das Plasma kontinuierlich gewachsen ist. Die Plasmawachstumskurve ist eine gleichmäßig sachte aufsteigende Kurve, während die Kernwachstumskurve in die Gruppe der sog. geknickten Kurven gehört. Die Colloidphysik hat uns im Laufe der Zeit mit verschiedenen derartigen geknickten Kurven vertraut gemacht. W. OSTWALD (Zeitschr. f. Chemie und Industrie der Colloide Bd. VI, 1910) wies auf Grund der Untersuchungsergebnisse von WEBER darauf hin, daß bei der Vulkanisierung des Kautschuks die Geschwindigkeit der

Schwefelaufnahme auf gewissen Reaktionsstadien eine plötzlich „knickartige“ Zunahme erfährt (Fig. 4). Diese „Knicke“ erklärt OXELROD

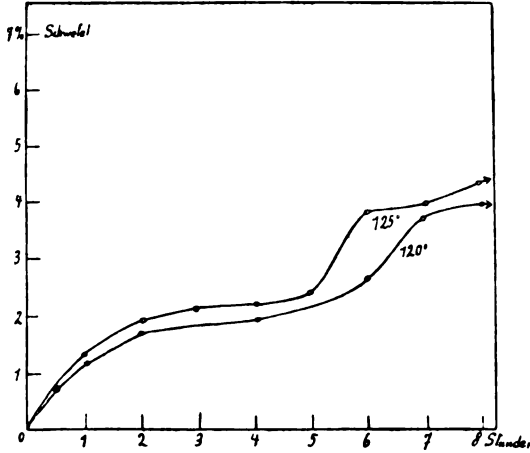


Fig. 4. Geschwindigkeit der Schwefelaufnahme bei Vulkanisation des Kautschuks nach C. O. WEBER.

(Gummizeitung 24, 1909) bereits in der Weise, daß er zwei nebeneinandergehende Prozesse annimmt; der eine Vorgang offenbart sich in dem Leimigwerden des Kautschuks in der Art einer Polymerisation unter Wärmeausfluß, der andere Prozeß ist auf eine Aufhebung der durch die Wärme gesetzten Polymerisation unter Einfluß des aufgenommenen Schwefels (Depolymerisation) zurückzuführen. Beiden Prozessen kommt nicht die gleiche Geschwindigkeit zu und auf diese Weise kommen die „Knicke“ zustande. Auch die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme von Kieselsäuregelen spielt sich nach TSCHERMAK unter dem Bilde der beschriebenen eigenartigen Kurven ab, indem eine plötzliche Variation der Aufnahmege-

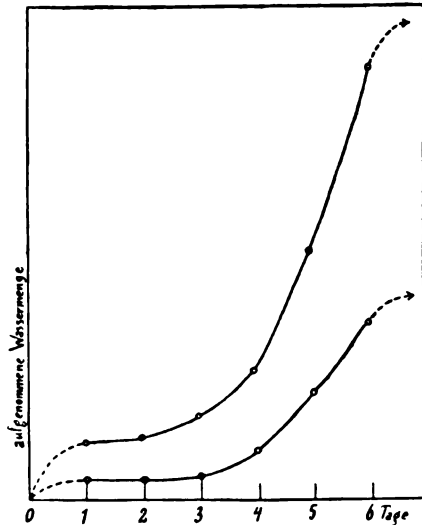


Fig. 5. Wasseraufnahme von Kieselsäuregelen nach TSCHERMAK.

schwindigkeit des Gels wohl unter Strukturänderungen stattfindet (Fig. 5).

Auch beim Wachstum der Zellen (Protozoen) scheinen zwei derartige Prozesse vorzuliegen, indem der eine (Plasmawachstum) Vorgang kontinuierlich erfolgt, während das Kernwachstum plötzlich unter Flüssigkeitsaufnahme und gleichzeitiger Strukturänderung einsetzt. Eine Flüssigkeitsaufnahme allein kann an dieser Volumsveränderung nicht beteiligt sein, denn sonst müßten in dem eben sich teilenden Kern die früher erwähnten feinsten Granulationen (Kernmicronen) unter Saponineinfluß viel lebhafter tanzen und der Kern müßte sich rasch tropfenartig abrunden; gerade das Gegenteil ist aber wenigstens bei *Glaukoma* der Fall. — Der Kern erscheint in den ungepreßten Zellen etwa $1\frac{1}{2}$ Stunde vor der Teilung bei einer Temperatur von etwa 20° C zusehends deutlicher. Setzt man zu diesen Zellen ein lipoidlösliches Mittel wie Äther hinzu, so rundet sich der Kern zunächst noch ab, sobald aber die ersten Anzeichen einer Durchschnürung sich an ihm bemerkbar machen, hat die stärkere zähflüssige Kernmembran die Tendenz die Tropfenform anzunehmen, während die erst entstandenen eindimensionalen Strukturen des Kerninnern diesen physikalischen Kräften entgegenarbeiten, schließlich aber doch überwunden und dann oft winkelig gebogen werden (Fig. 6).



Fig. 6.

Für das Verständnis des Teilungsvorganges scheint mir noch folgende Beobachtung wichtig zu sein: Setzt man zu einer Colpidiumkultur, die sich lebhaft teilt, eine Spur von Äther hinzu, so daß die Colpidien zunächst nur wenig beeinflusst werden, so beobachtet man, daß die vor der Teilung stehenden Individuen ziemlich rasch die ventral sich ausbildende Zelleibfurche zur Entwicklung kommen lassen, während der Kern noch von diesem Teilungsvorgang unberührt bleibt, ja zuweilen gegen das Hinterende verschoben wird. Es sieht so aus, als ob unter dem Einfluß des lipoidlöslichen Mittels die von mir bereits früher postulierte, innere Strukturspannung aufgehoben und dann die in der Periplastpellicula bereits vorbereitete Zerteilung ein leichtes Spiel hätte. Die „Zerteilungstendenz“ in der äußeren Pelliculaschicht muß wohl in tiefgreifender Weise ausgebildet sein, denn Colpidien, die unter Äthereinfluß 1:1000 auf dem Durchschnürungsstadium abgestorben sind, vereinigten nach 45 Minuten langsam den hantelförmigen Kern zu einer Kernblase, während die beiden Plasmaballen erst nach 55 Minuten zu einem Plasmotropfen nach den Flüssigkeits-

gesetzt zusammengefloßen sind. — Der Durchschnürung des Zellleibes wirkt zuerst die innere Plasmaspannung entgegen, die vermutlich durch eine Hydrolisierung der Lipoidstoffe des Plasmas behoben sind; gleichzeitig gewinnt der Kern an Adsorptionsfähigkeit der vom Plasma her gelieferten Flüssigkeit und vergrößert sich rasch unter Strukturänderungen. Mit dem Einsetzen der seitlich ventral sich ausbildenden Furche werden die Flüssigkeitsverteilungsverhältnisse im Plasma geändert und es treten statt einer Vacuole zwei Vacuolensysteme auf. Für Metazoenzellen führte bereits REINKE (Archiv f. Entwicklungsmechanik Bd. XXIV, 1907 dann XXVI, 1908) den mitotischen Prozeß auf eine Schmelzung, Verseifung und Lösung der Lipoidstoffe zurück. Diese Stoffe stellen nach REINKE einen Hemmungsapparat für die Zellteilung dar. Ähnlich lauten die Angaben von J. LOEB (Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen von W. Roux, Heft II, 1908). —

Natürlich ist mit diesen Bemerkungen und Tatsachen der komplizierte Teilungsvorgang der Infusorien noch nicht vollkommen erklärt, immerhin scheinen wir einige nicht unwesentliche Direktiven für weitere Untersuchungen gewonnen zu haben.

Die Zellteilung der Infusorien ist ein komplizierter Vorgang, der im Laufe der Phylogenie aus zunächst voneinander unabhängigen Partialprozessen entstanden ist. Die Zelleibdurchschnürung ist in erster Linie unabhängig von der Durchschnürung des Macronucleus und kann oft ausbleiben. — Ein Zusatz von Spuren 0,3 proz. Salzsäure zum reichlich infizierten Blut mit *Trypanosoma equinum* (Voges) bewirkt, daß die Periplastdurchschnürung ausbleibt, dagegen die Teilung des „kinetischen“ Apparates wie Blepharoplast, Randfaden der undulierenden Membran u. a. m. noch zu Ende geführt wird, so daß schmale spirochätenähnliche Gebilde vom Trypanosomenzelleib frei werden (Archiv für Entwicklungsmechanik XXV. Bd., 1908). Ähnliche Bilder entstehen durch Zusatz von Atoxyl zum Naganablut.

Die abgesplitterten „Randfadentrypanosomen“ geben bald ihre Bewegung auf und sterben im Gegensatz zu dem Muttertier früher ab. Durch diese Mittel wurde der Beweis erbracht, daß man den Bewegungsapparat bezüglich der Teilung von dem übrigen Plasma in einem gewissen Sinne unabhängig machen kann und daß die Zelle auch rücksichtlich ihres Teilungsprozesses aus voneinander zunächst unabhängigen Partialfunktionen sich zusammensetzt. EURLICH hat bereits in den „Harben Lectures“ kurz darauf hingewiesen, daß

in der Trypanosomenzelle voneinander unabhängige „biologische Substrate, die mit der Beweglichkeit des Protoplasmas als solchen in Konnex stehen“ und die für ein Arsenikal überempfindlich werden, im Gegensatz zu „Substraten, die mit der Vermehrung der Parasiten in Zusammenhang stehen“ und die im Experiment unterempfindlich werden (EHRlich, Archiv für Schiffs- und Tropenhygiene XIII, 1909). Experimentell können wir demnach die verschiedenen Partialfunktionen der Zelle voneinander trennen. Auch BUSK gibt für *Paramaecium* bezüglich der Trypanrotlösungen an, daß die Infusorien in ihnen ihre Fortpflanzungsfähigkeit einbüßen, dagegen in den Solutionen wochenlang leben können. Bezüglich der Macronuclei der Infusorien ist die Autonomie seines Teilungsvorganges von einer Reihe von Autoren wie R. HERTWIG, KASANZEFF, RESCH (Inaug.-Diss. München 1908) verfochten worden. Unsere früher mitgeteilten Beobachtungen und Versuche über den Macronucleolus von *Colpidium* müssen gleichfalls im Sinne einer derartigen Autonomie gedeutet werden. — Die Anlage des Cytostomas bildet sich auf der Ventralseite aus einer mit Eisenhämatoxylin zunächst dunkler färbbaren Verdickung unabhängig vom alten Cytostoma aus. Später bemerkt man an dieser Stelle an Schnitten einen büstenartigen, dunklen Härchenbesatz. Bei der Conjugation von *Chilodon* (Fig. 7) habe ich beobachtet, daß bei der

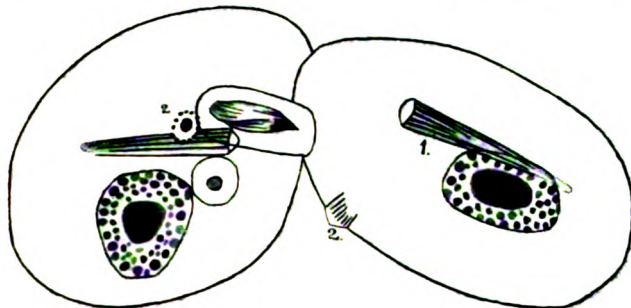


Fig. 7.

Verschmelzung der beiden Nebenkerne unabhängig von den alten cytostomalen Reußenapparaten neue Reußen angelegt waren; die Achse dieser Anlagen war zu den alten Stomata etwa um 40° gedreht. Aus allen diesen Beobachtungen geht hervor, daß der Teilungsvorgang sich aus mehr oder weniger voneinander unabhängigen Partialprozessen wie Zelleibdurchschnürung, Cytostombildung, Teilung des Macro- und Micronucleus u. a. m. zusammensetzt.

JICKELI (Die Unvollkommenheit des Stoffwechsels, 1902, Friedländer und Sohn, Berlin) faßte im Gegensatz zu den bereits zu Anfang erörterten Erklärungen des Teilungsphänomens gewisse „ungünstige Einflüsse wie Hunger als prima causa für die Teilung auf, wobei die Organismen der drohenden Vernichtung des Individuums durch eine Vervielfältigung entrinnen sollen. Colpidien, die in sterilen Reagenzröhren im abgekochten Wasser ohne Nahrung gehalten wurden, teilten sich innerhalb 24 Stunden bei 20–22° C höchstens in 3–4 Individuen, dagegen wurde später die Teilung meistens im Verhältnis zu den Kontrollen verlangsamt:

Hungerkultur.

	nach 20 St.	17./2.	4 I.	18./2.	5 I.	19./2.	38 I.	22./2.	62 I.
1									
2	"	"	"	2 "	"	2 "	"	+	—
3	"	"	"	1 "	"	3 "	"	18 "	" 22 "
4	"	"	"	2 "	"	3 "	"	22 "	" 34 "

Futterkultur.

	nach 48 St.	100 I.
1		
2	"	" " " 53 "
3	"	" " " 29 "
4	"	" " " 46 "

Der Hunger kann anfänglich höchstens als eine Art von „Reiz“ funktionieren, er erhält aber in keiner Weise für längere Zeit die Bilanzfähigkeit der Zelle.

In größerem Maßstabe sind Versuche über Einwirkung von Saponin und Äther auf die Teilungstätigkeit der Colpidiumzelle angestellt worden. Um mit möglichst einheitlichem Material zu operieren, wurden zunächst reine Colpidienkulturen angelegt, von diesen wurden im Brunnenwasser + Peptonwasserzusatz Kulturen von je einem Individuum abgezweigt und erst diese Kulturen wurden möglichst frisch, bevor sie in eventuelle „Depressionsperioden“ einzutreten imstande waren für die fraglichen Versuche unter Anwendung von entsprechenden zahlreicheren Kontrollen verwendet. Da die Empfindlichkeit der einzelnen Kulturen dem Äther oder Saponin gegenüber großen Schwankungen unterworfen ist, ist es zweckmäßig mit möglichst gleichalterigen und nicht zu alten Kulturen die Versuche anzustellen.

So wurde eine Kultur (9) von einem Individuum am 22./2. angelegt; am 3./3. war nach einer halbstündigen Äthereinwirkung

1:2000 noch eine Vermehrung nachweisbar, am 10./3. starben die Infusorien bereits nach einer halbstündigen Einwirkungsdauer ab, am 11./3. nach 20 Minuten, am 14./3. waren sie gar nach 15 Minuten tot.

Zur Orientierung wurden die Infusorien zunächst in Reagenzröhren mit viel Wasser gezüchtet, dem jeden Tag 0,2 Äther 1:1000 zugesetzt und zum Zwecke der Zählung eine Probe von 0,02 ccm entnommen wurde. Z. B. in der Probe 0,02 ccm wurden gezählt:

Ätherkultur.

Zahl	24./1.	25./1.	27./1.	28.1.	29./1.
5	ø	ø	ø	ø	10
6	ø	ø	250	ø	—
7	ø	46	800	260	192
8	ø	100	100	58	29

Kontrollkultur.

Zahl	24./1.	25./1.	27./1.	28./1.	29./1.
9	ø	100	500	350	171
10	1	150	200	123	157
11	ø	ø	4	4	17
12	2	18	500	240	—

Dieser Orientierungsversuch fiel zunächst ungünstig im Sinne der Annahme, daß Äther die Teilung wesentlich beschleunigt, aus.

Zum Zwecke einer genauen Untersuchung wurden Kulturen in hohlen Objektträgern, in Deckglaskulturen sowie Kulturen in Reagenzröhren mit 1 ccm Wasser angelegt. Aus der großen Zahl von Versuchen seien hier nur einige angeführt:

Hohle Objektträgerkultur.

Äther 1:2000 $\frac{1}{2}$ Stunde, zentrifugiert, mit frischem Wasser gewaschen, Peptonwasserzusatz (um den Hungerreiz auszuschalten) nach 20 Stunden:

1. 3.1. 2 I., 4.1. 10, 5./1. 21, 10.1. 35.
2. 3./1. 2 I., 4.1. tot.
3. 3.1. 2 I., „ „
4. 3.1. 2 I., „ „
5. 3.1. 2 I., „ „

Kontrollen vermehrten sich ebenso und starben bald ab.
Äther 1 : 2000 15 Minuten ebenso behandelt.

1.	nach 19 St.	1 I.	nach 43 St.	11./2.	9 I.	12./2.	40 I.
2.	"	"	"	"	"	"	148 "
3.	"	"	"	"	"	"	60 "

Kontrolle.

Nach 19 St. 2 I., nach 43 St. 11./2., 14 I. 12./2. 40.

Deckglaskultur.

10 Minuten Äther 1 : 400 ebenso behandelt:

1.	nach 20 St.	2 I.,	18./2.	2 I.,	19./2.	6 I.,	21./2.	12 I.
2.	"	"	3 "	"	4 "	"	13 "	19 "

Kontrolle.

1.	nach 20 St.	4 I.,	18./2.	5 I.,	19./2.	38 I.,	21./2.	62 I.
2.	"	"	2 "	"	2 "			
3.	"	"	1 "	"	3 "	"	18 "	22 "
4.	"	"	2 "	"	2 "	"	22 "	34 "

Bezüglich der Deckglaskulturen (*Pleurotricha lanceolata*) gibt JOUKOWSKY an: „Es gelang mir nie, eine so große Anzahl von Individuen in einer Deckglaskultur zu bekommen, wie dies bei MAUPAS der Fall war. — Wenn bei meinen Versuchen die Zahl der Tiere über 100 gestiegen war, so vermehrten sie sich weiterhin viel langsamer.“ Diese Beobachtung kann ich bestätigen. Da nach etwa 4 Tagen wohl die kurze (15—30 Minuten) Äthereinwirkung nicht mehr in Betracht kam, wurden die Kulturen zwar noch längere Zeit beobachtet, doch konnte die Zahl der Teilungen für unsere Betrachtungen nicht mehr berücksichtigt werden. Aus den bei 20—22° C angestellten Ätherversuchen ging hervor, daß zunächst Äther unter diesen Versuchsbedingungen, abgesehen von einigen wenigen unerklärlichen Ausnahmen, die Teilungstätigkeit der Colpidien bei 20—22° C nicht wesentlich beeinflusst.

Ebenso ergebnislos fielen die Versuche mit Saponin und Atropin aus, nur daß die Colpidien diesen Pharmaka gegenüber noch empfindlicher waren. In einem gewissen Sinne förderte die Teilungstätigkeit die sogenannte physiologische Kochsalzlösung (0,86 Proz.), in der die Colpidien 5—15, 20 Minuten gehalten, durch Centrifugieren gewaschen und in einer Flüssigkeitsmenge von 1 cm³ (Peptonwasserzusatz + Brunnenwasser) weiter kultiviert wurden. Colpidien, die sich in der Kochsalzlösung vollkommen abgerundet

haben, gingen zwar zugrunde, dagegen erhalten sich die nur etwas sich abrundenden Infusorien und vermehrten sich am dritten Tage lebhafter.

1. 0,86 proz. Kochsalzlösung 20 Minuten: 5./2. 1910 je ein Individuum isoliert.

1. 7./2. 802 I.; 2. 7.2. 353 I.; 3. 7./2. 68 I.; 4. 7./2. 358 I.

Kontrolle.

1. 7./2. 46 I.; 2. 7.2. 387 I.

2. 0,86 proz. Kochsalzlösung 5 Minuten: 14./2. je ein Individuum isoliert:

1. 15./2. 2 I., 16./2. 1 I.

2. 15./2. 2 I., 16./2. 34 I.

3. 15./2. 3 I., 16./2. 6 I.

Kontrolle.

1. 15./2. 4 I., 16./2. 4 I.

2. 15./2. 3 I., 16./2. 3 I.

3. 15./2. 3 I., 16./2. 3 I.

4. 15./2. 4 I., 16./2. 2 I.

5. 15./2. 3 I., 16./2. 1 I.

Auch bei diesen Kochsalzversuchen gehen zunächst viele von den isolierten Colpidien infolge der Schädigung zugrunde, die aber am Leben bleiben, vermehren sich rascher als die Kontrolltiere.

In einigen Fällen förderte eine Einwirkungsdauer von 8—10 Minuten von Atropin 1:2000, das dann sorgfältig ausgewaschen und durch Pilocarpin 1:1000 verdrängt wurde, die Teilungsfähigkeit der Colpidien im Verhältnis zu den Kontrollen in deutlicher Weise. Doch gingen auch bei diesem Versuch, da nach den früheren Untersuchungen nicht alle Infusorien in gleicher Weise den Giften gegenüber widerstandsfähig sind, viele isolierte Tiere zugrunde, so daß ich wegen der geringen Zahl von Versuchen (7) kein definitives Urteil fällen kann.

Ebenso wie Chinin nach den Untersuchungen von R. SAND (Annales soc. royal d. sciences med. et natur. BRUXELLE T. X, 1901), GIEMSA und mir die Teilung der Infusorien hemmt, beeinträchtigt Atoxyl (1 proz.) in dem die Infusorien sonst leben, diese vitale Funktion.

0,2 ccm Atoxyl 1:200 + 26.2. 10 je ein Individuum in 0,2 ccm Peptonleitungswasser 21° C.:

1. 28./2. 3 I.; 2. 28./2. 1 I.; 3.—6. 28./2. 1 I. Am 2./3. alle tot.
Kontrolle vom 26./2.:

1. 28./2. 100 I. 2. 28./2. 53 I. 3. 28./2. 29 I.

Atoxyl 1:200. Kultur vom 4. Tage je ein Individuum in Peptonleitungswasser wie oben 2./3. 10,21° C:

1. 3./3. +. 2. 3./3. +. 3. 3./3. 1 I., 4./3. +. 4. 3./3. 1 I., 4./3. 3 I. 5. 3./3. 1 I., 4./3. +.

Kontrollen lebhaft vermehrt.

Atoxyl 1:10 000 ebenso behandelt.

1. 3./3. 3 I., 4./3. 16 I. 2. 3./3. 4 I., 4./3. 16 I. 3. 2./3. 4 I., 4./3. 21 I. 4. 3./3. 2 I., 4./3. 17 I. 5. 3./3. 3 I., 4./3. 10 I. 6. 3./3. 4 I., 4./3. 12 I.

Kontrollen.

1. 3./3. 2 I., 4./3. 15 I. 2. 3./3. 5 I., 4./3. 24 I. 3. 3./3. 2 I., 4./3. ca. 50 I. 4. 3./3. 4 I., 4./3. 29 I. usw.

Die Unterschiede werden bei einer Atoxylverdünnung 1:10 000 fast unmerklich. Eine Atoxyleinwirkung von 2:200 von nur 2 Stunden beeinflusste die Teilungsfrequenz in nicht merklicher Weise.

Fassen wir die Ergebnisse dieser Versuche zusammen, so ergibt sich aus ihnen folgendes:

Um möglichst gleiche Resultate zu erlangen, muß man mit gleichen Ausgangskulturen, aus denen man Kulturen von einem Individuum abermals anlegt, arbeiten und dabei berücksichtigen, daß trotzdem die Infusorien individuelle Resistenzunterschiede verschiedenen Giften bzw. chemischen Substanzen gegenüber aufweisen.

Da die Infusorien im reinen Wasser gehalten, nach einiger Zeit größtenteils die Fähigkeit der typischen Nahrungsvacuolenbildung einbüßen, versuchte ich diese isoliert im Peptonwasser, Kondenswasser dem Agar u. a. m. rein zu züchten — leider vermehrten sich die Protozoen nicht in der gewünschten Weise. Bei den Versuchen muß man ferner mit der Fehlerquelle, die sich aus den „Depressionszuständen“ (es ist gleichgültig, ob diese nun eine Folge des Milieus oder des Lebenszustandes sind) der Kulturen ergeben, rechnen. Alle diese Umstände berücksichtigt, kann ich aus den vielen Versuchen bis jetzt folgende Schlüsse ziehen:

1. Chinin- und Atoxylösungen, in denen die Colpidien leben, vermindern die Teilungsfähigkeit.

2. Saponin und Atropin schädigen die Colpidien und man kann keine Erhöhung der Teilungsfrequenz nachweisen. Dagegen scheint dieses der Fall zu sein bei Atropin 1:2000 nach einer Einwirkungs-dauer von 8—10 Minuten, das nach gründlichem Auswaschen durch Pilocarpin 1:1000 verdrängt worden ist.

3. Nach den bisherigen Versuchen fördert der Äther nicht die Teilungsfähigkeit von Colpidium.

4. Physiologische Kochsalzlösung schädigt nach einer Einwirkungs-dauer von 5—20 Minuten zunächst die Colpidien, von denen einige unter vollkommenen Abrundungserscheinungen zugrunde gehen, während Individuen, die sich nicht vollkommen abgerundet haben, sich im reinen Wasser nach einiger Zeit erhoben und sich lebhafter als die Kontrolltiere vermehren.

4. Wirkungsweise von zwei sogenannten lipoidlöslichen Substanzen auf die Protozoenzelle.

In einer früheren Abhandlung „Giftwirkung und Protozoen-plasma“ (Archiv für Protistenkunde 18. Bd. 1910 S. 235) wurde bereits darauf hingewiesen, daß bei einer kombinierten Behandlung der Protistenzelle mit zwei aller Wahrscheinlichkeit nach „lipoidlöslichen“ Substanzen vor allem von Pharmaka nicht in allen Fällen eine Summationswirkung erzielt wird, sondern die beiden Substanzen können sich in ihrer Wirkungsart schwächen oder aufheben. Die stärker wirksame Substanz wie Atropin oder Chinin findet nach einer Vorbehandlung mit Methylenblau die Angriffspunkte in der Zelle von dem wenig schädlichen sogenannten Vitalfarbstoff bereits besetzt und kann ihre verderbliche Wirkung nicht mehr in der ursprünglichen Art und Weise entfalten. Diese Versuche sind in der Zwischenzeit erörtert und vertieft worden und es soll in den folgenden Zeilen über sie referiert werden.

Behandelt man Colpidien vorher mit Galle, Saponin oder Aceton und setzt dann ein Alkaloid wie Chinin in nicht löslicher Dosis hinzu, so sterben die Infusorien früher ab, als wenn man Chinin allein verwendet. Dabei mag zunächst nicht untersucht werden, ob es sich um eine Summationswirkung handelt oder nicht. Die tödliche Grenze den erwähnten Stoffen gegenüber ist nicht für alle Kulturen gleich und die im folgenden angeführten Zahlen besitzen daher nur einen relativen Wert:

Galleversuche:

Galle 1: 200 tötet Colpidien sofort,

Galle 1: 2000 leben längere Zeit, nur sind die Zellen gebläht und teilweise abgerundet,

Galle 1: 20000 Colpidien normal.

Chinin 1:10000 Colpidien lebten 1 Stunde.

Galle 1: 2000 + Chinin 1:10000 nach 4 Minuten tot

„ 1: 20000 + „ 1:10000 „ 5 „ „

„ 1:200000 + „ 1:10000 „ 7 „ „

Saponinversuche:

Saponin 1:2000 Colpidien lebten 2 Stunden.

Saponin 1: 2000 + Chinin 1:20000 nach 10 Minuten tot

„ 1: 20000 + „ 1:20000 „ 10 „ „

„ 1: 200000 + „ 1:20000 „ 20 „ „

„ 1:2000000 + „ 1:20000 „ 20 „ „

Wäscht man durch Centrifugieren (4 mal) das Saponin 1:2000 aus, so sterben die Colpidien bei Chininzusatz 1:20000 erst nach 15 Minuten ab.

Stellt man denselben Versuch nur in umgekehrter Reihenfolge an, indem man die Colpidien zuerst in Chinin 1:20000 $\frac{1}{2}$ Stunde hält, dann das Chinin durch Centrifugieren „entfernt“ und sodann Saponin zusetzt, so erhielt man folgende Resultate:

Saponin 1: 2000 tot nach 22 Minuten

„ 1: 20000 „ „ 34 „

„ 1:200000 leben nach 4 Stunden.

Der Versuch ist demnach nicht in derselben Weise genau umkehrbar: mit Saponin 1:2000 vorbehandelte Colpidien sterben bei Chininzusatz 1:20000 nach 15 Minuten ab, während Infusorien nach einer Chininbehandlung 1:20000 und nachherigem Saponinzusatz 1:2000 erst nach 22 Minuten absterben. Der Ausfall dieses „Umkehrversuches“ ist aber sehr abhängig vom Zustande der Kultur.

Colpidien, die sich in Depressionszuständen befanden (wenig Nahrungsvacuolen, herabgesetzte Bewegungstätigkeit, cykloseartige Bewegung der Entoplasmakörnchen), starben umgekehrt bei einer Saponinvorbehandlung (1:2000 $\frac{1}{2}$ Stunde, zweimal gewaschen) und Chininzusatz (1:20000) nach ca. 20 Minuten ab, dagegen waren sie nach einer Chininvorbehandlung (1:20000 $\frac{1}{2}$ Stunde zweimal gewaschen) und nachherigem Saponinzusatz (1:2000) bereits nach 12

Minuten tot. Immerhin ist auch in diesem Falle der Versuch nicht genau umkehrbar.

Acetonversuche:

Aceton 1:200 bewegen sich Colpidien nach 35 Minuten langsam.

Aceton 1: 200	} (1/2 Std. vorbehandelt)	+	Chinin 1:20000 nach 10 Min. tot
" 1: 2000			" " " 15 " "
" 1: 20 000			" " " 23 " einzelne tot
" 1: 200 000			" " " 25 " " "

Anders verhalten sich gewisse lipoidlösliche Farbstoffe (Vitalfarbstoffe), mit denen die Colpidien vorbehandelt an Resistenz dem Chinin gegenüber gewinnen. Sie besetzen zuerst die Angriffspunkte in der Zelle, an die dann das wirksamere Chinin nicht mehr in derselben Weise herantreten kann. Unter diesen Farbstoffen steht Methylenblau obenan:

1. Versuch.

Chinin 1:6000 tötete die verwendete Colpidienkultur in 10 Minuten.

Methylenblau 1: 2 000	+	später Chinin 1:6000	tot nach 12 Minuten
" 1: 4 000	+	" " 1:6000	" " 16 "
" 1: 8 000	+	" " 1:6000	" " 21 "
" 1:10 000	+	" " 1:6000	" " 25 "

Die absterbenden Infusorien behielten auch längere Zeit ihre Form bei, während sie in Chinin allein bereits die Tropfenform annahmen.

2. Versuch.

Infusorien $\frac{1}{2}$ Stunde und 24 Minuten mit Methylenblau vorbehandelt, dann Chinin 1:12 000 zugesetzt. Chinin 1:12 000 tötete nach 50 Minuten.

Methylenblau	Chinin 1:12 000 $\frac{1}{2}$ St.	Chinin 1:12 000 24 St.
1:10 ³	nach 50 Min. leben	tot nach 24 St.
1:10 ⁴	" " " "	" " " "
1:10 ⁵	" " " "	leben einzelne "
1:10 ⁶	" " " "	} tot nach 24 St.
1:10 ⁷	wenige einzelne	
1:10 ⁸	tot	

Wurde das Methylenblau sorgfältig ausgewaschen, so starben die Colpidien zur selben Zeit ab, wie in der Chininkontrolle allein.

3. Versuch.

Die Colpidien dieses Versuches wurden durch Methylenblau 1:1000 nach 24 Stunden größtenteils abgetötet.

Chinin 1:20000 tötet sie nach 120 Minuten ab.

Methylenblau	Chinin 1:20000 nach $\frac{1}{3}$ St.	nach 24 St.
1:10 ⁴	nach 24 St. tot	nach 24 St. tot
1:10 ⁵	" " " "	" " " "
1:10 ⁶	nach 24 St. leben	" " " leben. Vermehrung
1:10 ⁷	" " " "	" " " starke Vermehrung
1:10 ⁸	" " " "	" " " leben

Dieser Versuch ist wiederholt mit demselben Resultat angestellt worden.

Azur tötete in einer Verdünnung 1:10000 Colpidien ab.

Chinin tötete die Versuchscolpidien 1:6000 in 10 Minuten; wendet man Azur 1:20000 + Chinin 1:6000 gleichzeitig an, so sterben die Colpidien erst nach 34 Minuten ab.

Mit Neutralrot fielen die Versuche nicht so eindeutig aus.

Eosin ergab folgende Resultate:

Eosin	Chinin 1:20000 nach 120 Min. zugesetzt
1:10 ³ starben einzelne Colpidien nach 120 Min.	lebten die übrigen 24 St.
1:10 ⁴ leben nach 120 Min.	nach 24 St. am Leben
1:10 ⁵ " " " "	" " " " "
1:10 ⁶ " " " "	" " " " "
1:10 ⁷ " " " "	" " " " "
1:10 ⁸ " " " "	" " " " "
	Kontrollen tot

Die Eosinversuche wurden auf Grund der Erfahrungen von TAPPEINER im Dunklen angestellt.

Diese Experimente sind in praktischer Hinsicht vielleicht auch von Bedeutung, da man sich in der letzten Zeit in bezug auf die Therapie von einer kombinierten Behandlungsart mancher Protozoenkrankheiten viele Erfolge verspricht. Falls es erlaubt ist Ergebnisse von Vitroversuchen auf die Malaria zu übertragen, so wäre in dieser Hinsicht eine gleichzeitige, kombinierte Behandlung von Methylenblau und Chinin den Plasmodien gegenüber kontraindiziert.

H a m b u r g, April 1910.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

**Le *Mycterothrix tuamotuensis*
(*Trichorhynchus tuamotuensis*) BALBIANI.**

Par

E. Fauré-Fremiet,

Travail du laboratoire de cytologie de l'École des Hautes Études.
Collège de France, Paris.

(Avec la Planche XIV et 8 figures dans le texte.)

I. Historique.

BALBIANI (1887) a créé le genre *Trichorhynchus* pour un Infusoire cilié Holotriche de la famille des Microthoracinae adapté à la vie terrestre et caractérisé par la présence au dessus et à gauche du péristome, d'une sorte de rostre portant cinq ou six grands cils raides et le plus souvent immobiles. Ce nom est malheureusement l'objet d'une fâcheuse synonymie, car A. SCHNEIDER en 1882 l'avait déjà donné à une Grégarine, et nous devons lui substituer le nom de *Mycterothrix* proposé en 1898 par LAUTERBORN, en application des règles de la nomenclature zoologique.

M. BALBIANI n'a jamais publié au sujet de cet Infusoire que quelques unes de ses observations; ayant eu l'occasion d'étudier moi-même ce microorganisme assez rare et peu connu, mon maître M. HENNEGUY, a bien voulu me communiquer les notes de BALBIANI. Ce sont donc les observations inédites de cet éminent observateur que je publie aujourd'hui en y ajoutant les résultats de mes propres études.

C'est dans des mousses et des écorces d'arbres provenant des îles Tuamotu et rapportées en 1884 par M. BOUCHON-BRANDÉLY que BALBIANI observa les kystes de cet Infusoire. Ayant mouillé ces écorces avec de l'eau distillée, il put observer l'Infusoire dans toutes les phases de sa vie active pendant plusieurs années. BALBIANI l'étudia tout d'abord sous le nom de *X. Tuamotuensis*, et ne lui donna le nom générique de *Trichorhynchus* qu'en 1887, à l'occasion d'une note sur la multiplication de la *Leucophrys patula*, dans laquelle il répondait à certaines observations de MAUPAS.

„Les kystes de cet Infusoire écrit M. BALBIANI, mouillés avec de l'eau distillée, donnèrent issue à de singuliers Infusoires que je désigne sous le nom de *Trichorhynchus* (n. g.) (*T. tuamotuensis* n. sp.) à raison de la touffe de cils divergents, longs, raides et immobiles, qui garnissent une protubérance conique prolongeant en avant la face dorsale du corps et formant une sorte de lèvres saillante au dessus de la bouche située à la base de ce prolongement. La vésicule contractile est logée à l'extrémité de cette lèvre dorsale. Le corps est cylindrique, convexe à son extrémité opposée à celle qui porte la bouche, extrémité que l'on peut considérer comme sa partie postérieure, bien que pendant la natation, elle soit toujours dirigée en avant. L'animalcule mesure 40 μ en longueur sur 28 μ en largeur.

Après s'être agité quelques jours dans le liquide, il devient stationnaire et sécrète un kyste mince dans lequel il se divise en deux et quelques fois en quatre individus nouveaux, qui sortent de leur kyste en le faisant éclater en deux parties presque égales. Cette multiplication dans un kyste se poursuit aussi longtemps que le liquide n'est pas épuisé en aliments. Lorsque ce moment arrive, les derniers rejetons s'enkystent à leur tour, mais pour demeurer à l'intérieur du kyste où ils restent entiers et se divisent en deux ou quatre segments, absolument comme font les Colpodes dans les mêmes circonstances.

Les kystes peuvent eux aussi, comme chez ces derniers, être desséchés et conservés en cet état pendant fort longtemps, pour laisser échapper leur contenu dès qu'on vient à les réhumecter. Je donnerai d'ailleurs une description plus complète, accompagnée de figures, de cet Infusoire polynésien, dont je n'aurais pas parlé ici sans l'occasion que m'en a fournie la Note de M. МАУРАС.“

La bibliographie relative au *Trichorhynchus* est très pauvre. BALBIANI cite le *Trichorhynchus* dans ses leçons sur les Protozoaires, mais sans ajouter aucun détail à sa première description. C'est ainsi que cet Infusoire prit rang dans la nomenclature et la classi-

fication des Ciliés. Nous le trouvons cité une première fois par BÜTSCHLI qui en publie une figure inédite et fort peu détaillée dans ses *Protozoa* (1887—89). Cet auteur admet avec BALBIANI que l'extrémité de l'Infusoire dirigée en avant pendant la natation est en réalité l'extrémité postérieure de l'organisme étant donné la présence à l'autre extrémité, de la bouche, de la vésicule excrétrice et des soies.

SCHEWIAKOFF (1893) reproduit la figure donnée par BÜTSCHLI; il décrit la forme générale de l'Infusoire, le revêtement ciliaire fin et serré, l'appendice cône qui surplombe la bouche et le faisceau de soies tactiles qu'il supporte. Il décrit l'ectoplasma comme une couche très mince, homogène, et l'endoplasma finement granuleux renfermant les bols alimentaires. La structure de l'orifice buccal, dit-il, est mal connue; il suppose l'existence d'une membrane ondulante fixée au bord extérieur de celui-ci orifice. SCHEWIAKOFF mentionne encore le macronucleus sphérique et le mode de division dans un kyste. Il classe également le *Trichorhynchus* parmi les *Microthoracinae*.

LAUTERBORN (1898) trouve au milieu de touffes épaisses d'*Utricularia*, dans une très petite mare des environs de Worms, une nouvelle espèce de *Trichorhynchus*, de forme globuleuse, et caractérisée par la présence de zoochlorelles ainsi que par l'existence d'une membrane kystique gélatineuse contenant des plaquettes rondes et des sortes de spicules à trois rayons. L'enkystement est rapide, cinq minutes suffisant à l'Infusoire pour s'entourer de sa coque gélatineuse. Le cytoplasma présente des mouvements internes dont le résultat est de réunir toutes les zoochlorelles en une masse compacte dans la moitié antérieure du corps.

LAUTERBORN, appliquant les règles de la nomenclature, et observant que le genre *Trichorhynchus* de SCHNEIDER est antérieur à celui de BALBIANI, nomme cet Infusoire *Mycterothrix*.¹⁾ Il crée d'ailleurs une espèce nouvelle: *M. Erlangeri* pour la forme qu'il décrit.

C'est sous ce nom de *Mycterothrix* que SCHOUTEDEN (1906) cite le *Trichorhynchus*, en donnant les diagnoses suivantes des deux espèces connues appartenant à ce genre:

Corps ovale, large, le prolongement sinueux à sa base externe — des zoochlorelles *M. Erlangeri* (LAUTERBORN).

Corps subcylindrique, le prolongement non sinueux à sa base externe, droit. — pas de zoochlorelles . *M. tuamotuensis* (BALBIANI).

¹⁾ δ μνχιῶ = nez etc.

Bibliographie.

- BALBIANI (1887): Observations relatives à une note récente de M. MAUPAS sur la multiplication de la *Leucophrys patula*. C. R. Acad. Sc. Paris T. CIV p. 80.
- BÜTSCHLI (1887—89): Protozoa. BRONN's Klassen u. Ordn. d. Tierreichs Bd. III p. 1706—7. Planche LXIV fig. 7.
- FAURÉ-FREMIET (1907): Une variété du *Trichorhynchus tuamotuensis*. C. R. Soc. Biol. Paris T. LXIII p. 467.
- (1910): La fixation chez les Infusoires Cilies. Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique T. XLIV p. 27.
- LAUTERBORN (1898): Zwei neue Protozoen aus dem Gebiet des Oberrheins. Zool. Anz. Bd. XXI p. 145.
- SCHEWIAKOFF (1893): Über die geographische Verbreitung der Süßwasser-Protozoen. Mem. Akad. St. Petersbourg VII. Ser. t. 41 p. 333. Pl. V fig. 125.
- SCHOUTEDEN (1906): Les Infusoires aspirotriches d'eau douce. Annales de biologie lacustre T. I p. 386.

II. Étude anatomique.

Le *Mycterothrix* que j'ai observé ne diffère sensiblement de celui des îles Tuamotu que par la formation de kystes muqueux particuliers au moment de la division, lorsque celle-ci n'est pas accompagnée d'une période prolongée de vie latente. Je n'ai pas cru devoir faire à cette occasion une espèce spéciale pour cette forme, que je considère tout au plus comme une variété géographique de celle observée par M. BALBIANI.

C'est dans des mousses récoltées dans un petit bois, près de Paris, aux environs de Marly-le-Roi, que j'ai rencontré cette espèce, en compagnie de Colpodes. Elle se trouvait donc comme celle des îles Tuamotu, dans un milieu aérien, exposé à des alternatives continues d'humidité ou de dessiccation.

Description. Le *Mycterothrix tuamotuensis* est constitué par une masse protoplasmique irrégulièrement ovoïde longue de 45 μ et large de 25 à 30 μ , dont la région postérieure, subsphérique, porte les cils fixateurs, tandis que la région antérieure porte le péristome. Celui-ci est constitué par un sillon dessinant un arc de cercle venant de la partie dorsale du rostre qui porte les soies tactiles et se perdant du côté ventral dans un infundibulum buccal. L'Infusoire présente cette orientation, qui lui est commune avec la majorité des Holotriches, lorsqu'il est fixé au fond de sa coque gélatineuse

(fig. 1 et 2). C'est dans cette position, que l'on peut considérer comme normale chez cette espèce, que l'Infusoire se nourrit à la manière d'une Vorticelle, comme le fait remarquer BALBIANI, en aspirant par un mouvement continu de ses cils adoraux le liquide environnant. Mais le *Mycterothrix* vient-il à quitter son léger abri, ce qu'il fait pour la moindre cause, et à nager librement dans l'eau, cette position se renverse; il progresse la partie postérieure de son corps en avant et la bouche en arrière, à la manière d'une Vorticelle ayant quitté son pédicule. Ses mouvements sont souvent brusques et saccadés; mais il peut aussi, comme l'a observé BALBIANI,

le liquide environnant. Mais le *Mycterothrix* vient-il à quitter son léger abri, ce qu'il fait pour la moindre cause, et à nager librement dans l'eau, cette position se renverse; il progresse la partie postérieure de son corps en avant et la bouche en arrière, à la manière d'une Vorticelle ayant quitté son pédicule. Ses mouvements sont souvent brusques et saccadés; mais il peut aussi, comme l'a observé BALBIANI,

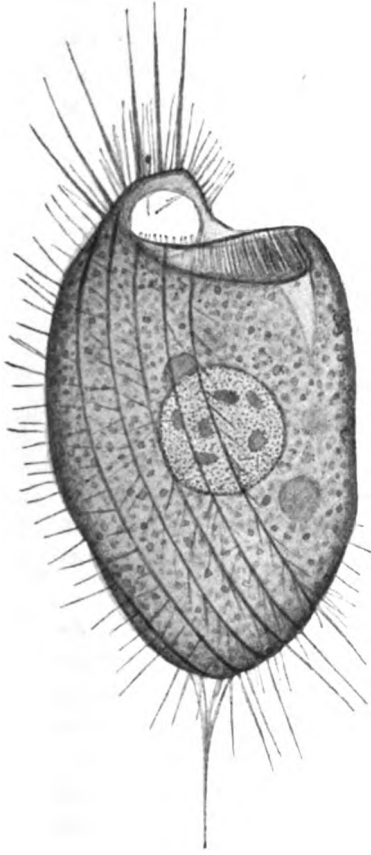


Fig. 1.

Mycterothrix tuamotuensis fixé par ses cils postérieurs. On voit le noyau, la vésicule contractile située dans le rostre, la gouttière péristomienne et le pharynx.



Fig. 2.

Société de *Mycterothrix* fixés au fond de leurs coques gélatineuses sur des débris végétaux (BALBIANI; fig. inédite).

décrire un trajet hélicoïdal cependant qu'il effectue un mouvement continu de rotation autour de son grand axe (fig. 3).

Nous devons donc remarquer, avant d'étudier avec plus de soin la morphologie de ce microorganisme, qu'un fait domine et explique sa structure; ce fait, d'ordre très général chez les Infusoires ciliés comme je l'ai montré à propos d'un certain nombre de types (1910) est la possibilité de se fixer à l'aide de quelques cils vibratiles.

Chez les Infusoires Hymenostomes, qui se nourrissent en attirant les proies par le mouvement continu de leurs cils oraux, la région fixatrice est nécessairement opposée à la région buccale ou tout au moins péristomienne, puisque les mouvements des cils de cette même région produisant une attraction du milieu, déterminent par la même une attraction de l'Infusoire; l'organe fixateur, quel qu'il soit, s'oppose à cette attraction. La région péristomienne et la

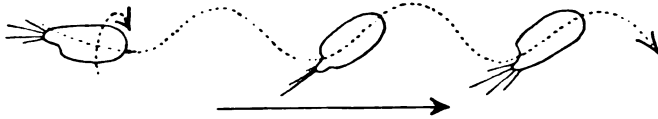


Fig. 3.

Natation du *Mycterothrix* (BALBIANI; fig. inédite).

région fixatrice se trouvent donc reportées mécaniquement aux deux extrémités du grand axe de l'Infusoire. Le sens de la natation dépend uniquement de la puissance respective des mouvements des cils péristomiens et des cils somatiques. Si ces derniers l'emportent et si l'Infusoire nage la région postérieure en avant, il se fixe avec la plus grande facilité lorsqu'il rencontre un support convenable. Tel est le cas du *Mycterothrix*.

Cytoplasma. Le cytoplasma du *Mycterothrix*, comme celui de tous les Infusoires ciliés, est une substance fluide, homogène, diffusant au contact de l'eau, et précipitant en granulum ou en réticulum sous l'action des sels de métaux lourds, des acides et des divers précipitants des albuminoïdes (alcool etc.). Cette substance colloïde, limitée par une pellicule à peine différenciée renferme en dehors du noyau et des vacuoles digestives ou bols alimentaires, un certain nombre d'inclusions.

Ce sont d'abord, uniformément répandues dans le cytoplasma, les mitochondries qui présentent ici aussi bien à l'état frais qu'après fixation, le même aspect que chez tous les Infusoires Ciliés.

Ce sont encore certaines granulations colorables *in vivo* en rouge par le Brillantkresylblau, souvent localisées à la surface externe de la membrane nucléaire (pendant l'enkystement), ou à la partie inférieure de l'Infusoire, et qui semblent être l'origine de granulations plus réfringentes, jaunâtre, de nature vraisemblablement grasseuse, qui s'accumulent finalement dans la région antérieure de l'individu, à la base du rostre. Ces granulations n'ont pas échappées à M. BALBIANI.

Ce sont enfin de très petites vacuoles à paroi épaisse et presque réfringente que l'on peut facilement isoler dans l'eau par la diffusion de l'Infusoire, qui sont expulsées du cytoplasma, où elles sont très abondantes, au moment de l'enkystement, et sur lesquelles nous reviendront plus loin car elles proviennent vraisemblablement des bols alimentaires.

Noyau. BALBIANI décrit chez *Mycterothrix* un macronucleus sphérique situé au centre du corps de l'Infusoire et un petit micronucleus qui lui est intimement accolé. Le macronucleus, dit-il, présente une faible affinité pour le vert de méthyle; il se colore beaucoup mieux par le carmin. Le micronucleus se colore beaucoup plus fortement par le vert de méthyle. J'ai fait la même observation sur tous les individus que j'ai pu observer.

L'appareil nucléaire du *Mycterothrix* présente la même structure que celui de tous les Infusoires ciliés. Le macronucleus, limité par une membrane résistante, hémiperméable, renferme une masse à peu près homogène de très fins microsomes visibles *in vivo* comme après l'action des réactifs précipitants, et des nucléoles plasmatiques acidophiles plus ou moins nombreux. Le micronucleus, fortement basophile, est intimement accolé au macronucleus dont il déprime la membrane. Il semble ordinairement homogène. Bien que de très petites dimensions, on y voit apparaître au moment de la division un fuseau achromatique et des chromosomes bien individualisés qui sont représentés fig. 6 (Pl. XIV) au stade de plaque équatoriale. La membrane du micronucleus, bien visible à l'état de repos ou au stade de peloton chromatique, n'est plus visible à ce moment.

Appareil ciliaire. Le *Mycterothrix* est un Infusoire holotriche, c'est-à-dire que ses soies tactiles mises à part, il possède un revêtement de cils tous semblables entre eux. Ce revêtement présente une disposition régulière assez difficile à distinguer d'ailleurs, mais qui se rapproche considérablement de celle d'un Infusoire voisin, le *Cinetochilum margaritaceum* EHRBG.

Les cils sont fins, espacés les uns des autres et longs de 5 à 6 μ ; ils sont disposés suivant sept ou huit rangées parallèles (fig. 1), formant autant de sillons à la surface de l'Infusoire, qui prenant naissance sur le bord droit du péristome (la bouche déterminant le côté ventral) descendent vers la région postérieure, passent au dessous du corps, puis remontent sur le côté gauche jusqu'au sommet du rostre. C'est là que sont implantées les longues soies tactiles, cils raides, longs de 15 à 20 μ , animés par moment de mouvements vibratiles.

Les cils qui couvrent la surface du corps semblent seuls jouer un rôle actif pendant la natation de l'Infusoire.

Appareil buccal. Le sillon péristomien est constitué par une plage couverte de cils très fins et très serrés, assez courts, et portés par un plateau strié avec deux rangs de corpuscules basaux. Ce plateau strié (fig. 4), qui est relativement rigide et que l'on peut isoler dans l'eau en faisant diffuser l'Infusoire, contourne le rostre comme

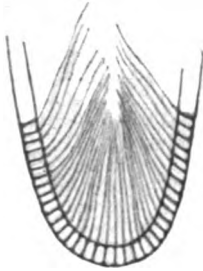


Fig. 4.

Coupe optique du pharynx montrant le plateau strié et les cils.

il a été dit plus haut et s'incurve en forme de gouttière à mesure qu'il se rapproche de la face ventrale; puis la gouttière se referme sur elle même de manière à constituer l'infundibulum buccal profond de six à sept μ . Au fond de celui-ci s'ouvre le cytostome qui se prolonge dans le cytoplasma par un cône membraneux et extensible, ou pharynx. Cette structure est donc très voisine de celle présentée par la région buccale de quelques Holotriches, la Paramaecie par exemple. Les cils péristomiens sont animés d'un mouvement uniforme qui dirige le courant liquide vers la bouche et accumule les gouttelettes liquides dans le pharynx. Une légère contraction péristaltique les refoult dans le cytoplasma, où elles constituent autant de vacuoles digestives.

Vacuoles digestives. BALBIANI ayant fait ingérer au *Mycterothrix tuamotuensis* des particules de carmin extrêmement fines, a constaté que celles-ci se retrouvait en abondance dans des bols alimentaires assez volumineux, et que d'autre part, après un certain temps, on en voyait un très grand nombre également distribuées dans toute la masse cytoplasmique (Pl. XIV fig. 8). Les bols alimentaires peuvent être colorés *in vivo* par le Brillantkresylblau; on les voit former, au milieu du corps, une masse abondante de vacuoles bleu foncé, à réaction nettement acide, mesurant environ 4 μ de diamètre, mais pouvant devenir beaucoup plus petites. Quel est le sort de ces éléments? Il semble que la pellicule qui limite l'Infusoire présente sur la face dorsale du rostre un point de moindre résistance qui fonctionne comme l'anus d'un assez grand nombre de Ciliés; c'est-à-dire que, lorsque les mouvements de cyclose qui animent le cytoplasma amènent une vacuole alimentaire en contact avec ce point, on peut voir la pellicule se rompre, et le contenu de la vacuole être expulsé au dehors (fig. 5); la vacuole se vide entièrement et toute

solution de continuité disparaît. Mais tous les bols alimentaires ne semblent pas subir un tel sort. Un grand nombre d'entre eux diminuent de volume à mesure que la digestion de leur contenu s'avance, et finissent par ne plus former que de petites vacuoles contenant quelques granulations colorables, et dont la paroi est bien visible et légèrement réfringente. Si l'on fait diffuser l'Infusoire, on peut voir toutes ces vacuoles à différents états de contraction flotter dans le liquide, et l'on distingue tous les intermédiaires des plus petites aux plus grosses.

Ce sont vraisemblablement ces vacuoles ainsi réduites et dans lesquelles les grains de carmin sont tassés, que BALBIANI représente (Pl. XIV fig. 8) comme autant de grains rouges, et il me semble très probable que les petites vacuoles à paroi réfringente, que j'ai mentionnées à propos des inclusions du cytoplasma, sont précisément ces mêmes bols alimentaires considérablement réduits après la digestion, ayant un contenu presque entièrement liquide, mais limités par une sorte de paroi épaisse, résultant peut-être d'une précipitation du cytoplasma périphérique due aux transformations chimiques dont ces éléments ont été le siège. S'il en est bien ainsi, et il est difficile de comprendre autrement la genèse de ces vacuoles particulières, à moins de les faire dériver des mitochondries ce qu'aucun fait n'autorise jusqu'ici, ce serait les résidus de la digestion que l'Infusoire excrète en totalité au moment de son enkystement.

Vésicule excrétrice. La vésicule contractile du *Mycterothrix* est située dans le rostre; elle mesure 5 à 6 μ de diamètre en diastole et se déverse à l'extérieur par un petit pore situé à la partie supérieure du prolongement frontal. Ce pore, bien visible à l'état frais (fig. 5) est constitué par une invagination de la pellicule qui vient jusqu'au contact de la vacuole; celle-ci, pendant toute la phase de diastole, n'est séparée du milieu extérieur que par une mince couche protoplasmique qui se rompt au moment de la systole. La vacuole excrétrice, chez cet Infusoire comme chez q. q. autres, est une cavité permanente qui se vide non par un resserrement graduel de ses parois, mais par une invagination de sa partie postérieure, qui semble brusquement repoussée au moment de l'ouverture du pore par la pression du cytoplasma (fig. 6). La vacuole se trouve alors réduite

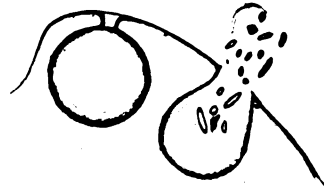


Fig. 5.

Vacuole contractile et anus pendant la défécation.

à une mince fente qui par imbibition se transforme de nouveau en une vacuole sphérique.

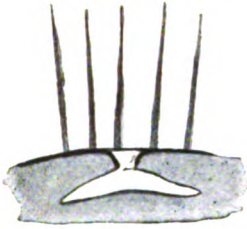


Fig. 6.
Vacuole contractile en
systole.

BALBIANI a compté 7 à 8 pulsations par minute à la température de 20° C. Mes observations donnent des chiffres voisins.

Appareil fixateur. On a vu que le *Mycterothrix* nage la face postérieure en avant. Lorsqu'il rencontre un objet sur lequel il va se fixer, on le voit tourner sur lui même à droite et à gauche, et exécuter de légers mouvements de bas en haut et de haut en bas. On constate alors que deux ou trois de ses cils postérieurs sont fixés au support par leur extrémité distale. Ces cils s'allongent un peu, peuvent se souder les uns aux autres et former ainsi un filament unique qui semble très élastique, sinon même contractile (fig. 1).

Coque. L'Infusoire faisant agir son appareil péristomiens détermine un courant liquide et vit à la manière d'un Vorticellien. Mais il secrète très rapidement une substance muqueuse très légère qui se gonfle tout en se solidifiant au contact de l'eau, et dans laquelle il incorpore, grâce aux mouvements de ses cils, toutes sortes de particules; microbes, petites diatomées, etc.; BALBIANI en a obtenu qui étaient remplies de grains de carmin. Le *Mycterothrix* s'agite au fond de cette coque, à laquelle il reste fixé par ses cils postérieurs, mais il la quitte aussi facilement qu'il la construit, pour aller en former une autre un peu plus loin. La figure 2 montre une société de ces Infusoires fixés sur des débris végétaux; l'un d'eux s'apprête à quitter son abri.

La coque du *Mycterothrix* est constituée par une substance muqueuse incolore par le rouge Congo (qui colore au contraire les coques chitineuses de différents Protistes) mais colorable par le mucicarmin (de MAYER) et par la fuchsine. Elle résiste assez bien à l'action des alcalis.

III. Biologie.

Le *Mycterothrix tuamotuensis* est un Infusoire adapté à la vie aérienne, aux alternatives de sécheresse et d'humidité; comme le Colpode et les autres Infusoires qui partagent son habitat, il est capable de s'enkyster et de résister ainsi à une dessiccation qui peut

se prolonger plusieurs années. Mais, en dehors des états de sécheresse, cet Infusoire s'enkyste pour se diviser, et l'on peut dire que ses kystes, quels qu'ils soient, sont toujours des kystes de division, car, ainsi que j'ai pu l'observer après M. BALBIANI, on trouve presque toujours deux ou même quatre individus dans les kystes ayant résisté à une dessiccation prolongée.

Cependant, on doit faire une distinction entre les kystes de division *sensu stricto*, qui on le verra sont peu résistants, et les kystes durables, équivalents aux kystes de protection d'un certain nombre d'Infusoires qui, eux, ne se divisent pas dans ces mêmes circonstances.

Kystes de division *sensu stricto*. Les notes de BALBIANI ne renferment pas d'observations sur l'aspect particulier de ces kystes; il est donc vraisemblable que les formes que j'ai observées sont particulières à la variété du *Mycterothrix tuamotuensis* de nos régions.

Lorsque cet Infusoire se prépare à la division, il secrète une coque muqueuse plus dense que d'habitude et très fortement colorable par la fuchsine; à mesure qu'il secrète cette enveloppe, il avance vers l'ouverture de celle-ci qui s'accroît considérablement en longueur et peut atteindre jusqu'à cinq fois la longueur de l'Infusoire; mais à mesure que cette coque s'allonge, le mucus devient moins dense, moins colorable. Le *Mycterothrix* s'arrête alors, et tournant régulièrement sur lui-même il ferme l'ouverture de sa loge qui affecte l'aspect d'un gourde dont l'Infusoire occupe la partie renflée (Pl. XIV fig. 9). Le microorganisme excrète alors quelques unes des petites vésicules dont il a été question plus haut et qui sont vraisemblablement des résidus digestifs, et il continue à tourner sur lui-même après avoir pris une forme parfaitement sphérique; on ne distingue plus alors ni le rostre, ni les soies tactiles, ni le péristome; la vésicule contractile persiste seule. Enfin l'Infusoire s'arrête; un sillon équatorial perpendiculaire au grand axe de la loge apparaît à la surface de l'Infusoire; le sillon devient rapidement plus profond et la cellule se trouve bientôt divisée en deux. L'aspect de l'Infusoire est tout à fait comparable à celui d'un œuf à segmentation égale au stade de deux blastomères. Une nouvelle vacuole contractile apparaît, et un deuxième sillon, perpendiculaire au premier, s'ébauche sur chaque individu. Ce sillon incomplet est l'origine du péristome qui semble ainsi se former *de novo* pour chacun des deux Infusoires issus de la division. Bientôt après, chacun de ceux-ci s'agite et se met à tourner

autour de l'autre jusqu'au moment où tous deux sortent par effraction de leur léger abri (fig. 7 No. 1).

Il est à remarquer que le *Mycterothrix* ne présente pas à ce moment sa structure typique; il présente une forme bien plutôt voisine de celle d'un Colpode, c'est-à-dire que la bouche, au lieu de se trouver à la partie antérieure de l'individu au dessous du rostre, se trouve au niveau du tiers antérieur de la face ventrale; la transformation qui amènera la forme définitive se traduit alors par une sorte de torsion qui relève la bouche et la partie antérieure du péristome tout en réduisant l'importance du lobe frontal qui devient le rostre. Je n'ai pu distinguer le moment où les soies tactiles font leur apparition.

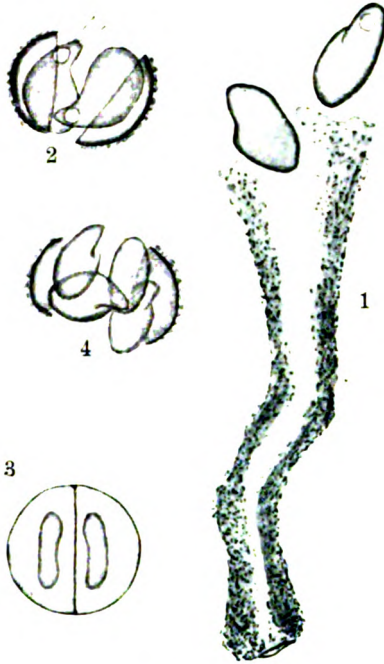


Fig. 7.

- 1) Deux Infusoires quittant le kyste de division
- 2) Deux Infusoires s'échappant d'un kyste durable qui vient de se rompre. (BALBIANI; fig. inédite.)
- 3) Kyste renfermant 2 individus à noyau allongé (BALBIANI; fig. inédite).
- 4) Kyste rompu renfermant 4 individus (BALBIANI; fig. inédite).

Kystes durables. BALBIANI a très complètement observé la formation et la destinée de ces kystes, et c'est d'après ses propres observations que je vais les décrire.

Au moment de sécréter un kyste durable, le *Mycterothrix tuamotuensis*, comme celui que j'ai pu observer,

tourne lentement sur lui même en prenant une forme globuleuse, puis parfaitement sphérique. Une sorte de remaniement cytoplasmique s'opère en même temps, et la presque totalité des vacuoles de digestion est expulsée; ces vacuoles restent autour de l'Infusoire auquel elles forment une enveloppe du plus bizarre aspect (Pl. XIV fig. 10). Au dessous de la couche formée par ces vacuoles dont la paroi semble épaisse et réfringente, l'Infusoire sécrète une mince enveloppe

kystique bien différente de l'enveloppe muqueuse des kystes de division. Cette enveloppe, semblable à celle qui constitue les kystes chitineux (?) d'un grand nombre d'Infusoires est très résistante et présente des cassures nettes quand on la brise; les alcalis ne semblent pas l'attaquer et si l'on dessèche le kyste, elle protège suffisamment l'Infusoire contre la dessiccation pour qu'il puisse rester quelques années en vie latente. Elle est incolore par le rouge Congo ou par le mucicarmin, et ne prend guère que la fuchsine.

Le cytoplasma du *Mycterothrix* enkysté est encore animé pendant quelques heures de mouvements de cyclose qui succèdent à la rotation de l'Infusoire sur lui-même; il est extrêmement transparent, et l'on distingue parfaitement en coupe optique l'appareil nucléaire et les mitochondries, extrêmement nombreuses et très régulièrement distribuées. On y distingue encore quelques granulations graisseuses réfringente. Bientôt après, on voit le noyau se diviser ainsi que le micronucleus, et un sillon équatorial sépare rapidement l'Infusoire en deux hémisphères qui se séparent entièrement suivant un plan régulier. La sécrétion de la membrane kystique continue à ce moment, car un épaississement annulaire de section triangulaire emplit bientôt le sillon équatorial, tandis qu'une mince lame kystique s'étend entre les deux nouveaux individus sans les séparer cependant jusqu'au centre (fig. 8). Il arrive quelquefois que chaque individu subit une sorte de contraction et sécrète un nouveau kyste; on observe alors un kyste double, ou plutôt deux kystes distincts enveloppés par la première membrane; d'autres fois, une seconde division, perpendiculaire à la première, peut donner naissance dans un seul kyste à quatre individus.

Le *Mycterothrix* peut rester très longtemps à l'état de vie latente dans ces kystes durables; on observe alors la formation de granulations réfringentes, et de couleur jaune ou brune, qui apparaissent à la surface externe de la membrane nucléaire et donnent au noyau un contour sombre et très accusé. Bien que je n'ai pu faire l'étude microchimique de ces granulations, qui existent aussi bien chez les Infusoires que j'ai observés que chez ceux des îles Tuamotu, je crois qu'elles sont de nature graisseuse. Elles se colorent en violet rouge sous l'action du Brillantkresylblau en solution forte, et gardent



Fig. 8.
Coque d'un kyste durable montrant l'épaississement équatorial (coloration par la fuchsine).

cette coloration lorsqu'on isole le noyau par éclatement de l'Infusoire (Pl. XIV fig. 7). Ce fait tendrait à les faire considérer comme constituées par un triglycéride, d'après ce que nous savons aujourd'hui sur la microchimie des corps gras. J'ai observé des granulations donnant une réaction analogue à la surface externe du noyau d'un Rhizopode: le *Cochliopodium pellucidum*.

Comment les *Mycterothrix* s'échappent-ils de leurs kystes?

BALBIANI ayant humecté des kystes desséchés depuis longtemps voit une heure et quart après, quelques individus nageant librement; un certain nombre de kystes renferment encore des individus qui s'agitent en tous sens; un quart d'heure après, ces kystes se fendent en deux parties à peu près égales et les individus qu'ils renferment sont mis en liberté. Je n'ai jamais pu voir exactement de quelle manière se fait l'éclatement du kyste; mais la rupture se produisant suivant la lique équatoriale, et séparant l'enveloppe en deux valves régulières, je pense que l'épaississement annulaire signalé plus haut doit jouer un rôle en déterminant une dilatation inégale de la membrane kystique, d'où résulterait une lique de moindre résistance (fig. 7 et 8).

Durée de la vie latente. Conditions de sa production.

Les mousses et les écorces dans lesquelles BALBIANI trouva le *Mycterothrix tuamotuensis*, récoltées en 1883 et desséchées, contenaient des kystes de cet Infusoire, qui en 1884, après plusieurs mois de dessiccation et de voyage, donnèrent issue à des individus libres.

Le mouillage de ces écorces avec de l'eau distillée en lieu le 28 Décembre 1884, et les petits cristallisoirs contenant ces débris végétaux et les Infusoires furent tenus à l'abri de la poussière pendant toutes la durée des expériences, c'est-à-dire jusqu'en 1908. Au mois de mars 1885, BALBIANI constate que l'infusion ne renferme plus que des kystes, et il dessèche le cristallisoir. Le sédiment est partagé et mis à l'abri de la poussière dans différents cristallisoirs. Quelque-uns de ceux-ci furent réhumectés les 19 Janvier 1887, puis en 1890 et en 1894, sans jamais donner de *Mycterothrix* libres, bien que des kystes de cet Infusoire aient pu être observés chaque fois. Seuls, des Colpodes apparaissent.

D'autres cristallisoirs donnèrent au contraire des résultats positifs. Voici à titre d'exemple les expériences faites sur les cristallisoirs B et B'.

Cristallisoir B:

- réhumecté le 16 Janv. 1887. *Mycterothrix* nombreux; il est ensuite desséché.
„ le 24 Nov. 1888. *Mycterothrix* abondants deux jours après; desséché le 15 Janv. 1889.
„ le 19 Juill. 1890. *Mycterothrix* nombreux; desséché le 4 Août.
„ le 13 Oct. 1894. *Mycterothrix* peu nombreux le 17.

Cristallisoir B':

- réhumecté le 21 Nov. 1888. Kystes de *Mycterothrix*, très peu d'individus libres; desséché le 20 Décembre.
„ le 25 Juill. 1890. Pas de *Mycterothrix*; desséché peu après.
„ le 13 Oct. 1894. q. q. *Mycterothrix* apparaissent le 17 et se multiplient bientôt.

Ces deux vase, réhumectés en 1908 ne donnèrent aucun *Mycterothrix* et pas même de Colpodes.

Il ressort de ces expériences que la dessiccation prolongée pendant un an, deux ans ou même quatre ans, n'altère pas le *Mycterothrix* enkysté, bien que la résistance de cet Infusoire ne soit pas indéfinie.

Il en ressort également que l'anhydrobiose n'est pas le seul facteur de l'enkystement, puisque celui-ci est survenu dans des cristallisoirs encore pleins d'eau, et que d'autre part, l'humidité n'est pas le seul facteur du réveil de l'activité, puisque dans un cas aucun *Mycterothrix* n'est apparu, alors qu'une humectation nouvelle, effectuée quatre ans après, en fit apparaître.

J'ai pu faire pendant quelques mois des constatations semblables avec les individus que j'ai observés. Ceux-ci pouvaient s'enkyster dans l'eau sans aucune cause apparente, et j'ai toujours remarqué qu'une humectation survenant trop peu de temps après l'enkystement, n'était suivie d'aucun effet. Ces expériences n'ont malheureusement pas été prolongées. Mais il semble que cet Infusoire, habitué à des alternatives de sécheresse et d'humidité pourtant fort irrégulières puisqu'il vit dans les mousses aériennes, exposé à toutes les variations atmosphériques, présente une sorte de rythme propre qui l'oblige à former des kystes durables même lorsque son milieu est humide, et qui peut l'empêcher de sortir de son kyste si l'on mouille celui-ci à un moment quelconque. On pourra objecter que son milieu biologique est extrêmement complexe et que des substances nuisibles peuvent

apparaître dans l'infusion. Cependant, si l'on considère l'excrétion abondante de résidus digestifs avant l'enkystement, et d'autre part l'élaboration périnucléaire, dans le kyste, de granulations graisseuses particulières, on voit que les conditions physiologiques internes de ce microorganisme peuvent créer des variations rythmiques dans son métabolisme.

Explication de la Planche.

Planche XIV.

Grossissement: 1200 diamètres environ.

Fig. 1. *Mycterothrix tuamotuensis* observé *in vivo* et coloré par le Brillantkresylblau. Les bols alimentaires sont bleu; granulations graisseuses colorées naturellement en jaune brun, et corpuscules colorés en rouge par métachromasie.

Fig. 2. Mitochondries et granulations graisseuses isolées dans l'eau.

Fig. 3. Vacuoles alimentaires à différents états (Brillantkresylblau).

Fig. 4. Idem. Fuchsine.

Fig. 5. Macronucleus et micronucleus colorés par le vert de méthyle; remarquer la membrane nucléaire, les microsomes et les nucléoles.

Fig. 6. Micronucleus en division au stade de plaque équatoriale.

Fig. 7. Appareil nucléaire coloré à l'état frais par le Brillantkresylblau avec les grains métachromatiques périphériques (chez un Infusoire enkysté).

Fig. 8. Infusoire ayant ingéré des grains de carmin (BALBIANI).

Fig. 9. Kyste de division.

Fig. 10. Kyste durable.

Fig. 11. Idem. Après la division de l'Infusoire (coloration par le Brillantkresylblau; les vésicules excrétées ne sont représentées que sur une partie de la membrane kystique).

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Königl. Institut für Infektionskrankheiten zu Berlin.)
(Laboratorium M. HARTMANN.)

Kern und metachromatische Körper bei Sarkosporidien.

Von
Rh. Erdmann.

(Hierzu Tafel XV und 6 Textfiguren.)

Die Frage nach der Deutung der einzelnen Bestandteile der sichelförmigen Körperchen, die sich in älteren Sarkosporidien-cysten befinden, wird durch zwei Umstände erschwert. Die jungen in der Cyste befindlichen Formen sind bis zu ihrer Umbildung in Sichel auch heute nur teilweise bekannt. Doch ist durch meine Arbeit (1910) so weit die Frage geklärt, daß eine annähernd richtige Entwicklung des Sarkosporids in der Muskulatur verfolgt werden kann. Bis dahin aber, als nur die allerältesten Formen genauer untersucht waren und man über die cytologische Beschaffenheit der Rundkörper, aus welchen die Sichel entstehen, nicht orientiert war, machte die merkwürdige Zusammensetzung dieser Sichel der Deutung Schwierigkeiten. Die Sichel bestand nach den Angaben der Autoren MANZ (1867), BERTRAM (1892), WATSON (1909) aus einem großen Kern, „runden“ Körpern und einem körnchenfreien spitzen Ende der Sichel. In diesem von Körnchen freien Ende fand WATSON (1909) ein von ihm als Centrosom gedeutetes Gebilde, das sich mit Romanowsky schwarz färbte. Das spitze Ende nimmt

nach allen Autoren weder basische Farbstoffe an, noch färbt es sich tief mit Heidenhain.

Aus der Entwicklungsgeschichte des Hammelsarkosporids in der Maus gehen folgende für die Kenntnis der einzelnen Bestandteile der Sichel wichtige Tatsachen hervor. Textfigur A, Abbildung 2 zeigt den Kern einer runden Zelle. Der Kern stellt

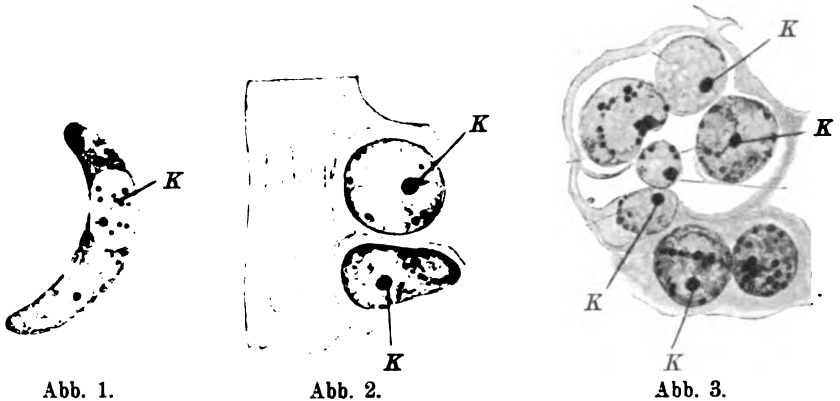


Abb. 1.

Abb. 2.

Abb. 3.

Textfigur A.

1. Sichelform nach WATSON. 2 u. 3. Junge Formen von *Sarcocystis tenella* in der Maus (ERDMANN 1910).

hier einen stark chromatischen Körper dar, der scheinbar ohne Membran im Plasma liegt. Textfigur A, Abbildung 3 läßt unzweifelhaft erkennen, daß in 5 Rundzellen der rechts gezeichneten Kammer dieselben wie in dem früheren Stadium als Kerne angesprochenen Gebilde liegen.



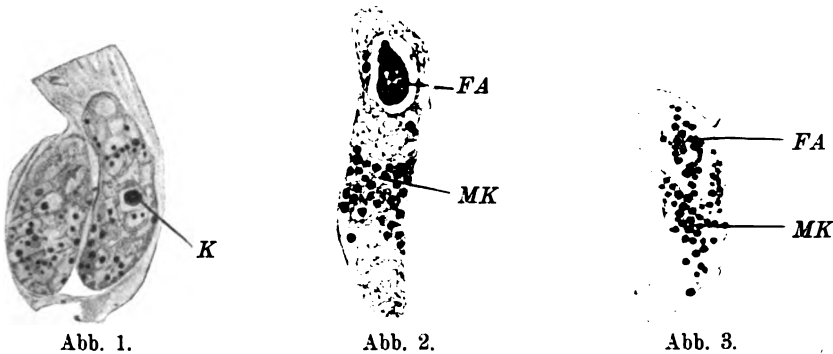
Textfigur B.

Junge Formen von *Sarcocystis tenella* in der Maus (ERDMANN 1910).

Da diese Abbildungen nach Schnittpräparaten gezeichnet wurden, so kann es nicht überraschen, daß in der linken Kammer nur eine Zelle den typischen Kern erkennen läßt. Die Merkmale der von mir als Sarkosporidienkerne angesprochenen Gebilde sind folgende in diesem Stadium. Sie bestehen aus einer stark chromatischen Kugel, die oft, aber nicht immer mit einem hellen Hof umgeben ist (Textfigur B). Diese Kerne haben Ähnlichkeit mit den Kernen der Microsporidien (STEMPELL 1902), wie sie sich bei der agamen

Vermehrung zeigen. Weiter beschreibt SCHUBERG (1910) auf Taf. VII, Fig. 22, 23, 26, ähnlich gebaute Kerne von einem Myxosporid der

Barbe. Wenn also bei der Ausbildung der runden Formen kein Zweifel entstehen kann, daß der Kern von kleinem typisch kompakten Bau ist, so muß es befremden, wenn fast alle Autoren, noch in jüngster Zeit NEGRI (1908) und WATSON (1909) einen Kern abbilden, der durch seine ungeheure Größe und seinen losen Aufbau sich auszeichnen soll. Betrachten wir aber eine junge Sichel (Textfigur C, Abbildung 1), bei der die typische Ausbildung des körnchenfreien Endes noch nicht begonnen hat, so kann nur wieder dieses runde kompakte Gebilde als Kern angesprochen werden, das, in der Mitte liegend, von einem hellen Hof umgeben ist. Bei dieser Sichel sind die „runden Körper“ der Autoren auch noch verhältnismäßig klein, so daß sie das Bild nicht verwirren. Die Abbildungen 2 u. 3 (Textfigur C), die zwar das Hammelsarkosporid selbst darstellen, zeigen jetzt in guter Fixierung die Endstadien der Entwicklung der Sichel. Bei dem Hammelsarkosporid in der Maus finden sich genau die gleichen Formen wieder. Hier ist das typische von Körnchen freie Ende vorhanden, eine reichliche Masse von „runden Körpern“ der Autoren und ein Gebilde, das ich als den entstehenden Fadenapparat anspreche, das aber WATSON als Kern bezeichnet.



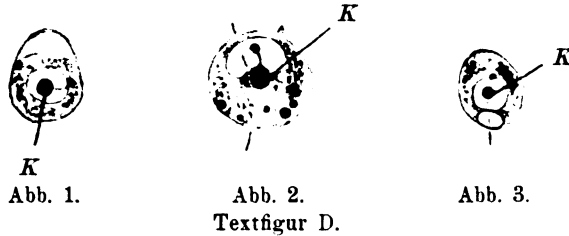
Textfigur C. Ausgebildete Formen.

1 mit Kern, 2 u. 3 metachromatischen Körpern (MK) und Fadenapparat (FA).
(*Sarcocystis tenella* in der Maus, nach ERDMANN 1910.)

Um nun zu entscheiden, ob, wirklich dieses große in einer Kapsel liegende Gebilde, das mitunter nur aus Körnchen besteht, die dicht aneinander gedrängt sind, mitunter aber eine fädige Struktur zeigt, das niemals am körnchenfreien Ende liegt, wirklich nicht der Kern ist, mußte auch in den älteren Formen eindeutig der richtige Kern dargestellt werden. Das konnte nur geschehen.

wenn die Diagnose jener runden Körper gelungen war. Denn diese schienen bei HEIDENHAIN-Färbung den aus den jüngeren Sichel bekannten Kern zu verdecken.

Runde Körper, welche sowohl bei den Rundzellen wie bei den Sichelzellen in ganz besonders großer Masse bei den Endstadien der Entwicklung der Rundzellen sowohl wie derjenigen der Sichel auftreten, stammen, wie Textfigur D lehrt, vom Kern ab.



Jüngere Formen (Schnittbild) mit Chromatinkörpern, die aus dem Kern entstehen.
(*Sarcocystis tenella* in der Maus, nach ERDMANN 1910.)

Es lag deshalb nahe, zuerst zu untersuchen, ob auf sie sämtliche für Chromatin mögliche Reaktionen paßten. Weiter konnte die Annahme geprüft werden, ob diese runden Körper vielleicht in die Gruppe der metachromatischen Körper gehörten, die von BABES (1895) zuerst als solche beschrieben worden sind, und die von ARTHUR MEYER später (1903) als Volutinkörner angesprochen wurden. Die Herkunft der metachromatischen Körper ist ebenso wie ihre Bedeutung strittig. GUILLIERMOND (1906) gibt in einer vortrefflichen Zusammenfassung die Geschichte des Studiums der metachromatischen Körper und liefert 1908 mit MAWAS zusammen eine übersichtliche Darstellung sämtlicher mikrochemischer Diagnosen und Färbungen sowohl bei lebenden als auch bei toten Zellen. Am Schlusse seiner Ausführung sagt er, daß zwischen den metachromatischen Körpern und den Granulationen der Mastzellen nur ein Unterschied bestände. Die ersten färben sich mit Eisenhämatoxylin und Hämatein, die Granulationen der Mastzellen aber nicht. JOLLY (1901) hat aber nachgewiesen, daß die Granulationen der Mastzellen sich mit Hämatein färben.

Eine Zusammenstellung der Reaktionen auf metachromatische Körper in den Sichel der Sarkosporidien und ein Vergleich mit den Ergebnissen schon bekannter Reaktionen auf metachromatische Körper führten zu folgenden Ergebnissen:

Lebendes Material.

Versuch	Runde Körper in den Sarkosporidien	Metachromatische Körper
Äther	etwas kleiner, unlöslich	unlöslich
Chloroform	verquollen, unlöslich	unlöslich
Wasser, kaltes	stark glänzend unlöslich	stark glänzend, unlöslich, nach LEVADITI (1902) in Mastzellen löslich (citiert nach GUILLIERMOND et MAWAS, 1908)
LUGOL'sche Lösung	ungefärbt, Plasma gelb	gefärbt
Neutralrot	ganze Zelle gefärbt, besonders stark die breite Spitze der Sichel	stark gefärbt, doch nach GUILLIERMOND (1907) bei Cyanophyceen nicht
Methylenblau	ganze Zelle gefärbt, besonders stark das breite Ende, einzelne kleine, runde Körper stark in Färbung aus dem Plasma heraustrittend	große Körper wenig gefärbt, kleine weniger, aber beide leicht metachromatisch
Pepsin und Salzsäure	ungelöst	ungelöst (LAUTERBORN behauptet, daß die metachromatischen Körper löslich in Pepsin seien, citiert nach GUILLIERMOND 1902).

Fast alle Reaktionen, die GUILLIERMOND (1902, 1906, 1907, 1908), angibt, stimmen; die metachromatische Natur der runden Körper scheint erwiesen.

Konserviertes Material.

Versuch	Runde Körper in den Sarkosporidien	Metachromatische Körper
FLEMMING-HEIDENHAIN	sichtbar	nicht sichtbar, da nicht fixiert
Sublimat, HEIDENHAIN	sichtbar	nicht sichtbar, da nicht allein differenzierbar
Sublimat, Safranin	sichtbar	sichtbar
Sublimat DELAFIELD	sichtbar	sichtbar
Osmium	Körnchen nicht schwarz, also kein Fett	Körnchen nicht schwarz, kein Fett

Anmerkung: Stets waren mit allen basischen Farbstoffen die „runden Körper“ der Sarkosporidien stärker färbbar als der kleine kompakte, von mir als Kern bezeichnete Körper.

Konserviertes Material.

Versuch	Runde Körper in den Sarkosporidien	Metachromatische Körper
BOVIN, polychrome Methylenblaufärbung nach UNNA	Körnchen weinrot, Kern blau	Körnchen weinrot, Kern blau, bei z. B. <i>Phormidium favosum</i> (GULLIERMOND 1907)
Alkohol 80 proz., polychrome UNNA-Färbung	Körnchen weinrot, Kern blau	Körnchen weinrot, Kern blau
BOVIN, Hämalan	Körnchen weinrot, Kern violett	Körnchen weinrot, Kern violett z. B. <i>Phormidium favosum</i> (GULLIERMOND 1907)
Alkohol 80 proz. wässriges Methylenblau	Körnchen leuchtend rot, Kern schwachblau	Körnchen leuchtend rot, Kern schwachblau

Auch nach diesen, an konserviertem Material ausgeführten Versuchen scheint die metachromatische Natur der „runden“ Körper festzustehen.

Untersuchung auf Chromatin.

Versuch	Runde Körper in den Sarkosporidien	Metachromatische Körper
Pepsin- und Salzsäure	ungelöst	unlöslich, nach LAUTERBORN löslich
Pankreatin	ungelöst	ungelöst
Kochendes Wasser	ungelöst	nach LEVADITI in Mastzellen löslich
Saponin, Sapotoxin	nicht verändert	nicht verändert
1 proz. taurocholsaures Natron	geschrumpft	geschrumpft
Kalilauge	löslich	löslich
Schwefelsäure 5 proz.	löslich	löslich

Die chromatische Natur der „runden“ Körper tritt stark hervor.

Untersuchung auf Glykogen oder Paramylum.

Versuch	Runde Körper in den Sarkosporidien	Metachromatische Körper (rote Körper BÜTSCHLI)
Jod	nicht braun, dagegen fanden sich ganz kleine braunrote Körnchen im Protoplasma, die erst mit Oc. 6 Appoehr. Imm. 1,5 mm sichtbar wurden, während die metachromatischen Körper schon bei ganz schwachen Vergrößerungen sichtbar werden	braun
Formalin	lösen sich nicht	lösen sich wie von KUTSCHER (citirt nach BÜTSCHLI) behauptet worden ist
Zuckerreduzierung	Versuch noch nicht ausgeführt	reduzieren Zucker
Jod, Schwefelsäure	keine Violettfärbung	Violettfärbung

Die „runden Körper“ sind nicht glykogen- oder paramylumhaltig. Echte Stärke ist in ganz feinen Körnchen im Plasma der Sarkosporidien verteilt.

Untersuchung auf Volutin.

Versuch	Runde Körper in den Sarkosporidien	Metachromatische Körper
Methylenblaufärbung, Entfärbung mit 1proz. Schwefelsäure	die Körnchen behalten den Farbstoff etwas länger als das Plasma	Körnchen behalten den Farbstoff, sind violett (bei Mastzellen)
ZIEL'sche Lösung, Entfärben mit 1proz. Schwefelsäure	ebenso	ebenso
Methylenblaufärbung, Nachbehandlung mit Jodjodkalium	nicht braun gefärbt, verschwinden nicht	braun gefärbt verschwinden (bei Mastzellen)

Diese Proben auf Volutin fielen zweifelhaft aus, doch betont schon GUILLIERMOND (1906), daß wegen der Zusammensetzung der Hüllen gerade diese Versuche bei verschiedenen Objekten verschiedene Ergebnisse geben können.

Als Schlußfolgerungen aus diesen Versuchen sind diese Tatsachen bemerkbar. Mit den metachromatischen Körpern, die bei niederen

Pflanzen und bei Protozoen beobachtet sind, haben die runden Körper der Sarkosporidien folgende Eigenschaften gemein. Sie sind stark lichtbrechend, stark färbbar mit basischen Farben. Sie haben Elektionsvermögen zur roten Farbe, wenn eine metachromatische Färbung angewandt wird. Sie liegen nahe am Kern. Besonders klar wird ihr metachromatischer Charakter nach der BOUIN'schen Konservierung und den Nachfärbungen mit Hämalaun und dem polychromen Methylenblau. Diese Untersuchungsmethode gibt fast allein die Differenz zwischen dem Kern und den metachromatischen Körpern. Der echte Kern der Sarkosporidien färbt sich stets mehr blau als rot; er liegt auch kenntlich in den älteren Sichelformen stets so, daß er mit sehr hoher oder mit sehr tiefer Einstellung sichtbar wird. Weniger günstig ist die reine wässrige Methylenblaufärbung für die Darstellung des Kerns. Während er schwach blau selten hervortritt aus dem auch blau gefärbten Plasma, zeigen die großen metachromatischen Körper ein leuchtendes Rot. Beide Färbungen sind auf Tafel I dargestellt.

Nach der für die histologische Feinheit so außerordentlich günstigen FLEMMING'schen Konservierung gelang mir die Darstellung der metachromatischen Körper mit polychromen Methylenblau nicht; obgleich von GUILLIERMOND angegeben worden ist, daß die metachromatischen Körper nicht durch Flemming fixierbar sind, konnten mit einer Nachfärbung von Heidenhain die Körner gezeigt werden.

Die echten Kerne also der Sarkosporidien konnten erst dann als solche erkannt werden, nachdem die jungen Formen gefunden waren und der Charakter der vielen das Plasma füllenden Körper geklärt ist. Da die früheren Autoren selten gut fixierte Präparate hatten, wie es die Bilder von NEGRI (1907), WATSON (1909), DARLING (1910) zeigen, so konnte es natürlich auch zu keiner scharfen Unterscheidung des echten Kerns und des Fadenapparats kommen. Taf. I, Fig. 1—5 zeigen genau gleichmäßig angeordnete Sarkosporidien-Sicheln, die alle mit polychromem Methylenblau gefärbt sind. In dem schwach gefärbten spitzen Ende sitzt bei Fig. 2 und Fig. 1 ein Korn, welches genau im Farbenton den metachromatischen Körpern entspricht und welches von WATSON als Centrosom gedeutet ist. Dann folgt das Mittelstück, in dem sich bei allen älteren Sicheln metachromatische Körper befinden. Hier liegt der Kern, der seine Lage oft verändern kann. Bei manchen Formen Fig. 1 u. 6 hat sich an dem stumpfen Ende noch nicht der Fadenapparat differenziert. Wir sehen nur hier nach der schlechten Bouinfixierung, daß fädige oder wolkige

chromatische Gebilde sich in einer Kapsel befinden (Fig. 5). Der Abschluß dieser Kapsel vom Protoplasma findet verhältnismäßig spät statt. Einige Formen sind so abgebildet, daß man den Fadenapparat von oben, andere, daß man ihn von der Seite sieht. Mit Hilfe der besseren FLEMMING'schen Fixierung und HEIDENHAIN-Färbung gelingt es auch, wie ich in meiner früheren Arbeit gezeigt habe, den Fadenapparat zu differenzieren. Die von mir mitgeteilte Bestätigung der VAN EECKE'schen Behauptung (1897), daß die Sarkosporidien Polfäden hätten, konnte ich insoweit erweitern, daß ich einen Faden aus dem stumpfen Ende der lebenden Sarkosporidien austreten gesehen habe. Er liegt nie am helleren Ende, wie es WATSON manchmal abgebildet hat, der nach ROMANOWSKY eine rote Färbung des Fadenapparats erhielt. Die rote Färbung dieses Gebildes würde mit dem von mir angenommenen chromatischen Charakter des Fadenapparates übereinstimmen. Den echten Kern der Sarkosporidien hat WATSON also nicht gesehen. Sein Kern und der Kern der älteren Autoren ist der Fadenapparat.

Metachromatische Körper sind bekannt bei den Hefen, bei den Rostpilzen, bei den Askomyceten, bei den Diatomeen, bei den Cyanophyceen, bei vielen Algen, bei manchen Bacterien, bei *Opalina* und bei Trypanosomen.

Ihnen nahe verwandt sind die basophilen Granulationen in den Mastzellen und Plasmazellen (Literaturangabe nach SCHAFFER 1910). Von den verschiedenen Autoren sind über ihre Herkunft und über ihre Bedeutung verschiedene Theorien aufgestellt worden. In der erwähnten Zusammenfassung von GUILLIERMOND tritt die Frage nach der Herkunft aus dem Kern oder aus dem Plasma stark hervor. GUILLIERMOND gibt für die Cyanophyceen (1906 S. 31) an, daß metachromatische Körper aus dem Kern entstehen, welche denen bei den Champignonarten beschriebenen gleichen. Weiter unterscheidet er *corps nucléoliformes* de A. MEYER. Sie gehören nicht zu den echten metachromatischen Körpern. Für die metachromatischen Körper anderer niederer Pflanzen nimmt er eine Herkunft aus dem Plasma an. Ihm treten CONTE und VANEY 1902 entgegen, die bei *Opalina* die Herkunft aus dem Kern feststellen. Ebenso beweist ROSENBUSCH (1909) einwandfrei ihre Herkunft aus dem Kern bei Trypanosomen. Nach meinen Beobachtungen möchte ich mich hier der Meinung dieser Autoren anschließen, obgleich ich nicht sicher bin, daß alle Körner, die sich im Plasma der Sarkosporidiensichel befinden, metachromatische Körper sind. Mir ist es stets aufgefallen, daß in den mit Heidenhain gefärbten Präparaten sich mehr runde Körper be-

finden als metachromatische Körper in den Präparaten, die mit ihren spezifischen Färbungen behandelt worden waren. Betonen möchte ich noch, daß die Volutinproben zweifelhaft ausfielen. Schon GUILLIERMOND hat 1906, als er die Ergebnisse von ARTHUR MEYER besprach, geäußert: S. 10: „Die metachromatischen Körper können nicht in allen Organismen dieselbe Zusammensetzung haben, in denen sie gefunden werden, aber die Substanz, aus welcher sie bestehen, gibt eine Reihe von gut zusammenpassenden und vollkommen charakteristischen Reaktionen, welche wenigstens zeigen, daß die metachromatischen Körper und die Volutinkörper vielleicht sich ebenso nahe stehen wie die verschiedenen metachromatischen Körner in den verschiedenen Fettzellen.“ Nach ARTHUR MEYER bezeichnen wir also mit Volutin sich nahe stehende Substanzen, von denen man ebenso sprechen kann, wie wenn man die Worte Fett, Zucker, Stärke gebraucht. Identisch sind die metachromatischen Körner mit den roten Körpern BÜTSCHLIS (1890–1896).

Drei Theorien sind über die Bedeutung der metachromatischen Körper in der Literatur bekannt. MATRUCHOT und MOLLIARD (1903) sprechen sie bei *Stichococcus bacillaris* als Degenerationsprodukt an. Bei den Sarkosporidien zerfallen sie aber, wenn die Degeneration eintritt (Taf. I Fig. 18–19, ERDMANN 1910). Nach GUILLIERMOND, der sie nicht als Degenerationsprodukte bezeichnet, sind sie als Reservestoffe aufzufassen. Sie dienen bei der Sporenbildung der Ascomyceten als Reservestoffe und sind nach der Sporenbildung vollständig aufgebraucht, wie es GUILLIERMOND in seiner Arbeit von 1903 gezeigt hat. Auch REICHENOW (1904) hält sie für Reservestoffe, die vom Plasma gebildet, aber vom Kern nicht aufgenommen werden. Sie werden vom Kern nach diesem Autor erst aufgebraucht, wenn die Zelle nicht genug phosphorreiche Eiweißstoffe zur Ernährung erhält.

Sind die Sarkosporidiensicheln in einen neuen Wirtsdarm gekommen, so kann man sie noch nach der Fütterung im Darmkanal finden. Aber das sonst mit den runden Körpern stark beladene Protoplasma ist fast vollkommen hell geworden. Die Frage erhebt sich nun, ob in dieser Zeit die gesamten Reservestoffe von der Sarkosporidie verbraucht worden sind oder ob in diesen metachromatischen Körpern das Enzym vorhanden ist, das als Sarkocystin so heftige Wirkungen in dem Darmkanal des Wirts verursacht. Schon in meiner ersten Veröffentlichung habe ich darauf hingewiesen, daß die gesamten Zellen des Darmkanals nach einer frischen Fütterung abgestoßen werden, so daß die Sarkosporidie ihren Weg durch die

Wände des Darmkanals finden kann. Hier möchte ich mich, auf dieser biologischen Erscheinung fußend, doch eher der Meinung von BEHRING¹⁾ anschließen, der glaubt, daß in den metachromatischen Körpern des Tuberkelbacillus das Enzym der Tuberkelbacillen enthalten sein soll. Die Angaben von BEHRING sind stark angezweifelt worden, aber jedenfalls bleibt die Notwendigkeit bestehen, zu untersuchen, ob wirklich die metachromatischen Körper der Sarkosporidien Reservestoffe oder Träger der giftigen Enzyme sind.

Literaturverzeichnis.

- BADES, V.: Beobachtungen über die metachromatischen Körperchen. Sporenbildung, Verzweigung, Kolben- und Kapselbildung pathogener Protozoen. Zeitschr. f. Hyg. Bd. XX 1895.
- BERTRAM, A.: Beiträge zur Kenntnis der Sarkosporidien, nebst einem Anhang von parasitischen Schläuchen in der Leibeshöhle von Rotatorien. Zool. Jahrb., Abt. f. Morph., 1892.
- BÜTSCHLI, O.: Über den Bau der Bakterien und verwandter Organismen. Leipzig 1890.
- : Weitere Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien. Leipzig 1896.
- : Beiträge zur Kenntnis des Paranylons. Arch. f. Protistenk. Bd. 7 H. 2 1906.
- CONTE et VANEY: Sur les émissions nucléaires observées chez les Protozoaires. Compt. rend. Acad. des Sci. T. CXXXV 1903.
- DARLING, S.: Sarcosporidiosis with Report of a Case in Man. Journ. of Exper. Medicine T. XII 1910.
- ERDMANN, RH.: Beiträge zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Hammel-sarkosporids in der Maus. Centralbl. f. Bakteriol. Abt. I H. 5 1910.
- GUILLIERMOND, A.: Recherches cytologiques sur les levures et quelques moisissures à formes levures. Paris 1902 (A. Storck).
- : Contribution à l'étude cytologique des Cyanophycées. Extrait de la Revue générale de Botan. T. XVIII 1906.
- : Les corpuscules métachromatiques ou grains de volutine. Bull. de l'Inst. Pasteur T. IV 1906.
- GUILLIERMOND, A. et MAWAS: Caractères histio-chimiques des granulation des Mastzellen et rapport de ces corps avec la volutine des protistes. Compt. rend. des séances de la Soc. de Biol. T. LXIV p. 397 1908.
- GRIMME, A.: Die wichtigsten Methoden der Bakterienfärbung in ihrer Wirkung auf die Membran, den Protoplasten und die Einschlüsse der Bakterienzelle. Centralbl. f. Bakteriol. I Bd. XXXII 1902.
- JOLLY: Recherches sur les divisions indirectes des cellules lymphatiques. Arch. d'Anat. micr. T. III 1901.

¹⁾ Verhandlungen des 3. Internationalen Tuberkulosekongresses 1902.

- KUTSCHER, F.: Zur Kenntnis der *Euglena sanguinea*. Zeitschr. f. phys. Chemie Bd. 24 1905.
- LAUTERBORN, R.: Untersuchungen über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen. Leipzig 1896.
- MATRUCHOT et MOLLIARD: Variation de structure d'une algue verte sous l'influence du milieu nutritif. Rev. gén. de Bot. 1903.
- MANZ, W.: Beiträge zur Kenntnis des Miescher'schen Schlauchs. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 11 1867.
- MEYER, A.: Orientierende Untersuchungen über Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins. Botan. Ztg. 1904.
- NEGRI, A.: Beobachtungen über Sarkosporidien. 1. Mitteil. Centralbl. f. Bakt., Abt. I (Orig.) Bd. 47 H. 1 1908.
- : Beobachtungen über Sarkosporidien. Ibid. H. 5 1908.
- REICHENOW, E.: Untersuchungen an *Haematococcus pluvialis* nebst Bemerkungen über andere Flagellaten. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamt Bd. XXXIII H. 1 1909.
- ROSENBUSCH, F.: Trypanosomenstudien. Arch. f. Protistenk. Bd. 15 1909.
- SCHAFFER, D. J.: Die Plasmazellen. Jena (G. Fischer) 1910. GAUPP u. NAGEL: Sammlung anat. u. physiol. Vorträge u. Aufsätze.
- SCHRÖDER, O.: *Thelohania chaetogastris*, eine in *Chaetogastris* schmarotzende Microsporidienart. Arch. f. Protistenk. Bd. 14 H. 2 1909.
- SCHUBERG, A.: Über Microsporidien aus dem Hoden der Barbe und durch sie verursachte Hypertrophie der Kerne. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamt Bd. XXXIII H. 2 1910.
- STEMPELL, W.: Über die Entwicklung von *Nosema bombycis*. Zool. Anz. Bd. 34 1909.
- WATSON, A. E.: Sarcosporidiosis. Its association with loco-disease and durrine and the possibility of mistaking the spores of *Sarcocystis* for certain so-called developmental forms of Trypanosomata. The Journ. of Comp. Pathol. and Therapeutics Vol. XXII No. 1 p. 1 March 1909.

Tafelerklärung.

Tafel XV.

Sämtliche Bilder sind mit Comp. Oc. 18, 2 mm homog. Ölimmers. in Objektischhöhe mit dem ABBÉ'schen Zeichenapparat entworfen. Vergr. ca. 2600.

Fig. 1. Junge Sichel aus der Maus (HEIDENHAIN-FLEMMING).

Fig. 2—6. Ältere Formen aus dem Hammel (BOUIN polychrome Methylenblaufärbung nach UNNA).

Fig. 7. Ältere Form aus dem Hammel (Alkohol, Methylenblau).

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt.)

Haemogregarina stepanowi.
Die Entwicklungsgeschichte einer Hämogregarine.

Von
Eduard Reichenow.

(Hierzu Tafel XVI—XIX und 8 Textfiguren.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	252
Material und Methoden.	
1. Egel	256
2. Schildkröten	258
Anatomische und physiologische Bemerkungen über <i>Placobdella catenigera</i> (<i>Haementeria costata</i>)	261
Die geschlechtliche Entwicklung der Hämogregarine im Egel.	
1. Die Geschlechtsformen und ihre Aufnahme durch den Egel	267
2. Coniugation der Geschlechtstiere und Befruchtung	274
3. Sporogonie	280
4. Die Sporozysten und die Infektion der Schildkröte	285
5. Das Schicksal der im Egel verbleibenden Sporozysten	291
Die ungeschlechtliche Entwicklung in der Schildkröte.	
1. Überblick	296
2. Die Merozoiten	299
3. Die Schizonten	302
4. Schizogonie	311
5. Bildung geschlechtlich differenzierter Formen	315
6. Beziehungen der Hämogregarine zum Wirte	322
7. Einfluß der Überwinterung des Wirtes auf die Hämogregarinen	324

	Seite
Das Volutin	327
Der Nucleolus	332
Die verwandtschaftlichen Beziehungen der Hämogregarinen	335
Die Entwicklung der <i>Haemogregarina stepanowi</i> nach HAHN	341
Literaturverzeichnis	344
Tafelerklärung	348

Einleitung.

Im Jahre 1899 wies SCHAUDINN auf die weitgehende Übereinstimmung des Entwicklungsganges der Hämosporidien (*Plasmodium*, *Proteosoma*) mit dem damals von ihm und SIEDLECKI klargestellten Zeugungskreis der Coccidien hin und schloß aus dieser Übereinstimmung auf eine nahe verwandtschaftliche Beziehung beider Sporozoengruppen zueinander. Der gleiche Forscher gelangte später auf Grund seiner Beobachtungen an dem *Halteridium* und dem *Leucocytozoon* des Steinkauzes (SCHAUDINN 1904) zu der Annahme, daß die Hämosporidien phylogenetisch auf Flagellaten (Trypanosomen) zurückzuführen seien. Diese Anschauung wurde dann von anderen Protozoenforschern, insbesondere durch HARTMANN (1907) und LÜHE (1906), weiter ausgebaut.

Eine der verbreitetsten, in allen drei Kaltblüterklassen auftretenden, und gleichzeitig eine der entwicklungsgeschichtlich am wenigsten untersuchten Hämosporidiengruppen sind die Hämogregarinen. Und doch liegt die Vermutung nahe, daß gerade diese in überwiegender Anzahl in den phylogenetisch älteren Wirbeltierklassen, den Fischen, Amphibien und Reptilien, schmarotzenden Sporozoen Annäherungen an die Stammformen noch am leichtesten erkennen lassen werden. Wenn wir von den eine etwas isolierte Stellung einnehmenden Säugetierhämogregarinen zunächst absehen, so ist der einzige bisher unternommene Versuch, die Entwicklung einer Hämogregarine im Zwischenwirte vollständig festzustellen, die durch SCHAUDINN veranlaßte Untersuchung SIEGEL's (1903) über die geschlechtliche Entwicklung der in der Sumpfschildkröte vorkommenden *H. stepanowi*¹⁾ in dem Egel *Placobdella catenigera*. Diese Untersuchung ist nur in der Form einer kurzen vorläufigen Mitteilung bekannt geworden.

¹⁾ Weshalb bei SIEGEL und in neueren Arbeiten der Name *stepanovi* geschrieben wird, ist mir nicht klar; DANILEWSKY nennt die Art *H. stepanowi*.

Daher erschien mir eine Nachprüfung der Befunde SIEGEL'S, die ich auf Veranlassung von Herrn Reg.-Rat Prof. Dr. SCHUBERG vornahm, dringend erwünscht und als der geeignetste Weg zur Förderung unserer Hämogregarinenkenntnisse, um so mehr als es mir, zwecks Protozoenforschungen vom Kaiserl. Gesundheitsamt nach Rovigno entsandt, möglich war, am gleichen Orte und mit dem gleichen Materiale, wie SIEGEL, die Untersuchung aufzunehmen.

Die *H. stepanowi* hat bereits mehrere Bearbeiter gefunden. Die älteste und gründlichste Arbeit ist die des Entdeckers, DANILEWSKY (1885, 1889); zu seinen Angaben haben LAVERAN (1898) und BÜRNER (1901) einige Ergänzungen geliefert, und HAHN (1909) hat neuerdings versucht, einen vollständigen Entwicklungskreis der Hämogregarine ohne Zuhilfenahme eines Zwischenwirtes aufzustellen. Alle diese Forscher beschäftigen sich mit den im Blute der Schildkröte (*Emys orbicularis*) auftretenden Erscheinungsformen. Eine kritische Würdigung ihrer Befunde wird sich im Laufe meiner Darstellung ergeben.

Die Annahme, daß der Rüsselegel *Placobdella catenigera* als Zwischenwirt in Frage kommt, stammt von SCHAUDINN, der denn auch die Untersuchung SIEGEL'S veranlaßte. Die kurzen Angaben SIEGEL'S über den Entwicklungsgang der Hämogregarine im Egel lasse ich im Wortlaut folgen:

„ . . . Die Blutkörper erleiden (im Magen des Egels) mehrere Monate keine Veränderung, ebensowenig die von ihnen eingeschlossenen Protozoen. Nur eine ganz geringe Menge gelangt täglich in den Darm, wo die Verdauung vor sich geht, die Blutkörper zerstört und die Hämosporidien frei werden. Die Bohnenformen findet man sämtlich nur wenig verändert und noch schön färbbar im Kote des Mastdarmes vor, während die Schlangenformen mit Ausnahme ganz vereinzelter in den ersten Tagen der stürmischen Verdauung in den Mastdarm mitgerissener verschwinden. Dieselben verwandeln sich zwischen den Zotten des Darmes zum Teil in Makro-, zum Teil in Mikrogameten um, letztere von außergewöhnlicher Kleinheit. Hier kommt auch die Befruchtung zu stande, und wir finden die Produkte derselben als Ookineten wiederum in gestreckter Form in den Bluträumen, welche die Darmdivertikel umschließen, und weiterhin im Herzen, besonders in der Gegend der Klappen, vor. Die Kernteilung beginnt anscheinend sofort nach der Befruchtung, denn wir sehen in den im Blute schwimmenden Ookineten bis zu 16 Kerne, welche schön in parallelen Reihen angeordnet der gestreckten Körperform des Ookineten angepaßt sind. Mit dem Blutstrom gelangen die Ookineten in die Zellen der sogenannten Ösophagusdrüsen, welche kurz hinter dem Rüssel ihre gemeinsame Mündung haben. Hier runden sich die Parasiten ab, und unter starker Vergrößerung derselben entsteht eine sehr große Anzahl von Kernen, die sich mit Plasma umgeben, die Sporozoitoblasten. Dieselben machen verschiedene Entwicklungsstadien durch, welche zur Entstehung

von spiralgig aufgewundenen Fäden führen, die schließlich frei werden und mehr oder minder gewunden im Lumen der Drüse sich finden. Hiermit ist der Entwicklungsgang im Egel beendet, die reifen Sporozoiten gelangen beim Saugakt in das Schildkrötenblut.“

Wie man sieht, entspricht zufolge SIEGEL'S Schilderung die Entwicklungsweise der Hämogregarine ganz genau der des Malaria-parasiten, und es scheint mir, als wenn seine z. T. sehr schwer erklärlichen Angaben nur dadurch verständlich werden, daß er von dem Vorurteil ausging, die von diesem Parasiten bekannten Entwicklungsformen auch bei der Hämogregarine auffinden zu müssen.

Nach SIEGEL wurde die *Placobdella* von BRUMPT (1904) untersucht, der keine der Angaben SIEGEL'S bestätigte, dafür aber in Oesophagus und Magenblindsäcken „Ookineten“ fand, die neben dem Kerne ein stark färbbares Korn, vergleichbar dem Centrosom (Blepharoplasten) der Trypanosomen, erkennen ließen. Es sei hier gleich bemerkt, daß diese „Ookineten“, über deren mutmaßliche Bedeutung ich aus der kurzen Angabe BRUMPT'S nichts entnehmen kann, jedenfalls in den Entwicklungskreis der *H. stepanowi* nicht hineingehören.

In meiner vorläufigen Mitteilung (1910) habe ich die Entwicklung der Hämogregarine, wie sie sich nach meinen Untersuchungen darstellt, kurz zusammengefaßt und durch die Zusammenstellung einer Anzahl Figuren zu einem Zeugungskreise erläutert. Zur Erleichterung der Übersicht gebe ich diesen Zeugungskreis hier nochmals wieder (Textfigur I.). Es wird meine Aufgabe sein, auf die verschiedenen Entwicklungsstufen genauer einzugehen, sowie die Gründe darzulegen, die für die Deutung der Befunde maßgebend waren.

Da *H. stepanowi* die erste Hämogregarine ist, von der die ganze Entwicklung und die systematische Stellung klargestellt ist, so war es geboten, bei der Beschreibung möglichst in die Einzelheiten zu gehen, um für vergleichende Untersuchungen an anderen Formen eine Grundlage zu schaffen. Damit die Darstellung hierdurch nicht zu unübersichtlich wurde, habe ich die umfangreiche Literatur nur soweit es dringend erforderlich war herangezogen. Ich beabsichtige in einer zusammenfassenden Darstellung über den gegenwärtigen Stand unserer Hämogregarinenkenntnisse die gesamte Literatur eingehend zu berücksichtigen.

Nach einigen technischen Bemerkungen lasse ich aus praktischen Gründen zunächst die Beschreibung der in dem Egel auftretenden Entwicklungsformen folgen, da deren Kenntnis es erst ermöglicht,

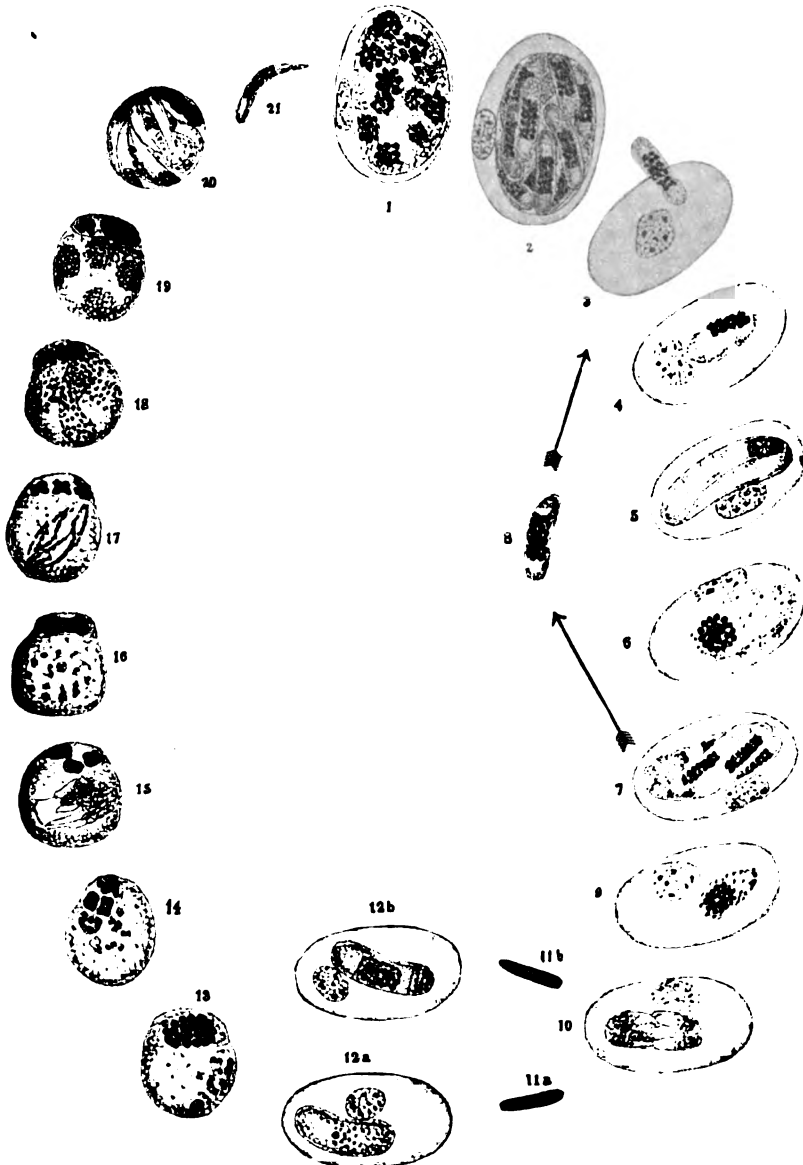


Fig. I. Zeugungskreis von *H. STEPANOWI*. 1—12 aus der Schildkröte, 13—21 aus dem Egel. Die heranwachsenden Merozoiten werden zunächst zweischenklig (4, 5) und runden sich vor Beginn der Schizogonie wieder ab (6). Bei frischer Infektion sind die Schizonten größer und bilden bis zu 24 Merozoiten aus (1, 2), bei vorgerückter Infektion werden sie allmählich kleiner (7); schließlich wachsen die Merozoiten, ohne ein zweischenkliges Stadium durchzumachen (9), zu Schizonten (10) heran, aus denen abweichend gebaute Merozoiten hervorgehen (11 a, b). Diese werden zu Macrogameten (12 a) oder Microgametocyten (12 b), die im Darne des Egels conigieren (13). Aus dem Microgametocyten bilden sich 4 Microgameten, deren einer den Macrogameten befruchtet (14). Nach Bildung einer Befruchtungsspindel (15) und eines Synkaryons (16) entstehen durch drei aufeinanderfolgende Kernteilungen 8 Sporozoiten (17—20). Die Sporozoiten (21) dienen zur Neuinfektion einer Schildkröte.

über die in der Schildkröte zu beobachtenden Bilder volle Klarheit zu erlangen. Dabei schicke ich einige Angaben über die Anatomie und Physiologie des Egels, soweit sie zum Verständnis der Parasitenentwicklung notwendig sind, voraus.

Material und Methoden.

1. Egel.

Die zu meinen Untersuchungen verwendeten Egel stammten sämtlich aus einem 20 Minuten von der Zoologischen Station in Rovigno entfernten Teiche, dem Lago di Rane, aus dem auch SIEGEL (1903) den größten Teil seiner Egel bezogen hat. Am Ufer des Teiches waren sie nur vereinzelt zu finden; es mußte daher ein Boot nach dem Lago geschafft werden, um in die Mitte zu gelangen, wo sich auf Inseln aus abgestorbenem Schilf zahlreiche Schildkröten sonnten. Hier konnte man, indem man einen Schilfstengel nach dem anderen aus dem Wasser zog, von der dem Lichte abgewandten Seite der Stengel die Egel in beliebiger Menge absammeln.

Die Aufbewahrung der Egel im Laboratorium bot keine Schwierigkeit. In abgestandenem Wasser mit geringen Mengen von Wasserpflanzen und ein paar Stücken von Schilfstengeln halten sie sich unbegrenzte Zeit, ohne daß es nötig ist, das Wasser zu wechseln.

Um ein einwandfreies Ausgangsmaterial anzuwenden, benutzte ich für die experimentelle Infektion der Egel ganz junge Tiere, die ihre Entwicklung erst beendet und noch niemals Blut gesaugt hatten. Im Anfange legte ich Wert darauf, daß alle zu einer Versuchsreihe gehörigen Egel dem gleichen Muttertiere entstammten, ich konnte jedoch ein verschiedenes Verhalten verschiedener Bruten nicht beobachten. Auch habe ich — worauf ich noch zu sprechen komme — beobachtet, daß ein junger Egel sich gelegentlich einer fremden Mutter anschließen kann. Somit ist man nicht einmal sicher, daß alle an einem Egel sitzenden Jungen auch wirklich von diesem abstammen. Ich habe daher, um ein größeres Ausgangsmaterial zu erhalten, mehrere Bruten gleichzeitig verwandt.

Die Muttertiere wurden auf die infizierten Schildkröten gesetzt, wo sie sehr schnell von den Jungen verlassen wurden, die sogleich eine geeignete Stelle aussuchten, um mit dem Blutsaugen zu beginnen. Sie bevorzugten dabei die weicheren Hautstellen: die Hautfalten

des Halses und der Gliedmaßengelenke, die Afteröffnung, besonders aber den Rand der Augenöffnung. Von diesem somit ganz gleichartigen Materiale wurden in regelmäßigen Zeitabständen einzelne Tiere untersucht. Von den Tieren, die ihre Verdauung beendet hatten, ließ ich einen Teil fasten, einen anderen von neuem Nahrung aufnehmen und untersuchte bei beiden Teilen die Fortentwicklung der Parasiten. Von den Egel, die zum zweiten Male verdaut hatten, wurde wieder ein Teil zu einer dritten Nahrungsaufnahme veranlaßt. So wurden alle in der Natur möglichen Verschiedenheiten in dem physiologischen Zustande des Egel experimentell hervorgehoben und gleichzeitig war von jedem untersuchten Egel seine ganze Vorgeschichte bekannt.

Bei einem Egel, der erst einmal, auch noch bei einem solchen, der schon zweimal Blut aufgenommen hat, lassen sich noch manche Beobachtungen am lebenden Tiere anstellen. Da der Rücken des Egel stärker pigmentiert ist, so muß die Betrachtung von der Bauchseite erfolgen. Ich bin dabei so verfahren, daß ich das Tier auf ein mit Wachsfüßchen versehenes Deckglas kriechen ließ und dieses so schnell auf dem Objektträger festpreßte, daß sich der Egel nicht mehr umdrehen konnte. Man drückt dann weiter auf die Wachsfüßchen, bis der Egel keine Ortsveränderungen mehr ausführen, auch sein Kopfende nicht mehr hin und her bewegen kann.

Als Konservierungsflüssigkeit bewährte sich sehr gut die Methode **SCHAUDINN'S** (2 Teile konzentrierter Sublimatlösung und 1 Teil absoluten Alkohols, dazu ein paar Tropfen Eisessig). Die Flüssigkeit wurde so stark erwärmt, daß man den unteren Teil des Reagenzgläschens gerade noch mit der Hand berühren konnte und wurde über den kriechenden Egel in dem Augenblicke ausgegossen, wenn er den Zustand seiner größten Streckung noch nicht ganz erreicht hatte. Paßt man diesen Augenblick richtig ab, so wird der Egel meist in sehr schön gestreckter Form fixiert. Bei dieser Methode sind die Parasiten wie die Gewebe des Wirtes gleich gut konserviert. In einzelnen Fällen wurde **FLEMMING'S** Gemisch, gleichfalls erwärmt, mit gutem Erfolge angewandt.

In der Hauptsache wurden zu allen Beobachtungen möglichst junge Egel verwendet, deren schnelle Verdauung die Untersuchung sehr begünstigt und deren geringe Größe es erlaubt, den ganzen Darm sowie bestimmte Organe auf Reihenschnitten lückenlos auf das Vorhandensein von Parasiten zu untersuchen. Zur Kontrolle wurden auch erwachsene Egel herangezogen.

Um die im Darne auftretenden Entwicklungsformen der Parasiten lebend zu untersuchen, ist es notwendig den Darm herauszupräparieren. Um das zu ermöglichen, muß man zu dem Versuche möglichst erwachsene Egel verwenden, die man an einer infizierten Schildkröte saugen läßt. Aber auch bei großen Egeln war es mir nicht möglich, den Darm zu entfernen, ohne den sehr dünnwandigen, prall gefüllten Magen zu verletzen. Ich ging deshalb in der Weise vor, daß ich den Egel von der Ventralseite aus präparierte, den Magen anschnitt und alles Blut mit Kochsalzlösung herausspülte. Sobald kein Schildkrötenblut mehr in dem Egel war, ließ sich der etwas tiefer liegende Darm bequem herauspräparieren. Er wurde auf dem Objektträger zerzupft, und nach Auflegen eines Deckglases wurde das Präparat mit Wachs umrandet. Diese Methode hat den Übelstand, daß sich das Zupfpräparat nicht mehr im natürlichen Medium, sondern in Kochsalzlösung befindet und ich schreibe es diesem Umstande zu, daß ich an den verschiedenen Entwicklungsformen keine Weiterentwicklung beobachten konnte.

2. Schildkröten.

Der Lago di Rane beherbergt zwar sehr viele Schildkröten, doch ist es dort sehr schwer sie zu fangen. Sobald man mit dem Boote naht, verschwinden sie im unergründlichen Schlamm. Leichter sind sie in den Gräben eines südlich von Rovigno liegenden Sumpfbereiches (Palù) zu erlangen. Eine Anzahl ließ ich mir von einem Berliner Händler schicken, in der Hoffnung auf diese Weise parasitenfreie Tiere zu bekommen, da der Überträger, die *Placobdella catenigera*, in Deutschland nicht vorkommt. Doch beziehen die deutschen Händler ihr Material wegen der großen Seltenheit einheimischer Schildkröten auch aus Südeuropa. Eine aus Schlesien stammende Schildkröte erhielt ich durch die freundliche Vermittlung des Herrn Oberlehrer NEUTSCHELT in Breslau. Die meisten Tiere wurden mir von Rovignesern zugetragen. Ich legte Wert darauf, möglichst viele junge Schildkröten (bis zu einer Schildlänge von 7—8 cm) zu erhalten, da die Mehrzahl von diesen noch parasitenfrei waren und man bei den bereits infizierten sicher war, es mit ziemlich frischen Infektionen zu tun zu haben.

Zur Blutentnahme wurde in eines der Beine meist in der Nähe des Schulter- oder Hüftgelenkes ein Scherenschnitt geführt, tief genug, um eine größere Arterie anzuschneiden. Wenn man die Schildkröte darauf in ein verdunkeltes Gefäß bringt, so bleibt

sie ruhig sitzen, und die Blutung kommt sehr schnell wieder zum Stillstand.

Die zur Sektion gelangenden Schildkröten wurden mit Chloroform betäubt. Zur Herstellung von Organausstrichen wurden aus den betreffenden Organen Stücke herausgeschnitten und diese mit der Wundfläche leicht über einen Objektträger gezogen. Sehr spärlich ist bei der Schildkröte die Menge des Knochenmarkes. Am besten eignen sich zur Herstellung von Präparaten die Gelenkköpfe von Humerus und Femur. Man schneidet die herauspräparierten und äußerlich gut gesäuberten Knochen in der Mitte quer durch. Dann spaltet man die eine Hälfte der Länge nach und preßt das eine Spaltstück auf einem Objektträger mit einer starken, gerieften Pinzette kräftig zusammen. Der herausgepreßte Tropfen ist meist gerade groß genug, um sich unter einem gewöhnlichen Deckglase (18·18 mm) auszubreiten. Alle frischen Präparate müssen natürlich mit Wachs umrandet werden. Wenn man während des Pressens mit der Pinzette den Knochen ohne aufzudrücken über den Objektträger bewegt, so erhält man gute Ausstriche.

Alle Ausstrichpräparate wurden so geschwind wie möglich hergestellt und dann sofort in die Fixierungsflüssigkeit übertragen. Auch bei der größten Eile läßt es sich aber nicht verhindern, daß einzelne Stellen des Präparates, insbesondere die Ränder, mehr oder weniger stark eintrocknen. Solche Stellen lassen sich bei der Durchmusterung der Präparate leicht erkennen, vor allem an der „schönen“ ovalen Form und der flachen Ausbreitung der Blutkörperchen. Ich habe mich überzeugt, daß die Hämogregarinen beim Eintrocknen oft bis zur Unkenntlichkeit verändert werden und habe daher solche Stellen völlig unberücksichtigt gelassen.

Allerdings gelingt es mit keiner feuchten Fixierung, eine Schrumpfung der Blutkörperchen völlig zu verhindern, worauf bereits SCHAUDINN (1903) in seiner Malariaarbeit hinweist. Diese Tatsache ist jedoch bedeutungslos gegenüber der anderen, daß durch geeignete feuchte Fixierung alle cytologischen Einzelheiten der Hämogregarinen, insbesondere die Kernstrukturen, naturgetreu erhalten bleiben, worüber mich die stetige Vergleichung des lebenden mit dem konservierten Materiale belehrt hat.

Die Herstellung von Trockenpräparaten hat einen großen Wert für diagnostische Zwecke, sie ist aber völlig unbrauchbar für die Beobachtung cytologischer Einzelheiten und es ist unbestreitbar, daß durch diese Methode die Literatur der Blutparasiten mit einer Unzahl für ein vergleichendes

Studium völlig unbrauchbarer Abbildungen überschwemmt worden ist. Es ist daher nur dringend zu raten, für cytologische Untersuchungen die Trockenmethode aufzugeben und es ist erfreulich zu lesen, daß gerade in einigen neueren Hämogregarinenarbeiten [vgl. NEUMANN (1909), FLU (1909), HAHN (1909), KOIDZUMI (1910)] wenigstens ein Anfang auf diesem Wege gemacht worden ist. Bei der großen Ähnlichkeit der einzelnen Hämogregarinenarten einerseits, der Mannigfaltigkeit der Entwicklungsformen der gleichen Art andererseits, wird sich eine Unterscheidung der einzelnen Arten nur durch eine gründliche Beobachtung der feinsten cytologischen Einzelheiten ermöglichen lassen, und eine solche ist nur ausführbar, wenn man auch hier die sorgfältigen Methoden der Konservierung anwendet, die auch auf allen anderen Zweigen der Zoologie üblich sind.

Zur Konservierung wurde für die Mehrzahl der Ausstriche Sublimat-Alkohol (wie zur Konservierung der Egel, doch meist ohne Eisessig) benutzt. Mit der erwärmten Flüssigkeit füllte ich ein Uhrsälchen bis zum Rande und ließ den Objektträger mit dem Ausstriche flach darauffallen. Hierbei wird niemals Material vom Objektträger abgeschwemmt. Natürlich muß das gefüllte Uhrsälchen vor der Herstellung des Ausstriches bereitstehen. Während mit Sublimat-Alkohol die Kernstrukturen besonders gut konserviert wurden, ergab das Gemisch von CARNOY, das ich mehrmals, gleichfalls erwärmt, anwandte, eine sehr schöne Fixierung der Protoplasmastruktur. FLEMMING'S Gemisch erwies sich als wenig geeignet, da durch die Osmiumsäure die Blutkörperchen stark geschwärzt wurden.

Alle Präparate wurden nach der Konservierung feucht weiter behandelt und wurden bis zum Einschluß in Canadabalsam niemals trocken.

Als bestes Färbungsmittel für die Beobachtung der Kernverhältnisse der Parasiten sowohl auf Egelschnitten wie in Blutaustriichen erwies sich DELAFIELD'S Hämatoxylin. Es wurde stark verdünnt angewandt (1_{20} — 1_{50}), und die Präparate blieben darin mehrere Stunden bis zu einem Tage. Nach der Differenzierung in salzsaurem Alkohol + Glycerin, wurden die Präparate noch, um sie haltbarer zu machen, in Leitungswasser oder ammoniakalischen Alkohol übertragen. Gelegentlich wurden die Präparate noch mit Eosin oder Bordeauxrot nachgefärbt, wodurch das Protoplasma des

Parasiten wie des Blutkörperchens mehr hervortrat, die Deutlichkeit des Kernbildes aber beeinträchtigt wurde.

Eine andere, sehr brauchbare Methode, deren Anwendung auf Blutpräparate ich in der Literatur noch nirgends erwähnt gefunden habe, ist die WEIGERT'sche Hämatoxylinfärbung [I. Eisenchlorid off. 4 Teile, Salzsäure off. 1 Teil, Wasser 100 Teile; II. Hämotoxylin 1 g, Alkohol 96 % 100 ccm: beide Flüssigkeiten vor dem Gebrauch zu gleichen Teilen gemischt]. Mit dem WEIGERT'schen Gemisch färbte ich gewöhnlich 10 Minuten lang und differenzierte darauf 5 Minuten in einem Gemisch von Pikrinsäure und Säurefuchsin. Diese Färbung steht der vorhererwähnten in der Deutlichkeit der Bilder kaum nach, übertrifft sie aber an Haltbarkeit, sowie durch die Schnelligkeit, mit der ein gutes Präparat hergestellt werden kann. Des weiteren wurde die GIEMSA-Färbung angewandt, und zwar nach einer von SCHUBERG ausgebildeten Modifikation für Schnitte und feuchte Ausstriche (vgl. SCHUBERG 1909, 1910).¹⁾ Diese Methode besteht im wesentlichen darin, daß man das Präparat nach dem Färben und Abspülen anstatt durch Alkohol, der den Farbstoff zu sehr auszieht, durch Aceton in Xylol überträgt. Je nachdem man das Präparat kürzere oder längere Zeit in Aceton beläßt, kann man eine Differenzierung herbeiführen, die die große Neigung des GIEMSA-Farbstoffes zur Überfärbung einigermaßen einschränkt. Niemals aber darf man sich zur Beurteilung der Kernverhältnisse auf GIEMSA-Präparate allein verlassen, und auf alle Fälle sind gut differenzierte Präparate mit dieser Methode schwieriger herzustellen, als mit den vorhergenannten.

Von weiteren Färbemethoden sei bemerkt, daß die HEIDENHAIN'sche Hämatoxylinfärbung sich der WEIGERT'schen in keiner Weise überlegen zeigte. Gute Kernfärbung ließ sich auch noch durch Alaunkarmin bei langer Einwirkung erzielen, während bei Anwendung von Boraxkarmin die Parasiten völlig ungefärbt blieben.

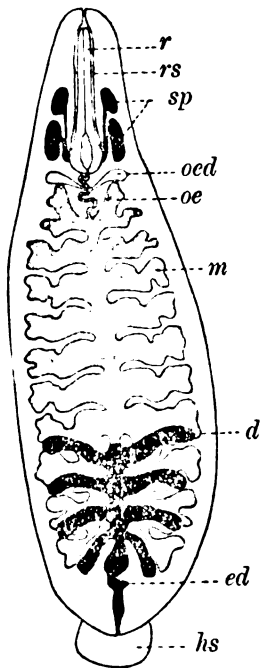
Anatomische und physiologische Bemerkungen über *Placobdella catenigera* (*Haementeria costata*).

Placobdella catenigera ist ein der Gattung *Clepsine* sehr nahestehender Rüsselegel. Über seine Anatomie besitzen wir eine sehr

¹⁾ Eine ganz ähnliche Methode hat unabhängig von SCHUBERG auch GIEMSA selbst ausgebildet und kürzlich (1909) veröffentlicht.

eingehende Untersuchung von A. KOWALEVSKY (1901). Soweit ich den Bau des Egels selbst untersucht habe, kann ich die Angaben des genannten Forschers fast in allen Punkten bestätigen. Ich lege daher seine Arbeit meiner Darstellung zugrunde und ergänze sie nur dort, wo es für unsere besonderen Zwecke nötig ist, durch einige eigene Beobachtungen.

In erster Linie kommt für uns das Verdauungssystem in Betracht (Textfig. II). Die Mundöffnung liegt am Vorderrande des



Eig. II.

Verdauungssystem von *Placobdella* (einige Umrisse nach einer Figur KOWALEVSKY's).

Erklärung im Text.

vorderen Saugnapfes und führt in die dünnwandige aber muskulöse Rüsselscheide (*rs*), von deren Grunde sich der kräftige Rüssel (*r*) erhebt. In seinen unteren erweiterten Teil münden zwei Paar Speicheldrüsen (*sp*). Die Ausstülpung des Rüssels erfolgt wahrscheinlich durch die Kontraktion der Rüsselscheide, die Einziehung besorgen vier Retraktoren, die an der Stelle, wo der Rüssel seiner Scheide aufsitzt, ihren Ursprung nehmen (Textfig. III *m*).

An den Rüssel schließt sich ein ziemlich langer, gewundener Ösophagus (*oe*), dem zwei große Aussackungen, die „Ösophagusdrüsen“ (*oed*) anhängen. Auf ihre Struktur müssen wir etwas genauer eingehen.

Bei ganz jungen, noch von Dotter lebenden Egeln stellen die Anlagen dieser Drüsen sich als zwei cylindrische Ausstülpungen des Ösophagus dar. Ihre Zellen zeigen noch genau die gleiche Größe und das gleiche Aussehen, wie die der Ösophaguswandung. Schon bei dem reifen Egel, noch vor dem ersten Blutsaugen, hat sich aber der drüsige Charakter dieser Gebilde entwickelt. Eine Anzahl der Epithelzellen ist stark herangewachsen; die zwischen ihnen gelegenen Zellen sind dadurch ganz flach zusammengedrückt worden und stellen so gewissermaßen Scheidewände zwischen den großen Drüsenzellen dar. Im Innern der herangewachsenen Zellen bilden sich eigentümliche fädige Gebilde aus, die in so großer Menge auftreten, daß sie das ganze Protoplasma der Zelle zusammensetzen scheinen. Diese feinen Fäden sind nur mit den stärksten Vergrößerungen zu er-

kennen. Sie sind von sehr mannigfaltiger Länge und färben sich mit Hämatoxylin nur sehr schwach, da sie keine chromatischen Elemente enthalten. Man findet sie auch häufig im Hohlraum der Drüse, wo sie mehr oder weniger gestreckt, gewunden oder spiralig aufgerollt erscheinen.

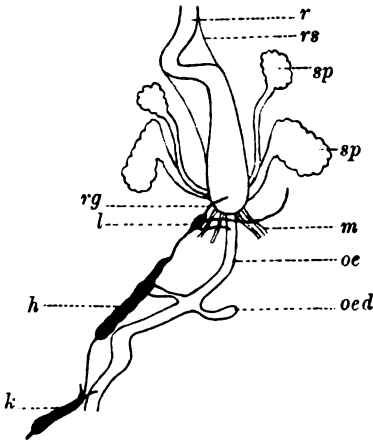
Die physiologische Bedeutung dieser Bildungen ist nicht klar. Wenn man Egel kurz nach dem Blutsaugen untersucht, so findet man in dem Anfangsteile des Magendarmes diese Fäden in großen Mengen. In den hinteren Teilen des Magens habe ich sie nicht beobachten können. Der Inhalt der Ösophagusdrüse wird also augenscheinlich nach beendeter Nahrungsaufnahme in den Magen hinein entleert.

Diese Fäden, über deren Eigenschaft als Zellprodukte gar kein Zweifel herrschen kann, hat SIEGEL merkwürdigerweise für die Sporozoitien der Hämogregarine gehalten (vgl. Einleitung). Da er sie auch bei den jüngsten von ihm untersuchten Egel bereits vorfand, so schloß er daraus auf eine Erblichkeit der Infektion.

Auf den Ösophagus folgt der umfangreichste Teil des Verdauungskanal, der „Magen“ (*m*), der sieben Paar vielfach verästelte Blindsäcke besitzt. Die letzten beiden Blindsäcke sind besonders groß und erstrecken sich weit nach hinten; sie sind durch tiefe Einschnitte nochmals in vier Abteilungen aufgeteilt. An den Magen schließt sich der „Darm“ (*d*), dessen vier Blindsackpaare dorsal über dem letzten Paar Blindsäcke des Magens gelegen sind. Die von KOWALEVSKY für die beiden Abschnitte gewählten Bezeichnungen „Magen“ und „Darm“ halte ich für treffend, denn auch nach meinen Beobachtungen dient der Magen zur Aufbewahrung und zur Vorbereitung der Nahrung, der Darm zu ihrer Resorption. Der resorbierende Darm setzt sich in den Enddarm (*ed*) fort, der etwas gewunden zu dem dorsal vom hinteren Saugnapfe (*hs*) liegenden After verläuft.

Die vier Darmblindsäcke sind von Gefäßräumen umhüllt, die dem geschlossenen, vom Cölom getrennten Blutgefäßsystem angehören. Sie stehen mit dem mächtigen Rückengefäß in Verbindung, das den Körper in seiner ganzen Länge durchzieht. Das zweite große Gefäß des Körpers ist das mit dem Rückengefäß durch ringförmig verlaufende Gefäße in Verbindung stehende Bauchgefäß; es kommt für unsere Zwecke nicht in Betracht. Das Rückengefäß ist gekammert, seine Kammern sind durch Klappen voneinander getrennt. Bemerkenswert ist sein Bau im vorderen Teile des Egels (vgl. Textfig. III). Von der ersten Kammer (*k*), die in der Höhe des

ersten Magenblindsackes liegt, zweigt nach links und rechts je ein Gefäß ab; das Rückengefäß selbst setzt sich nach vorn als lange feine Röhre fort und verdickt sich dann zu einem äußerst muskulösen Organ (*h*). KOWALEVSKY bezeichnet diesen Teil als Herz, doch ist zu betonen, daß das Rückengefäß in seiner ganzen Länge rhythmische Kontraktionen ausführt. Von dem Herzen führt ein schlankes Gefäß weiter nach vorn zu einem eigentümlichen Organe (*l*), das von



Figur III.

Vorderer Teil des Verdauungskanals und des Rückengefäßes von *Placobdella* (nach KOWALEVSKY, etwas verändert).

Erklärung im Text.

großen Zellmassen erfüllt ist, die nur einen engen Kanal frei lassen, und das KOWALEVSKY als „Lymphatische Drüse“ bezeichnet. Von dieser Drüse nehmen mehrere kleinere Gefäße ihren Ursprung; für uns ist nur eines von ihnen von Wichtigkeit, das nach dem Rüssel hinüberzieht. Nur unmittelbar nach einem Saugakt des Egels ist es gefüllt und läßt daher seinen Hohlraum deutlich erkennen. Zu anderer Zeit ist dieser ziemlich eng, und das ist wohl die Ursache, daß KOWALEVSKY dieses Gefäß für einen Muskel gehalten hat, der die Lymphatische Drüse an der Rüsselscheide befestige. Verfolgen wir dieses Gefäß, so beobachten wir,

daß es dorsal nicht weit über der Basis des Rüssels in diesen eindringt und ihn seiner ganzen Länge nach durchzieht. An seinem äußersten Ende spaltet es sich in zwei Gefäße, die nach links und nach rechts den Rüsselkanal umgreifen und sich auf der Ventralseite wieder zu einem Gefäße vereinigen, das auf dieser Seite die ganze Länge des Rüssels abwärts zieht und nahe seiner Basis aus ihm heraustritt.

Über das Cölom seien nur noch ein paar Worte hinzugefügt. Eine genaue Untersuchung bei verwandten Formen hat OKA (1894) vorgenommen. Seine Figuren 10 und 13 geben ein anschauliches Bild von dem verwickelten Lakunensystem, das sich aus den großen Längsstämmen (Dorsal- und Ventrallakune, Zwischenlakunen und Seitenlakunen) und ihren Verbindungen, sowie aus einem dicht unter der Körperdecke verlaufenden kapillaren System zusammensetzt.

In den Cölomräumen finden sich Phagocyten. Es sind das losgelöste Zellen des Cöloepithels. Sie beladen sich mit Fremdkörpern und werden schließlich durch die Wimpertrichter der Nephridialkapseln in diese hineingestrudelt. Dort sammeln sie sich zu großen Haufen an. Es sei hier bemerkt, daß eine offene Verbindung der Kapseln mit den Nephridialschläuchen nicht besteht, wie das auch von KOWALEVSKY und neuerdings wieder von LOESER (1909) betont wird. Der Kapselinhalt kann also nur in gelöstem Zustande (durch Diffusion) nach außen gelangen.

Verfolgen wir nach diesen morphologischen Betrachtungen nunmehr den Verdauungsvorgang des Egels. Der verbreiterte basale Teil des Rüssels dient durch seine rhythmische Ausdehnung und Zusammenziehung als Saugpumpe. Bei der Erweiterung des Hohlraumes füllt dieser sich mit Blut, bei der darauffolgenden Kontraktion wird das Blut durch den Ösophagus in den Magen gepreßt. Da die Ausführungsgänge der Speicheldrüsenzellen die Muskelwand der Rüsselbasis durchziehen, so bewirkt nach KOWALEVSKY auch jede Kontraktion durch den Druck, den sie auf diese Gänge ausübt, daß jedem Schluck Blut etwas Drüsensekret beigemischt wird. Beim Saugen schwellen die Magenblindsäcke des Egels mächtig an, und der Akt wird so lange fortgesetzt, wie die Dehnungsfähigkeit des Körpers dem Innendruck noch nachgibt, so daß nach beendetem Saugen der Körper prall gefüllt erscheint.

Die Verdauung setzt sofort nach vollendeter Nahrungsaufnahme ein. Von dem Mageninhalte werden immer nur kleine Mengen aufgelöst und treten als ein formloser Brei in den Darm über, wo sie resorbiert werden. Die Geschwindigkeit der Verdauung ist jedoch keine gleichmäßige. Vielmehr beginnt der Vorgang sehr stürmisch, um dann allmählich langsamer zu werden. Die Blindsäcke des Darmes führen in kurzen Zeitabständen Kontraktionen aus, die zur Folge haben, daß der Nahrungsbrei hin und her geschleudert wird und so in allen seinen Teilen mit dem Epithel in Berührung kommt. Der nicht resorbierbare Teil der Nahrung gelangt in den Enddarm und wird hier allmählich sehr stark eingedickt. Er nimmt dabei eine bräunliche und schließlich eine tiefschwarze Färbung an. Der Kot wird von Zeit zu Zeit in Form fester, wurmförmiger Ballen nach außen entleert.

Die Bluträume, die den Darm umgeben, sind bei einem nüchternen Egel sehr schmal spaltförmig. Wenn bei der Verdauung die Resorption in vollem Gange ist, werden sie durch die Nahrung, die das Darmepithel an sie weitergibt, stark ausgeweitet. Die gleiche

Beobachtung machen wir bei einem etwas vorgerückteren Verdauungsstadium an dem Rückengefäß. Kurz nach dem Saugen ist es durch den Druck des Darmes völlig zusammengepreßt; wenn dieser Druck nachläßt und gleichzeitig aus den die Darmblindsäcke umgebenden Gefäßen die Nahrungsflüssigkeit in das Rückengefäß dringt, so weitet es sich aus und erhält einen breitovalen bis kreisförmigen Querschnitt.

Das Rückengefäß pumpt die Nahrung durch seine Kontraktionen in alle Blutgefäße, und von diesen wird sie an das Cölom abgegeben, durch dessen vielverzweigte Kapillaren sie sich in dem ganzen Körper verteilt.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß das „Blutgefäßsystem“ des Egels richtiger als „Lymphgefäßsystem“ zu bezeichnen wäre.

Saugt der Egel nach beendeter Verdauung von neuem Blut, so wird durch den sich füllenden Magen ein starker Druck auf die Gefäße ausgeübt. Ihr Inhalt muß diesem Drucke ausweichen und wird dabei in den vordersten Teil des Egels gepreßt, wo sich keine Magenblindsäcke befinden. Besonders aus dem Rückengefäß müssen dabei sehr beträchtliche Flüssigkeitsmengen einen Ausweg suchen, da dessen Umfang verhältnismäßig sehr groß ist. So mißt beispielsweise bei einem jungen Egel von 800 μ Breite der Durchmesser des gefüllten Rückengefäßes bei kreisförmigem Querschnitt 70—80 μ , also etwa ein Zehntel der Breite des ganzen Tieres. — Der erwähnte Vorgang ist, wie wir sehen werden, für die Hämogregarineninfektion von großer Wichtigkeit.

Wenn die Egel ihre Nahrungsaufnahme beendet haben, so verlassen sie die Schildkröte und suchen mit Vorliebe die Unterseite auf dem Wasser schwimmender abgestorbener Schilfstengel auf, wo sie, flach angeheftet und unbeweglich, sich der Verdauung hingeben. Die Länge einer Verdauungsperiode ist sehr verschieden, sie wächst mit dem Alter des Egels. Die erste Verdauungsperiode eines jungen Egels dauert nur 7—10 Tage, die zweite etwa 3 Wochen, die dritte ungefähr 2 Monate. Die vierte Verdauungsperiode habe ich nicht mehr bis zu Ende verfolgen können, sie war nach mehreren Monaten noch nicht beendet. Unter meinem im Frühjahr gesammelten Egelmaterial fanden sich zahlreiche erwachsene Egel (von 3—4 cm Länge), die, als ich sie fing, bereits mit Blut vollgefüllt waren. Diese Egel hatten nach 6 Monaten noch beträchtliche Blutmengen im Magen. Andererseits zeigten die in dem Frühjahrsfange vorhandenen trächtigen Muttertiere einen leeren Magen. Soweit man nun aus den Laboratoriumsbeobachtungen auf die natürlichen Verhältnisse

schließen kann — und bei der Bedürfnislosigkeit des Egels erscheint mir ein solcher Schluß nicht gewagt — saugt der Egel im ersten Sommer seines Lebens viermal Blut. Mit der Verdauung der im Herbst aufgenommenen vierten Blutmenge ist er den ganzen Winter hindurch beschäftigt. Wenn im Frühjahr die Schildkröten ins Wasser zurückkehren, sind die Egel wieder nüchtern und nehmen zum fünften Male Blut in sich auf, zu dessen Verdauung sie eines ganzen Jahres bedürfen. Nach dieser Zeit, also wenn der Egel nahezu 2 Jahre alt geworden ist, findet dann wohl das Fortpflanzungsgeschäft statt.

Die Eier und die Jungen bis zu ihrer völligen Reife trägt das Muttertier an seiner Bauchseite festgeheftet. Der noch nicht ausgebildete junge Egel ist an seinem durch Dotter aufgeblähten und lebhaft gelb gefärbten Magen kenntlich. Die reifen Egel verlassen die Mutter nicht eher, als bis diese sie auf eine Schildkröte trägt. Fehlt die Gelegenheit hierzu, so bleiben sie wochenlang an ihr sitzen. Ein junger Egel, der zufällig von seiner Mutter getrennt worden ist, gesellt sich zu der Brut des ersten besten Muttertieres, mit dem er zusammentrifft.

Ein reifer junger Egel, der noch kein Blut gesaugt hat, ist 7 mm lang und 0,5 mm breit. Die Größenzunahme nach jeder Verdauungsperiode ist sehr schwer anzugeben, da infolge sehr verschieden starker Blutaufnahme die Größenunterschiede nach jeder Verdauung erheblicher werden. Ein Egel, der bereits drei Verdauungsperioden hinter sich hat, kann kleiner sein, als ein anderer, der erst zweimal Nahrung aufgenommen hat. Eine ungefähre Vorstellung von der Wachstumsgeschwindigkeit erhält man durch die Angabe, daß ein Egel nach Beendigung der ersten Verdauung über 1 cm, nach der zweiten bis zu 2 cm Länge erreicht.

Die geschlechtliche Entwicklung der Hämogregarine im Egel.

1. Die Geschlechtsformen und ihre Aufnahme durch den Egel.

In dem peripheren Blute einer mehrjährigen, stark infizierten Schildkröte beobachten wir eine große, verwirrende Mannigfaltigkeit von Erscheinungsformen des Parasiten. Die in der Hämogregarinenliteratur fast allgemein üblichen, nach der grübsten Morphologie ge-

prägten Unterscheidungsbegriffe „Bohnenformen“ und „Schlangenformen“ genügen dieser Vielgestaltigkeit keineswegs; diese Begriffe scheinen mir nur vielfach eine voreilige Zusammenfassung der verschiedenartigsten Formen bewirkt und dadurch ihr Verständnis erschwert zu haben.

Diese zahlreichen Parasitenformen, auf die wir im einzelnen erst später eingehen können, finden wir auch in dem Magen eines Egels, der das Blut der Schildkröte gesaugt hat, in den ersten Tagen nach dem Saugen wieder. Bald aber zeigen sich bei den verschiedensten Parasiten deutliche Zeichen der Veränderung. Wenn die Blutkörperchen, die sie beherbergen, unter der Einwirkung des Magensaftes aufgelöst werden, sind sie in der Regel schon abgestorben, wie aus den unregelmäßigen Körperumrissen, der Vacuolisierung des Protoplasmas und der Zusammenklumpung des Chromatins erkennbar ist. Schließlich werden sie gleichfalls völlig aufgelöst.

Bei den absterbenden Parasiten lassen sich gelegentlich Kernveränderungen beobachten, die dadurch besonders bemerkenswert sind, daß sie an Bilder bei anderen Blutparasiten erinnern, denen eine große Bedeutung in der Entwicklung der betreffenden Organismen beigemessen wird. Fig. 71 stellt einen noch von den Resten eines Blutkörperchens umgebenen Parasiten dar, dessen Kern als ein sich ziemlich homogen färbendes, unregelmäßiges, schlankes und langgestrecktes Gebilde erscheint (vgl. damit das normale Aussehen in Fig. 70 u. 72). Solche Kerngestalten erinnern außerordentlich an die bandförmigen Kerne der in blutsaugenden Parasiten vielfach gefundenen „männlichen“ Trypanosomen [vgl. z. B. PROWAZEK (1905)]. Eine solche Ähnlichkeit fand auch KOIDZUMI (1910) bei manchen der von ihm in *Clemmys japonicus* beobachteten Hämogregarinenformen (vgl. seine Fig. 37—39) und wurde dadurch veranlaßt diese Formen gleichfalls für „männliche“ zu halten. Vermutlich handelt es sich bei diesen auch um absterbende oder abgestorbene Parasiten.

In dem Nahrungsbrei, der aus dem Magen in den resorbierenden Darm übergeht, finden sich nur noch zwei — deutlich voneinander verschiedene — Formen. Solange sie noch von den Blutkörperchen beherbergt werden, gehören sie beide zu den „Bohnenformen“. Der Grund, daß gerade sie erhalten bleiben, ist ein rein mechanischer. Alle blutkörperbewohnenden Stadien der Hämogregarine sind, worauf ich noch zurückzukommen habe, von einer Membran umgeben. Diese Membran zeichnet sich bei den beiden Formen durch eine besonders große Widerstandskraft aus — eine Tatsache, die man im gewöhnlichen Blutpräparat nachweisen kann, wenn man einen Farbstoff, der nicht

gut eindringt, zur Färbung verwendet. So kann man z. B. mit Pikrokarmen nach dreiviertelstündiger Einwirkung bei allen Parasitenformen Kernfärbung erzielen, nur die erwähnten „Bohnenformen“ bleiben völlig ungefärbt.

Bei den größten zweiseitigen Formen (vgl. Fig. 70 u. 72), auf die wir später zu sprechen kommen, färbt sich der Kern bei diesem Versuche nur schwach. Wir können daraus schließen, daß auch bei ihnen die Hülle ziemlich widerstandsfähig ist. Damit stimmt die Beobachtung gut überein, daß zu Beginn der Verdauung des Egels, wenn also der Magensaft noch nicht lange einwirken konnte, gelegentlich einige solche Formen unverdaut in den Darm übertreten können.

Die beiden bohnenförmigen Stadien sind — wie ihre weitere Entwicklung noch beweisen wird — geschlechtliche, bereits männlich und weiblich differenzierte Formen der Hämogregarine. Sie sind auch im Blute der Schildkröte im frischen wie im gefärbten Präparate unschwer von allen anderen Parasiten zu unterscheiden.

Die eine Form, die wir zufolge ihrer weiteren Schicksale als Macrogameten zu bezeichnen haben, zeichnet sich durch einen großen Reichtum an Reservestoffen aus (Fig. 17). Das grobmaschige Wabenwerk des Protoplasmas wird im Leben nahezu verdeckt durch zahlreiche kleine und große stark lichtbrechende Tropfen. In der Mitte der Zelle ist der Kern sichtbar als ein ziemlich kleiner kreisrunder Fleck, in dem man nur undeutlich eine feine Netzstruktur wahrnimmt. Dieser kleine runde Kern ist ein Merkmal, an dem man den Macrogameten stets mit Sicherheit erkennt.

Im gefärbten Präparate sind die erwähnten Reservestoffe nicht wahrzunehmen; es werden dafür andere sichtbar, die sich dadurch auszeichnen, daß sie sich mit DELAFIELD'S Hämatoxylin leuchtend rot färben (Fig. 106). Diese Körnchen, die meist zahlreich in der ganzen Zelle verstreut liegen, entsprechen den schon bei vielen Protozoen und niederen Pflanzen nachgewiesenen, durch eine starke Neigung zu den Kernfarbstoffen ausgezeichneten Gebilden. Insbesondere sind sie auch bei den Coccidien eine regelmäßig beobachtete Erscheinung. Ich habe kürzlich durch Züchtungsversuche an *Haematococcus* (REICHENOW 1909) den Nachweis erbracht, daß es sich bei diesen Gebilden um einen spezifischen Reservestoff für die Kernsubstanz handelt. Ich wähle für diesen Stoff die von A. MEYER (1904) stammende Bezeichnung „Volutin“ und werde über die Berechtigung dieses Namens, sowie über die Bedeutung des Volutins für die Hämogregarine noch im Zusammenhange zu sprechen haben.

Der Kern der Macrogameten ist außerordentlich chromatinarm. Eine scharfe Umgrenzung fehlt ihm; er wird gebildet durch eine Anzahl kleiner, in der Mitte der Zelle mehr oder weniger nahe beieinander liegender Chromatinbrocken. Außer diesen läßt sich bei geeigneter Färbung ein Kernkörper nachweisen, den ich als Nucleolus bezeichne, eine Benennung, die ich später rechtfertigen werde. Dieser Nucleolus ist außerordentlich schwach färbbar; mit DELAFIELD's Hämatoxylin ist er nur nach starker Überfärbung und richtig abgepaßter Differenzierung mit salzsaurem Alkohol sichtbar zu machen: extrahiert man zu wenig, so wird er durch die zu stark gefärbten Chromatinkörper verdeckt, bei zu starker Extraktion verschwindet er völlig. Auch nach der Färbung mit HEIDENHAIN's Hämatoxylin entfärbt er sich viel schneller als die Chromatinbrocken. Er liegt gewöhnlich dem Rande des Kernes genähert. In seltenen Fällen beobachtet man, daß die Chromatinkörnchen eines Kernes nicht in einem kugeligen Haufen, sondern in einer Platte mit parallelen Rändern angeordnet sind, die die Zelle in ihrer ganzen Breite durchzieht (Fig. 107). Diese Anordnung ist aus dem Grunde bemerkenswert, weil bei anderen Hämogregarinen Formen mit einem derartigen Kernbild mehrfach beschrieben worden sind [vgl. z. B. LABBÉ (1894) Taf. I, Fig. 16, 17 u. a.]. Es ist jedoch zu bemerken, daß in trocken fixierten GIEMSA-Präparaten der Kern des Macrogameten stets in ähnlicher Weise zerläuft. So sind möglicherweise auch die von MINCHIN (1907) beschriebenen, gürtelförmigen Kerne zu erklären.

Die zweite der beiden Bohnenformen (Fig. 18 u. 19) ist als Microgametocyt zu bezeichnen. Auch diese Zelle ist reich an Reservestoffen, doch ist das Protoplasma im Durchschnitt etwas weniger damit beladen als das des Macrogameten. Der Kern ist groß und zeigt im optischen Durchschnitt eine charakteristische rechteckige Gestalt. Seine Umgrenzung wird dadurch besonders deutlich, daß seiner Oberfläche kleine Reservestoffkörner dicht aufgelagert sind. Die Betrachtung des gefärbten Präparates läßt den großen Chromatinreichtum des Kernes erkennen (Fig. 109). In Zusammenhang mit dieser Chromatinmenge steht die scharfe Begrenzung des Kernes, eine Membran ist jedoch nicht nachzuweisen. Ein Nucleolus wie bei der weiblichen Form ist sicherlich auch vorhanden; ich habe ihn aber erst auf einem etwas späteren Stadium auffinden können. An dem gefärbten Parasiten fällt uns ferner auf, daß im Gegensatz zu der weiblichen Zelle in der Regel keine Spur von Volutin im Plasma vorhanden ist. Selten finden sich einmal ver-

einzelte Körnchen und nur bei alten (überwinterten) Zellen sind sie etwas zahlreicher.

Die meisten Microgametocyten lassen an dem einen Körperende eine eigentümliche Querstreifung erkennen (Fig. 18, 19); es wechseln hellere und dunklere Bänder miteinander ab. Gelegentlich steht diese Streifung auch schräg zur Längsachse der Zelle oder fällt mit dieser zusammen. Wie ich beobachtet habe, kann die Längs- und Schrägstreifung in Querstreifung übergehen. Eine langsame Verschiebung der Micrometerschraube überzeugt uns leicht, daß diese Streifung durch den ganzen Zellkörper geht; es handelt sich also nicht um eine Oberflächenstruktur, sondern um eine Sonderung des Protoplasmas in abwechselnde, heller und dunkler erscheinende Scheiben. Da sich in den helleren Scheiben feine, die dunkleren verbindende Querbrücken erkennen lassen, so scheint mir die tatsächliche Struktur eine derartige zu sein, daß die Protoplasmawaben regelmäßig nebeneinander angeordnet und ihre querstehenden Wände durch starke Substanzeinlagerung verdickt sind.

An konserviertem Material habe ich diese Streifung nur mit GIEMSA-Färbung sichtbar machen können (Fig. 110 oben und Fig. 112), und zwar besonders deutlich an stark überfärbten Präparaten (Fig. 112). Ich habe über die Bedeutung dieser Erscheinung bisher keine Klarheit gewinnen können. Der Gedanke liegt nahe, daß dieser Bau in Zusammenhang mit irgendeiner Bewegungsmöglichkeit des Microgametocyten zum Aufsuchen des Macrogameten steht.

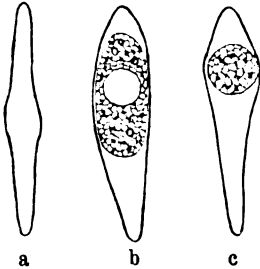
Die vereinzelt Microgametocyten, die diese Streifung in frisch angefertigten Präparaten nicht zeigen, bilden sie regelmäßig aus, wenn sie einige Stunden oder Tage in dem Präparate eingeschlossen waren. Augenscheinlich beschleunigt die Verschlechterung der Lebensbedingungen ihre Reifung.

Ich habe die Streifung bei keiner anderen Entwicklungsstufe der Hämogregarine auftreten sehen; sie ist einzig bei den Microgametocyten anzutreffen.

Merkwürdigerweise ist diese recht auffällige Struktur bisher von keinem Untersucher der Hämogregarine beschrieben worden. Die von DANILEWSKY (1889) und LABBÉ (1894) erwähnte Streifung bezieht sich auf ein anderes Entwicklungsstadium, auf das wir später zu sprechen kommen. Dagegen scheint mir ein Befund von POPOVIZI-BAZNOSANU (1907) mit dem meinen vergleichbar: bei einer einschenkigen, intraglobulären Form einer Hämogregarine aus *Testudo mauritanica* wird eine deutliche Querstreifung — allerdings des ganzen Körpers — abgebildet. Leider sind die Figuren zu

schematisch, als daß ich mit einiger Sicherheit die erwähnte Form gleichfalls als die männlich differenzierte Parasitenform bezeichnen könnte.

Beiderlei Geschlechtsformen sind etwa von gleicher Größe; ihre Länge beträgt 12—15, die Breite $4\frac{1}{2}$ —6 μ . Die Microgametocyten sind jedoch durchschnittlich etwas schlanker als die Macrogameten. Fig. 18 zeigt eine besonders schlanke Form. Gelegentlich beobachtet man sowohl bei weiblichen wie bei männlichen Formen an einem Ende eine ganz kurze hakenförmige Umbiegung, die aber den



Figur IV.

bohnenförmigen Gesamteindruck nicht verwischen kann. Die Parasiten sind nicht etwa der flachen Form des Blutkörperchens entsprechend abgeplattet, sondern im Querschnitt kreisrund (vgl. Textfig. IV c). Daher wird das Blutkörperchen, dessen normaler Querdurchmesser an der Stelle, wo der Kern liegt, etwa $3\frac{1}{2}$ μ beträgt (Textfig. IV a), entsprechend der Breite des Parasiten bis zu 5 und 6 μ verdickt (Textfig. IV b, c). Da in einem dünn-schichtigen Blutpräparat, wie es für feinere Beobachtungen notwendig ist, fast alle Blutkörperchen ihre breite Fläche zeigen, so ermöglicht man die obige Beobachtung dadurch, daß man das Deckglas, wenn der Bluttröpfchen sich darunter verteilt hat, vor dem Umranden ein wenig verschiebt. Es stellen sich dann die meisten Blutkörperchen auf die Kante.

In entsprechender Gestalt, wie ich sie hier geschildert habe, scheinen die geschlechtlich differenzierten Formen bei sehr vielen Hämogregarinen aufzutreten; denn wir finden trotz der sehr kurzen Darstellung, die die meisten Hämogregarinen von den verschiedenen Beobachtern erfahren haben, eine ganze Anzahl von Angaben, die auf ein Vorhandensein von Parasitenformen gleicher Bedeutung im Blute des Wirbeltierwirtes schließen lassen, und mehrfach haben die Forscher auch Beziehungen zu geschlechtlichen Vorgängen vermutet. — Ich führe hier nur die wichtigsten Befunde an:

So findet BILLET (1900) bei einer Hämogregarine des Geckos (*Platydictylus*) zweierlei bohnenförmige Parasiten, die er als männliche und weibliche Zellen betrachtet. Die einen sind schlanker und länger und besitzen einen ovalen, sich stark färbenden Kern; die anderen haben eine kürzere und dickere Gestalt, und ihr rechtwinklig erscheinender Kern färbt sich schwach, besteht aus verteilten Chromatinkörnchen und zeigt in der Mitte einen völlig ungefärbten Raum.

SAMBON (1908, 1909) beobachtet bei *H. rarefaciens* aus *Coluber corais* var. *couperi* gleichfalls bohnenförmige Parasiten, bei denen er eine sexuelle Differenz vermutet: erstens solche mit stark färbbarem, körnigem Protoplasma und kaum sichtbarem Kerne, zweitens solche mit blassem Plasma und tief färbbarem Kerne. Die Abbildungen SAMBON'S zeigen so große Übereinstimmung mit den Macrogameten und den Microgametocyten von *H. stepanowi*, daß an der Richtigkeit dieser Vermutung nicht zu zweifeln ist.

LEBAILLY (1905) beschreibt aus *Callionymus lyra* zwei nebeneinander vorkommende Hämogregarinenarten, *H. callionymi* und *H. quadrigemina*, von denen die erste bohnenförmig, die zweite langgestreckt ist, bemerkt aber zum Schlusse: „On peut se demander s'il ne s'agit pas là d'une part de schizontes, et d'autre part de formes sexuées apparaissant à la fin de la schizogonie dont l'union aura lieu dans l'organisme de l'hôte intermédiaire.“ Diese sehr richtige Annahme trifft nach seiner Ansicht vielleicht auch auf *H. simondi*, eine Hämogregarine in *Solea vulgaris* und auf andere Hämogregarinen von Seefischen zu, in denen er gelegentlich bohnenförmige Parasiten — insbesondere „bei chronischer Infektion“ oder zwischen zwei Rezidiven — auftreten sah.

Auch NEUMANN (1909) findet als eine sehr gewöhnliche Erscheinung in Meeresfischen das Vorhandensein bohnenförmiger und langgestreckter Formen. Da er aber im Anschluß an SIEGELS Angaben (vgl. in der Einleitung) die „Schlangenformen“ für die Gameten hält, so bezeichnet er die Bohnen als Schizonten.

Verfolgen wir nun die weiteren Schicksale der uns bekannt gewordenen Parasiten. Wenn sie, geschützt durch ihre Membran, den Magen des Egels ungefährdet verlassen haben und in den Darm gelangt sind, verlieren sie ihre Hülle und ändern dabei nur wenig ihre Gestalt. Die Bohnenform, die nur durch die Zwangslage bedingt war, wird durch eine breit wurmförmige ersetzt (Fig. 28, 30) In dem Nahrungsbrei des Darmes finden wir sie in dieser Gestalt nur vereinzelt, da sie sich augenscheinlich sehr bald festsetzen. Untersuchen wir aber bei einem Egel, insbesondere bei einem jungen, bei dem die Verdauung besonders rasch vonstatten geht, in den ersten Tagen nach dem Saugen den Enddarm, so sehen wir in seinem Kote die Parasiten in großen Massen liegen. Der Nahrungsbrei wird zu Anfang der Verdauung so stürmisch durch den Darm gejagt, daß die Parasiten keine Zeit finden sich festzuheften und gleich bis in den Enddarm gelangen. Hier stauen sie sich und häufen sich in

dem eindickenden Kote an, hier aber ist es für ihre Weiterentwicklung zu spät.

Auch SIEGEL hat im Kot diese Parasiten gefunden. Das veranlaßte ihn, die „Bohnenformen“ für die ungeschlechtlichen und die „Schlangenformen“, die er nur ganz vereinzelt fand — da sie ja längst verdaut waren — für die Geschlechtsformen zu halten. Dieser Irrtum hat in der Folge zahlreiche andere Forscher zu unrichtigen Schlüssen veranlaßt.

Natürlich gelangen auch bei vorgerückter Verdauung immer einzelne Parasiten in den Enddarm; doch ist ihre Zahl dann nur gering.

2. Coniugation der Geschlechtstiere und Befruchtung.

Der erste Schritt zur Fortentwicklung der *Haemogregarina stepanovi* im Darne des Egels besteht in der Aneinanderlagerung je eines Macrogameten und eines Microgametocyten.

Untersuchen wir zunächst Egel, die vor 6, 12 oder 24 Stunden infiziertes Blut gesaugt haben, so finden wir übereinstimmend die Macrogameten dem Darmepithel anliegend, während die Mehrzahl der Microgametocyten frei in dem Nahrungsbrei verteilt sind. Die Macrogameten haben Kugelform angenommen, sind aber sonst unverändert. Im Darne größerer Egel scheinen sie die Falten zu bevorzugen, in jungen Egel, deren Darm noch faltenlos ist, sitzen sie aber ebenso fest an der glatten Wand. Niemals aber wandern sie in das Innere der Epithelzellen hinein.

Die Aufgabe der Microgametocyten ist es nun, an die Macrogameten heranzukommen. Ob dies durch eine selbsttätige Bewegung geschieht oder dem Zufall überlassen ist, habe ich nicht entscheiden können. Für eine Eigenbewegung scheint mir der eigenartige, oben beschriebene Protoplasmabau der Zelle zu sprechen. Andererseits erwecken die lebhaften Verdauungsbewegungen des Darmes den Eindruck, als wenn eine eigene Beweglichkeit des Parasiten nur von geringer Bedeutung sein kann; jedenfalls gelangt er auch ohne eine solche, mit dem Nahrungsbrei hin und her geschleudert, in kurzer Zeit an viele Stellen des Darmes.

Noch bevor der Microgametocyt mit dem Macrogameten zusammentrifft, geht in seinem Kerne eine charakteristische Umwandlung vor sich: die Chromatinkörner ordnen sich in Reihen — ich weiß nicht ob zu einem oder mehreren Fäden — aneinander (vgl. Fig. 29). Da der freie Microgametocyt eine breitere Form besitzt,

als der noch im Blutkörperchen eingeschlossene, so kann sich auch der Kern etwas breiter ausdehnen, die Umlagerung des Chromatins läßt gleichfalls das ganze Kerngerüst lockerer erscheinen, und so ergibt es sich, daß der früher nicht auffindbare Nucleolus bei diesen Formen nicht selten deutlich erkennbar wird (vgl. Fig. 29).

Sobald der Microgametocyt einen Macrogameten gefunden hat, legen sich die beiden eng aneinander an und umgeben sich mit einer gemeinsamen, sehr dünnwandigen, und daher nicht immer nachweisbaren Hülle (am besten sichtbar in Fig. 35). Dieser Vorgang spielt sich sicher sehr schnell ab, denn solche Bilder, die das soeben erfolgte Zusammentreffen der beiden Zellen zeigen (Fig. 31), finden sich nur äußerst selten. Durch diese schnelle Umhüllung wird eine Doppelbefruchtung mit Sicherheit vermieden. Ich habe nicht ein einziges Mal mehr als einen Microgametocyt dem Macrogameten ansitzen sehen.

Die Ausbildung einer gemeinsamen Hülle um beide Geschlechtszellen scheint bei den Coccidien nur selten vorzukommen. Soweit mir bekannt, gibt nur MOROFF (1907) bei *Adelea zonula* ein derartiges Verhalten an (vgl. seine Fig. 3 auf Tafel II).

Sobald die innige Berührung mit dem Microgametocyt erfolgt ist, bereitet sich der Macrogamet auf die Befruchtung vor. Die Chromatinkörnchen seines Kernes ordnen sich zu einer geringen Anzahl getrennter Anhäufungen zusammen (Fig. 32, 33). Ob die Zahl der Chromatinhäufchen in allen Macrogameten die gleiche ist, läßt sich nicht entscheiden, sie beträgt ungefähr zehn. Ihrer zellulären Bedeutung nach dürften diese Häufchen als physiologische Einheiten in der Art der Chromosomen zu betrachten sein. Der Nucleolus ist immer noch im Kerne vorhanden; er ist größer und leichter nachweisbar als vor der Coniugation. Eine Reduktion des Kernes oder irgend ein Gebilde außerhalb der Zelle, das als Ergebnis einer solchen gedeutet werden könnte, ist nicht aufzufinden. Sicherlich findet eine Reduktion im Zusammenhange mit dem eben beschriebenen Reifungsvorgange nicht statt, da dann der Reduktionskörper innerhalb der gemeinsamen Hülle der Copula, die dauernd erhalten bleibt, zu finden sein müßte; bis zu dieser Reifung aber bleibt das Aussehen des weiblichen Kernes stets das gleiche. Beachten wir ferner, daß der Kern von Anfang an durch eine große Chromatinarmut ausgezeichnet ist, so ergibt sich, daß, wenn eine Chromatinverminderung erfolgt, sie bereits bei der Bildung der weiblichen Geschlechtszelle vor sich gegangen sein muß. Bei der Schilderung dieses Vorganges komme ich hierauf zurück.

Wenn wir die Coccidien zum Vergleiche heranziehen, so hat sich von den zahlreichen genauer untersuchten Arten bisher nur bei einer, *Cyclospora caryolytica* (SCHAUDINN 1902) eine echte Reduktionsteilung feststellen lassen.¹⁾ Was sonst als Kernreduktion aufgefaßt worden ist, war im wesentlichen eine Ausstoßung oder Auflösung des „Caryosoms“ vor oder nach der Befruchtung. Ein solcher Vorgang findet sich, wie wir gleich sehen werden, auch bei *H. stepanovi*; es besteht aber keine Berechtigung, diesen Vorgang ohne weiteres als Reduktion zu deuten, wie ich später bei der Besprechung des Nucleolus der Hämogregarine und seiner Beziehungen zum „Caryosom“ nachzuweisen hoffe.

Wenn der weibliche Kern die Chromatinhäufchen gebildet hat, so ist der Macrogamet zur Empfängnis bereit. Inzwischen hat auch der Kern des Microgametocyten eine Umwandlung erfahren. Sein Chromatinreichtum hat noch zugenommen; an Stelle der reihenförmig angeordneten Chromatinkörnchen finden wir einen dichten, undurchdringlichen Haufen großer Brocken. Der Nucleolus wird ausgestoßen und man sieht ihn deutlich, wenn er eine günstige seitliche Lage hat, neben dem Kerne liegen (Fig. 32). An dieses Stadium schließt sich sofort die zweimalige Teilung, die zur Bildung von vier Microgametenkernen führt. Die beiden Teilungen folgen so schnell aufeinander, daß manche Bilder den Eindruck erwecken, als ob alle vier Teile gleichzeitig auseinanderrückten (Fig. 33). Andere Bilder zeigen jedoch, daß die Teilung in der Längsachse des Kernes vorangeht.

Während der Reifung des Macrogameten und der Bildung der Microgametenkerne haben sich auch die Größenverhältnisse der beiden Geschlechtstiere verschoben. Während ihre Größe bei der Conjugation ungefähr die gleiche war, ist inzwischen der Macrogamet beträchtlich herangewachsen und zwar, wie seine grobwabige Plasmastruktur beweist, hauptsächlich durch Flüssigkeitsaufnahme. Der Microgametocyt ist im Gegensatze dazu stark geschrumpft. Diese Tatsache erklärt sich wohl ungezwungen dadurch, daß der Kern, der bei seinem Teilungswachstum nochmals eine gewaltige Chromatinanreicherung erfährt, seinem Protoplasma große Substanzmengen entzieht.

¹⁾ Die eigenartige Figur, die JOLLOS (1903, Fig. 32) als Reduction von *Adelea* anspricht, kann ich nicht für ein normales Bild halten. Übrigens haben SCHELLACK und ich inzwischen eine Nachuntersuchung von *Adelea* vorgenommen und dabei JOLLOS' Befund nicht bestätigen können.

In welcher Weise die Differenzierung der Microgameten vor sich geht, läßt sich nicht mit Sicherheit entscheiden.

Ich vermute, daß, wie bei den verwandten Coccidiengattungen, die Gameten sich von einem Restkörper loslösen. Da die beide Coniuganten umgebende Hülle aber jede Ortsveränderung verhindert, so bleiben sie auf dem Restkörper liegen und sind bei ihrer Kleinheit optisch nicht von ihm zu trennen. Ich glaube daher, daß die vier (nach der Befruchtung drei) sich chromatisch färbenden Gebilde neben dem Macrogameten nicht nur die Microgametenkerne, sondern die ganzen Microgameten darstellen.

Der Bau der Microgameten ist so dicht und fest gefügt, daß man Einzelheiten in ihrem Innern kaum erkennen kann. Meist zeigen sie eine rechteckige Gestalt und erscheinen an jeder Seite etwas eingekerbt (Fig. 34). Bei den größten Formen sieht man jedoch der einen Seite noch ein etwas weniger stark gefärbtes Gebilde aufsitzen (Fig. 35), das gelegentlich dem Gameten eine kurz kommaförmige Gestalt verleihen kann (Fig. 36).

Diese Vorgänge der „Coniugation“ der Geschlechtszellen und der Bildung von vier Microgameten zeigen nun eine ganz überraschende Übereinstimmung mit den bekannten Vorgängen bei vielen Coccidien. Bei den Gattungen *Adelea*, *Klossia*, *Legerella* und *Orcheobius* finden wir genau die gleichen Verhältnisse vor.

Während bei *Adelea* und *Legerella* die Microgametocyten ziemlich klein bleiben, wachsen sie bei *Orcheobius* nach KUNZE (1907) nicht unerheblich heran, und bei *Klossia helicina* sind nach LAVERAN (1898) die freien Macrogameten und Microgametocyten von gleicher Größe, geradeso, wie das bei *H. stepanowi* der Fall ist.

Ehe sich der Kern des Microgametocyten zur Teilung ausschickt, geht bei *Orcheobius* der Binnenkörper zugrunde und bei *Adelea zonula* wird er nach MOROFF (1907) vor oder während der Teilung aus dem Kerne ausgestoßen.

Während die ausgebildeten Microgameten bei *Orcheobius* mit zwei Geißeln versehen sind, stimmen die Microgameten von *Adelea*, *Klossia* und *Legerella* mit *H. stepanowi* durch das Fehlen einer Begeißelung überein.

Unter den recht spärlichen Befunden, die die Hämogregarinenliteratur von Entwicklungsformen in mutmaßlichen Zwischenwirten kennt, ist doch einer, auf den in diesem Zusammenhange hingewiesen werden muß. CHRISTOPHERS (1907) bildet Entwicklungsstadien von *Leucocytozoon canis* aus *Rhipicephalus sanguineus* ab, aus denen mit Sicherheit hervorgeht, daß auch hier die Befruchtung nach dem

Adelea-Typus erfolgt. Der genannte Forscher deutet seine Bilder zwar in einer abweichenden Weise, doch dürfte eine Vergleichung der Figuren mit den meinigen, sowie mit den sonst von Adeleiden bekannten Befruchtungsbildern ohne weiteres hierfür beweisend sein. Ich gehe auf die Befunde CHRISTOPHERS' an anderer Stelle genauer ein.

Nach diesen Literaturangaben fahre ich in meiner Darstellung fort.

Sobald einer der Microgameten in den Macrogameten eingebracht ist, lockert er sich auf und läßt nun deutlicher einzelne große Chromatinbrocken unterscheiden (Fig. 34, 35). Nunmehr erfolgt die Vereinigung des männlichen mit dem weiblichen Kerne. Das Bild (Fig. 37) das uns diese zeigt, bietet uns ein wirres Knäuel größerer und kleinerer Chromatinbrocken. Beide Kerne sind in Auflösung begriffen, um gemeinsam zur Bildung einer „Befruchtungsspindel“ zu schreiten. Das Chromatin ordnet sich — wie es den Anschein hat — zu einem einzigen langen, sehr feinen Faden an. Die Hauptmasse dieses Fadens liegt zunächst zu einem dichteren Knäuel vereinigt dem einen Rande der Zelle — vermutlich der Stelle, an der das Eindringen des Microgameten stattgefunden hat — genähert. Einzelne Schlingen des Fadens schieben sich mehr oder weniger weit nach dem gegenüberliegenden Rande der Zelle vor (Fig. 38). Besonders bemerkenswert ist es, daß der ganze recht erhebliche Zellraum, der von diesem Gebilde eingenommen wird, völlig strukturlos und gegen das wabige Protoplasma scharf abgegrenzt erscheint. Mitten in dieser großen Vacuole liegt, immer noch deutlich nachweisbar, der weibliche Nucleolus. Eine weitere Entwicklungsstufe, wie sie die Figur 39 darstellt, zeigt uns, daß sich das chromatische Fadenwerk durch den ganzen Durchmesser der Zelle verteilt hat. Der Faden ist aber nicht mehr einheitlich, es lassen sich vielfach freie Enden beobachten, auch ist das Chromatin stellenweise zu dickeren Strängen und zu Brocken zusammengefloßen. Dieser Vorgang setzt sich weiter fort, bis sich das ganze vorhandene Chromatin auf eine Anzahl großer Klumpen verteilt hat. Das ganze Gebilde verkürzt sich etwas und damit ist das Syncaryon gebildet (Fig. 40). Die Anordnung seines Chromatins ist eine ähnliche wie bei dem unbefruchteten weiblichen Kerne, er unterscheidet sich durch seine erheblichere Größe, seine scharfe Begrenzung und die größere Zahl der Chromatinklumpen. Der weibliche Nucleolus ist auch jetzt noch vorhanden, er verschwindet aber, sobald sich der Kern zur Teilung anschickt.

Die hier beschriebene „Befruchtungsspindel“ ist also keine eigentlich spindelförmige Figur, wie sie zuerst von SCHAUDINN (1900) bei *Eimeria schubergi* beschrieben worden und dann in gleicher Weise auch noch bei anderen Coccidien beobachtet worden ist.

Wenn wir uns jedoch unter den Coccidien nach verwandten Bildungen umsehen, so finden wir eine ganze Reihe ähnlicher „Befruchtungsspindeln“ vor. In erster Linie ist, wie mir scheint, *Orcheobius herpobdellae* heranzuziehen [SCHUBERG und KUNZE (1906), KUNZE (1907)]. Auch bei dieser Form findet keine spindelförmige Anordnung des Chromatins statt, wohl aber werden auch hier feine Chromatinfäden ausgebildet, die sich quer durch die ganze Zelle ziehen. Von besonderer Wichtigkeit ist jedoch, daß auch bei *Orcheobius* die Befruchtungsspindel in einem großen strukturlosen Hohlraum liegt, der hier durch die erweiterte Membran des weiblichen Kernes umgrenzt wird. Zwar ist bei der Hämogregarine am unbefruchteten weiblichen Kerne eine Membran nicht nachweisbar, doch ist es möglich, daß eine solche nach der Vereinigung der Geschlechtskerne gebildet wird. Jedenfalls lassen sich KUNZE's Textfiguren III und IV recht gut mit meiner Figur 38 vergleichen.

Noch mehr Ähnlichkeit mit meinen Befunden als die Befruchtungsspindel des *Orcheobius* zeigt ein Entwicklungsstadium, das BRASIL (1909) bei *Angeiocystis audouiniaie*, einem im Rückengefäß einer polychäten Annelide schmarotzenden Coccidium, beobachtet hat (vgl. seine Tafel X, Fig. 18). Auch hier liegt das ganze Chromatin zu einen langen, dünnen, vielfach verschlungenen Faden angeordnet in einem strukturlosen Hohlraum. Diese Anordnung scheint sich dann aber, wie aus BRASIL's Figuren 19 und 20 hervorgeht zu einer richtigen Spindel umzubilden. Der genannte Forscher ist sich nicht klar geworden, ob er diese Bilder als Reifung des Macrogametenkernes oder als Befruchtungsspindel deuten soll. Für mich steht es außer Zweifel, daß die letztere Deutung die einzig richtige sei, bilden doch diese Bilder BRASIL's geradezu eine Brücke zwischen den Bildungen bei *Haemogregarina stepanowi* und *Orcheobius* einerseits und der echten Chromatinspindel bei *Eimeria*, *Cyclospora* usw. andererseits.

Die Befruchtungsspindel von *Adelea ovata* (SIEDLECKI 1899) zeigt gleichfalls eine große Übereinstimmung. Wenigstens laufen die feinen Fäden, die sie zusammensetzen, nicht ausgesprochen parallel, sondern schlingen sich ziemlich wirr durcheinander.

Schließlich scheint mir noch die Befruchtungsspindel von *Adelea zonula* hierherzugehören, von der MOROFF (1907) ein Stadium abbildet (seine Tafel II, Fig. 6). Auch hier sehen wir keine eigent-

liche Spindel, sondern ein langgestrecktes, unregelmäßiges Gebilde, das aus sehr feinen, miteinander verschlungenen Chromatinfäden besteht.

In Hinblick auf das späte Verschwinden des weiblichen Nucleolus bei der Hämogregarine weise ich nur kurz darauf hin, daß eine Auflösung des Binnenkörpers oder Caryosoms erst nach erfolgter Befruchtung von mehreren Coccidien bekannt geworden ist [*Orcheobius herpobdellae* (SCHUBERG und KUNZE 1907), *Eimeria lacazei* (SCHAUDINN 1900), *Eimeria propria* (SIEDLECKI 1898)]. In meiner vorläufigen Mitteilung habe ich bemerkt, daß man im Zweifel sein kann, ob nach der Rückbildung der Befruchtungsspindel tatsächlich erst ein ruhender Kern ausgebildet wird, bevor die erste Teilung der Sporogonie einsetzt. Da das in Figur 40 dargestellte, nicht selten gefundene Bild ein Stadium nach erfolgter Befruchtung darstellt, was die stets vorhandenen drei Microgameten beweisen (auf Fig. 40 liegt der dritte in einer anderen Ebene), so könnte es nur noch unmittelbar vor die Befruchtungsspindel gestellt werden. Gehörte dieser regelmäßig gebaute Kern dorthin, so würde dadurch die bereits erfolgte Vermischung des männlichen mit dem weiblichen Chromatin zum Ausdruck kommen. Damit würde uns der Sinn der nachfolgenden Bildung einer Befruchtungsspindel völlig unverständlich. Eine solche Bildung ist auch von keinem Coccidium angegeben worden,¹⁾ wohl aber wird bei zweien der am gründlichsten untersuchten Coccidien, *Eimeria schubergi* und *Cyclospora caryolytica* von SCHAUDINN (1900, 1902) die Bildung eines Syncaryons nach der Rückbildung der Befruchtungsspindel beschrieben. Schließlich finden sich in meinen Präparaten die besten Übergangsbilder von dem ruhenden Kerne zu dem in Fig. 41 dargestellten Stadium, das ich als Vorbereitung zur ersten Teilung betrachten zu müssen glaube. Ein ganz gleiches Stadium folgt übrigens nach SCHAUDINN (1900) auch bei *Eimeria schubergi* auf das des ruhenden Kernes (vgl. dort die Fig. 91 und 92).

3. Sporogonie.

Bei der Sporogonie, die sich an die Befruchtung unmittelbar anschließt, verdient die erste Kernteilung insofern eine besondere

¹⁾ Inzwischen haben SCHELLACK und ich beobachtet, daß bei *Adelea* nach der Befruchtung ein gemeinsamer Kern gebildet wird, der erst in die Mitte der Zelle rückt, ehe er sich zur Befruchtungsspindel entwickelt. Dieser Befund hat mich wieder zweifelhaft werden lassen, ob nicht auch bei der sehr ähnlichen Hämogregarine das Stadium des ruhenden Kernes doch vor die Befruchtungsspindel gehört (Anm. bei der Drucksicht).

Aufmerksamkeit, als sie einen von den folgenden völlig abweichenden Verlauf nimmt. Zunächst ordnet sich das Chromatin in dicken Brocken reihenförmig aneinander, eine Anordnung ähnlich der, wie sie uns im Kern des Microgametocyten vor seiner Teilung begegnet ist und wie sie uns auch später noch öfter entgegentreten wird (Fig. 41). Nunmehr aber nimmt der Kern eine spindelförmige Gestalt an und die Stränge aufgereihter Chromatinkörner ordnen sich in seiner Längsachse, Spindelfasern vergleichbar, an (Fig. 42). Spätere Teilungsbilder zeigen die Figuren 43, 44. In welcher Weise die Verteilung des Chromatins auf die beiden Tochterkerne vor sich geht, dafür gibt uns die Fig. 44 einen Fingerzeig. Wir erkennen hier deutlich einige achromatische Bahnen, in denen die Chromatinkörner eingebettet liegen und in denen sie wohl nach beiden Seiten auseinanderrücken.

Ein Stadium mit zwei ruhenden Kernen habe ich nicht finden können. Es ist daraus zu schließen, daß sich die zweite Teilung unmittelbar an die Beendigung der ersten anschließt. Der Vorgang dieser Teilung ist ein äußerst einfacher (Fig. 45). Die Chromatinkörner wandern in den Wabenwänden des Protoplasmas, sich nahe der Oberfläche haltend, auseinander, wodurch die bekannte Hantelform des Kernes gebildet wird. Dabei stehen die Achsen der beiden sich teilenden Kerne senkrecht aufeinander, eine oft beschriebene Erscheinung, die einfach durch die Kugelgestalt des vorhandenen Raumes bedingt ist. In Fig. 45 ist die Lage der Zelle keine besonders günstige; immerhin läßt sie die Richtung der beiden Kernteilungen erkennen.

Im Gegensatz zu einem zweikernigen Stadium findet man nun ein solches mit vier ruhenden Kernen nicht selten, dabei zeichnen sich die Kerne oft durch eine sehr feine Verteilung des Chromatins aus (Fig. 46). Alles das führt zu dem Schlusse, daß auf dieser Stufe eine längere Rast gemacht wird.

Auf die zweite Teilung folgt noch eine dritte, die in der gleichen Weise wie die zweite verläuft (Fig. 47). Eine weitere Teilung findet niemals statt; es werden regelmäßig acht Kerne gebildet. Diese liegen meist ziemlich regellos unter der Zelloberfläche verteilt und zeigen zunächst die charakteristische sternförmige Anordnung des Chromatins, wie sie uns überall bei den Coccidien begegnet. Dann aber geht eine Verlagerung des Chromatins vor sich; der Kern wird schmal und langgestreckt, er paßt sich der zukünftigen Gestalt der sich ausbildenden Sporozoiten an (Fig. 48). Die Zellkörper der Sporozoiten schnüren sich aus den oberflächlichen

Protoplasmaschichten der Mutterzelle heraus, so daß ein ansehnlicher Restkörper übrig bleibt, in dem noch die Reste des unverbraucht gebliebenen Volutins sichtbar sind (Fig. 51).

Die Lage der acht Sporozoiten in der reifen Oocyste ist meist eine ganz unregelmäßige (Fig. 25 u. 49), seltener sind sie parallel zueinander angeordnet (Fig. 50).

Die hier zunächst im Zusammenhange dargestellte Sporogonie zeigt nun Berührungspunkte mit den Coccidien nach den verschiedensten Seiten hin. Da verdient es eine besondere Beachtung, daß die beiden Formen, die schon in der Befruchtungsspindel Berührungspunkte boten, *Orcheobius herpobdellae* und *Angeiocystis audouinia*, gleichfalls in ihrer ersten Kernteilung Vorgänge zeigen, die von denen der folgenden Teilungen stark abweichen. Bei beiden ist diese Teilung geradezu als Mitose zu bezeichnen. Ganz so umständlich scheint sich bei meinem Objekt der Vorgang nicht abzuspielen; ich habe weder von einer achromatischen Spindel mit Centralplatte noch von der Ausbildung deutlicher Chromosomen irgend etwas entdecken können, immerhin fordert die deutlich spindelförmige Gestalt des sich teilenden Kernes die Vergleichung heraus. Auch ist es wohl möglich, daß nur die sehr geringe Größe meines Objektes manches zu sehen verhindert, was bei einem unvergleichlich viel größeren Material (die Macrogameten von *Angeiocystis* besitzen $30\ \mu$, die von *Orcheobius* $60 \times 40\ \mu$ Durchmesser) zu beobachten ist. Bei *Orcheobius* erinnert auch noch die zweite Teilung an die Bildung einer Spindel¹⁾, und der Übergang tritt nur allmählich im Laufe der Teilungen auf. Dagegen zeigt die zweite Teilung bei *Angeiocystis* das gleiche primitive Bild wie bei meiner Hämogregarine; BRASILE Fig. 23 auf Taf. X stimmt mit meiner Fig. 45 im Wesen völlig überein. Nach der Ausbildung von vier Kernen folgt bei *Angeiocystis* die Sporenbildung. Eine solche Bildung unterbleibt bei der Hämogregarine; sie wäre ja auch nutzlos, da die Sporozoiten nicht nach außen entleert werden, wie wir sehen werden, und daher keiner schützenden Hülle bedürfen. Wohl aber ist es bemerkenswert, daß auf dem vierkernigen Stadium eine kurze Unterbrechung der Entwicklung zu finden ist. Die Annahme erscheint mir nicht zu kühn, daß wir in dieser Ruhepause die letzte Spur einer ehemals

¹⁾ KUNZE weist besonders darauf hin, daß die Achsen der beiden Spindeln sich nicht immer, wie es das gewöhnliche ist, in einem rechten Winkel kreuzen, sondern mitunter sogar parallel stehen. Diese Erscheinung erklärt sich sehr natürlich aus der ovalen Form der Zelle, wie ich das kürzlich (1909) für die Chlamydomonaden nachgewiesen habe.

vorhanden gewesenen Sporoblastenbildung erblicken dürfen. Auf keinen Fall kann das Fehlen von Sporen gegen die Coccidienatur der Hämogregarine ins Feld geführt werden, da wir in der Gattung *Legerella* [BONNET-EYMARD (1900), CUÉNOT (1902)] Coccidien kennen, bei denen diese Bildung gleichfalls unterbleibt. Ferner hat KUNZE (1907) auch bei der Sporogonie des *Orcheobius* als einen abnormen Vorgang mehrfach beobachtet, daß keine Sporoblasten gebildet werden. Schließlich sei noch bemerkt, daß die Gesamtzahl von acht Sporozoiten bei den Coccidien ja keine Seltenheit ist, sie findet sich bei den Gattungen *Diplospora*, *Eimeria* mit ihren zahlreichen Untergattungen und gelegentlich auch bei *Adelea*.

Die im Darne des Egels sich abspielenden Entwicklungsvorgänge am lebenden Objekte zu verfolgen, war mir der technischen Schwierigkeiten wegen unmöglich. Bei der Betrachtung des lebenden Egels unter dem Mikroskop erkennt man zwar die Parasiten im Darne als kugelige Bläschen, doch sind irgendwelche Einzelheiten nicht zu beobachten. Selbst in dem Präparate eines zerzupften Darmes, dessen Herstellung, wie bereits bemerkt, ohne Zuhilfenahme von Kochsalzlösung nicht möglich ist, verhindert die geringe Größe des Objektes sehr häufig schon die bloße Feststellung, um welches Entwicklungsstadium es sich in jedem Falle handelt. Denn es ist zu beachten, daß die Individuen, an denen am gefärbten Material die cytologischen Einzelheiten untersucht und die zur Herstellung der Figuren ausgewählt wurden, einen außergewöhnlich großen Umfang besitzen. Solche großen Entwicklungsformen treten gelegentlich bei gut infizierten jungen Egeln auf, wenn die Verdauung etwas vorgeschritten ist und demgemäß langsamer vonstatten geht. Sie erreichen einen Durchmesser von 10—14 μ . Die gewöhnliche Größe dieser Stadien beträgt aber nur 6—7 μ im Durchmesser. Nach solchen Stadien sind die Fig. 31, 46, 51 gezeichnet, von denen ich geeignete Bilder an größeren Zellen nicht aufgefunden habe, sowie nach dem Leben Fig. 26 u. 27. Fig. 26 dürfte der Fig. 39 des gefärbten Präparates entsprechen. Eine Weiterentwicklung der im Präparate befindlichen Entwicklungsstadien war nicht zu beobachten (vgl. S. 258).

Es scheint mir nicht überflüssig, hier mit allem Nachdruck darauf hinzuweisen, daß die Zusammengehörigkeit der im Egeldarm beobachteten Parasiten mit den im Blute der Schildkröte auftretenden außer jedem Zweifel steht. Sonst könnte gerade die Ähnlichkeit mit dem einzigen bisher bekannten Egelcoccidium, dem *Orcheobius*, so erfreulich sie in Hinblick auf die Hämogregarinenphylogenie

ist, den Verdacht aufkommen lassen, daß die bisher beschriebenen Entwicklungsstadien die eines Egelcoccidiums sind und nichts mit der Hämogregarine zu tun haben. Die lückenlose Aufeinanderfolge der einzelnen Bilder läßt dem Einwande Platz, daß die Hämogregarine und das Coccidium Stadien besitzen, auf denen sie voneinander nicht zu unterscheiden sind. Das ist nicht wahrscheinlich, aber möglich; darum sei noch folgendes bemerkt: Alle Darmcoccidien müssen in die Außenwelt gelangen, um einen neuen Wirt zu infizieren. Um gegen die Einflüsse ihrer Umgebung geschützt zu sein, sind sie daher sämtlich von einer kräftigen Cystenhülle umgeben, deren Inneres noch Sporen enthält, die gleichfalls mit einer widerstandsfähigen Membran versehen sind. Die Membran der Oocyste von *H. stepanowi* ist aber so zart, daß sie vielfach gar nicht nachweisbar ist, und Sporen fehlen ihr, wie bereits betont wurde, völlig. Zudem werden die Sporozoitien an der gleichen Stelle, an der sie ausgebildet werden, frei und wandern, wie wir gleich zu besprechen haben, durch die Darmwand in die Bluträume des Wirtes. Auch eine Infektion mit Darmcoccidien können wir uns kaum anders als „per os“ vorstellen; wie aber soll bei einem Egel, der bei der Nahrungsaufnahme seinen Rüssel tief in den Körper seines Opfers steckt, eine derartige Infektion vor sich gehen?

Ferner ist darauf hinzuweisen, daß die Entwicklung aller Darmcoccidien intracellulär in den Epithelzellen vor sich geht, während wir in unserem Falle ausnahmslos extracelluläre Entwicklungsformen finden.

Am beweisendsten sind jedoch die experimentellen Befunde: Ich habe bei keinem der untersuchten Egel in irgendeinem Organe Parasiten gefunden, die nicht in den Entwicklungsgang, wie ich ihn hier beschreibe, hineingehören. In jungen Egel, die noch kein Blut gesaugt haben, finden sich überhaupt keine Parasiten, insbesondere ist der Darm, den man ohne große Mühe auf einer Schnittreihe lückenlos untersuchen kann, völlig parasitenfrei. Aber auch der Darm eines Egels, der an einer uninfizierten Schildkröte gesaugt hat, bleibt völlig rein. Das gleiche ist der Fall, wenn eine Schildkröte noch nicht lange infiziert ist und nur ungeschlechtliche Formen in ihrem Blute beherbergt. Nur dann, wenn wir die anfangs beschriebenen geschlechtlich differenzierten Stadien im peripheren Blute einer Schildkröte antreffen, finden wir im Darms des Egels, der ihr Blut in sich aufgenommen hat, die beschriebenen Entwicklungsformen; dann aber sind sie ausnahmslos vorhanden. Wenn der Egel die erste Verdauung beendet hat, sind die einzigen para-

sitären Gebilde in seinem ganzen Körper die Sporozoiten im Blutgefäßsystem (in manchen Fällen auch noch im Cölom). Saugt der Egel zum zweiten Male infiziertes Blut, so treten die gleichen Formen der geschlechtlichen Entwicklung im Darne von neuem auf.

Alle diese Befunde, die sich an einem Materiale von etwa 100 Egeln ausnahmslos bestätigen, schließen die Möglichkeit eines Irrtums mit voller Sicherheit aus.

Es ist recht schwierig, mit meinen Beobachtungen die völlig abweichenden Angaben SIEGEL's (1903) zu vergleichen, um so schwieriger, als er so gut wie keine Abbildungen seiner vorläufigen Mitteilung beigefügt hat. Bei seiner Macrogametenentwicklung dürfte es sich um die Stadien der normalen Sporogonie handeln. Die dem Sporonten stets ansitzenden Microgameten sind ungefähr von gleicher Größe, wie die ausgebildeten acht Sporozoitenkerne, und auf nicht gut differenzierten Präparaten nicht immer leicht von diesen zu unterscheiden, so daß dann das ganze Bild als eine Schizogonie betrachtet werden kann. Viel Kopfzerbrechen hat mir SIEGEL's „Microgametenbildung“ verursacht. Ich habe soeben auf die sehr beträchtlichen Größenunterschiede zwischen den einzelnen Sporonten hingewiesen, und es ist möglich, daß SIEGEL die kleinsten Sporonten für Microgametocyten angesehen hat. Diese haben aber eine so geringe Ähnlichkeit mit seiner schematischen Abbildung, daß ich es dahingestellt lassen muß, ob nicht irgendwelche Degenerationsprodukte der Ansicht von der Microgametenbildung zugrunde liegen. Die Copulation dieser Gameten hat wohl SIEGEL nicht gesehen, sondern nur vermutet, was ich glaube daraus schließen zu dürfen, daß er über diesen wichtigen Punkt mit fünf Worten hinweggeht. Sicher ist, daß das, was SIEGEL als Ookineten bezeichnet, die Sporozoiten sind, wie ich noch im nächsten Abschnitte nachweisen werde.

4. Die Sporozoiten und die Infektion der Schildkröte.

Wenn die Sporozoiten fertig ausgebildet sind, lösen sie sich von dem Restkörper los und werden durch Zerreißen der umhüllenden Membran frei. Hierauf dringen sie sofort in das Darmepithel ein, denn man findet fast nie freie Sporozoiten im Darne. Häufiger findet man Sporozoiten, die mit dem Restkörper noch in Verbindung stehen (Fig. 51). Die Durchwanderung des Epithels scheint ihnen keine Schwierigkeiten zu bereiten, denn der seltene Befund der Sporozoiten in der Darmwand beweist, daß sie sehr schnell in die

den Darm umhüllenden Bluträume gelangen. Nur die besonders großen Sporozoiten, die aus den größten der gegen Ende der Verdauung sich entwickelnden Sporonten hervorgehen, machen eine Ausnahme. Sie scheinen nur sehr schwer das Epithel durchdringen zu können; denn man findet sie sehr häufig zwischen den Epithelzellen steckend. Sehr selten beobachtet man sie in den Bluträumen jenseits des Epithels und niemals im Rückengefäß. Sie gehen also früher oder später zugrunde und kommen für die Weiterentwicklung des Parasiten nicht in Betracht.

Die in die Bluträume gelangten Sporozoiten verbreiten sich von hier aus weiter in das Rückengefäß. In den ersten Tagen ihres Auftretens in dem Blutgefäßsystem des Egels — beim jungen Egel etwa 6—7 Tage nach dem Saugen — finden sie sich nur im hinteren Teile des Rückengefäßes, später aber sind sie in ziemlich gleichmäßigen Mengen in der ganzen Länge des Gefäßes verteilt (vgl. Fig. 58). Ihre Verteilung scheint rein passiv durch die Pulsationsbewegung des Gefäßes zu geschehen.

Das Vorhandensein der Sporozoiten läßt sich beim jungen Egel sehr schön im Leben feststellen. Man erkennt sie deutlich sowohl in den den Darm umgebenden Bluträumen, wie in dem Rückengefäße. Hier findet sich die Mehrzahl an der Wandung des Gefäßes mit dem einen Ende festgeheftet, während das andere bei den Kontraktionen des Gefäßes mit dem Nahrungsinhalt hin- und hergeschleudert wird. Hierbei gibt der Sporozoit durch abwechselnde Umbiegungen nach links und nach rechts dem jeweiligen Drucke nach. Eine geringere Zahl der Sporozoiten schwimmt frei in dem Inhalte des Gefäßes. Zwecks genauerer Beobachtung der Sporozoiten schneidet man von dem Egel das vordere Drittel ab, hält ihn mit einer Pinzette beim hinteren Saugnapfe fest und preßt durch kräftiges Streichen mit einem Schenkel einer starken Pinzette etwas von dem Inhalte heraus.

Die Sporozoiten erfahren, sobald sie frei geworden sind, keine Veränderungen mehr, die folgende Beschreibung bezieht sich daher sowohl auf die noch im Darne befindlichen wie die bereits in die Bluträume übergetretenen Formen.

Die schlanken, wurmförmigen Zellen besitzen eine Länge von 12—14 μ bei einer Breite von 1,5 μ . An einem Ende, das ich als das vordere betrachte, verjüngen sie sich stark und laufen in eine feine Spitze aus, am anderen sind sie stumpf abgerundet (Fig. 26). Daß die Spitze sich vor dem übrigen Körper durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen auszeichnete, wie es SCHAUDINX

(1900) von den in der Körperform recht ähnlichen Sporozoiten der *Eimeria schubergi* beschrieben hat, habe ich nicht beobachten können. Von dem feineren Bau der Zelle ist auch mit den stärksten Vergrößerungen kaum etwas wahrzunehmen, das Protoplasma erscheint ziemlich hyalin. An beiden Körperenden fallen einige blasse Granulationen auf; der Raum zwischen ihnen bezeichnet die Lage des langgestreckten Kernes. Besser offenbart uns diese Lage des Kernes und seine Anpassung an die Gestalt der Zelle das gefärbte Präparat (Fig. 52—54). Die einzelnen Chromatinbrocken liegen in zwei langen parallelen Reihen nebeneinander. Das Zellplasma erscheint auch in der gefärbten Zelle sehr zart und schwach färbbar, gelegentlich sind ihm vereinzelt Volutinkörperchen eingelagert (Fig. 53, 54).

Ich habe bereits darauf hingewiesen, daß diese Sporozoiten die gleichen Gebilde sind, die SIEGEL als Ookineten betrachtet hat. Das beweist zwingend der Weg, den SIEGEL seine Ookineten nehmen läßt — durch das Epithel in die umgebenden Bluträume und weiter in das Rückengefäß —, sowie die Beschreibung, die er von ihrem Bau entwirft. Die einzelnen Chromatinbrocken des Kernes hat er als gesonderte Kerne betrachtet, und so findet er „bis zu 16 Kerne, welche schön in parallelen Reihen angeordnet“ sind (vgl. Einleitung).

Der sichere Boden, den die kritische Betrachtung der Befunde SIEGEL's an dieser Stelle gewonnen hat, geht nun leider gleich wieder verloren. Die Notwendigkeit der Feststellung, auf welchem Wege die Übertragung der Sporozoiten auf die Schildkröte erfolgt, brachte es mit sich, daß ich alle zu dem Saugapparate des Egels in Beziehung stehenden Drüsen, also auch die Ösophagusdrüsen, auf jedem Stadium der Verdauung gründlich untersuchte; niemals habe ich einen Sporozoiten in einer Ösophagusdrüse gefunden. Daß die alle Zellen der Drüse erfüllenden spiraligen Gebilde, die SIEGEL als Sporozoiten anspricht, überhaupt nicht parasitärer Natur sind, habe ich bereits besprochen; welches sind aber die Zwischenstadien, die er beschreibt, die stark herangewachsenen Ookineten mit sehr vielen Kernen und die Sporozoitoblasten? Mangels jeder Beschreibung und Abbildung dieser Formen habe ich darüber keine Klarheit gewinnen können. Vielleicht kommen hier die in das Cölom übertretenden Parasiten in Betracht, auf die ich im nächsten Abschnitt zu sprechen komme. Ich möchte jedoch auch nicht unterlassen, kurz auf die Bilder hinzuweisen, die man bei geschlechtsreifen Egeln in den in der Nähe der Ösophagusdrüsen nach außen mündenden Vasa deferentia antreffen kann. Die runden, cystenartig erscheinenden Klumpen mit den massenhaften, vielfach in Reihen nebeneinander liegenden, eigen-

tümlich zickzackförmigen Spermatozoenkernen zeigen eine gewisse Ähnlichkeit mit den großen sporozitenreichen Cysten des Malaria-parasiten (Fig. 60), und die Möglichkeit, diese bei nicht genügend kritischem Vorgehen für parasitische Bildungen anzusprechen, erscheint daher nicht ausgeschlossen.

Die Sporoziten erleiden in dem Rückengefäß des Egels auch bei monatelangem Aufenthalte keine Veränderungen. Allerdings nimmt ihre Zahl, wenn man den Wirt nach beendeter Verdauung lange hungern läßt, allmählich ab. Zum Teil erklärt sich diese Abnahme aus dem Umstande, daß sie aus dem Gefäße auswandern können, wovon ich noch zu sprechen habe; sicherlich gehen aber auch viele zugrunde. Immerhin habe ich bei jungen Egel, die ihre erste Verdauungsperiode nach etwa 14 Tagen beendet und seitdem gehungert hatten, noch nach mehr als 4 Monaten Sporoziten im Rückengefäß nachweisen können. Lassen wir die infizierten Egel zum zweiten und zum dritten Male saugen, so kommen, wenn das Blut Geschlechtsformen der Hämogregarine enthielt, neue gleichartige Sporoziten hinzu, die alten aber bleiben unverändert und in der ganzen Länge des Rückengefäßes verteilt.

Da ich im Anfange von dem Gedanken befangen war, es müßte zum Zwecke der Infektion der Schildkröte irgendwo eine Anhäufung der Sporoziten stattfinden, so habe ich sehr viel Zeit darauf verwandt, in der Umgebung des Rüssels oder in diesem selbst eine Ansammlung von Parasiten zu entdecken. Zu diesem Zwecke konservierte ich sowohl Egel, die ich nach dem ersten Saugakte hungern ließ, als auch solche, die ich nach beendeter Verdauung zum zweiten und schließlich zum dritten Male Blut saugen ließ, in regelmäßigen Zeitabständen. Obwohl auf diese Weise eine recht vollständige Reihe von Egel auf allen Verdauungsstadien und auf sehr verschiedenen Altersstufen zur Untersuchung gelangte, konnte bei keinem Egel eine Parasitenanhäufung in der Rüsselgegend beobachtet werden. Da auch die Untersuchung mehrerer erwachsener Egel in dieser Richtung erfolglos war, während hingegen auch diese Egel in ihrem Rückengefäß Sporoziten aufwiesen, so kann ich behaupten, daß mit dem Eintritt der Sporoziten in das Rückengefäß und der Verteilung dortselbst die normale Entwicklung der Hämogregarine ihren Abschluß findet.

Es bleibt nunmehr übrig, zu erklären, wie die Sporoziten aus dem Rückengefäße des Egels in das Blut der Schildkröte gelangen. Ich habe bereits erwähnt, daß beim Blutsaugen durch den starken Druck des sich füllenden Egelmagens der Inhalt des Rückengefäßes

nach vorn gepreßt wird. Hier dringt er mit den darin enthaltenen Sporozoiten durch das „Herz“ und die „lymphatische Drüse“ weiter vor und gelangt zum größten Teile in das schlanke von der „lymphatischen Drüse“ aus in den Rüssel sich fortsetzende Gefäß (vgl. S. 264). Der Grund, daß hierhinein sich die Hauptmasse des Gefäßinhaltes ergießt, liegt einerseits darin, daß dieses Gefäß bei herausgestrecktem Rüssel die gerade Fortsetzung des Rückengefäßes bildet, andererseits in dem Umstande, daß die übrigen von der „lymphatischen Drüse“ ausgehenden Gefäße infolge des Druckes der aus den übrigen Gefäßen, insbesondere aus dem Bauchgefäße stammenden Inhaltsmassen in ihrer Aufnahmefähigkeit beschränkt sind.

Die Richtigkeit des bisher Gesagten läßt sich durch die Beobachtung der Präparate erweisen. Es ist nur nötig, Schnitte durch einen Egel, der unmittelbar nach Beendigung des Saugaktes abgetötet ist, mit solchen zu vergleichen, die von einem Egel stammen, der etwa seine Verdauung beendet hat. Bei letzterem zeigt sich das große Rückengefäß im Querschnitte ganz oder nahezu kreisrund infolge der großen Menge darin enthaltener flüssiger Nahrung, das Verbindungsgefäß nach dem Rüssel aber ist nur ein dünner Strang, dessen enger Hohlraum kaum nachzuweisen ist. Dagegen erscheint uns bei einem Egel, der kurz vor der Untersuchung sich mit Blut vollgefüllt hat, das Rückengefäß im Querschnitt als ein schmaler wagerechter Spalt, während alle vor dem ersten Magenblindsack gelegenen Gefäße, insbesondere das in den Rüssel führende, durch große Flüssigkeitsmengen stark erweitert sind.

Der Druck, der durch die Verdrängung des Gefäßinhaltes auf den Rüssel ausgeübt wird, wächst während des Saugens infolge des fortgesetzten Anschwellens der Magenblindsäcke immer mehr an. Die Annahme liegt nahe, daß dieser Druck schließlich stark genug wird, um die in den Rüssel gepreßte Flüssigkeit zu zwingen, sich gewaltsam einen Ausweg zu suchen. Geschieht dies durch eine Spaltbildung oder eine Zerreißen in der Rüsselwand, so ist damit die Infektion der Schildkröte gegeben, denn in diesem Falle gelangen die Sporozoiten unmittelbar in die Saugwunde. Da dieser Vorgang naturgemäß erst gegen Ende des Saugaktes, vielleicht sogar erst bei dem Versuche, den Rüssel in den übervollen Körper zurückzuziehen, geschehen kann, so ist die Gefahr gering, daß die in die Wunde gelangten Sporozoiten durch den Saugakt des Egels wieder herausgesogen werden. Der Übertragungsvorgang, wie ich ihn annehme, bietet also die denkbar günstigsten Bedingungen für die Infektion der Schildkröte.

Leider kann ich den einwandfreien Beweis für die dargestellte Ansicht durch Beobachtungen trotz vieler Bemühungen noch nicht erbringen. Veränderungen an der Rüsselwandung zu beobachten, die durch den Flüssigkeitsaustritt verursacht wären, dürfte vielleicht unmöglich sein, da sich der Gefäßinhalt möglicherweise, ohne eine Zerreißung zu verursachen, zwischen den einzelnen Zellelementen Bahn bricht, die sich darauf wieder wie vorher zusammenschließen.

Auch die Versuche, die Egel unter dem Mikroskop saugen zu lassen, um so den Austritt der Sporozoiten beobachten zu können, führten zu keinem Ergebnis. Damit sich das auf den Objektträger oder die Unterseite des Deckgläschens einer feuchten Kammer gebrachte Blut nicht mit dem Wasser vermischt, muß man die Egel natürlich aus dem Wasser an die Luft setzen. Es gelingt zwar manchmal, sie zum Saugen zu veranlassen, doch fühlen sie sich unter den veränderten Bedingungen augenscheinlich bald unbehaglich und hören mit der Nahrungsaufnahme auf, wenn sie erst geringe Mengen Blut in sich aufgenommen haben.

Somit bleibt vorläufig die Hauptstütze meiner Annahme von der Art der Infektion die Tatsache, daß, wie durch ein großes Material sichergestellt ist, eine unmittelbare Übertragung der Sporozoiten aus dem Rückengefäß heraus stattfinden muß und daß der beschriebene Weg der einzige aus der Morphologie des Egels verständliche ist. Dazu kommt der weitere Umstand, daß die mechanische Ursache der Übertragung sich ohne Schwierigkeit in dem bei der Nahrungsaufnahme von dem Magen ausgeübten Drucke finden läßt.

Infektionsversuche von Schildkröten durch den Saugakt sporozoitenhaltiger Egel wurden acht unternommen. Von diesen lieferte nur einer ein positives — allerdings einwandfreies — Ergebnis. Es handelte sich hierbei um eine junge Schildkröte von 4 cm Schildlänge, die Anfang Juli 1909 in meinen Besitz gelangte und in deren Blute ich keine Parasiten nachweisen konnte. Am 21. September, also nach etwa 80 Tagen wurde nochmals eine gründliche Blutuntersuchung ohne Erfolg vorgenommen. Hierauf setzte ich junge Egel an, die am 29. August, also 23 Tage vorher, zum ersten Male, und zwar an einer stark infizierten Schildkröte, Blut gesaugt hatten. Von diesen Egeln saugten sich am 21. und 22. September 26 an der Schildkröte voll. Bereits am 27. September konnte ich zahlreiche Parasiten im peripheren Blute der Schildkröte nachweisen.

Es verlangt eine Erklärung, warum von so vielen Infektionsversuchen nur einer zu dem gewünschten Ergebnisse geführt hat.

War auch die Zahl von 26 Egel die höchste auf eine Schildkröte verwendete, so gelangten doch bei einem Versuche 11, bei einem zweiten 20, einem dritten 22 Egel zum Saugen, die Zahl war also wohl auch in diesen Fällen kaum zu gering.

Es ist jedoch zu bemerken, daß zu den Infektionsversuchen fast nur junge Egel verwendet wurden, Egel, die zumeist erst ein oder zweimal Blut gesaugt hatten. Veranlassung zur Verwendung junger Egel gab der Umstand, daß man von diesen eine viel größere Anzahl an einer jungen Schildkröte saugen lassen kann, ohne daß dieser allzuviel Blut entzogen wird.¹⁾ Nach den ersten mißglückten Versuchen standen aber der vorgerückten Jahreszeit wegen keine anderen Egel mehr zur Verfügung; denn nüchterne erwachsene Egel findet man, wie bereits erörtert wurde (S. 266, 267), nur im Frühjahr.

Ich vermute, daß die Egel im allgemeinen erst im erwachsenen Zustande zur Übertragung der Sporozoitien auf die Schildkröte befähigt sind und daß eine Infektion durch junge Egel nur ausnahmsweise eintritt. Den Grund hierfür sehe ich in der noch zu geringen Ausdehnung der „Lymphatischen Drüse“ sowohl wie des Rüsselgefäßes. Bei der Untersuchung von Egel, die kurz nach dem Blut-saugen konserviert worden waren, fand ich in dem engen zum Rüssel ziehenden Gefäße nur ganz vereinzelt Sporozoitien; die große Masse hatte sich bereits in der „Lymphatischen Drüse“ gestaut. Augenscheinlich ist erst beim erwachsenen Egel das Rüsselgefäß weitlumig genug, um den Sporozoitien leicht den Eintritt zu ermöglichen.

Ich werde, sobald sich die Gelegenheit bietet, die Infektionsversuche von diesem Gesichtspunkte aus wieder aufnehmen.

Gelegentlich beobachtet man, daß Egel von Schildkröten gefressen werden. Eine Übertragung der Parasiten durch den Darmkanal in das Blut der Schildkröte ist jedoch sehr unwahrscheinlich. Trotzdem wurden Fütterungsversuche ausgeführt, die ein negatives Ergebnis hatten.

5. Das Schicksal der im Egel verbleibenden Sporozoitien.

Der Weg, den wir die Sporozoitien nach ihrer Ausbildung im Darne haben einschlagen sehen, ist kein zufälliger. Es ist der gleiche Weg, den die vom Egel aufgenommene Nahrung nimmt. Mit dem Nahrungsbrei wandern die Sporozoitien durch das Epithel. Wenn

¹⁾ Tatsächlich können, wie ich beobachtet habe, schon zwei erwachsene Egel einer kleinen Schildkröte (von etwa 4 cm Schildlänge) so viel Blut entziehen, daß sie daran zugrunde geht.

wir sie in großen Mengen in den Blutgefäßsäcken finden, die den Darm umgeben, so sehen wir diese Säcke auch stark erweitert durch die aufgenommene Nahrung, und wenn diese in das Rückengefäß weitergeschafft wird, so werden auch die Sporozoiten dorthin mitgenommen. Der Chylussaft tritt aus den Blutgefäßen allmählich in das umgebende Coelom über, und auch hierhin können die Sporozoiten folgen.

Dieser Übertritt von Sporozoiten in das Coelom kann verschiedene Ursachen haben. Eine der Ursachen habe ich in langandauerndem Hungern des Wirtes gefunden. Bei jungen Egeln, die erst einmal Blut gesaugt hatten, deren Verdauung also nach spätestens 14 Tagen beendet war, habe ich frühestens 5 Wochen nach dem Saugen Parasiten im Coelom beobachtet. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir die Ursache der Abwanderung der Sporozoiten in dem Nahrungsmangel erblicken, der sich bei fehlender frischer Zufuhr allmählich in dem Rückengefäß bemerkbar macht. Die Sporozoiten wandern mit der Nahrung in die kapillaren Blutgefäße und aus diesen in das Coelom, wobei sie wohl die Wandung des Blutgefäßes durchbohren müssen, da eine offene Verbindung zwischen Blutgefäßen und Coelomräumen nicht zu bestehen scheint (vgl. LOESER 1909). Da man stets, wenn man die Parasiten im Coelom nachweisen kann, sie auch in den Blutgefäßen verteilt findet, so scheint mir das dafür zu sprechen, daß ein Übertritt der Hämogregarinen unmittelbar aus dem Rückengefäß in das umgebende Coelom nicht stattfindet.

Die in den erörterten Fällen auf Nahrungsmangel zurückgeführte Abwanderung der Sporozoiten aus dem Rückengefäß zunächst in die kleineren Gefäße wird nun mechanisch bewirkt, wenn der Egel zur zweiten Nahrungsaufnahme schreitet. Wie schon erwähnt, wird hierbei der Inhalt des Rückengefäßes in die im Vorderteil des Körpers gelegenen Gefäße gepreßt. Als Folgeerscheinungen dieses Vorganges erklären sich zwei Tatsachen. Zunächst die, daß wir bei Egeln, die schon zweimal Blut gesaugt haben — auch wenn sie zwischen beiden Blutaufnahmen nicht lange gehungert hatten — viel häufiger Parasiten im Coelom antreffen, als bei solchen, die erst eine Verdauungsperiode hinter sich haben. Zweitens beobachtet man bei Egeln jeder Größe, auch bei ganz erwachsenen, die Parasiten in besonders reichlicher Menge in den Coelomkapillaren des vorderen Körperdrittels.

Während die Sporozoiten, solange sie im Rückengefäß verbleiben, ihre ursprüngliche Größe und Gestalt beibehalten, wachsen sie, sobald sie in das Coelom gelangen, ziemlich stark heran. Dabei

nehmen sie eine etwas breitere, länglich ovale oder walzenförmige Gestalt an (Fig. 55, 56). Mit dem Breiterwerden verkürzt sich naturgemäß auch der Kern, und vorübergehend ähnelt der Sporozoit sehr dem freien Merozoiten im Schildkrötenblut (vgl. Fig. 55 und Fig. 61). Schließlich wird der Parasit so breit, daß der Kern eine kuglige Gestalt annehmen kann (Fig. 57) — ganz ähnlich, wie wir das bei dem in ein Blutkörperchen eingedrungenen Merozoiten wiederfinden (Fig. 62) —, die Zelle mißt dann etwa 10.35μ , und in dieser Länge und Breite findet man die Parasiten am häufigsten im Coelom. Der Kern ändert mit seiner Gestalt nicht auch seinen Bau. Die einzelnen Chromatinbrocken nehmen wohl an Größe zu, doch behält der Kern völlig das Aussehen, das ich beim Merozoiten als den „initialen“ Bau bezeichne (S. 307): er setzt sich zusammen aus einem unregelmäßigen Haufen großer Chromatinbrocken.

Aus dem Coelom können die Parasiten, namentlich bei jungen Egel, in die Gewebe des Wirtes weiter wandern. Wir treffen sie in den verschiedensten Zellen, namentlich zwischen und in den Muskelzellen an. Auch in den das Coelom durchwandernden Phagocyten beobachtet man sie häufig; in diese geraten sie aber wohl nicht aus eigenem Antriebe, sondern sie werden von diesen wahrscheinlich als störende Fremdkörper aufgenommen. Die Phagocyten gelangen mit ihrer Beute in die Nephridialkapseln. Hier kann man bei starker Infektion des Coeloms auch zahlreiche mit Hämogregarinen beladene Phagocyten vorfinden (Fig. 57). Der schädigende Einfluß der Phagocyten auf die Parasiten scheint sehr gering zu sein; denn die meisten der von ihnen aufgenommenen Zellen haben ein durchaus normales Aussehen. Nur einzelne in den Nephridialkapseln zu beobachtende Degenerationsbilder sprechen dafür, daß die Hämogregarinen dort allmählich zugrunde gehen. Nach außen können sie nicht entleert werden, da nach den übereinstimmenden Angaben zahlreicher Forscher [vgl. die Literatur bei LOESER (1909)], die auch ich bestätigen kann, zwischen den Kapseln und den nach außen führenden Nephridialsträngen keine offene Verbindung besteht.

Meist findet man die Hämogregarinen einzeln im Coelom und in den Geweben des Egel verteilt. Gelegentlich beobachtet man jedoch Ansammlungen von Parasiten zu größeren Haufen, die oft einen sehr erheblichen Umfang besitzen und geradezu den Eindruck geschwulstartiger Bildungen hervorrufen können (Fig. 59). Diese Anhäufungen finden sich am zahlreichsten in den feinen Coelomkapillaren dicht unter der Körperoberfläche des Wirtes, seltener dafür aber meist von viel größerer Ausdehnung, treten sie mehr im

Innern des Körpers auf. Die Ursache dieser Bildungen ist augenscheinlich darin zu suchen, daß die in der Coelomflüssigkeit passiv hin und her bewegten Parasiten in den feinsten Kapillaren liegen bleiben, daß durch Zutritt anderer eine Stauung entsteht und durch weitere Vergrößerung der Anzahl sowie durch das Heranwachsen der einzelnen Zellen der enge Hohlraum immer mehr ausgeweitet wird. So erscheinen die Parasitenhaufen schließlich wie große mit zahlreichen Zellen oder — bei schlechterer Konservierung — mit zahlreichen Kernen erfüllte Cysten, die in die Gewebe des Wirtes eingelagert sind. Vielleicht sind an der Bildung der Parasitenklumpen, insbesondere solcher, die dicht neben dem Darne liegen (Fig. 59), auch die großen, nicht in das Rückengefäß gelangenden Sporozoiten beteiligt, die ich weiter oben erwähnt habe (S. 286).

Es ist nicht ausgeschlossen, daß SIEGEL (1903) derartige Gebilde auch in der Nähe der Ösophagusdrüsen beobachtet hat und daß er diese im Auge hat, wenn er von seinen „Ookineten“ (den Sporozoiten!) sagt: „Hier runden sich die Parasiten ab, und unter starker Vergrößerung derselben entsteht eine sehr große Anzahl von Kernen, die sich mit Plasma umgeben, die Sporozoitoblasten.“

Die Annahme, daß die großen Parasitenklumpen durch Teilungen entstanden sind, liegt in der Tat sehr nahe, insbesondere, wenn man außer einer oder zwei solcher gewaltigen Anhäufungen fast gar keine Hämogregarinen im Coelom des Egels findet; und ich war anfangs selbst geneigt, an die Möglichkeit einer Weiterentwicklung der herangewachsenen Sporozoiten im Egel zu glauben. Ich habe mich jedoch vergeblich bemüht, ein Teilungsstadium aufzufinden. Außerdem zeigt die Untersuchung der Schizogonie in der Schildkröte, daß im Zusammenhange mit der Teilung erhebliche Umwandlungen im Kerne vor sich gehen, während, wie schon bemerkt, bei den Coelomparasiten der Kern stets seinen „initialen“ Charakter bewahrt. Das läßt es mir wahrscheinlich erscheinen, daß die in das Coelom gelangten Sporozoiten zu einer Fortentwicklung nicht befähigt sind.

Die beschriebenen Formen sind bereits von KOWALEVSKY gesehen worden. Er beobachtete „Sporozoen“ in den Muskelzellen, im Coelom, in den Nephridien und in den Zellen der Speicheldrüsen, ohne nähere Angaben über sie zu machen. Was das Vorkommen in den Speicheldrüsen anlangt, so ist dieser Befund nach meinen Erfahrungen ein außerordentlich seltener. Da die Sporozoiten vom Coelom aus in alle möglichen Gewebe eindringen können, so gelangen sie gelegentlich auch einmal in eine Speicheldrüsenzelle. Tatsächlich findet man sie dort viel seltener, als man nach der Wahrscheinlich-

keit erwarten sollte; irgendeine Neigung der Parasiten für dieses Organ ist also keinesfalls vorhanden.

SIEGEL (1903) nimmt an, daß durch eine Infektion der Eier des Egels die Sporozoiten auf die Nachkommenschaft übertragen werden können. Diese Ansicht verliert ihre Stütze durch die Erkenntnis, daß die von SIEGEL als Sporozoiten angesprochenen Gebilde in den Ösophagusdrüsen gar nicht parasitärer Natur sind (vgl. S. 262). Für eine Infektion der Nachkommenschaft können nur die in das Coelom übergetretenen Sporozoiten in Betracht kommen. Zu einer solchen Annahme fehlt jedoch jede Beobachtung; sie ist auch aus theoretischen Gründen unwahrscheinlich, da wir dann doch wohl eine Weiterentwicklung der Sporozoiten annehmen müßten. In den Ovarien habe ich keine Parasiten gefunden, doch halte ich es nicht für ausgeschlossen, daß ebenso wie in andere Organe auch dort Parasiten hingelangen können.

In der Literatur finden wir einige Angaben von Parasitenbefunden bei anderen Egel, die, so knapp die Erwähnung auch meist gehalten ist, doch vermuten lassen, daß es sich im einen oder anderen Falle gleichfalls um Entwicklungsstadien einer Hämogregarine handelt. Sie seien daher hier erwähnt, da sie vielleicht richtunggebend für die weitere Forschung in Betracht kommen können. Bei den von BOLSIUS (1895) im Darne von *Glossosiphonia sexoculata* gefundenen Parasiten handelt es sich nach mündlichen Angaben von Herrn Prof. SCHUBERG, der diese Formen ebenfalls beobachtet hat, allerdings um eine Gregarine; dagegen beobachtete BOLSIUS bei *Nepheleis octoculata* in anderen — nicht näher bezeichneten — Körperteilen Parasiten, die nicht durch den After nach außen entleert werden können. Ferner beobachtete CASTLE (1900) im Darne von *Glossosiphonia elongata* Parasiten, die nach seiner Meinung mit den von BOLSIUS beschriebenen Gregarinen übereinstimmen. Bei einer ganzen Anzahl anderer Egel (*Glossosiphonia fusca*, *heteroclita*, *elegans* und *stagnalis*) fand er jedoch in der Muskulatur Parasiten: „One finds the heavily staining sporocyst in whole preparations of its host, usually near the margin of the body, imbedded in the deeperlying muscle layers (longitudinal and dorso-ventral).“ Leider macht er über den Bau dieser „Sporocysten“ keine näheren Angaben.

Selbst wenn es sich bei diesen Parasiten um Coccidien handeln sollte, so wäre deren genaue Kenntnis doch für die Hämogregarinenforschung von großem Interesse, wie die große Verwandtschaft der *H. stepanowi* mit dem einzigen bisher bekannten Egelcoccidium, dem *Orcheobius herpobdellae*, beweist.

Sehr bemerkenswert ist eine Angabe PATTON's (1908). Er fand Egel an einer mit Hämogregarinen infizierten Schildkröte, *Emyda gravosa*, und wurde von CHRISTOPHERS auf das Vorkommen von Entwicklungsstadien in diesen aufmerksam gemacht. Diese Formen hält er für Stadien eines *Egelcoccidium*s, eine Deutung, die im Hinblick auf meine Befunde ohne Zweifel irrtümlich ist.

Nach mündlichen Angaben von Herrn Regierungsrat Prof. Dr. BECK kann ich noch folgendes hinzufügen. An ostafrikanischen Sumpfschildkröten, die gleichfalls Hämogregarinen beherbergen, finden sich Egel, die — wie ich mich überzeugt habe — der *Placobdella catenigera* sehr ähnlich sehen und jedenfalls zur gleichen Gattung gehören. In diesen Egeln fand Herr Prof. BECK gleichfalls Entwicklungsstadien von großer Coccidienähnlichkeit.

Die ungeschlechtliche Entwicklung in der Schildkröte.

1. Überblick.

Ich habe bereits erwähnt, daß mir in einem Falle die Infektion einer jungen Schildkröte experimentell herbeizuführen geglückt ist. Die im Blute dieses Tieres beobachteten Formen boten eine sichere Grundlage zur Unterscheidung der bei frischer Infektion auftretenden Entwicklungsstadien von solchen, die etwa nach längerem Aufenthalte der Parasiten in der Schildkröte auftreten konnten, und sie gaben die Möglichkeit, auch bei anderen Schildkröten das Vorhandensein einer noch frischen Infektion zu erkennen.

Die Vermehrungsweise der Hämogregarinen in der Schildkröte ist die Schizogonie. Die Teilungsstadien finden sich ausschließlich im Knochenmark, wie das auch DANILEWSKY (1889) beobachtet hat, die heranwachsenden Formen finden wir dagegen überall im Blute vor. LAVERAN (1898) hat besonders in der Leber, daneben auch in der Milz, sehr zahlreiche Teilungsbilder gefunden; was es damit auf sich hat, werden wir später zu besprechen haben.

Die Schizonten, die ich im Knochenmark der Schildkröten vorfand, waren von sehr verschiedener Größe; stets aber war der Umfang der im Marke der gleichen Schildkröte gefundenen Formen ungefähr gleich. Entweder maßen die Schizonten bis zu $20 \times 13 \mu$ und führten zur Bildung von 12—24 Merozoiten (Fig. 83—85), oder ihre Größe betrug im Durchschnitt $16 \times 6 \mu$ und die Zahl der

daraus entstehenden Merozoiten gewöhnlich 6, selten nur 4 oder 5 (Fig. 86, 87, 93, 94). Das getrennte Vorkommen der beiderlei Schizonten spricht dagegen, daß es sich hier etwa um eine frühzeitige geschlechtliche Differenzierung schon bei der Schizogonie handelt, wie sie von dem Coccidium *Cyclospora caryolytica* (SCHAUDINN 1902) beschrieben worden ist und wie sie sich auch bei *Adelea ovata* (SIEDLECKI 1899) und *Legerella nova* (BONNET-EYMARD 1900) finden soll. Auch ist das Aussehen und die Größe der von den großen und der von den kleinen Schizonten stammenden Merozoiten stets gleich. Zudem werden wir später die erheblich abweichende Art und Weise kennen lernen, wie die Ausbildung geschlechtlich differenzierter Formen geschieht. Es ist also offenbar, daß die Verschiedenheit der Schizonten mit dem verschiedenen Alter der Infektion im Zusammenhange steht. Einige Tatsachen erlauben uns den Schluß, daß die größeren Schizonten im Anfange der Infektion auftreten, wie das auch SCHAUDINN bei *Eimeria Schubergi* beobachtet hat.

Leider habe ich in der von mir experimentell infizierten Schildkröte, der einzigen, bei der ich über das Alter der Infektion genaue Kenntnis habe, keine Teilungsstadien finden können. Gerade diese Tatsache spricht dafür, daß die großen Schizonten die zuerst auftretenden sind. Denn bei dem augenscheinlich sehr langsamen Wachstum der Parasiten im Schildkrötenblut müssen sicher mehrere Tage vergehen, bis die erhebliche Größe dieser Schizonten erreicht wird und da im Anfange der Infektion die Entwicklung der einzelnen Parasiten noch ziemlich parallel gehen wird, so ist es verständlich, daß bei der Untersuchung am 6. oder 7. Tage nach der Infektion gerade keine Teilungsstadien in der Schildkröte zu finden sind.

Die hauptsächlichsten Gründe für meine Ansicht sind jedoch die folgenden: An Schizonten mit sechs oder weniger Merozoiten schließen sich mit Sicherheit die Entwicklungsstadien an, die zur Ausbildung geschlechtlich differenzierter Formen führen. Diese Formen treten aber erst nach längerer Infektionsdauer auf. Überhaupt fand ich in Schildkröten, die sich schon längere Zeit in der Gefangenschaft befanden und vor der Neuinfektion durch einen Egel geschützt waren, ausschließlich kleine Schizonten. Die meisten Abbildungen von solchen (die Fig. 76—79, 86, 87 u. 94) stammen aus einem Wirtstiere, das sich 2 Monate in meinem Besitze befand und vorher von einem Händler bezogen worden war. Von den beiden Schildkröten dagegen, in denen ich die großen Schizonten gefunden habe, hatte ich die eine (A) 3 Wochen, die andere (B) nur 2 Tage in der

Gefangenschaft. Schildkröte B, von 10 cm Schildlänge, wurde am 16. August 1909 getötet und zeigte nur die normalen Stadien der Schizogonie, keine geschlechtlich differenzierten Formen, im Blute. In der Schildkröte A, von etwa gleicher Größe, getötet am 14. Juni 1909, fanden sich allerdings noch andere Formen, die aber sicher als die Reste einer vorjährigen Infektion zu betrachten waren. Auf diese Formen werde ich ausführlich eingehen, wenn ich auf den Einfluß der Überwinterung des Wirtes auf die Parasiten zu sprechen komme.

Wenn die Annahme richtig ist, daß im Anfange der Infektion große und am Ende kleine Schizonten auftreten, so müssen zwischen diesen natürlich Übergänge zu finden sein. Da sich unter den Schildkröten, in deren Knochenmark ich Teilungsbilder beobachtete, eine befand, bei der einige aufgefundene Schizonten sechs Merozoiten besaßen, bei der jedoch noch keine geschlechtlich differenzierten Formen auftraten, so vermutete ich, daß in diesem Tiere auch noch größere Schizonten zu finden sein müßten. Da in dieser Schildkröte die in Teilung befindlichen Schizonten überhaupt nicht häufig waren, so gelang erst nach vielstündigem Suchen die Entdeckung der beiden in Fig. 80 u. 82 abgebildeten Stadien. Wenn bei diesen beiden Bildern auch die Ausbildung der Merozoiten noch nicht erfolgt ist, so läßt sich doch feststellen, daß deren Mindestzahl jedenfalls mehr als sechs beträgt. In Fig. 80 zählen wir fünf Kerne, von denen die drei größeren durch ihre Struktur erkennen lassen, daß sie kurz vor einer Teilung stehen (vgl. S. 313). Die geringste Zahl der entstehenden Kerne beträgt hier also acht. In Fig. 82 sind neun Kerne, sieben kleine und zwei große, vorhanden. Die großen stehen auch hier unmittelbar vor der Teilung: das Endergebnis dürfte also elf Kerne betragen.

Ich glaube, daß die angeführten Tatsachen beweisend sind für die Annahme, daß die Schizonten im Anfange der Infektion sehr stark heranwachsen und zahlreiche (bis 24) Merozoiten bilden, und daß ihre Teilungsgröße bei fortschreitender Infektion allmählich abnimmt, bis nur noch eine geringe Zahl (6 oder weniger) Merozoiten zur Ausbildung gelangen.

Es sei noch bemerkt, daß DANILEWSKY (1889) die Zahl der bei der Teilung von *H. stepanowi* gebildeten Keime auf 8, 12 oder 16 angibt. Dieser Forscher scheint also bei den Schildkröten, in denen er Teilungsstadien fand, Tiere mit mäßig vorgeschrittener Infektion vor sich gehabt zu haben.

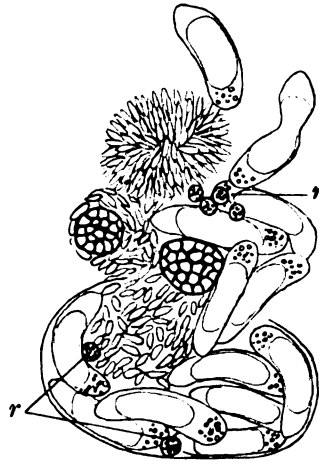
Trotz verschiedentlichlicher Versuche ist es mir bisher nicht ge-

lungen, das Eindringen der Sporozoiten in die Blutkörperchen zu beobachten. Ebenso kann ich auch über die Art des Heranwachsens der Sporozoiten zu Schizonten keine Angaben machen. Da jedoch, wie oben (S. 293) erwähnt, die im Coelom des Egels heranwachsenden Sporozoiten ein Stadium erreichen, auf dem sie weder durch ihre Größe noch durch ihr Aussehen von den Merozoiten zu unterscheiden sind (vgl. Fig. 55 u. 61), so sind wir berechtigt, zu vermuten, daß die Entwicklung in derselben Weise wie die des Merozoiten vor sich geht. Ich beginne daher meine Darstellung mit dem Merozoiten.

2. Die Merozoiten.

In einem frischen Präparate von dem Knochenmarke einer Schildkröte fand ich einmal einen reifen Schizonten, dessen Hülle an einer Seite zerrissen war, vielleicht infolge des Deckglasdruckes, und dessen Keime die Hülle zum Teil verlassen hatten (Textfig. V). Zum Verständnis des Bildes bemerke ich, daß mehrere Leukocyten von gleicher Art, nämlich solche, deren Plasma völlig mit spindelförmigen Einschlüssen erfüllt war, auf die geplatzte Teilungscyste zukrochen: ein schönes Beispiel der Chemotaxis. Sie wanderten hinein, zwängten sich zwischen den Merozoiten durch und wanderten wieder hinaus; eine Phagocytose fand nicht statt. Es ist dies um so bemerkenswerter, als ich an anderer Stelle die Aufnahme eines Parasiten durch einen granulafreien Leukocyten zu beschreiben haben werde.

Bei einer Zählung der noch in der Cyste befindlichen sowie der in ihrer Umgebung bemerkbaren Merozoiten konnte ich noch 19 zusammenfinden. Die Merozoiten haben eine ziemlich plumpe Gestalt, sie messen lebend 12—14 μ in der Länge und 3 μ in der Breite. Das Hinterende ist halbkugelig abgerundet, das Vorderende mit einer kurzen, stumpfen Spitze versehen (Fig. 1). Das Protoplasma erscheint am vorderen Ende sehr fein alveolär, am hinteren Ende ist es von einer Anzahl stark lichtbrechender Tröpfchen erfüllt, die bei der Konservierung der Zelle aufgelöst werden. In der



Figur V.

Mitte liegt der große langgestreckte Kern, der in der lebenden Zelle durch eine gröbere, scheinbar netzige Struktur erkennbar ist. Diese Struktur ist aber nicht der Ausdruck eines Wabenwerkes. Die Vergleichung mit dem gefärbten Materiale (Fig. 61) lehrt, daß der Kern sich aus einer Anzahl großer Chromatinbrocken zusammensetzt, daß also eine scheinbare Wabe einem solchen Brocken entspricht. Volutin findet sich im Protoplasma entweder gar nicht oder nur in spärlicher Menge.

Die Fortbewegung der Merozoiten findet in der bekannten Weise der Gregarinen und Coccidien statt. Ab und zu gibt der dahingleitende Parasit durch eine langsame seitliche Krümmung der Bewegung eine andere Richtung. Ebenso langsam streckt sich der Körper wieder gerade. Auch zu ringförmigen Einschnürungen ist der Merozoit befähigt. Diese kommen ihm beim Eindringen in ein neues Blutkörperchen zustatten.

Ein Merozoit, dessen Eindringen ich beobachtet habe, glitt in gerader Richtung von der Teilungscyste fort und traf nach Zurücklegung eines Weges von etwa 150μ Länge auf ein Blutkörperchen. Er stieß gegen das Blutkörperchen, das etwas geneigt zur Waagrechten lag, nicht an dessen Kante, sondern ein wenig entfernt von dieser an der unteren Fläche und begann an der gleichen Stelle einzudringen. Auffällig ist die große Leichtigkeit, mit der die Einwanderung des Parasiten augenscheinlich erfolgt. Sie geschieht mit der gleichen gleitenden Bewegung wie die Reise durch das Serum, nur erheblich langsamer. An der Stelle, an der der Parasit die Oberfläche des Blutkörperchens berührt, zeigt er eine tiefe ringförmige Einschnürung, die in dem Maße, wie der Eindringling vorrückt, an seinem Körper rückwärts wandert (Fig. 2, 3). Bereits nach kaum 3 Minuten war der Merozoit so weit eingedrungen, daß nur noch ein ganz kleiner Zipfel außerhalb der Zelle lag (Fig. 4); das Vorderende berührte den Rand des Blutkörperchens, und dadurch wurde wohl eine Unterbrechung herbeigeführt. Auch nach mehreren Stunden war der letzte außen anhängende Rest noch nicht nachgezogen. Anscheinend waren die Lebensbedingungen im Präparat inzwischen so ungünstig geworden, daß der Parasit nicht mehr dazu imstande war.

Der beschriebene Vorgang zeigt große Übereinstimmung mit dem von SCHAUDINN (1900) beschriebenen Eindringen der *Eimeria*-Sporozoiten in eine Epithelzelle des Lithobiusdarmes (vgl. meine Fig. 2—4 mit seiner Fig. 1 *i* u. *k*), mit der einzigen Ausnahme, daß die dort stattfindende Unterstützung des Eindringens durch seitliche

Knickbewegungen, bei den viel plumperen Merozoiten unterbleibt. Bei den schlanken Sporozoiten der Hämogregarine, die, wie bereits erwähnt, sehr zur Ausführung seitlicher Knickbewegungen neigen, dürfte demnach das Eindringen in ein Blutkörperchen völlig dem Eindringen der *Eimeria*-Sporozoiten in eine Epithelzelle gleichen.

Recht bemerkenswert ist auch, daß die Gestaltunterschiede zwischen Sporozoit und Merozoit bei *Haemogregarina* und *Eimeria* die gleichen sind: bei beiden Formen ist der Sporozoit schlanker mit stärker zugespitztem Vorderende, der Merozoit breiter mit stumpferer Spitze.

Ganz die gleichen Unterschiede zwischen Sporozoit und Merozoit findet SCHAUDINN (1903) auch bei *Plasmodium vivax*. Die Ähnlichkeit mit den entsprechenden Formen der Hämogregarine ist hier sogar noch größer, insofern als die Merozoiten in ihrer Gestalt sehr viel plumper als die Sporozoiten sind. Auch gibt der Forscher an, daß ihre Bewegungen viel träger und die seitlichen Krümmungen viel weniger ausgiebig seien.

Während das Eindringen des Merozoiten in ein Blutkörperchen mit den entsprechenden Vorgängen bei *Eimeria* und *Plasmodium* übereinstimmt, weicht es völlig ab von dem Eindringen der *Lankesterella* des Frosches in ein Blutkörperchen, wie es NERESHEIMER (1909) beschrieben hat. Dabei soll das Blutkörperchen dem sich nähernden Parasiten zwei Pseudopodien entgegenstrecken, die die Hämogregarine von beiden Seiten umfassen und in die Zelle hineinziehen.

Wenn der Merozoit in das Blutkörperchen eingedrungen ist, so nimmt er eine etwas kürzere und breitere, an beiden Enden gleichmäßig abgerundete Gestalt an, wobei auch sein Kern sich verkürzt und verbreitert und meist eine kugelige Form erhält. Der Parasit ist nie ganz gerade gestreckt, sondern besitzt, wie fast alle im Blutkörperchen zu findenden Formen ein im Umriß bohnenförmiges Aussehen. Diese gebogene Gestalt, die auch bei anderen Hämogregarinen die gewöhnliche ist, sucht MINCHIN (1907) bei einer Hämogregarine aus *Agama tuberculata* dadurch zu erklären, daß die Hämogregarine sich dem durch den Zellkern eingeengten Raume anpassen muß. Man findet allerdings häufig den Kern der konkaven Seite des Parasiten angeschmiegt, wenigstens ebenso häufig aber liegt er an der konvexen Seite oder sonst einer beliebigen Stelle, wovon ein Blick auf die Tafeln überzeugt. Eine solche abweichende Lage deutet MINCHIN bei seinem Objekte in der Weise, daß sie durch Bewegungen des Parasiten hervorgerufen sei, Bewegungen, die dieser ausführte, um aus dem Blutkörperchen auszutreten. Diese Deutung

versagt bei *H. stepanowi* völlig; denn außer den Merozoiten verläßt bei dieser Hämogregarine normalerweise kein Parasit im Blute der Schildkröte seine Wirtszelle. Es erscheint mir das wahrscheinlichste, daß die gekrümmte Gestalt der Parasiten auf einer Anpassung an die Protoplasmastruktur des Blutkörperchens beruht. Auf den Kern wird dagegen keine Rücksicht genommen; er wird nach einer beliebigen Seite verdrängt.

3. Die Schizonten.

Sobald der Merozoit im Blutkörperchen zu wachsen beginnt, ändert er seine Gestalt, indem sich sein hinteres Ende zu einem kleinen hakenförmigen Fortsatze umbiegt (Fig. 6). Je größer der Parasit wird, um so länger wird auch dieser zweite Schenkel und schon lange, ehe er zu einem erwachsenen Schizonten herangereift ist (Fig. 7), ist ein wurmförmiges Gebilde mit zwei ungefähr gleichlangen Schenkeln aus ihm geworden.

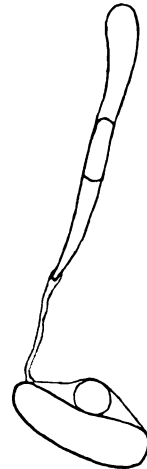
Mein Befund, daß die Merozoiten sogleich bei Beginn ihres Wachstums zweischenklig werden, steht im Widerspruche zu den Angaben PFEIFFER'S (1891), daß der Parasit den zweiten Schenkel erst anlegt, wenn er fast bis zum größten Durchmesser des Blutkörperchens herangewachsen ist. In jungen Schildkröten mit frischer Infektion findet man mit Sicherheit bei jedem Parasiten, der nur ein wenig über die Größe des freien Merozoiten hinausgeht, bereits die Anlage eines zweiten Schenkels vor. Die abweichende Darstellung PFEIFFER'S läßt sich dadurch erklären, daß er vorgeschrittene Infektionen vor sich hatte und solche großen einschenklig Parasiten, wie sie dann als geschlechtlich differenzierte Formen auftreten (vgl. Fig. 17—19), in diesen Zusammenhang hineingedeutet hat.

Da der erwachsene Schizont die Gestalt eines schlanken, langen Wurmes besitzt, so erklärt sich die frühe Anlage eines zweiten Schenkels einfach aus dem Widerstande, den das Plasma der Wirtszelle den Ausdehnungsbestrebungen des Gastes entgegensetzt. Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß ein auf sich selbst zurückgekrümmter Wurm durch allseitigen Druck seiner Oberfläche sich den benötigten Raum mit geringerer Kraftanstrengung verschafft, als ein solcher in gestrecktem Zustande. In diesem Zusammenhange ist es verständlich, daß, wenn ein Merozoit gelegentlich einmal in einen langgestreckten Hämatoblasten eindringt, beim Heranwachsen die Umnickung unterbleibt (vgl. Fig. 27).

Ich habe bereits erwähnt, daß die Hämogregarine ihre ganze Entwicklung bis zur Schizogonie in dem gleichen Blutkörperchen durchmacht. In konservierten Präparaten findet man daher niemals freie Schizonten, ebensowenig in vorsichtig angefertigten frischen Blutpräparaten. Dagegen begegnet man ihnen nicht selten in frischen Präparaten des Knochenmarkes. Dies hat seinen Grund darin, daß die Hämogregarine durch Beschädigungen ihrer Wirtszelle veranlaßt wird, diese zu verlassen. Bei der Quetschmethode, die zur Herstellung von Knochenmarkpräparaten nötig ist (vgl. die technischen Bemerkungen) ist Gelegenheit zu solchen Beschädigungen natürlich in reichem Maße gegeben. Man kann das Auswandern des Parasiten dann nicht selten mit ansehen.

Regelmäßig läßt sich beobachten, daß es sich um in Auflösung begriffene oder ihres Hämoglobingehaltes völlig beraubte Blutkörperchen handelt, in denen der Parasit in Bewegung gerät. Durch die Streckungsversuche des Parasiten, durch sein Bestreben, die beiden parallelen Schenkel auseinanderzuspreizen, platzt schließlich seine Hülle und die Hämogregarine tritt als langer, schlanker Wurm heraus. DANILEWSKY hat diesen Vorgang bereits sehr eingehend beschrieben. Die Membran des Parasiten ist so kräftig, daß sie, von dem Parasiten verlassen, nicht zusammenfällt, sondern genau ihre Form beibehält. Das Blutkörperchen wird bei der Auswanderung des Parasiten völlig zerstört, so daß sich ein sehr charakteristisches Bild ergibt, dem man nicht selten begegnet (Textfig. VI): Die Hülle des Parasiten, ihr dicht anliegend der zu einem strukturlosen, kugelförmigen Bläschen degenerierte Kern des Blutkörperchens und beide umgeben von einem zarten Häutchen, der Hülle des Erythrocyten. Die Abbildung zeigt den Auswanderer mit dem verlassenen Heim noch durch einen Schleimfaden verbunden. Solche Bilder beweisen, daß die Fortbewegung des Parasiten völlig der der Coccidien entspricht.

Der freie Schizont kann natürlich von sehr verschiedener Länge sein, je nach dem Alter, in dem er zur Aufgabe seines Wohnsitzes gezwungen worden ist. Die Länge beträgt etwa das Zehnfache der größten Breite. Die längsten Formen messen ungefähr 40μ . Die größte Breite besitzt der Parasit dicht hinter seinem Vorderende, nach hinten verjüngt er sich allmählich (Fig. 23). Sehr bemerkenswert ist die große Mannigfaltigkeit der Bewegungen, zu deren Ausführung er befähigt ist. Die

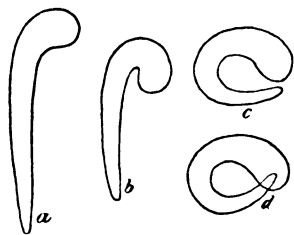


Figur VI.

Vorwärtsbewegung erfolgt ziemlich lebhaft. Nur kurze Strecken geht die Fahrt ganz geradeaus, dann biegt sich das Vorderende bald nach links, bald wieder nach rechts um, was zur Folge hat, daß der Körper zierliche Kurven beschreibt. Vermöge seiner starken Metabolie ist der Körper befähigt, sich ohne Schwierigkeit durch die schmalsten Engpässe hindurch zu zwängen. Nicht selten beobachtet man, wenn anscheinend gar kein Hindernis vorhanden ist, am vorderen Ende des Parasiten eine ringförmige Einschnürung auftreten, die in dem Maße, wie der Körper sich vorwärts bewegt, an ihm entlang nach hinten gleitet. Oft folgt dieser Einschnürung, noch ehe sie am ganzen Körper entlang gewandert ist, eine zweite, gelegentlich auch eine dritte. Diese Erscheinung, die auch DANILEWSKY genau schildert und abbildet (vgl. [1885] seine Fig. 11—14) und die er für die Ursache der Vorwärtsbewegung hält, ist wohl eher als die Wirkung unsichtbarer Hindernisse anzusehen. Das geht aus der Tatsache hervor, daß diese Einschnürung im Präparate genau an der gleichen Stelle bleibt, daß sie also an dem Parasiten einzig nach Maßgabe seiner Eigengeschwindigkeit rückwärts wandert.

DANILEWSKY führt das Auftreten dieser Einschnürungen auf das Vorhandensein kontraktiler Elemente zurück und glaubt auch, gelegentlich eine feine Querstreifung an den freien Parasiten gesehen zu haben. LABBÉ bestätigt diese Beobachtung. Ich habe von einer solchen Streifung nichts bemerken können.

Häufig stößt der Schizont auf seiner Wanderung gegen ein Blutkörperchen, niemals aber macht er Miene, in dieses einzudringen. Ist der Parasit in eine Enge geraten, in der er nicht weiter vorwärtsdringen kann, so verkürzt sich sein Vorderende, in dem es sich



Figur VII.

kolbenförmig verdickt, dann biegt es sich weit zurück und in scharfer Kurve wird eine neue Richtung eingeschlagen (Textfigur VII a, b).

In dieser Weise sah ich einen Parasiten eine volle Stunde hindurch unermüdetlich das Präparat durchwandern. Dann trat eine Unterbrechung von einer Viertelstunde ein, während der er an der gleichen Stelle liegen blieb. Aber auch in dieser Zeit blieb er nicht völlig unbeweglich, sondern bog von Zeit zu Zeit seine beiden Körperenden langsam um, bis sie sich nahezu berührten oder sogar deckten (Textfig. VII c, d). Darauf erfolgte die Geradestreckung,

in dem die Enden mit einem plötzlichen Ruck wieder auseinander-schnellten. Diese ruckförmige Streckbewegung weist auf einen erheblichen Kraftaufwand hin, zu dem der Schizont in der geknickten Stellung befähigt ist und sie macht uns verständlich, wie es ihm in seiner intrakorpuskulären, zweiseitenkligen Lage möglich ist, sein Gefängnis zu sprengen.

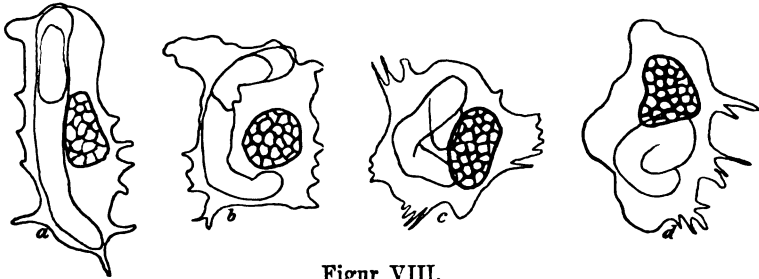
Wir können also an den freien Schizonten fünf verschiedene Arten von Bewegung unterscheiden, nämlich 1. Gleitbewegung, 2. Verkürzung des Vorderendes, 3. Ringförmige Einschnürungen, 4. Knickbewegungen, 5. Ruckförmige Streckbewegung. Mit Ausnahme der unter 2. angeführten sind alle diese Bewegungen in ganz gleicher Weise von SCHAUDINN (1900) ausführlich bei den Sporozoiten und Merozoiten von *Eimeria schubergi*, sowie auch (1903) bei denen des Tertianparasiten beschrieben worden. Ganz besonders verdient die Übereinstimmung der sehr charakteristischen Streckbewegung Beachtung.

Die verschiedenen Bewegungen der freien Formen sind neuerdings von SAMBON (1908, 1909) und FLU (1909) von Schlangenhämogregarinen beschrieben worden. Die Angaben beider Forscher stimmen mit meiner Darstellung überein. Insbesondere hat SAMBON eine genaue Schilderung aller Bewegungsarten gegeben, die wörtlich auch auf *H. stepanowi* zutreffend ist.

Verfolgen wir das Schicksal des Schizonten, der nach einer Stunde der Bewegung zur Ruhe kam, weiter, so beobachten wir, daß er nach Verlauf einer Viertelstunde seine Wanderung wieder aufnimmt. Nach weiteren vierzig Minuten — also 2 Stunden 5 Minuten nach Beginn der Beobachtung — tritt eine zweite Ruhepause ein, die wiederum mit den erwähnten Knick- und Streckbewegungen ausgefüllt wird. Diesmal dauert die Pause 12 Minuten, dann geht die Reise wieder weiter. Doch schon nach einer Viertelstunde — zweieinhalb Stunden nach Beginn der Beobachtung — findet sie ein unvermutetes Ende. Der Parasit stößt auf einen Leucocyten mit granulationsfreiem Plasma, die Knickbewegung zur Richtungsänderung unterbleibt, er bleibt starr und gestreckt an der Stelle liegen. Nach wenigen Sekunden beobachtet man, daß große Vacuolen in seinem Kerne auftreten; er ist augenscheinlich sofort bei der Berührung von dem Leucocyten abgetötet worden. Sofort macht sich der Leucocyt ans Werk, sein Opfer zu umfließen, und 5 Minuten nach der ersten Berührung hat er den Parasiten völlig in sich aufgenommen (vgl. Textfig. VIIIa). Ob eine solche Abtötung der Beute vor ihrer Aufnahme bei Leucocyten schon beobachtet ist, ist mir

nicht bekannt; erwähnenswert ist, daß sie bei Rhizopoden mehrfach beschrieben worden ist (vgl. MAX SCHULZE (1854) bei *Gromia* und *Polystomella*, WINTER (1907) bei *Peneroplis*).

Auch die weitere Behandlung des Parasiten entspricht ganz den Vorgängen, wie sie von der Aufnahme länglicher Gebilde durch freilebende Rhizopoden bekannt sind. Ein Blick auf die Textfigur



Figur VIII.

erläutert das ohne weiteres. Durch fließende Bewegung bald nach dieser, bald nach jener Richtung verändert der Leucocyt seine Form derart, daß die aufgenommene Zelle immermehr zusammengebogen und schließlich zu einen Klumpen zusammengeballt wird, geradeso wie ein Algenfaden von einer Amöbe. Die Figuren sind mit dem ABBÉ'schen Zeichenapparat wiedergegeben, der Zeitraum zwischen a und b beträgt 10 Minuten, der zwischen b und c eine Stunde und der zwischen c und d eineinhalb Stunden.

In konservierten Präparaten habe ich mehrere Male Leucocyten mit aufgenommenen Parasiten beobachtet. In diesen Fällen handelte es sich immer um Merozoiten (Fig. 113).

Man kann sich nicht verhehlen, daß die große Beweglichkeit und langdauernde Lebensfähigkeit der freien Schizonten zu meiner Annahme, daß das Blutkörperchen normalerweise während einer Wachstumsperiode nicht verlassen wird, im Widerspruche steht. Ich kann dazu nur feststellen, daß ein Verbrauch des Blutkörperchens vor beendeten Wachstum des Parasiten nicht stattfindet, daß also eine Nötigung zum Zellwechsel nicht besteht, ferner daß in konservierten Präparaten freie Formen in keinem Organe auftreten und daß das ruhelose Umherirren des Parasiten im Präparate nicht dafür spricht, daß er geneigt ist, ein neues Blutkörperchen aufzusuchen.¹⁾

¹⁾ MINCHIN u. WOODCOCK (1910) haben entsprechende Formen bei einer Hämogregarine aus *Trigla lineata* beobachtet und bezeichnen sie als „Schizokineten“, „meaning thereby a temporarily motile schizont“. Sie nehmen allerdings an, daß diese zum Zwecke der Schizogonie in ein neues Blutkörperchen eindringen. (Anmerkung bei der Drucksicht.)

Betrachten wir die einzelnen Stadien der zu Schizonten heranwachsenden Merozoiten an gefärbtem Material, so fällt zunächst auf, daß die in den noch frei im Serum liegenden Merozoiten noch hier und da auftretenden Volutinkörner bei den intrakorpuskulären Formen völlig verschwunden sind. Das Protoplasma stellt sich als ein regelmäßiges Wabenwerk dar und färbt sich blaß und gleichmäßig. Sehr eigenartige Vorgänge lassen sich nun aber an den Kernen beobachten. Wie die freien Merozoiten, so zeigen auch die in ein Blutkörperchen eingedrungenen Formen anfangs noch einen Kern, der sich aus großen Chromatinbrocken zusammensetzt. Diese Chromatinbrocken bezeichnet HAHN (1909) als „Chromosomen“, ihre Zahl soll 16 betragen. Ich habe mich nicht überzeugen können, daß die Anzahl stets die gleiche ist; nach verschiedenen Zählungen scheint sie mir sich auf 12—16 zu belaufen (Fig. 62, 63).

Dieser Zustand des Kernes kann ziemlich lange erhalten bleiben, während die Zelle schon ansehnlich herangewachsen ist (vgl. Fig. 64). Früher oder später verändert sich dieser „initiale“ Zustand des Kernes — wie ich ihn nennen will —, indem sich die großen Brocken in eine größere Anzahl kleiner zerteilen (Fig. 67—69). Sehr merkwürdig ist nun, daß bei diesem Vorgange regelmäßig chromatische Substanz von dem Kerne abgeschieden und aus dem Zellkörper ausgestoßen wird. Im Blute von Schildkröten mit frischer Infektion sieht man nämlich ausnahmslos bei allen Parasiten, in denen der Kern den kleinbrockigen Bau angenommen hat, außerhalb der Zelle einen sich stark chromatisch färbenden tropfenartigen Körper liegen. Seine Lage ist beliebig, sie ist augenscheinlich einfach durch die Raumverhältnisse bedingt; daher findet man diesen Körper bei den zweischenkligen Formen gewöhnlich an der Stelle, wo der kürzere (hintere) Schenkel endet, weil dort zwischen dem Parasiten und seiner Hülle am leichtesten Raum zu schaffen ist (Fig. 69). Gelegentlich sieht man auch zwei solche Körper der Zelle anliegen. Der ausgestoßene Tropfen scheint sehr bald seiner Auflösung entgegenzugehen. Dafür sprechen solche Bilder, wie Figur 68. Dort ist bei einem noch ganz jungen Parasiten der Tropfen schon stark gequollen und verblaßt. Daher kommt es, daß nur bei ganz frischer Infektion dieser Tropfen regelmäßig nachweisbar ist, bei vorgeschrittener Infektion, bei der das Wachstum der Parasiten erheblich langsamer vor sich zu gehen scheint, kann man ihn nicht bei jeder Zelle auf der entsprechenden Entwicklungsstufe nachweisen.

Innerhalb des Parasitenkörpers liegende Gebilde, die mit dem Ausstoßungsvorgange in Zusammenhang stehen können, lassen sich nur selten beobachten (vgl. Fig. 65). Der Vorgang scheint demnach nur geringe Zeit zu beanspruchen, er erinnert also recht stark an die explosionsartige Ausstoßung des „Caryosoms“, die SCHAUDINN (1900) an den Macrogameten von *Eimeria schubergi* beobachtete und die dieser Forscher dort als eine „Kernreduktion“ deutete. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß es sich auch in meinem Falle um die Abscheidung eines Binnenkörpers handelt. Ich habe häufig in den „initialen“ Kernen trotz der Größe und dichten Lagerung der Chromatinbrocken einen Nucleolus nachweisen können (Fig. 64). Gelegentlich findet man ihn auch am Rande des in diesem Falle besonders zusammengeklumpten Kernes (Fig. 66). In den erheblich durchsichtigeren Kernen nach der Umwandlung ist mir ein solcher Nachweis dagegen nicht geglückt. Gegen diese Auffassung könnte der Umstand sprechen, daß die Nucleolen stets sehr blaß, die Tropfen außerhalb der Zelle dagegen kräftig gefärbt erscheinen.

Wenn wir uns bei den Coccidien nach weiteren vergleichbaren Vorgängen umsehen, so dürfte ein Befund MOROFF'S (1907) an den Schizonten von *Adelea zonula* von Bedeutung sein. Der genannte Forscher beobachtete bei der ersten Teilung des Schizontenkernes, daß das „Caryosom“ sich nicht mitteilte, sondern zwischen den beiden auseinanderweichenden Kernhälften liegen blieb. Manchmal wurde es auch schon im Anfang der Teilung aus dem Kerne ausgestoßen. Findet die Abgabe von Kernmaterial bei *Adelea zonula* nun zwar bei Beginn der Teilung statt, während sie bei *Haemogregarina stepanowi* erst auf die letzte Teilung folgt, so steht der Vorgang doch bei beiden Formen im Zusammenhange mit dem gleichen Lebensabschnitte: der Schizogonie. Die Annahme ist also berechtigt, daß die physiologische Bedeutung für den Parasiten in beiden Fällen die gleiche ist. Welcher Art diese Bedeutung ist, kann ich nicht entscheiden.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß bei der Schizogonie einer von LEBAILLY (1905) in *Callionymus lyra* gefundenen Hämogregarine (*H. quadrigemina*) anscheinend ein völlig gleiches Verhalten wie bei *Adelea zonula* zu beobachten ist. Der genannte Forscher gibt nämlich an, daß nach der Kernteilung ein Chromatinkörnchen sichtbar wird, das lange nachweisbar bleibt.

Sonst habe ich in der Hämogregarinenliteratur nur eine Angabe gefunden, die sich mit Sicherheit auf einen gleichen Vorgang bezieht, wie ich ihn bei *H. stepanowi* beschrieben habe, und es ist

für die Frage nach der Einheitlichkeit der Hämogregarinengruppe von Wert, daß es sich dabei um die Hämogregarine eines systematisch sehr fernstehenden Wirtes, eines Selachiers handelt. NEUMANN (1909) fand bei Hämogregarinen aus dem Blute von *Torpedo ocellata* mit großer Regelmäßigkeit „scheinbar an der Außenwand ein halbkugelförmiges Gebilde, von ähnlicher Farbe wie das Chromatin“. Inwiefern sich der Kern der ein solches Gebilde besitzenden Parasiten von dem der jüngsten Formen, bei denen es noch nicht auftritt, unterscheidet, läßt sich nach NEUMANN'S Figuren nicht entscheiden; denn diese sind fast alle nach Giemsa-Präparaten gezeichnet, die zur Vergleichung des Chromatinreichtums ungeeignet sind. NEUMANN betrachtet die im Torpedoblute gefundenen Formen als Gameten. Das Auftreten des chromatischen Tropfens führt uns zu dem Schlusse, daß es sich dort um ganz junge Infektionen handelt und daß die gefundenen Parasiten keine Gameten, sondern zu Schizonten heranwachsende Merozoiten darstellen.

Ich glaube, daß noch eine große Anzahl der als „Blepharoplast“ beschriebenen Gebilde in diesen Zusammenhang gehört, wenn sich diese Frage auch im einzelnen Falle schwer entscheiden läßt. Während NEUMANN bei seinen Präparaten die feuchte Fixierung anwandte, begnügt sich leider die große Mehrzahl der Forscher mit der Herstellung von Trockenpräparaten. Da bei dieser rohen Methode der Körper der Parasiten sich auf der Fläche des Präparates ausbreitet, so wird nunmehr das seitlich dem Körper anlagernde Gebilde innerhalb desselben erscheinen, und nur in den seltensten Fällen wird es möglich sein, seine extracelluläre Lage noch zu erkennen. Lag der chromatische Tropfen zufällig nicht am Seitenrande, sondern in der optischen Achse über oder unter dem Parasiten, so liegt er im Trockenpräparat natürlich mitten in der Zelle.

Der erwachsene Schizont (Fig. 8, 9) zeigt im Leben einen deutlich wabigen Protoplasmabau, die Waben werden nach dem hinteren Ende zu enger. Das Vorderende weicht in eigentümlicher Weise von dem übrigen Zellkörper ab, indem es scheinbar hyalin ist. Nur bei genauer Beobachtung mit den stärksten Vergrößerungen und geeigneter Belichtung nimmt man wahr, daß auch hier ein sehr feinwabiger Bau vorhanden ist (Fig. 8, 10). Da die Parasiten im konservierten Zustande diesen im Leben sehr auffallenden Unterschied (er wird bereits von DANILEWSKY [1889] erwähnt) nicht erkennen lassen, so dürfte er durch die Einlagerung feinsten Reservestoffkörnchen in die Protoplasmawände bedingt sein, Körnchen, die im

vorderen Teile fehlen und die durch ihre stärkere Lichtbrechung den Unterschied bewirken.

In dem scheinbar hyalinen Teile der Zelle beobachtet man nun bei der großen Mehrzahl der erwachsenen Schizonten einen feinen Streifen, der an dem Vorderende beginnt und mehr oder weniger tief in die Zelle hinein zu verfolgen ist (Fig. 8). Da er manchmal sehr schwer nachzuweisen ist, so dürfte er in den selteneren Fällen, in denen ich ihn überhaupt nicht auffinden konnte, doch auch vorhanden sein. Dieser Streifen zeigt keine scharfen Grenzlinien, sondern unterscheidet sich nur durch den Grad seines Lichtbrechungsvermögens von dem umgebenden Plasma; daher erscheint er je nach der Einstellung bald heller, bald dunkler als dieses. Man gewinnt von dem Gebilde den Eindruck eines durchschimmernden Hohlraums, also eines Kanals; somit erinnert es an einen Cytopharynx. Eine solche Deutung wäre mit unserer Anschauung über die Ernährungsweise der Sporozoen nicht vereinbar.¹⁾ Über die Bedeutung dieser Bildung kann ich weiter nichts angeben. Am konservierten Materiale habe ich von dem „Kanale“ nichts bemerkt.

In der Hämogregarinenliteratur finde ich das geschilderte Gebilde nur einmal erwähnt. SAMBON (1908, 1909) beschreibt bei den von ihm als „Sporonten“ bezeichneten Entwicklungsformen der Schlangenhämogregarinen am Vorderende eine feine Linie oder Röhre, die „appears to be a permanent and definite organelle“. SAMBON'S „Sporonten“ sind aber, wie aus seinen sonstigen Angaben und aus den Abbildungen hervorgeht, genau die gleichen Formen wie die Schizonten von *H. stepanowi*. Diese große Übereinstimmung in der feineren Cytologie läßt auf eine nahe Verwandtschaft der betreffenden Schlangenhämogregarinen (insbesondere *H. seligmanni* aus *Lachesis mutus*) mit *H. stepanowi* schließen.

Der Kern des Schizonten rückt im Zusammenhange mit der Verlängerung des zweiten Schenkels der Umbiegungsstelle immer näher. Beim erwachsenen Schizonten liegt er entweder dicht an der Kurve in dem vorderen Schenkel (Fig. 70) oder noch häufiger in der Kurve selbst in der Form eines Sattels; in der Mitte eingeschnürt und an beiden Enden verdickt (Fig. 72). Seine Begrenzung ist sehr scharf, obgleich eine Kernmembran nicht nachweisbar ist, der scharfe Umriß ist wohl auf die oberflächliche Lagerung eines

¹⁾ Allerdings hat SIEDLECKI (1907) bei *Caryothropha* einen bis an den Kern des Parasiten verlaufenden Kanal beschrieben, und DRZEWIECKI (1907) findet bei der Gregarine *Stomatophora coronata* sogar Peristom, Mundöffnung und Zellafter.

großen Teiles des Chromatins zurückzuführen. Gelegentlich beobachtet man, wie das auch schon LAVERAN (1898) und BÖRNER (1901) angeben, daß die Einschnürung des Kernes an der Kurve so weit geht, daß eine völlige Durchschnürung dadurch herbeigeführt wird und scheinbar zwei Kerne in der Zelle vorhanden sind. Ein solcher Zustand hat natürlich mit einer Kernvermehrung nichts zu tun.

4. Schizogonie.

Die ersten Anzeichen dafür, daß ein Schizont sich zur Vermehrung anschickt, machen sich an dem Kerne bemerkbar. Die Chromatinbrocken erscheinen in der Weise aneinandergereiht, daß ein lockeres Fadenknäuel entsteht (Fig. 73, 74). Ich habe den Eindruck gewonnen, daß das ganze Knäuel aus einem einzigen Faden besteht, mit Sicherheit konnte ich das jedoch nicht entscheiden. Auf diesem Kernstadium läßt sich nun in vielen Fällen wieder ein noch sehr blasser Nucleolus nachweisen, von dem, wie schon erwähnt, seit der Umgestaltung des „initialen“ Kernes nichts mehr zu finden war. Der Zustand der fädigen Anordnung des Chromatins scheint von ziemlich langer Dauer zu sein, da man ihn in einem Schildkrötenmark, in dem eine rege Vermehrung der Hämogregarinen vor sich geht, recht häufig findet. Eine ähnliche Anordnung des Kernchromatins haben wir im Verlaufe unserer Darstellung schon zweimal zu erwähnen gehabt: nämlich in den Microgametocyten vor der Teilung des Kernes in die Microgametenkerne und in dem befruchteten Macrogameten, wenn der Kern sich zur ersten Teilung der Sporogonie anschickt. Somit ergibt sich die bemerkenswerte Tatsache, daß ein solches Kernstadium auf den verschiedensten Entwicklungsstadien der Hämogregarinen jedesmal vor Beginn einer Teilung auftritt.

In dem Protoplasmaleibe treten nunmehr Veränderungen auf, die zum Ausdruck bringen, daß der Parasit mit der Aufspeicherung großer Mengen von Reservesubstanz für sein Kernmaterial beschäftigt ist. Denn eine ganz auffallende Erscheinung bei der Schizogonie ist die ganz gewaltige Chromatinvermehrung, die dabei stattfindet. Besitzt doch, wenn wir nach dem färberischen Verhalten urteilen, der sich zur Vermehrung anschickende Schizont erheblich weniger Chromatin, als jeder einzelne aus der Schizogonie hervorgehende Merozoit. Das Protoplasma nimmt sehr stark an Färbbarkeit mit Kernfarbstoffen zu (Fig. 75, 88, 89, 90). Mit DELA-FIELD's Hämatoxylin nimmt es eine ausgesprochen violette Färbung

an. Bis zu diesem Augenblicke war das Plasma des Schizonten völlig frei von chromatisch färbbaren Reservestoffen; nunmehr treten, zunächst vereinzelt, dann in immer größerer Menge in den Wabenwänden des Protoplasmas Körner auf, die sich mit DELAFIELD'S Hämatoxylin lebhaft rot färben und die ich bereits bei der Beschreibung der Macrogameten erwähnte und dort als „Volutin“ bezeichnete. Mit der Zunahme der Volutinkörner nimmt die Färbbarkeit des Protoplasmas wieder ab (Fig. 76, 77, 91). Dieses färberische Verhalten zeigt, daß die zur Bildung der Körner führenden Stoffe zunächst in dem ganzen Zellkörper gleichmäßig verteilt sind und sich dann allmählich zu einzelnen Brocken oder Tropfen kondensieren. Wir haben hier also wieder einen recht deutlichen Beweis dafür, daß das Volutin aus dem Protoplasma und nicht etwa aus dem Kerne seinen Ursprung nimmt.

Während dieser Vorgänge im Zellkörper gehen auch in dem Kerne erhebliche Veränderungen vor sich, deren Endergebnis als eine starke Chromatinvermehrung zum Ausdruck kommt. Für die Erkenntnis der physiologischen Bedeutung des Nucleolus — auf die ich später zu sprechen komme — ist es von großer Bedeutung, daß er nunmehr als lebhaft gefärbter und verhältnismäßig großer Körper leicht nachweisbar wird (vgl. Fig. 75, 88, 89, 91). Die Anordnung der Chromatinbrocken bleibt zunächst die gleiche, doch nehmen die einzelnen Brocken sehr stark an Größe zu und scheinen schließlich zusammenzuzießen, so daß der Kern das Bild einer ziemlich groben Bänderung zeigt (Fig. 75, 89). In Fig. 10 sehen wir, daß diese breiten Chromatinbänder auch recht gut an der lebenden Zelle erkennbar sind. Diese Bänder lösen sich späterhin auf, indem sie eine beschränkte Anzahl großer Chromatinkugeln oder -tropfen aus sich entstehen lassen (Fig. 76, 77, 90). Die Auflösung der Bänder zu großen Chromatinbrocken ist der einzige Vorgang bei der Schizogonie, den ich auch einmal an der lebenden Zelle beobachten konnte. Aber auch bei den übrigen Kernveränderungen ist trotz des Fehlens von Beobachtungen am lebenden Objekte meines Erachtens kein Zweifel möglich, daß die Aneinanderreihung der Figuren richtig ist; die charakteristischen Kernfiguren lassen keine andere Zusammenstellung zu.

Gleichzeitig mit den beschriebenen Veränderungen im Protoplasma und im Kern geht eine sehr allmähliche Gestaltsveränderung des Schizonten vor sich. Der vorher wurmförmige Parasit nimmt jetzt eine eiförmige Gestalt an. Der Vorgang, der zu dieser Umformung führt, ist der Bildung des zweiten Schenkels beim Wachs-

tum des Parasiten genau entgegengesetzt: der zweite Schenkel verkürzt sich mehr und mehr und der andere nimmt in gleichem Maße an Umfang zu (Fig. 74, 75, 88, 89). Daß dieser Vorgang sehr allmählich vor sich geht, beweisen die Bilder; denn man findet seine Anfänge schon bei den frühesten Stadien der Kernveränderung, während erst die unmittelbar vor der Kernteilung stehenden Schizonten einen völlig ovalen Körperumriß zeigen. Häufig ist auch noch nach Beginn der Kernteilung ein kurzer zweiter Schenkel vorhanden; HAHN (1909) bildet sogar Teilungsstadien mit fünf Kernen ab, bei denen das gleiche der Fall ist.

Wenn der Kern des Schizonten zur Teilung schreitet, treten an Stelle der großen Chromatinkugeln eine größere Anzahl kleinerer Körner auf (Fig. 91). Nach HAHN gehen sie aus einer Spaltung der großen, der „Chromosomen“, hervor. Ich besitze keine Bilder, die für eine solche Zweiteilung sprechen, auch die Figuren, die HAHN zur Stütze seiner Annahme anführt, scheinen mir nicht beweisend zu sein. Immerhin läßt sich sagen, daß die Zahl der kleineren Brocken schätzungsweise etwa doppelt so groß ist, als die der vorher vorhandenen größeren Körner.

Der Teilungsvorgang scheint sich nun einfach in der Weise abzuspielen, daß die Chromatinbrocken oder „-tröpfchen“ in den Wabenwänden nach zwei Seiten auseinanderfließen. Bei einem solchen Vorgange würden diejenigen Tropfen, die sich gerade in den Wabenecken befinden, mehr rundlich erscheinen, die in den Wabenwänden befindlichen mehr bandförmig, und im Zusammenhange damit würde eine scharfe Abgrenzung der einzelnen Chromatinteilchen gegeneinander nicht mehr bemerkbar sein. Ein solches Bild nun bieten uns die Fig. 79 und 82. Sehr auffällig ist an den Bildern die im optischen Durchschnitt halbkreisförmige Einbuchtung an dem einen Rande des Kernes (besonders deutlich an Fig. 82). Es scheint sich dabei um eine halbkugelige Mulde zu handeln, die regelmäßig an den sich zur Teilung anschickenden Kernen zu beobachten ist und die immer nur einseitig auftritt. Wenn die Chromatinteilchen so weit auseinandergerückt sind, daß das ganze Chromatin in zwei Abteilungen getrennt ist, so beobachtet man ein Bild, wie es in Fig. 81 dargestellt ist. Der unterste Kern und der rechts über ihm liegende haben sich soeben voneinander getrennt; beide sind kappenförmig und strecken sich noch einige fingerförmige Fortsätze entgegen. Dieses Bild würde völlig den entsprechenden Teilungsbildern bei *Eimeria schubergi* gleichen, wenn man sich dort den „Teilungsapparat“ (Caryosom und Zwischenkörper) weg-

denken würde (vgl. SCHAUDINN's Fig. 31 und 32). Ich komme auf diesen Unterschied bei der ausführlichen Besprechung des Nucleolus noch einmal zurück.

Bei der Hämogregarine läßt sich auf keine Weise ein Teilungsapparat irgendwelcher Art nachweisen. Von dem Nucleolus ist während des ganzen Teilungsvorganges nichts zu bemerken; er verschwindet in dem Augenblicke, wenn sich der Kern zur Teilung anschickt. Nach erfolgter Teilung scheint der Nucleolus von jedem Tochterkerne wieder neu gebildet zu werden; man beobachtet nämlich gelegentlich am Rande des Kernes ein sehr blasses kugeliges Gebilde (Fig. 81). Die sehr geringe Färbbarkeit des Nucleolus sowie der sehr gedrungene Bau des Kernes sind wohl die Gründe, daß man den Nucleolus nicht in jedem Falle nachweisen kann. Im übrigen stellt sich der Tochterkern als ein unregelmäßig umgrenzter Haufen von Chromatinbrocken dar. Er schreitet nicht sogleich zur zweiten Teilung, sondern wächst erst auf Kosten der im Protoplasma angehäuften Reservestoffe heran, wobei eine Vermehrung in der Zahl der Chromatinkörner anscheinend nicht eintritt, sondern nur eine Vergrößerung jedes einzelnen Kornes. Ist das Wachstum des Kernes beendet, so tritt wieder eine Zerteilung der großen Chromatinbrocken in kleinere ein und der Teilungsvorgang wiederholt sich in der beschriebenen Weise.

Die Wachstumsgeschwindigkeit der einzelnen Kerne ist eine außerordentlich verschiedene, so daß der eine Tochterkern sich schon zu neuer Teilung anschicken kann, während der andere noch kaum an Größe zugenommen zu haben scheint. Daher findet man die Kerne in den Schizonten sowohl in sehr verschiedener Größe, als auch in jeder beliebigen Zahl, nicht nur in den Vielfachen von zwei (vgl. die Fig. 78—82).

Die Zahl der aufeinanderfolgenden Kernteilungen und damit die Gesamtzahl der in einem Schizonten entstehenden Kerne ist, wie schon erwähnt, je nach dem Alter der Infektion sehr verschieden. Ist die Kernteilung beendet, so strecken sich die Kerne in die Länge und das Plasma differenziert sich um die einzelnen Kerne herum zu den Merozoiten.

Bei den großen Schizonten scheint das im Protoplasma vorhandene Volutin während der zahlreichen Kernteilungen stets völlig aufgebraucht zu werden, bei den kleinen mit bis zu sechs Merozoiten findet man in den ausgebildeten Keimen häufig noch Spuren oder sogar beträchtliche Mengen des Reservestoffes vor (Fig. 87, 94). Die in den großen Schizonten gebildeten Merozoiten liegen regellos

durcheinander in ihrer gemeinsamen Hülle; sie sind von gedrungenerer Gestalt als die aus kleinen Schizonten hervorgehenden. Die letzterwähnten stimmen in ihren Kernverhältnissen und in ihrer Größe — d. h. in ihrem Rauminhalt — mit den anderen überein, nur sind sie etwas schlanker und dementsprechend auch länger. Diese schlankere Gestalt scheint mit der gleichfalls schlankeren Form der kleinen Schizonten in Zusammenhang zu stehen und eine Anpassung an den vorhandenen Raum zu sein.

Bei der Ausbildung der Merozoiten wird nicht das ganze Protoplasma des Schizonten aufgebraucht, es wird jedoch kein einheitlicher Restkörper gebildet, sondern das übrigbleibende Material liegt, wo es Platz findet, zwischen den Merozoiten. So ließen sich an einer Form mit sechs Merozoiten zwei Restkörper feststellen (Fig. 12), die an den beiden Stellen lagen, an denen die Anordnung der Keime einen größeren Hohlraum bedingte. Ferner beobachtete ich in dem bereits erwähnten, unter dem Deckglase aufgeplatzten großen Schizonten eine größere Anzahl kleiner Plasmakugeln, die von stark lichtbrechenden Tröpfchen erfüllt waren (Textfig. V, r; S. 299). Auch diese Kugeln entsprechen wohl dem Restkörper.

5. Bildung geschlechtlich differenzierter Formen.

Über die Länge der Zeit, die vom Augenblicke der Infektion der Schildkröte bis zur Ausbildung der Geschlechtsformen vergeht, kann ich völlig genaue Angaben nicht machen, da mir aus Mangel an experimentell infizierten Schildkröten eine Beobachtung an solchen bisher unmöglich war. Doch lassen sich einige Tatsachen anführen, aus denen wir die Zeit mit einiger Sicherheit feststellen können. Eine junge Schildkröte von 7,5 cm Schildlänge, die am 9. Juli in meinen Besitz gelangte, zeigte sich bei der Blutuntersuchung schwach mit Hämogregarinen infiziert. Bis zu ihrer Tötung und Untersuchung am 24. Oktober, also wenigstens $3\frac{1}{2}$ Monate nach erfolgter Infektion, hatten sich noch keine geschlechtlich differenzierten Formen im Blute gebildet. Diese Feststellung wurde nicht nur durch die Untersuchung von Präparaten gemacht, denn auch deren gründliche Durchsicht schließt die Möglichkeit nicht aus, daß selten vorhandene Formen übersehen werden. Ich ließ vielmehr auch zwei junge Egel an der Schildkröte kurz vor ihrem Tode saugen, und während bei Vorhandensein geschlechtlicher Formen niemals eine Weiterentwicklung unterbleibt, trat in den Därmen beider nicht ein einziges Entwicklungsstadium auf. Ferner fielen mir bei verschiedenen Schild-

kröten die zur Ausbildung der Geschlechtsformen führenden Stadien zum ersten Male im Juli auf. Da nun aller Wahrscheinlichkeit nach die Infektion dieser Tiere nach Beendigung ihres Winterschlafes, also wohl im März erfolgt sein dürfte, so ergibt sich, daß die ungeschlechtliche Vermehrung etwa 4 Monate lang vor sich geht, bis die Bildung der geschlechtlich differenzierten Formen einsetzt.

Ich habe bereits erwähnt, daß man zu der Zeit, wenn dieser Vorgang beginnt, im Knochenmark nur noch kleine Schizonten mit sechs oder weniger Merozoiten findet; an diese Stadien schließen sich also jene abweichenden Schizonten an, aus denen die Macrogameten und Microgametocyten hervorgehen.

Sehr bemerkenswert ist es nun, daß man Stadien der Schizogonie, die mit denen im Knochenmarke völlig übereinstimmen, nunmehr vereinzelt auch im kreisenden Blute auftreten sieht. Ich habe zwar nur einmal in einem Schizonten völlig ausgebildete Merozoiten — in diesem Falle waren es vier — gefunden, die mit den im Knochenmark entstehenden gleichartig sind (Fig. 93); eine große Anzahl jüngerer Schizogoniebilder aber, die ich im peripheren Blute fand und die den Übergang von den erwachsenen zweischenkeligen Schizonten her vermitteln (vgl. Fig. 88—92), müßten sicher zur Erzeugung gleicher Merozoiten führen. Dafür spricht ihre Übereinstimmung mit den entsprechenden Formen im Knochenmarke, sowie der Umstand, daß auch die größten der gametenerzeugenden Schizonten die Größe der erwachsenen zweischenkeligen Formen nicht erreichen, also nicht unmittelbar aus ihnen hervorgegangen sein können.

Ich glaube aus diesen Befunden schließen zu können, daß die Bildung der Geschlechtstiere damit eingeleitet wird, daß sich Schizonten nicht nur im Knochenmarke, sondern auch im kreisenden Blute zur Schizogonie anschicken und vermute, daß aus deren Merozoiten die Schizonten hervorgehen, deren Keime sich zu den Geschlechtsformen differenzieren.

Ich habe bereits darauf hingewiesen, daß die Merozoiten der kleinen Schizonten häufig noch Volutin in ihrem Protoplasma beherbergen. Wenn diese sich in einem neuen Blutkörperchen zu einem gametenbildenden Schizonten entwickeln, so verschwinden diese Volutinreste nicht, vielmehr wird dieser Reservestoff weiter in großen Mengen aufgespeichert. Der Kern macht keine Umwandlung durch, sondern behält seinen initialen Zustand bei und besteht aus einem unregelmäßigen Haufen großer Chromatinbrocken (Fig. 96). Der Merozoit nimmt von Anfang an eine eiförmige Gestalt an und behält diese auch beim weiteren Wachstum; die Ausbildung eines

zweiten Schenkels unterbleibt. Zusammenfassend können wir feststellen, daß sich der Merozoit, ohne in eine vegetative Lebensperiode einzutreten, sofort zu einem teilungsreifen Schizonten umbildet.

Diese Schizonten unterscheiden sich von den früher beschriebenen zunächst durch den Ort ihres Auftretens. Während die der ungeschlechtlichen Vermehrung dienenden Teilungsformen, von der oben erwähnten Ausnahme abgesehen, einzig auf das Knochenmark beschränkt sind, findet man die gametenbildenden Schizonten überall im Blute. Ich habe mich nicht überzeugen können, daß irgendein Organ von ihnen bevorzugt wird; bei stark infizierten Schildkröten findet man sie zur gegebenen Zeit in allen Organen und im ganzen Blutkreislaufe häufig.

Ein weiterer Unterschied liegt in der Größe. Die Geschlechtsschizonten sind stets kleiner als die anderen; im übrigen ist ihre Größe außerordentlich verschieden und im Zusammenhange damit auch die Zahl der aus ihnen gebildeten Keime (Fig. 97—101). Die geringste Keimzahl beträgt zwei (Fig. 97), die größte von mir gefundene Zahl waren neun Merozoiten (Fig. 101). Die zur Bildung dieser Merozoiten führenden Teilungen verlaufen, soweit ich beobachten konnte, in der gleichen Weise wie die bei der Schizogonie schon früher geschilderten. Auch die Unregelmäßigkeit in der Teilungsgeschwindigkeit der einzelnen Kerne ist vorhanden (vgl. Fig. 98, 99). Ein wichtiger Unterschied scheint mir jedoch in dem Umstande zu liegen, daß nach jeder Kernteilung bis zur nächstfolgenden nur ein äußerst geringes Kernwachstum erfolgt, wenn ein solches nicht überhaupt unterbleibt. Aus diesem Grunde sind die Kerne nicht nur absolut kleiner als die der anderen Schizonten, sondern sie fallen auch im Verhältnis zum Umfange der Zellen durch ihre geringe Größe und ihre Chromatinarmut auf.

Auch die Lage der Kerne nach beendeter Teilung weicht von dem, was wir früher erfahren haben, ab. Sie rücken in die Nähe der beiden Zellpole und ordnen sich dort mehr oder weniger regelmäßig in der Form je eines Gürtels an (Fig. 100, 101). Wenn sich die Protoplasmakörper um die Kerne differenziert haben, so liegen, entsprechend der Kernanordnung, die fertigen Merozoiten in zwei Bündeln nebeneinander.

Die Form der Kerne wird durch die Ausbildung der Keime nur wenig beeinflußt. Waren sie vorher im optischen Durchschnitt kreisrund, so erscheinen sie jetzt nahezu quadratisch. Die Chromatinkörner, aus denen sie sich zusammensetzen, sind nicht nur kleiner, sondern auch in viel geringerer Anzahl vorhanden, als bei den früher

geschilderten Merozoiten, wie das ohne weiteres aus der kürzeren Gestalt des Kernes hervorgeht (vgl. Fig. 102 u. 61).

Weitere Unterschiede von diesen Merozoiten sind durch die geringere Größe sowie durch den Volutinreichtum gegeben. Die Länge beträgt 7—8 μ und die Breite nur 1,5 μ . Infolge der geringen — oder vielleicht gänzlich unterbleibenden — Chromatinvermehrung während der Kernteilung bleibt das reichlich vorhandene Volutin bis zum Ende erhalten und wird bei der Abschnürung der Keime mit auf diese verteilt. Wenn die Kerne sich an den Polen der Zelle anordnen, dann sondert sich auch das Volutin in eine Anzahl getrennter Häufchen, von denen sich je eines einem jeden Kerne anlegt (Fig. 100). Nach der Ausbildung des Merozoiten verteilen sich die Körnchen wieder durch seinen ganzen Körper (Fig. 102).

Die eben geschilderten Merozoiten dringen, wenn sie frei geworden sind, in neue Blutkörperchen ein und nehmen eine kürzere und breitere Gestalt an (Fig. 16 u. 103). Sie wachsen hier zu den geschlechtlich differenzierten Formen heran. Schon auf frühen Wachstumsstufen machen sich die zwei verschiedenen Wege, die von den jungen Parasiten dabei eingeschlagen werden, deutlich kenntlich. In einem Falle bleibt das Kernwachstum auffällig hinter dem des Zellkörpers zurück (Fig. 104 unten) und die Volutinkörner bleiben erhalten oder vermehren sich noch: diese Zellen stellen die jungen Macrogameten dar. Im anderen Falle wird der Kern von Anfang an sehr chromatinreich und im Zusammenhange damit nehmen die Volutinkörner mehr und mehr ab: das sind die jungen Microgametocyten (Fig. 104 oben). Beim weiteren Wachstum der Zellen prägen sich diese Unterschiede immer deutlicher aus (vgl. die Fig. 105 u. 108). Erst wenn der Macrogamet erwachsen ist, wird in ihm ein blasser Nucleolus sichtbar, während er in dem Microgametocyten, wie bereits erwähnt, nur nach der Aufnahme der Zelle in den Darm des Blutegels nachweisbar wird. Im übrigen wurde der Bau der erwachsenen Geschlechtsformen bereits am Anfange der Arbeit genau beschrieben.

Nun findet man unter den jüngsten Keimen außer den bereits die Merkmale eines Geschlechtes aufweisenden Formen auch noch solche, die man als indifferente Formen bezeichnen könnte. Sie zeichnen sich sowohl durch den Besitz eines chromatinreichen Kernes, als auch durch den großen Volutinmengen aus (vgl. Fig. 95). Dadurch gewinnen sie eine starke Ähnlichkeit mit den größeren heranwachsenden Geschlechtsschizonten, die auch von großen Merozoiten herkommen können, und in den Größenverhältnissen finden sich alle

Übergänge zu diesen. Dieser Befund gibt der Vermutung Raum, daß außer den zu weiblichen und zu männlichen Zellen sich entwickelnden Merozoiten auch noch solche gebildet werden, die sich noch nicht für ein bestimmtes Geschlecht entscheiden können, sondern ihrerseits von neuem zu Schizonten heranwachsen.

Ist diese Vermutung richtig, so dürften natürlich hauptsächlich die kleineren Schizogoniestadien, die zur Bildung von nur 2—4 oder 5 Keimen führen, von den kleinen Merozoiten ihren Ursprung nehmen. Somit hätten wir hier gewissermaßen eine Wiederholung der Vorgänge bei der ungeschlechtlichen Vermehrung festzustellen, insofern also zunächst größere Schizonten auftreten und zahlreiche Merozoiten ausbilden und aus einem Teile von diesen dann immer kleinere Teilungsformen entstehen.

Die Häufigkeit der Schizonten im Verhältnis zu der Seltenheit der Übergänge von den ungeschlechtlichen Formen her, sowie die Mannigfaltigkeit der Größenunterschiede sprechen für die obige Auffassung; andererseits darf nicht außer acht gelassen werden, daß die von mir als indifferent bezeichneten Keime beim weiteren Heranwachsen sich vielleicht doch noch zu Microgametocyten entwickeln. Somit schien mir die vorgetragene Anschauung nicht fest genug begründet, um die Wiederholung der Schizogonie auch in dem von mir entworfenen Zeugungskreise (vorläufige Mitteilung und S. 255) anzudeuten. Ich wollte dort das Sichergestellte nicht durch Unsicheres verwirren.

Es erhebt sich die Frage, ob die verschiedenen so frühzeitig voneinander unterscheidbaren männlichen, weiblichen und vielleicht noch indifferenten Merozoiten von verschiedenen Schizonten herkommen und ob etwa bereits an den Schizonten Unterschiede erkennbar sind. Die bereits erwähnte Größenmannigfaltigkeit der Schizonten kommt hierfür wohl nicht in Betracht, wohl aber dürften die erheblichen Unterschiede in den Volutinmengen, die in den einzelnen Schizonten vorhanden sind und dementsprechend auch den Keimen mitgegeben werden (vgl. Fig. 100 u. 101), hierbei eine Rolle spielen. Auf die Keime des gleichen Schizonten werden die vorhandenen Volutinmengen ziemlich gleichmäßig verteilt; wenn wir also in dem größeren oder geringeren Reichtum an diesem Reservestoffe ein richtunggebendes Moment erblicken wollen, so folgt daraus, daß die weitere Entwicklung der dem gleichen Schizonten entstammenden Keime auch eine gleichartige sein wird.

Auf alle Fälle müssen wir annehmen, daß die Neigung zu einem bestimmten Geschlechte bereits in dem jungen Merozoiten begründet

und nicht etwa auf verschiedenartige äußere Einflüsse während seines Heranwachsens zurückzuführen ist. Hierfür spricht der Umstand, daß zwei in das gleiche Blutkörperchen eingedrungene, also unter den denkbar gleichartigsten Bedingungen heranwachsende Keime sich ebenso häufig zu Gametocyten verschiedenen wie gleichen Geschlechtes entwickeln.

In diesem Zusammenhange muß auch die Frage nach der Kernreduction bei den Gameten gestreift werden. Ich habe bei der Beschreibung der Befruchtungsvorgänge erwähnt, daß bei dem Macrogameten eine Ausstoßung von Kernsubstanz aus der Zelle niemals zu beobachten ist. Bei manchen Coccidien wird die Auflösung des „Caryosoms“ als eine Art Reduction betrachtet. Warum ich mich dieser Auffassung nicht anschließe, werde ich in dem Abschnitte über den Nucleolus erörtern.

Wenn wir die kleinen geschlechtsbildenden Merozoiten mit den großen ungeschlechtlichen vergleichen, so finden wir in ersteren, wie schon erwähnt, kleine Kerne, die aus einer viel geringeren Zahl von Chromatinkörnern zusammengesetzt sind. Die Vermutung liegt nahe, daß die Reduction des Kernes auf seinen halben Wert also schon während der Schizogonie erfolgt ist und daß sich der Vorgang auf diese Weise der Beobachtung entzieht. Schwierigkeiten bereitet dieser Annahme die Vierteilung des Microgametocytenkernes bei der Bildung der Microgameten. Diese Teilung ist man doch sehr geneigt als einen Reductionsvorgang zu betrachten, und sie müßte diese Bedeutung verlieren, wenn die Reduction schon früher erfolgt wäre. Aufklärung über diese Frage ist wohl am ehesten aus einem fortgesetzten Studium der größeren verwandten Coccidien (*Adelea*, *Orcheobius*) zu erwarten.

DANILEWSKY hat die gametenbildenden Schizonten überhaupt nicht gesehen, was bei der sorgfältigen Beobachtungsweise dieses Forschers Erstaunen erregen könnte. Da sich aber DANILEWSKY im wesentlichen auf die Beobachtung der lebenden Zellen beschränkte und ihm nun eine noch sehr mangelhafte Färbetechnik zu Gebote stand, so wird diese Tatsache erklärlich, denn auch mit den inzwischen wesentlich verbesserten optischen Hilfsmitteln sind die einzelnen Stadien im Leben recht schwierig zu erkennen und vielfach erst bei Kenntnis der gefärbten Präparate richtig zu deuten. Am deutlichsten sind diese Schizonten, solange sie noch einkernig sind: sie fallen dann als ovale, mit stark lichtbrechenden Tröpfchen ganz angefüllte Zellen auf, die einen großen Kern besitzen, dessen grobmaschiges Netzwerk der Ausdruck großer

Chromatinbrocken ist. Sind die Schizonten mehrkernig, so scheint ihnen der Kern überhaupt zu fehlen, und nur bei genauer Beobachtung deuten in dem mit Reservestoffen erfüllten Zellkörper granulationsfreie Lücken die Stellen an, an denen sich die kleinen Kerne befinden.

DANILEWSKY konnten allerdings die kleinen aus diesen Schizonten hervorgegangenen Merozoiten nicht entgehen, er ist sich aber über ihre Herkunft im unklaren geblieben und leitet sie von noch kleineren Gebilden „Pseudovacuoelen“ ab, deren Größe bis an die Grenze des Sichtbaren hinabsteigt und die als kleine Granula von den Blutkörpern auf frühen Entwicklungsstadien durch Phagocytose aufgenommen werden sollen. Diese letztgenannten Bildungen haben natürlich mit der Hämogregarine nichts zu tun.

Der erste, der die gametenbildenden Schizonten beobachtete, ist LAVERAN (1898). Er fand sie in der Leber, seltener in der Milz, und wies bereits sehr richtig auf die Neigung der Kerne hin, sich in der Nähe der Zellpole anzuordnen. Bezüglich der Zahl der Kerne gibt er an, daß es selten mehr als zehn seien. LAVERAN mußte diese Formen natürlich für die gewöhnlichen Teilungsstadien halten.

Auch HAHN (1909) hat diese Schizogoniebilder gesehen, auf seine Befunde gehe ich im Zusammenhange ein.

In sehr ähnlicher Weise, wie die Schizogonie bei *H. stepanowi* verläuft, scheint sie auch bei verschiedenen Arten der Gattung *Adelea* vor sich zu gehen. MOROFF (1907) gibt an, daß bei *A. zonula* zunächst keine Geschlechtsunterschiede zwischen den Schizonten nachweisbar sind. Erst gegen Ende der Schizogonie sieht er abweichende Schizonten auftreten, die zur Bildung viel kleinerer Merozoiten führen. MOROFF nimmt an, daß aus diesen nur die Microgametocyten entstehen, doch ist zu vermuten, daß es sich hier um Schizonten von gleicher Bedeutung handelt, wie ich sie bei der Hämogregarine beschrieben habe. Die von PÉREZ (1903) bei *A. mesnili* beobachteten abweichenden Schizonten mit kleineren Merozoiten dürften in derselben Weise zu deuten sein.¹⁾

Einer Untersuchung, ob eine ähnliche Verschiedenartigkeit der Schizonten, wie ich sie bei *H. stepanowi* beschrieben habe, auch bei

¹⁾ Auch bei *Adelea ovata* ist von SIEDLECKI (1899) eine Zweigestaltigkeit der Schizonten und Merozoiten beschrieben worden. Die Nachuntersuchung von SCHELLACK und mir hat aber ergeben, daß SIEDLECKI Stadien eines ganz abweichenden Coccidium in den Entwicklungsgang der *Adelea* eingefügt hat. Wir werden über unsere Befunde demnächst ausführlich berichten. (Anmerkung bei der Drucksicht.)

anderen Hämogregarinen zu finden ist, stehen bei unseren sehr mangelhaften Kenntnissen von allen Arten große Schwierigkeiten entgegen. Die Möglichkeit, daß wir es mit gametenbildenden Schizonten zu tun haben, müssen wir überall dort in Betracht ziehen, wo wir im peripheren Blute Teilungsstadien antreffen. Solche Teilungsbilder sind besonders bei Hämogregarinen in Meeresfischen wiederholt beschrieben worden [LEBAILLY (1905), NEUMANN (1909)]. Für diese Auffassung spricht vielleicht ein Befund NEUMANN's bei *H. minuta* aus *Gobius minutus*. Er fand außer den gewöhnlich beobachteten Teilungen in zwei oder vier Keime einmal Teilungsformen mit über 40 Merozoiten, von denen er glaubt, daß sie nicht zur Art gehören, die aber vielleicht gerade die gewöhnlichen Schizonten darstellen. Es darf jedoch nicht außer acht gelassen werden, daß es sicher auch Hämogregarinen gibt, deren Schizogonie überhaupt im ganzen Blutkreislaufe erfolgt, wie z. B. die Lankesterellen der Frösche (vgl. HINTZE 1902).

LABBÉ (1894) unterscheidet bei *Karyolysus lacertarum* Macro- und Micro-„Sporocysten“ und dementsprechend Macro- und Micro-„Sporozoiten“. Die gleiche Beobachtung macht LUTZ (1901) bei Schlangenhämogregarinen, und LAVERAN und PETTIT (1909) finden bei *H. varani* aus *Varanus niloticus* Macro- und Micromerozoiten. Ob diese Angaben im Sinne der Befunde bei *H. stepanovi* zu deuten sind oder ob es sich hier tatsächlich um frühzeitig in der Schizogonie auftretende Geschlechtsunterschiede handelt, wie LÜHE (1906) vermutet, muß vorläufig dahingestellt bleiben.

6. Beziehungen der Hämogregarine zum Wirte.

Da bei allen Teilungen der Hämogregarine die Keime auswandern und neue Blutkörperchen befallen, so ist der gewöhnliche Befund der, daß ein Blutkörperchen nur einen Parasiten beherbergt. Die gleiche Erscheinung findet sich bei der großen Mehrzahl der Hämogregarinen; sie muß jedoch betont werden, da auch Hämogregarinen beschrieben worden sind, bei denen, wie bei manchen anderen Hämosporidien, z. B. den Piroplasmen, die Mehrfachinfektion eines Blutkörperchens die Regel bildet. Bei *H. bigemina* [LAVERAN und MESNIL (1901)] aus *Blennius pholis* und *montagui* finden sich in der Regel zwei, bei *H. quadrigemina* [BRUMPT et LEBAILLY (1904), LEBAILLY (1905)] aus *Callionymus lyra* meist vier Parasiten in einem Blutkörper.

Gar nicht selten kommen jedoch auch bei *Haemogregarina stepanovi* Doppelinfektionen vor. Häufig sind die Hausgenossen gleicher Art

und gleichen Alters. Dann handelt es sich wohl meist auch um Zellen gleicher Abstammung; denn da die Keime eines reifen Schizonten in die nächstgelegenen Blutkörperchen eindringen, so ist die Möglichkeit, daß zwei Merozoiten das gleiche Blutkörperchen heimsuchen, sehr leicht gegeben.

Meist aber sind die zusammenwohnenden Parasiten verschieden und es können tatsächlich von allen in der Schildkröte vorkommenden Formen, geschlechtlichen und ungeschlechtlichen, jungen und erwachsenen, zwei beliebige in einer Zelle zusammenliegen (vgl. die Figuren 15, 94, 104, 105, 106). In einigen seltenen Fällen habe ich sogar eine dreifache Infektion gefunden: Fig. 9 zeigt nach einem frischen Präparat drei erwachsene Schizonten in einem Blutkörperchen vereinigt, dessen Rest nur noch als eine zarte Hülle die Parasiten umgibt. In Fig. 110 wird ein Blutkörperchen von zwei Macrogameten und einem Microgametocyten bewohnt.

Der Umstand, daß die jungen Keime wahllos ebenso wie in freie auch in infizierte Blutkörperchen eindringen, selbst wenn in ihnen schon ein völlig erwachsener Parasit liegt, läßt bereits vermuten, daß die Hämogregarine keine schädigende Wirkung auf das Blutkörperchen ausübt. In der Tat läßt sich weder an dem Protoplasmakörper noch an dem Kerne der Wirtszelle irgendeine durch den Parasiten verursachte Veränderung degenerativer Art feststellen. Auch DANILEWSKY hat darauf hingewiesen. Selbst wenn der mächtig herangewachsene Schizont den Kern völlig an die Wand gedrückt und ganz abgeplattet hat, zeigt dieser immer noch den gleichen Bau, wie der eines nichtinfizierten Blutkörperchens. Wenn man gelegentlich beobachtet, daß ein infiziertes Blutkörperchen seinen Hämoglobingehalt verloren hat, so liegt die Ursache wohl stets in irgendeiner Schädigung, die das Blutkörperchen bei der Herstellung des Präparates erfahren hat.

Auch bei den meisten anderen Hämogregarinen bestätigen die Angaben der Forscher, soweit solche Angaben vorliegen, das Fehlen einer schädigenden Wirkung auf die Wirtszelle. Nur einige der bekannt gewordenen Hämogregarinen machen eine Ausnahme. Der bekannteste Parasit ist der den Kern des Blutkörpers zerstörende „*Karyolysus*“ der Eidechsen; einige andere Formen werden von BILLET (1904 a u. b) aus *Tropidonotus viperinus* und aus *Lacerta ocellata*, von NICOLLE (1904) aus *Gongylus ocellatus*, von NICOLLE et COMTE (1906) aus *Mabuia vittata* und von anderen beschrieben.

In der Schildkröte zerstört also jeder Parasit nur ein Blutkörperchen und das erst, wenn er nach Beendung seines sehr langsamen

Wachstums in neue Keime zerfällt. Ferner müssen wir berücksichtigen, daß zu den Zeiten der stärksten Infektion die Hauptmasse der Parasiten aus den geschlechtlich differenzierten Formen besteht, die sich überhaupt nicht mehr weiter entwickeln, wenn sie nicht in den Darm eines Egels gelangen. Aus alledem ergibt sich, daß der Verlust an roten Blutkörperchen für die Schildkröte ein verhältnismäßig geringer ist.

Es läßt sich auch nicht beobachten, daß die Infektion irgendeinen pathogenen Einfluß auf die Schildkröten ausübt. Man gewinnt höchstens den Eindruck, als wenn die sehr stark infizierten Schildkröten in ihren Bewegungen etwas träger sind als andere.

Von den der *H. stepanowi* anscheinend sehr nahestehenden Schlangenhämogregarinen hat jedoch SAMBON (1909) die Meinung, daß sie bei sehr starker Infektion den Tod des Wirtes verursachen können.

7. Einfluß der Überwinterung des Wirtes auf die Hämogregarinen.

In größeren Schildkröten, die also schon vom Jahre vorher Hämogregarinen beherbergen, lassen sich im Frühjahr, besonders im Mai, sehr eigenartige Formen im Blute beobachten. Die großen zweischenkligen Parasiten — die erwachsenen Schizonten — erscheinen auffallend schlank (Fig. 114, 115) und oft zeigt ein Hohlraum, der sie rings umgibt, an, daß sie den ehemals beanspruchten Raum nicht mehr ausfüllen, daß sie also gewissermaßen „abgemagert“ sind (Fig. 115). Mit der schlanken Form hängt es zusammen, daß der Kern stark in die Länge gezogen ist, er scheint nach und nach seine Lage an der Kurve zwischen beiden Schenkeln aufzugeben und in einen der Schenkel hineinzugleiten (Fig. 115). Diese Formen bilden den Übergang zu solchen, die man seltener im kreisenden Blute, häufig aber im Knochenmark antrifft. Das sind noch schlankere Parasiten, die stets von einem sehr beträchtlichen Hohlraum umgeben sind. Ihr Kern liegt stets langgestreckt in einem der beiden Schenkel und zeigt auch einen gegenüber dem normalen Schizontenkerne stark veränderten Bau. Während der normale Kern den Anschein erweckt, als sei er von einer Membran umgeben, fehlen dem Kerne dieser schlanken Form die scharfen Umrisse: er besteht aus einer großen Zahl unregelmäßig gelagerter Chromatinkörner und ähnelt so einigermaßen dem „initialen“ Kerne der Merozoiten. Besonders bemerkenswert bei diesem Parasiten ist

aber das regelmäßige Vorhandensein eines kugligen protoplasmatischen Körpers innerhalb seiner Umhüllung (Fig. 116). Dieser der Zelle angelagerte Körper ist im Leben mit großen stark lichtbrechenden Tropfen erfüllt und erscheint dementsprechend im gefärbten Präparate grobalveolär. Er ist anscheinend aus dem Parasiten durch Abschnürung hervorgegangen.

Einen solchen Vorgang von Protoplasmaabschnürung, den wir aber nicht ohne weiteres mit den beschriebenen Bildern in Beziehung bringen können, finden wir bei den gleichen Schildkröten im Knochenmark recht häufig, seltener im Blute. Die Parasiten, um die es sich dabei handelt, sind gleichfalls dadurch ausgezeichnet, daß sie den durch ihre Hülle umgrenzten Raum bei weitem nicht ausfüllen, sondern in einem ziemlich bedeutenden Hohlraume liegen. Sie sind jedoch nicht zweischenklig (Fig. 20—22, 117). Die Figuren 20—22 stellen drei aufeinanderfolgende Stufen des Abschnürungsvorganges dar. Es sind nicht drei Zustände des gleichen Parasiten; denn wie alle Lebensvorgänge der Hämogregarine, so geht auch diese Plasmaabschnürung sehr langsam vor sich, so daß ich nie Veränderungen an der gleichen Zelle beobachten konnte. Trotzdem ist an der Zusammengehörigkeit dieser Formen nicht zu zweifeln. Diese Zellen besitzen nämlich eine sehr eigentümliche Bildung, die sonst nirgends bei der Hämogregarine wiederkehrt. Es sind das zwei große kuglige strukturlose Gebilde, die regelmäßig an dem einen Körperende liegen. Sie erscheinen dunkler als das umgebende Protoplasma, aber nicht glänzend, so daß man sie für Bildungen chromatischer Natur halten könnte. Das gefärbte Präparat belehrt uns jedoch, daß sie keine Neigung zu den Kernfarbstoffen besitzen; sie sind dort kaum nachweisbar (Fig. 117) und sind also protoplasmatischer Natur. Über ihre Bedeutung habe ich mir gar keine Anschauung bilden können.

Das früheste Stadium, das ich fand, stellt die Figur 20 dar. Das eine dickere Ende des Parasiten ist von einer großen Anzahl stark lichtbrechender Tröpfchen verschiedener Größe erfüllt. Fig. 21 zeigt dann einen Parasiten, dessen Form sich nach dem einen Ende zu zunächst mehr und mehr verjüngt, woran sich dann schließlich eine große kuglige Verdickung schließt, in der die stark lichtbrechenden Tropfen enthalten sind. In Fig. 22 scheint dieser Teil bereits völlig abgeschnürt zu sein.

Der Bau des Kernes bei diesen Parasiten läßt sich im Leben nur undeutlich erkennen. In der gefärbten Zelle stimmt der Kern, abgesehen von seiner durch die breitere Gestalt der Zelle bedingten

Form, genau mit dem der oben beschriebenen zweischenkligen Parasiten überein (vgl. Fig. 116 und Fig. 117). Wie dieser setzt er sich aus einer großen Anzahl kleiner Chromatinkörner zusammen.

Es ist möglich, daß alle die beschriebenen Formen in der Weise zusammenhängen, daß zunächst der zweite Schenkel eingezogen wird, dann die beschriebene Abschnürung erfolgt und hierauf der Parasit wieder zweischenklig wird. Die kleine Plasmakugel, die neben dem zweischenkligen Parasiten liegt, würde dann den vielleicht durch Resorption schon stark zusammengeschmolzenen Rest des von der einschenkligen Form abgeschnürten ziemlich umfangreichen Teiles darstellen. — Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß die Bilder von den einschenkligen und von den zweischenkligen Parasiten sich auf zwei getrennte Vorgänge beziehen.

Die Protoplasmaabschnürung ließe sich als eine Art Regulationsvorgang in der Zelle deuten: Die stark herabgesetzte Lebenstätigkeit der Schildkröte während des Winterschlafes bewirkt vielleicht auch bei den Parasiten eine Störung der normalen Funktion und läßt sie dadurch in einen Depressionszustand geraten, wie das ja auch von vielen anderen Protozoen bekannt ist [vgl. die Literatur darüber bei R. HERTWIG (1908) und POPOFF (1907)]. Die Abschnürung von Protoplasma stellt vielleicht einen Versuch dar, die normale „Kernplasmarelation“ (R. HERTWIG 1903) wiederherzustellen. Ob solche Formen schließlich doch zugrunde gehen oder etwa die Ausgangsformen von „Rezidiven“ bilden, darüber werde ich erst nach länger fortgesetzter Beobachtung von Schildkröten Angaben machen können.¹⁾

Abschnürungen mit Reservestoffen beladener Teile des Protoplasmas sind bei Hämosporidien ja mehrfach beschrieben worden. SCHAUDINN (1904) beobachtete bei den Ookineten des „*Trypanosoma noctuae*“, daß ein mit Pigment und Reduktionskörpern beladener Teil der Zelle abgestoßen wird. Der gleiche Forscher (1903) fand, daß die Macrogameten des Tertianparasiten, ehe sie zu erneuter Schizogonie schreiten, durch die die Rezidive verursacht werden, einen Teil ihres Protoplasmas mit einem Kernteil abschnüren.

Es wäre sehr verführerisch, diesen letzteren Befund SCHAUDINN's auf die Hämogregarine zu übertragen; doch von den oben beschriebenen Bildern lassen sich die zweischenkligen Formen über-

¹⁾ Daß eine Vermehrung der Hämogregarinen tatsächlich ohne Neuinfektion im Frühjahr eintreten kann, konnte ich inzwischen an Schildkröten beobachten, die ich im Terrarium hatte überwintern lassen.

haupt nicht, die anderen wegen des ganz abweichenden Kernes kaum mit den Macrogameten in Beziehung setzen. Auch ist in dem abgeschnürten Protoplasma niemals chromatische Substanz nachzuweisen.

Die beschriebenen Frühjahrsformen hat auch DANILEWSKY beobachtet, ohne sie jedoch miteinander in Verbindung zu bringen. Bei Schildkröten, die überwintert und lange gehungert hatten, fand er Parasiten mit einer kugligen Aufblähung an einem Körperende (also meine Fig. 21) und bezeichnete sie als „Involutionenformen“. Ferner fand er auch Stadien, die meiner Figur 22 entsprechen. Er hält diese für eine besondere Art der Ausbildung des zweiten Schenkels. Sogar die oben von mir erwähnten zwei kugligen Gebilde an dem einen Körperende bildet der sorgfältige Beobachter ab, er bezeichnet sie als „Micronuclei“. Auch eine Figur von einer schlanken zweischenkligen Form mit einer anliegenden Plasmakugel gibt DANILEWSKY, ohne jedoch weitere Bemerkungen darüber zu machen.

Diese Parasiten bilden aber nur den kleineren Teil des Frühjahrszustandes der Infektion. Untersuchen wir das Blut einer Schildkröte in den ersten Frühjahrsmonaten, so finden wir die Hauptmasse der Parasiten durch männliche und weibliche Formen in etwa gleicher Menge gebildet. Mit dem Fortschreiten der Jahreszeit jedoch, im Mai und Juni, werden die Microgametocyten immer seltener und verschwinden schließlich ganz. Die Macrogameten bleiben dagegen in erheblicher Anzahl erhalten, bis im Juli die Parasiten der neuen Infektion zur Ausbildung geschlechtlich differenzierter Formen schreiten und eine Unterscheidung der alten und der neuen Macrogameten nicht mehr möglich ist. Ich hoffe an Schildkröten, die vor der Neuinfektion geschützt werden, noch feststellen zu können, wie lange die Macrogameten im Blute lebensfähig sind und welches schließlich ihr Schicksal ist.

Immerhin ist die Feststellung von Wert, daß geradeso wie beim Malariaparasiten (SCHAUDINN 1903) auch bei *H. stepanowi* die Macrogameten die Parasiten von der längsten Lebensdauer sind.

Das Volutin.

Bei verschiedenen Entwicklungsformen der Hämogregarine habe ich auf das sehr charakteristische Auftreten eines Reservestoffes

hinzuweisen gehabt, den ich als Volutin bezeichnete. Der Name stammt von A. MEYER (1904), der diesen Stoff zuerst bei *Spirillum volutans* auf sein mikrochemisches Verhalten genauer untersuchte.¹⁾ Aus den eingehenden Untersuchungen GUILLIERMOND'S und A. MEYER'S, sowie aus den Befunden zahlreicher anderer Forscher [vgl. GUILLIERMOND'S Zusammenfassung (1906 b) sowie meine Literaturangaben 1909²⁾] geht hervor, daß das Volutin eine ganz allgemeine Verbreitung sowohl bei Bakterien, Pilzen und Algen, wie auch bei vielen Protozoen: Rhizopoden, Flagellaten und Sporozoen (insbesondere Coccidien) besitzt. Was insbesondere die Blutparasiten betrifft, so ist mir nur eine Angabe von SWELLENGREBIL (1908) bekannt. Dieser Forscher gibt an, daß chromatisch färbare Körnchen im Plasma von Trypanosomen in ihrem mikrochemischen Verhalten mit dem Volutin A. MEYER'S übereinstimmen. Ich selbst wies in meiner erwähnten Arbeit kurz auf das Vorkommen bei Hämogregarinen hin und fügte hinzu, daß ich genauer darauf zurückkommen würde.

Die auffälligste Eigentümlichkeit der Volutinkörner besteht darin, daß sie sich lebhaft mit Kernfarbstoffen färben und daß sie diese Farbstoffe bei Extraktionsversuchen viel fester halten als dies von seiten der chromatischen Substanz des Kernes geschieht. Auf dieser Eigenschaft beruht die Wirksamkeit der MEYER'Schen Volutinreaktion I: Färbung mit Methylenblau (1 Teil einer konzentrierten Lösung auf 9 Teile Wasser) und Übertragung in 1 proz. Schwefelsäure. Dabei entfärbt sich die ganze Zelle, einschließlich des Kernes, während nur die Volutinkörner den Farbstoff festhalten. In der gleichen Weise erklärt sich die von mir bei *Haematococcus* beobachtete Tatsache, daß nach Färbung mit DELAFIELD'S Hämatoxylin und nach-

¹⁾ Ich ziehe den Namen „Volutin“ der älteren von BABES stammenden und von GUILLIERMOND beibehaltenen Bezeichnung „metachromatische Körperchen“ vor, da es mir auf den mikrochemisch charakterisierten Stoff ankommt und da erst durch die Reaktionen A. MEYER'S eine sichere Grundlage zur Prüfung der chemischen Verwandtschaft der Körnchen in verschiedenartigen Organismen gegeben ist.

²⁾ Kürzlich hat GUILLIERMOND (1910) wieder eine übersichtliche Zusammenfassung, hauptsächlich der neueren Arbeiten, veröffentlicht, auf die hier noch verwiesen sei. Es ist jedoch irrtümlich, wenn er mir darin die Ansicht zuschreibt, daß die Volutinkörner mit den Chromidien zu vergleichen wären. Beides sind scharf unterschiedene Begriffe. Während das Volutin im Protoplasma gebildet und vom Kerne aufgenommen wird, stammen die Chromidien aus dem Kerne und werden ins Protoplasma ausgestoßen. Darin stimme ich allerdings mit GUILLIERMOND überein, daß vielleicht viele Zellbestandteile als Chromidien beschrieben worden sind, bei denen es sich tatsächlich um Volutinkörner handeln dürfte. (Anmerkung bei der Drucksicht.)

folgender Differenzierung mit salzsaurem Alkohol die Volutinkörner den Farbstoff noch festhalten, wenn der Kern schon ganz verblaßt ist. Die gleiche Beobachtung hat bereits früher GUILLIERMOND (1902) gemacht.

Ich habe MEYER's Volutinreaktion I mit positivem Erfolge auf die chromatischen Körnchen im Protoplasma der Hämogregarinen angewandt. Auch diese Körnchen halten also den Farbstoff mit besonderer Zähigkeit fest. Erst nach Anwendung 5 proz. Schwefelsäure werden sie — wie das auch mit MEYER's Angaben übereinstimmt — entfärbt.

Auf eine andere Eigenschaft des Volutins, die ich in meiner Hämatococcusarbeit nur sehr kurz erwähnt habe, will ich hier noch eingehen, da sie mir bei der Hämogregarine besonders aufgefallen ist: es ist das die geringe Hitzebeständigkeit des Stoffes.

Schon A. MEYER gibt an, daß das Volutin durch siedendes Wasser aufgelöst wird. Ich beobachtete nun häufig auf Schnittpräparaten durch Blutegel, daß die dort vorhandenen Entwicklungsstadien der Parasiten das in ihnen vermutete Volutin vermissen ließen, während Parasiten aus anderen Egelu regelmäßig diesen Reservestoff führten. Eine ähnliche Beobachtung machte ich auch ein paarmal an Ausstrichen von Schildkrötenblut. Dieses Fehlen des Volutins wurde dadurch verursacht, daß im ersten Falle die Temperatur des Paraffinofens etwas zu hoch gestiegen war, im zweiten die Konservierungsflüssigkeit zu heiß angewandt worden war. Bei den Blutausstrichen ließ sich dieser Nachweis sehr leicht führen: Als ich einmal bemerkte, daß in einem Präparate alle Macrogameten volutinfrei waren, färbte ich am gleichen Tage einen Ausstrich des gleichen Blutes nach kalter Fixierung und alle Macrogameten zeigten das Volutin in völlig normaler Weise. Indem wir die Temperaturen des Thermostaten zugrunde legen, können wir feststellen, daß das Volutin der Hämogregarine bei einer Erwärmung auf etwa 60° zerstört wird. Damit werden auch die Angaben MERTONS (1908) verständlich, der bei *Pleodorina* beobachtete, daß das Volutin sich auf Schnittpräparaten nicht färben ließ, der aber keine Gründe dafür anführen konnte.

Bei *Haematococcus* habe ich experimentell nachgewiesen, daß die auffallende Neigung des Volutins zu den Kernfarbstoffen mit einem großen Phosphorreichum dieses Stoffes zusammenhängt und habe damit eine weitere Stütze für MEYER's auf Grund des mikrochemischen Verhaltens gewonnene Anschauung geliefert, daß das Volutin eine

Nucleinsäureverbindung sei.¹⁾ Ich habe dort ferner den Nachweis geliefert, daß es als ein besonderer Reservestoff für das Kerneiwweiß (die Nucleoproteide) zu betrachten ist. Am deutlichsten bemerkt man dies, wenn kurz vor der Teilung eine starke Chromatinanreicherung des Kernes stattfindet. Dann läßt sich gleichzeitig ein Verbrauch des Volutins vonseiten des Kernes beobachten (vgl. a. a. O. die Einzelheiten).

Es bleibt nun zu untersuchen, ob das Vorhandensein oder Fehlen, das Auftreten und Verschwinden des Volutins bei den einzelnen Entwicklungsformen der Hämogregarine gleichfalls im Einklange mit der für *Haematococcus* gefundenen physiologischen Bedeutung steht.

Der ungeschlechtliche Merozoit besitzt, wenn er in ein Blutkörperchen eingedrungen ist, kein Volutin mehr; während seines Heranwachsens zum Schizonten findet dementsprechend auch kein merkliches Kernwachstum statt: der Kern der erwachsenen Zelle scheint nicht größer zu sein als der des Merozoiten. Sobald sich aber der Schizont zur Teilung anschickt, tritt als Vorbereitung eine starke Volutinentwicklung in seinem Protoplasma auf. Hierauf erfolgt dann eine gewaltige Chromatinvermehrung des Kernes und seiner Tochterkerne, eine Chromatinvermehrung, die je nach der Zahl der schließlich ausgebildeten Keime bis zum vierundzwanzigfachen der ursprünglichen Menge betragen kann. Im Zusammenhange mit der Kernvermehrung werden auf vorgerückten Stadien der Schizogonie die vorhandenen Volutinmengen immer geringer. Die Abnahme des Volutins während der Kernvermehrung hat auch AWERINZEW (1909) bei *Barrouxia spiralis* beobachtet.

Einen besonderen Reichtum an Volutin weisen die Schizonten der Geschlechtsgeneration auf. In ihnen findet aber nur eine sehr geringe Chromatinvermehrung während der Teilung statt. Demgemäß wird das vorhandene Volutin nicht verbraucht, sondern in großen Mengen auf die Keime übertragen. Bei einem Teile der Keime nun — denen, die sich zu Microgametocyten gestalten — wächst der Kern mächtig heran und in dem gleichen Maße verschwindet das Volutin völlig oder bis auf geringe Spuren aus der Zelle. Bei einem anderen Teile der Keime — denen, die zu Macrogameten werden — bleibt der Kern klein und das Volutin bleibt in seiner ganzen Menge in der Zelle erhalten. Wir finden es auch

¹⁾ Nach der Ansicht AWERINZEW'S (1909) stellen die Volutingebilde noch höher organisierte Stoffe: Nucleine oder sogar Nucleoproteide dar. Die Begründung für diese Auffassung hat der Forscher noch nicht veröffentlicht.

noch, wenn die Zelle in den Darm eines Egels gelangt und dort von einem Microgameten befruchtet worden ist. Erst während der Chromatinvermehrung, die im Zusammenhange mit der Sporogonie eintritt, beginnt es abzunehmen.

Überall, wo das Volutin auftritt, erweist es somit seine Bedeutung als Reservestoff für die Kernsubstanz.

Die Rolle, die das Volutin in dem Leben der Zelle spielt, läßt es eigentlich von vornherein als ausgeschlossen erscheinen, daß es ursprünglich aus dem Kerne stammen könnte, sondern zwingt uns zu der Annahme, daß es im Protoplasma gebildet wird. Da aber mehrfach die Herkunft des Volutins aus dem Kerne behauptet worden [SWELLENGREBEL (1908), dem sich auch ROSENBUSCH (1909) anschließt, AWERINZEW (1909)]¹⁾ und dieses geradezu mit den „Chromidien“ (R. HERTWIG 1902) in Zusammenhang gebracht worden ist, so möchte ich diesen Punkt noch besonders herausheben. Gerade bei dem vorliegenden Organismus haben wir nun, worauf ich schon hinwies, auf einer bestimmten Entwicklungsstufe, nämlich bei der Vorbereitung des Schizonten zur Teilung, Gelegenheit, die Bildung des Volutins geradezu zu beobachten.

Ich habe diesen Vorgang auf S. 311 u. 312 genau beschrieben und wiederhole hier nochmals, daß die diffuse violette Verfärbung des ganzen Zellkörpers, mit der die Volutinbildung einsetzt, meines Erachtens für die Entstehung des Stoffes im Protoplasma beweisend ist.

Schließlich möchte ich noch hinweisen auf den Farbenton, den die Volutinkörner annehmen. Mit DELAFIELD's Hämatoxylin färben sie sich bei der Hämogregarine lebhaft rot, während ich sie bei *Haematococcus* und Verwandten, sowie bei *Euglena* violett gefärbt fand. Wie auch sonst aus den Angaben der Forscher hervorgeht, ist also der Farbenton in verschiedenen Organismenarten ein mehr oder weniger rötlicher. Diese Verschiedenheit, die eine stärkere oder schwächere saure Reaktion zum Ausdruck bringt, beweist, daß eine völlige chemische Übereinstimmung der Volutine in verschiedenartigen

¹⁾ In meiner Haematococcusarbeit habe ich auch GUILLIERMOND unter Bezugnahme auf zwei seiner Arbeiten (1903, 1906a) die Auffassung zugeschrieben, daß das Volutin aus dem Kern hervorgehe. Herr Dr. GUILLIERMOND hat mich brieflich darauf aufmerksam gemacht, daß diese Angabe nicht ganz zutreffend ist. Der genannte Forscher vermutet nur eine — nicht näher bestimmte — Anteilnahme des Kernes bei der Volutinbildung. Nur bei den Cyanophyceen entsteht nach seiner Auffassung das Volutin aus dem hier in Gestalt eines Chromidialapparates vorhandenen Kerne.

Zellen nicht vorhanden ist. Der Name „Volutin“ ist also im chemischen Sinne ein Sammelbegriff und nur im physiologischen Sinne ein einheitlicher.

Der Nucleolus.

Den Binnenkörper in dem Kerne der Hämogregarine, dessen ich bei der Beschreibung der einzelnen Entwicklungsstufen mehrfach Erwähnung getan habe, habe ich als Nucleolus bezeichnet. Als Hauptgrund dafür ist sein Verhalten bei der Kernteilung zu betrachten.

Nachweisen konnte ich das Vorhandensein des Nucleolus auf folgenden Stadien: bei dem heranwachsenden Merozoiten vor der Umformung des Kernen, bei dem sich zur Teilung vorbereitenden Schizonten bis zum Beginn der Kernteilung, bei einzelnen im Wachstum begriffenen Kernen des mehrkernigen Schizonten, bei dem Microgametocyten bis zur Kernteilung und bei dem Macrogameten bis zur ersten Teilung der Sporogonie. Der Nucleolus fehlt oder ist wenigstens färberisch nicht nachzuweisen während aller Kernteilungen: der Sporogonie, der Schizogonie und der Bildung der Microgametenkerne, vor der er ausgestoßen wird. Bei der Schizogonie wird er anscheinend nach jeder Kernteilung neu gebildet. Das Verschwinden während der Kernteilung, entspricht dem Verhalten aller echten Nucleolen. Ferner ist er nicht nachweisbar bei den heranwachsenden Schizonten von der Kernumformung bis zum Beginn des Teilungswachstums des Kernes. Ob er dem ausgestoßenen Kernteile entspricht (vgl. S. 307) oder im Kerne aufgelöst wird, bleibe dahingestellt; betont muß werden, daß bei diesen jungen Schizonten kein irgendwie merkliches Kernwachstum stattfindet.

Die gewaltigste Chromatinvermehrung im Lebenslauf der Hämogregarine tritt ein, wenn sich der Schizont zur Teilung anschickt, und dementsprechend sehen wir hier einen Nucleolus auftreten, so deutlich und so lebhaft gefärbt, wie wir ihn auf keiner anderen Entwicklungsstufe des Parasiten antreffen.

Tatsächlich steht überall das Fehlen oder Vorhandensein und der Grad der Färbbarkeit des Nucleolus im Verhältnis zu der Wachstumsgeschwindigkeit des Kernes. Deshalb tritt er auch in den Schizontenkernen nach jeder Kernteilung wieder auf, da diese jedes-

mal wieder stark heranwachsen, nur ist er bei der klumpigen Gestalt der Kerne nur selten nachzuweisen, nur dann, wenn er gerade günstig am seitlichen Rande liegt (Fig. 81). Auch im Kerne der befruchteten Macrogameten ist der Nucleolus groß und deutlich, was im Zusammenhange steht mit dem Kernwachstum vor der Sporogonie.

Die Bedeutung des Nucleolus für den Kern ist somit genau dieselbe, die ich auch bei *Haematococcus* feststellen konnte. Auch hier bestätigt sich die auf R. HERTWIG (1902) zurückgehende Anschauung, daß die aus dem Protoplasma stammende chromatische Substanz in der Nucleolarmasse organisiert wird.

Die Lage des Nucleolus im Kern der Hämogregarine ist fast immer eine randständige, sein Aussehen ist völlig homogen, vor allem ist von irgend einer Differenzierung, die als „Centriol“ gedeutet werden könnte, nichts zu bemerken.

Bei den anderen Coccidien wird der vorhandene Binnenkörper gewöhnlich als „Caryosom“ bezeichnet. Was ihn von dem echten Nucleolus unterscheidet, ist, abgesehen von seinem Chromatingehalt, auf den wir keinen großen Wert legen dürfen, allein der Umstand, daß er bei der Kernteilung erhalten bleibt. Die Annahme, daß dem Caryosom eine Bedeutung als Kernteilungsorgan zukäme, ist ganz unbeweisbar; denn die von ihm bei der Teilung gebildete hantelförmige Figur kann auch zustande kommen, wenn das Gebilde durch die auseinanderweichenden Kernhälften auseinandergezogen wird.

Das Erhaltenbleiben des Caryosoms und die regelmäßige Zerteilung auf die Tochterkerne, die SCHAUDINN bei *Eimeria schubergi* und *Cyclospora caryolytica* beschrieben hat, ist nun aber bei der Gattung *Adelea* nicht zu beobachten. Bei *A. zonula* gibt MOROFF (1907) an, daß das Caryosom bei der ersten Teilung der Schizogonie beseitigt wird; dafür ist hier nach MOROFF ein besonderes Teilungsorgan („Nucleolocentrosom“) vorhanden. Bei *A. ovata* findet etwas Ähnliches nach SIEDLECKI (1899) in den Macroschizonten statt.¹⁾ Nach der multiplen Teilung, die in diesen Schizonten vor sich geht, fallen alle ausgebildeten Kerne durch das Fehlen eines Caryosoms auf, und ebenso sind auch die fertigen Merozoiten noch ohne Caryosom.

¹⁾ Nach JOLLOS (1909) soll sich das Caryosom teilen, wobei ein „Centriol“ das Teilungsorgan bildet. JOLLOS' Figuren beziehen sich jedoch, nach Untersuchungen von SCHELLACK und mir, fast sämtlich auf eine *Barrouxia*-Art. Abgesehen davon können wir uns JOLLOS' Ansicht über den Teilungsvorgang nicht anschließen, worüber wir demnächst berichten werden. (Anmerkung bei der Drucksicht.)

Bei *Barrouxia spiralis* hat AWERINZEW (1909) zwei verschiedene Vorgänge beobachtet: entweder wird das Caryosom vor der ersten Kernteilung aufgelöst oder es wird in das Protoplasma ausgestoßen, „in welchem seine Überreste dann recht lange noch zu sehen sind“. In beiden Fällen soll jedoch ein als Teilungsorgan dienendes „Nucleolo-centrosom“ erhalten bleiben.

Somit finden wir zwischen den extremen Kernverhältnissen bei *E. schubergi* einerseits und *H. stepanowi* andererseits alle Übergänge. Es zeigt sich, daß das Karyosom ein außerordentlich wechselndes Gebilde ist.

Bei *H. stepanowi* wird es am deutlichsten bemerkbar, daß der Binnenkörper die physiologische Bedeutung eines Nucleolus besitzt und es stehen der Auffassung keine Tatsachen entgegen, daß bei den „Caryosomen“ der übrigen Coccidien ein gleiches der Fall ist. Die Unterscheidungsmerkmale zwischen den einzelnen Coccidienarten würden nur darin bestehen, daß bei einigen an der Bildungsstätte des Chromatins größere Mengen, die nicht in Funktion treten, aufgespeichert bleiben. Diese Mengen können so groß sein, daß sie selbst bei der Teilung nicht aufgebraucht werden, so daß der Nucleolus nicht aufgelöst, sondern von den auseinanderwandernden Kernhälften gleichfalls auseinandergesogen wird. Die außerordentliche Kleinheit und meist sehr geringe Färbbarkeit des Nucleolus bei *H. stepanowi* im Verhältnis zu den meisten anderen Coccidien ist wohl mit der viel langsameren Entwicklung des Parasiten in Zusammenhang zu bringen.

Zum Schluß noch ein Wort über die Kernreduction des Macrogameten. Das Wesen der Reduction besteht darin, daß der Kern auf die Hälfte seines funktionellen Wertes zurückgebracht wird. Wenn wir aber annehmen, daß die chromatische Substanz in dem Nucleolus oder „Caryosom“ nur in funktionsloser Gestalt vorhanden ist, so kann durch die Ausstoßung oder Auflösung dieses Körpers eine „Halbierung“ des Kernes nicht herbeigeführt werden. Um so einleuchtender wird uns das, wenn wir bei manchen Formen (*Adelea*, *Barrouxia*, *H. stepanowi*) finden, daß auch bei der Schizogonie, bei der die Kerne ihren vollen funktionellen Wert behalten, der Binnenkörper zugrunde geht.

Wenn wir von *Cyclospora caryolytica* absehen, bei der SCHAUDINN (1902) eine echte Reduktionsteilung gefunden hat,¹⁾ so müssen wir bei

¹⁾ Ich habe bereits auf S. 276 darauf hingewiesen, daß ich, gemeinsam mit SCHELLACK, die von JOLLOS (1909) bei *Adelea* beschriebene Reduktionsteilung für irrtümlich halte.

den Coccidien die Reduction schon bei den zur Bildung der Macrogameten führenden Teilungen suchen, wie ich das bei *H. stepanowi* angedeutet habe (vgl. S. 320).

Die verwandtschaftlichen Beziehungen der Hämogregarinen.

Durch die ausführliche Darstellung des Entwicklungsganges der *H. stepanowi* habe ich den Beweis erbracht, daß diese Entwicklung auf allen Stufen die eines Coccidium ist. Die zahlreichen Punkte der Übereinstimmung mit den verschiedensten anderen Coccidienarten fasse ich hier noch einmal kurz zusammen.

Die ungeschlechtliche Vermehrung ist eine Schizogonie, bei der nach wiederholter Zweiteilung des Kernes der Protoplasmakörper unter Zurücklassung eines Restkörpers in soviel Keime zerfällt, wie Kerne vorhanden sind: dieser Vorgang findet sich bei den meisten Coccidien. — Bei der Schizogonie geht der Binnenkörper zugrunde, wie bei *Adelea orata* und *zonula*. — Nach einer Reihe von Generationen werden durch abweichende Schizonten geschlechtlich differenzierte Formen gebildet, wie bei *Adelea zonula*. — Die geschlechtlich differenzierten Formen stellen Macrogameten und Microgametocyten dar, wie bei allen Coccidien. — Vor der Befruchtung legen sich je ein Macrogamet und ein Microgametocyt aneinander und der Microgametocyt teilt sich in vier Microgameten: das finden wir bei *Adelea*, *Orcheobius*, *Klossia* und *Legerella*. — Die Microgameten sind unbegeißelt: wie bei den vorigen außer *Orcheobius*. — Die Befruchtungsspindel ähnelt der von *Orcheobius*, *Adelea* und *Angeiocystis*. — Der „Binnenkörper“ des weiblichen Kernes geht nach der Befruchtung zugrunde: wie bei *Orcheobius*, *Eimeria lacazei* und *Eimeria propria*. — Die erste Teilung der Sporogonie weicht von den folgenden ab: wie bei *Orcheobius* und *Angeiocystis*. — Sporen werden nicht gebildet: wie bei *Legerella*. — Die Zahl der Sporoziten beträgt acht: wie bei *Diplospora*, *Eimeria* und gelegentlich auch bei *Adelea*.

Wenn wir von dem Wirtswechsel absehen, der bisher noch bei keinem Coccidium beobachtet wurde, so können wir tatsächlich kein Merkmal auffinden, das die Hämogregarine mit Sicherheit von den Coccidien trennt. Die Membranbildung auch bei den ungeschlecht-

lichen Formen kann, da gewisse Stadien — nämlich die Macrogameten — bei allen Coccidien zur Membranbildung befähigt sind, nur als Gattungsmerkmal in Betrachtung kommen. Die Zweischenkligkeit der Schizonten ist gleichfalls kein Unterscheidungsmerkmal, denn es gibt auch Hämogregarinen, bei denen keine zweischenkligten Stadien beobachtet werden. Wir sind somit gezwungen, *H. stepanowi* in die Ordnung der Coccidien einzureihen.

Das natürlichste System der Coccidien ist das von LÜHE (1906) aufgestellte, in dem die Ordnung nach Ausschaltung der Eucocci-diiden durch MOROFF (1908) in drei Familien zerfällt: Eimeridae, Caryotrophidae und Adeleidae. Wenn wir die sehr eigenartige, nur durch eine Art vertretene Familie der Caryotrophidae beiseite lassen, so finden wir in den Familien der Eimeridae und Adeleidae die große Menge der Coccidien in zwei sehr natürliche Gruppen geteilt, die sich hauptsächlich durch die Verschiedenartigkeit der sehr charakteristischen Geschlechtsvorgänge unterscheiden. Während sich bei den Adeleiden die Microgametocyten an die Macrogameten anlegen und stets vier Microgameten ausbilden, bleiben sie bei den Eimeriden frei und bilden zahlreiche Microgameten aus.

Zu den Adeleiden gehören bisher vier Gattungen: *Adelea*, *Klossia*, *Legerella* und *Orcheobius*. Als fünfte ist nunmehr *Haemogregarina* (DANILEWSKY) hinzuzufügen, mit der bis jetzt einzigen sichergestellten Art *H. stepanowi*. *Haemogregarina* unterscheidet sich von *Adelea*, *Klossia* und *Orcheobius* durch das Fehlen der Sporen, von *Legerella* durch die Achtzahl der Sporozysten.

Da *H. stepanowi* die typische Art für die von DANILEWSKY aufgestellte Gattung ist, so muß ihr dieser Gattungsname bleiben und auf diesen Gattungsnamen haben künftighin nur diejenigen Hämogregarinen Anspruch, deren Entwicklung sich als gleichartig mit der der *H. stepanowi* erweist. Da noch bei keiner Kaltblüterhämogregarine über die geschlechtliche Entwicklung etwas bekannt ist, so lassen sich auch Vermutungen, welche Arten vielleicht noch hierherzustellen wären, vorläufig noch nicht aussprechen.

Nur eine Säugetierhämogregarine glaube ich mit einiger Vorsicht bereits in die Gattung *Haemogregarina* einreihen zu dürfen, und zwar das von CHRISTOPHERS (1906 u. 1907) genauer untersuchte *Leucocytozoon canis*. Ich habe bereits auf S. 277 darauf hingewiesen, daß bei dieser Form die Befruchtung in *Rhipicephalus sanguineus* ohne Zweifel nach dem *Adelea*-Typus erfolgt. Anscheinend unterbleibt, wie ich aus CHRISTOPHERS' (1907) Fig. 24 entnehme, auch die Sporen-

bildung und beträgt die Zahl der Sporozoen acht. Die Art ist also als *Haemogregarina canis* zu bezeichnen.

Daß der von mir erbrachte Nachweis der Coccidiennatur nicht nur für *H. stepanowi* gilt, sondern auf die Gesamtheit der Hämogregarinen auszudehnen ist, das geht wohl zur Genüge aus den zahlreichen Berührungspunkten hervor, die *H. stepanowi* mit den verschiedensten Arten zeigt und auf die ich im Laufe meiner Arbeit hinweisen konnte. Auch für die Säugetierhämogregarinen scheint mir nach den Untersuchungen CHRISTOPHERS' (1905, 1906, 1907) und durch die Arbeit von MILLER (1908) die Coccidiennatur sichergestellt zu sein. Leider ist die in experimenteller Beziehung sehr gründliche Untersuchung MILLER's in cytologischer Richtung nicht eingehend genug, um aus ihr sichere Schlüsse ziehen zu können, welcher Coccidiengattung das *Hepatozoon perniciosum* anzuschließen wäre. Insbesondere scheinen mir die auf die Coniugation der Geschlechtszellen folgenden Stadien zu fehlen.

Daß die Hämogregarinen nichts anderes als Coccidien sind, ist bereits von verschiedenen Forschern vermutet worden. Schon DANILEWSKY (1889) spricht sich in diesem Sinne aus. Auch PFEIFFER (1891) betrachtet *H. stepanowi* als Coccidium. LAVERAN (1898) äußert die Ansicht, daß *H. stepanowi*, wenn nicht zu den Coccidien, so doch zu einer sehr nahestehenden Gruppe gehöre. Kürzlich ist auch HARTMANN (H. u. JOLLOS 1910) durch seine noch unveröffentlichten Untersuchungen an Schlangenhämogregarinen zu dem Ergebnis gekommen, daß diese als Coccidien zu betrachten sind.

DOFLEIN (1909), der durch die Zusammenfassung der Hämosporidien und Coccidien zu der Ordnung der „Coccidiomorpha“ die Ansicht einer besonders nahen Verwandtschaft beider Gruppen vertreten hat, betont in seinem „Lehrbuch der Protozoenkunde“ gerade im Hinblick auf die oben erwähnten Untersuchungen über Säugetierhämogregarinen, daß diese Befunde „uns vorsichtig machen müssen bei der Beurteilung der Frage, ob die Hämosporidien sämtlich oder zum Teil aus der Nachbarschaft der Coccidien im System entfernt und den Flagellaten angegliedert werden dürfen“.

Andererseits hat es nach dem Vorgange von SCHAUDINN (1904), der die Gesamtheit der Hämosporidien von den Trypanosomen ableitete, nicht an Versuchen gefehlt, eine Flagellatenverwandtschaft der Hämogregarinen nachzuweisen. Eine große Rolle spielt hierbei die Suche nach einem Blepharoplasten, und von zahlreichen Beobachtern wurde das Vorhandensein eines sich chromatisch färbenden Kornes, oder sogar auch mehrerer, in diesem Sinne gedeutet. Ich

habe bereits auf S. 309 auf Bildungen hingewiesen, die leicht als Bлеpharoplasten gedeutet werden können. Vielfach können auch einzelne größere Volutinkörner in dieser Richtung in Betracht kommen. Solche Bilder habe ich bei *H. stepanovi* in besonders charakteristischer Weise bei den Sporoziten angetroffen (vgl. Fig. 53 u. 54).

Den Versuch, zwischen Trypanosomen und Hämogregarinen, die in algerischen Fröschen zusammen beobachtet wurden, Übergänge herzustellen, macht BILLET (1904 c), indem er eine Anzahl Figuren nach gefärbten Präparaten zusammenstellt. Diese Zusammenstellung macht einen wenig überzeugenden Eindruck. Das eigentliche Übergangsstadium besteht in einer Hämogregarine, in deren Nähe ein kurzes Fädchen im Präparate liegt: nach BILLET die soeben abgeworfene Geißel. Dieser Befund verliert noch mehr an Beweiskraft, wenn wir von dem Forscher erfahren, daß er in dem ganzen Präparat verstreut eine große Zahl freier Geißeln hat liegen sehen!

NEUMANN (1909) hat bei einer Hämogregarine in *Gobius paganelus* neben unbegeißelten auch begeißelte Merozoiten beobachtet. Diese Flagellatenformen hat er aber nur im Leben beobachtet, im gefärbten Präparate konnte er keine Geißeln nachweisen. Der Forscher gibt leider nicht an, ob die Möglichkeit einer Verwechslung mit jenen flagellatenartig beweglichen Gebilden, wie sie gelegentlich durch Abschnürung von Blutkörperchen entstehen, bei diesen kleinen Formen ausgeschlossen ist. Falls ein solcher Irrtum nicht in Betracht kommt, so kann es sich hier vielleicht um bereits im Blute ausgebildete Microgameten handeln, die ja bei vielen Coccidien flagellatenartig sind.

Wenn auch noch bei keiner Hämogregarine ein einwandfreier Beweis für eine Flagellatenverwandtschaft erbracht worden ist, so ist die Möglichkeit doch nicht ausgeschlossen, daß die eine oder andere in diese Gruppe gestellte Form sich als das geißellose, intrakorpuläre Stadium eines Trypanosoma erweist; denn an dem Vorkommen solcher Stadien kann nach den Befunden von MESNIL und BRIMONT (1908) und CHAGAS (1909) wohl nicht gezweifelt werden. Derartige Formen wären dann im System anderswo unterzubringen; die Tatsache, daß die Gesamtheit der Hämogregarinen zu den Coccidien zu rechnen ist, würde dadurch nicht berührt. Auf keinen Fall ist die Stellung der Hämogregarinen zu HARTMANN'S Flagellatenordnung der „Binucleaten“ jetzt noch berechtigt (vgl. HARTMANN und JOLLOS 1910¹⁾).

¹⁾ In dieser Arbeit werden die Hämogregarinen noch „pro parte“ den Binucleaten zugezählt; wie ich aber mündlich von Herrn Prof. HARTMANN erfahren habe, ist

Die große Ähnlichkeit zwischen der *H. stepanowi* und dem einzigen bisher aus einem Egel bekannt gewordenen Coccidium, dem *Orcheobius herpobdellae*, gibt uns einen recht deutlichen Einblick, in welcher Weise überhaupt der Blutparasitismus der Hämogregarine entstanden ist. Sie führt uns zu dem Schlusse, das *H. stepanowi* ursprünglich ein Egelcoccidium ist, und daß die zunächst zufällig beim Saugen in das Schildkrötenblut gelangenden Sporozoiten sich dem Leben im Blute angepaßt haben, so daß sich schließlich die ganze ungeschlechtliche Entwicklung in der Schildkröte abspielte.¹⁾

Aus solchen Erwägungen heraus müssen wir nach dem Vorgange LÜHE'S (1906) den Egel als eigentlichen Wirt und die Schildkröte als Zwischenwirt bezeichnen.

Was für Überträger kommen nun für die anderen Hämogregarinen in Betracht? Bei denen der Meeresfische erscheint mir die Rolle der Egel als solcher außer Frage zu stehen. Denn die Hämogregarinen sind bisher ausschließlich in Grundfischen gefunden worden, und an diesen hat man zum großen Teil auch gelegentlich Egel vorgefunden. Ebenso dürften Egel auch die Zwischenwirte für die Hämogregarinen der Amphibien sowie aller Wasserschildkröten sein. Von dem *Karyolysus* der Eidechsen hat SCHAUDINN die geschlechtliche Entwicklung in einer Zecke nachgewiesen, diese Untersuchung aber leider nicht veröffentlicht. Zecken werden auch an anderen Reptilien häufig gefunden, sie kommen als Zwischenwirte für Saurier, Schlangen und Landschildkröten in Betracht.

Es sei noch erwähnt, daß LAVERAN und NÈGRE (1905) in *Hyalomma aegyptium*, einer an der häufig Hämogregarinen beherbergenden *Testudo mauritanica* schmarotzenden Zecke, coccidienähnliche Entwicklungsformen gefunden haben. Die Forscher vermuten, daß diese Formen zu der Hämogregarine gehören, doch erheben NICOLLE

auch er jetzt der Ansicht, daß die ganze Gruppe (allerdings mit Ausnahme von *Lankesterella*) den Coccidien zuzurechnen ist. (Anmerkung bei der Drucksicht.)

¹⁾ Es tritt hier ganz allgemein die Frage in den Vordergrund, ob sich nicht bei manchen, noch mangelhaft bekannten Coccidien das Vorhandensein eines Wirtswechsels herausstellen wird, ohne daß die in dem anderen Wirt vorkommenden Entwicklungsformen gerade Blutparasiten sein müssen. Eine solche Vermutung drängt sich z. B. bei dem von mir mehrfach zum Vergleiche herangezogenen *Angiocystis audouinia* auf. Alle Stadien der geschlechtlichen Entwicklung fand BRASIL bei dem polychäten Anneliden *Audouinia tentaculata* in dem „Herzen“, dem vorderen Teile des Rückengefäßes, also in dem gleichen Organe, in dem auch bei *H. stepanowi* die Sporozoiten landen, und es ist sehr bemerkenswert, daß der Forscher keine Stadien der Schizogonie auffinden konnte. BRASIL deutet selbst die Möglichkeit an, daß dieser Vorgang in einem anderen Wirt stattfinden könnte.

und COMTE (1905) Einwände gegen die Richtigkeit dieser Auffassung. Übrigens vermutet PROWAZEK (1908), daß als Zwischenwirte für die Schlangenhämogregarinen die in den Lungen sehr häufig schmarotzenden Pentastomiden in Frage kommen.

Unsere Erkenntnis von der Coccidiennatur der Hämogregarinen gibt der Vermutung Raum, daß auch manche Hämogregarinen vom Darmkanale aus in das Blut des Wirtes gelangen, wie das MILLER (1908) für das *Hepatozoon perniciosum* angibt. Hierbei kann dann ein Zwischenwirt überhaupt fortfallen und die Hämogregarine stellt einfach ein aus dem Darmkanale in das Blut übergewandertes Coccidium dar. Einen solchen Vorgang vermutet HARTMANN [vgl. HARTMANN und JOLLOS (1910)] bei manchen Schlangenhämogregarinen. Eine ähnliche Anschauung hat ja auch HINTZE (1902) über die Entwicklung der *Lankesterella minima* des Frosches entwickelt, in einer Untersuchung, deren Richtigkeit mehrfach angezweifelt, aber noch nicht widerlegt worden ist. Auch DOFLEIN (1909) glaubt hierin „einen der möglichen Wege, auf welchem Parasiten der Blutkörperchen entstanden sein können,“ erblicken zu dürfen.

Im allgemeinen können die wiederholten Angaben der Forscher, Copulationsbilder im Blute gefunden zu haben, einer Kritik nicht standhalten. Bei den von LABBÉ (1894), MARCEAU (1901), DUCLOUX (1904) erwähnten geschlechtlichen Vorgängen handelt es sich teils um Doppelinfektionen eines Blutkörpers, teils um Kunstprodukte, die bei der Herstellung der Präparate entstanden sind. SAMBOX (1908, 1909) hat bei *H. seligmanni* aus *Lachesis mutus* mehrfach eine Conjugation der „Sporonten“ — die, wie bereits S. 310 erwähnt, mit den Schizonten von *H. stepanowi* völlig übereinstimmen — im Leben beobachtet. Eine Kernverschmelzung folgte der Aneinanderlagerung nicht. Ferner ist zu erwähnen, daß es sich in diesen Fällen um eine sehr starke Infektion handelte, bei der eine große Menge freier Formen im Serum umherschwammen. Es handelt sich also wohl um ein zufälliges Zusammentreffen und Aneinanderhaftenbleiben der freien Schizonten. Der Vorgang scheint mir also als eine Art „Agglomeration“ zu betrachten zu sein.

Zum Schluß noch ein paar Worte über die Beziehungen der Hämogregarinen zu den Plasmodien. Als SCHAUDINN (1899) den Versuch einer stammesgeschichtlichen Ableitung des Malariaparasiten von den Coccidien unternahm, war die Möglichkeit, daß Coccidien zum Blutparasitismus übergehen könnten, eine theoretische Forderung. Nunmehr haben wir aus der Entwicklungsgeschichte von *H. stepanowi* erfahren, daß solche Coccidien tatsächlich vorhanden

sind, und haben dadurch das wichtigste Bindeglied in dieser phylogenetischen Reihe gewonnen. Der von SCHAUDINN (1903) und HARTMANN (1907) gelegentlich beobachteten Flagellatenähnlichkeit der Sporozoiten und Merozoiten von *Plasmodium* und *Proteosoma* kann ich angesichts der Fülle von Übereinstimmungen mit den Coccidien keine ausschlaggebende Bedeutung beimessen. Eine Bedeutung gewinnt diese Flagellatengestalt überhaupt nur durch die Befunde SCHAUDINN'S (1904) an „*Trypanosoma noctuae*“ und „*Spirochaete ziemanni*“. Diese Befunde konnten bisher trotz mehrfacher Versuche in dieser Richtung nicht bestätigt werden, und die Untersuchungen ARAGAO'S (1908) scheinen sogar in hohem Maße gegen ihre Richtigkeit zu sprechen.

Die Entwicklung der *Haemogregarina stepanowi* nach HAHN.

Während ich mit der Niederschrift meiner Ergebnisse beschäftigt war, erschien eine ausführliche Arbeit von HAHN (1903), in der der Versuch unternommen wird, einen vollständigen Zeugungskreis der *H. stepanowi* zu entwerfen.

Nach der Ansicht HAHN'S spielt sich die ganze Entwicklung der *H. stepanowi* in der Schildkröte ab. Sie verläuft folgendermaßen: Wahrscheinlich wachsen alle Sporozoiten zu Schizonten mit 16—20 Merozoiten heran, doch ist es möglich, daß auch ein Teil zu Micro- und Macrogametocyten wird. Manche oder alle aus der ersten Schizogonie hervorgehende Merozoiten entwickeln sich zu Schizonten mit 8—10 Merozoiten, manche oder alle werden zu Micro- oder Macrogametocyten. Die gleichen drei Wege stehen den aus der zweiten Schizogonie hervorgehenden Merozoiten offen, werden sie zu Schizonten, so führen diese nur zur Bildung von 4—5 Merozoiten. Von diesen werden die meisten zu Micro- und Macrogameten, einige können jedoch noch zu einer vierten Schizogonie führen, aus der 2 oder 3 Merozoiten hervorgehen, die nunmehr wahrscheinlich alle zu Micro- und Macrogameten werden. Die später gebildeten Micro- und Macrogametocyten unterscheiden sich von den früheren durch Kerngröße und Plasmafärbung. Die Microgametocyten teilen sich in 7—10 Microgameten, die mit den aus den Macrogametocyten entstehenden Macrogameten „coniugieren“, und es entsteht eine Zygote, die heranwächst und zur Bildung von etwa 30 Sporozoiten führt.

Merkwürdig ist, daß HAHN, trotz der ihm bekannten Angaben

SIEGEL's, überhaupt keine Egel untersucht zu haben scheint. Er gibt am Schlusse seiner Arbeit an, daß die Vollständigkeit des Lebenscyclus der Hämogregarine einen zweiten Wirt nicht erfordert; wie er sich aber die Infektion des Schildkrötenblutes vorstellt, das habe ich aus seinen Ausführungen nicht ersehen können.

Die Zusammenstellung der Entwicklungsstadien bei HAHN beruht einzig auf einer Kombination der gefundenen Bilder. Ich muß mich daher bei einer kritischen Betrachtung auf einige Hauptpunkte beschränken, da ich nicht sämtliche Figuren HAHN's einzeln besprechen kann. Zudem ist mir bei zahlreichen Figuren HAHN's eine Deutung überhaupt unmöglich. HAHN fand außer in einer *Emys* (*E. meleagris*) noch in zehn anderen Schildkrötenarten der verschiedensten Gattungen Hämogregarinen und hält alle diese Parasiten für Zugehörige der gleichen Art, *H. stepanowi*, ohne diese Zusammenfassung irgendwie zu begründen. Nirgends im Text und bei keiner Figur gibt er an, in welcher der elf Schildkrötenarten er die einzelnen Stadien gefunden hat. So bin ich bei den Figuren, die von den mir bekannten Bildern abweichen, im unklaren, ob es sich dabei um andere Arten oder um Veränderungen bei der Konservierung handelt. Manche der breiten, vacuolisierten Formen HAHN's (z. B. seine Fig. 19, 20, 25, 27) sind zweifellos Zerfließungserscheinungen; denn solche Bilder habe ich gelegentlich an eingetrockneten Randstellen meiner Präparate (vgl. S. 259) beobachtet.

Ein wichtiger Befund HAHN's, der mit meinen Ergebnissen übereinstimmt, ist die bei fortschreitender Infektion immer geringer werdende Teilungsgröße der Schizonten. Ich habe allerdings keinen Grund, dabei, wie HAHN, nur genau fünf aufeinanderfolgende Generationen anzunehmen. Die etwa viermonatige Dauer der ungeschlechtlichen Vermehrung läßt es wohl, selbst wenn wir uns die Entwicklung der Hämogregarine recht langsam denken, sicher erscheinen, daß die Zahl der Generationen sehr viel größer ist.

Die umfangreichsten Teilungsformen, die HAHN beobachtete, führen zur Ausbildung von etwa 30 Keimen, er hält diese Formen für Bilder der „Sporogonie“ und die Keime für „Sporozoitcn“. Die nächst kleineren Vermehrungsstadien, aus denen bis zu 24 Keimen hervorgehen, hält er dagegen für Schizonten. Dabei gibt er an, daß diese Schizonten morphologisch von den Stadien der Sporogonie nicht unterscheidbar sind, ebensowenig die aus ihnen hervorgehenden Merozoiten von den Sporozoitcn! Von diesen Sporozoitcn und Merozoiten unterscheiden sich aber die aus den kleineren Schizonten entstehenden Merozoiten durch einen abweichenden Kern!

Natürlich sind HAHN's Sporogoniebilder nichts anderes als die größten Schizonten. Der Bau der Keime ist nach Beschreibung und Abbildungen der gleiche, wie ich ihn bei allen Merozoiten gefunden habe. Ich vermute, daß die kleineren Schizonten, deren Merozoiten abweichende Kerne haben, anderen Arten angehören.

Einen Fortschritt gegenüber den bisherigen Kenntnissen über *H. stepanowi* bedeutet die Beobachtung HAHN's, daß außer den erwähnten Teilungsstadien noch andere in der Schildkröte vorkommen, die zur Ausbildung ganz abweichender Merozoiten führen. Ganz richtig bringt er diese mit der Ausbildung geschlechtlich differenzierter Formen in Verbindung. Seine ausgebildeten „Microgametocyten“ sind tatsächlich die geschlechtsbildenden Schizonten, und ihre Keime nicht „Microgameten“, sondern erst Microgametocyten — sofern sie nicht Macrogameten sind. Die richtige Deutung dieser Formen muß für den Forscher, der die Stadien im Egel nicht kennt, natürlich unmöglich sein. HAHN's „Macrogametocyten“ sind (immer vorausgesetzt, daß es sich wirklich um *H. stepanowi* handelt) gewöhnliche Schizonten.

Bei den Coniugationsbildern, die HAHN innerhalb von Blutkörperchen gefunden hat, handelt es sich um Doppelinfectionen. Gerade bei der Überschwemmung des Blutes mit den geschlechtlich differenzierten Formen kommen solche Doppelinfectionen besonders häufig vor und gar nicht selten wachsen in dem gleichen Blutkörperchen ein Macrogamet und ein Microgametocyt gemeinsam heran. Diese können dann gelegentlich auch einmal dicht aneinander liegen. HAHN gibt selbst an, daß manchmal auch ein Merozoit oder ein junger Gametocyt mit einem Gameten zusammenliegen kann und fügt hinzu: „it has not been possible to discover the fate of these atypical conjugants.“

Als Verschmelzungsbilder der beiden coniugierenden Zellen bildet HAHN „Zygoten“ mit zwei dicht nebeneinander liegenden Kernen ab. Es scheint mir am wahrscheinlichsten, daß es sich hierbei um Zerfließungserscheinungen handelt.

Ich bin mir dessen bewußt, daß diese kurzen Ausführungen für jeden, der beim Lesen dieser Zeilen die Arbeit HAHN's nicht zur Hand hat, wenig verständlich sind. Sie konnten jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht gut ausführlicher gehalten werden. Andererseits durften sie auch nicht ganz unterbleiben, da der von HAHN aufgestellte Lebenscyclus der *H. stepanowi* sehr geeinet ist, neue Verwirrung in die Hämogregarinenforschung hineinzutragen.

Literaturverzeichnis.

- ARAGAO, HENRIQUE de BEAUREPAIRE (1908): Über den Entwicklungsgang und die Übertragung von *Haemoproteus columbae*. Arch. f. Protistenk. Bd. 12.
- AWERINZEW, S. (1909): Studien über parasitische Protozoen. IV. Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte von Coccidien aus dem Darne von *Cerebratulus* sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 18.
- BILLET, A. (1900): Sur un hématozoaire endoglobulaire des *Platydictylus*. C. R. de la Soc. de biol. Paris Bd. 52.
- (1904a): Sur l'hémogrégarine du lézard ocellé d'Algérie. C. R. de la Soc. de biol. Paris Bd. 56.
- (1904b): Sur une hémogrégarine karyolysante de la couleuvre vipérine. C. R. de la Soc. de biol. Paris Bd. 56.
- (1904c): Sur le *Trypanosoma inopinatum* de la grenouille verte de l'Algérie et sa relation possible avec les *Drepanidium*. C. R. de la Soc. de biol. Paris Bd. 57.
- BÖRNER, C. (1901): Untersuchungen über Hämosporidien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 69.
- BOLSIUS, H. (1895): Un parasite de la *Glossiphonia sexoculata*. Mém. Pontif. Accad. Nuovi Lincei Bd. 11.
- BONNET-EYMARD, G. (1900): Sur l'évolution de l'*Eimeria nova*. C. R. de la Soc. de biol. Paris Bd. 52.
- BRASIL, L. (1903): Documents sur quelques sporozoaires d'annélides. Arch. f. Protistenk. Bd. 16.
- BRUMPT, E. (1904): Contribution à l'étude de l'évolution des hémogrégarines et des trypanosomes. C. R. de la Soc. de biol. Paris Bd. 56.
- BRUMPT et LEBAILLY (1904): Description de quelques espèces de trypanosomes et d'hémogrégarines parasites des téléostéens marins. C. R. Acad. des Sciences.
- CASTLE, W. E. (1900): Some North American fresh-water Rhynchobdellidae and their parasites. Bull. of Mus. of compar. Zool. at Harvard college Bd. 36.
- CHAGAS, C. (1909): *Schizotrypanum cruzi*. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz Bd. 1. Rio de Janeiro.
- CHRISTOPHERS, S. R. (1905): *Haemogregarina gerbilli*. Scient. Mem. by officers of the med. and san. departments of the Govern. of India Nr. 18.
- (1906): *Leucocytozoon canis*. Scient. Mem. by officers of the med. and san. departments of the Govern. of India Nr. 26.
- (1907): The sexual cycle of *Leucocytozoon canis* in the tick. Scient. Mem. by officers of the med. and san. departments of the Govern. of India Nr. 28.
- CUÉNOT, L. (1902): *Legerella testiculi* nov. sp., coccidie parasite du testicule de de *Glomeris*. Arch. de Zool. expér. et génér. 3^e sér. Bd. 10.
- DANILEWSKY, B. (1885): Die Hämatozoen der Kaltblüter. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 24.
- (1889): Parasitologie comparée du sang. II. Recherches sur les hématozoaires des tortues. Kharkoff.
- DOPLEIN, F. (1909): Lehrbuch der Protozoenkunde. Jena (Gustav Fischer).
- DRZEWIECKI, Ws. (1907): Über vegetative Vorgänge im Kern und Plasma der Gregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.
- DUCLOUX, L. (1904): Sur une hémogrégarine de *Emys leprosa*. C. R. de la Soc. de biol. Paris Bd. 56.

- FLU, P. C. (1909): Über Hämogregarinen im Blute surinamischer Schlangen. Arch. f. Protistenk. Bd. 18.
- GIEMSA, G. (1909): Über die Färbung von Feuchtpräparaten mit meiner Azur-Eosinmethode. Deutsch. med. Wochenschr. S. 1751.
- GUILLIERMOND, A. (1902): Recherches cytologiques sur les levures. A. Storck et Cie, Lyon.
- (1903): Contribution à l'étude de l'épithélium des ascomycètes et recherches sur les corpuscules métachromatiques des champignons. Ann. mycol. Bd. 1.
- (1906a): Contribution à l'étude cytologique des cyanophycées. Revue générale de Botanique Bd. 18.
- (1906b): Les corpuscules métachromatiques ou grains de volutine. Bull. de l'Inst. Pasteur Bd. 4.
- (1910): A propos des corpuscules métachromatiques ou grains de volutine. Arch. f. Protistenk. Bd. 19.
- HAHN, C. W. (1909): The stages of Haemogregarina stepanovi DANILEWSKY found in the blood of turtles. Arch. f. Protistenk. Bd. 17.
- HARTMANN, M. (1907): Das System der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.
- HARTMANN, M. u. V. JOLLOS (1910): Die Flagellatenordnung „Binucleata“. Arch. f. Protistenk. Bd. 19.
- HERTWIG, R. (1902): Die Protozoen und die Zelltheorie. Arch. f. Protistenk. Bd. 1.
- (1903): Über das Wechselverhältnis von Kern und Protoplasma. München (Lehmann).
- (1908): Über neue Probleme der Zellenlehre. Arch. f. Zellforsch. Bd. 1.
- HINTZE, R. (1902): Lebensweise und Entwicklung von Lankesterella minima (Chaussat). Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., Bd. 15.
- JOLLOS, V. (1909): Multiple Teilung und Reduktion bei Adelea ovata. Arch. f. Protistenk. Bd. 15.
- KOIDZUMI, M. (1910): On the development of Haemogregarina sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 18.
- KOWALEVSKY, A. (1901): Etude biologique de l'Haementeria costata MÜLLER. Mém. de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg 8^e série Tome 11.
- KUNZE, W. (1907): Über Orcheobius herpobdellae SCHUBERG et KUNZE. Arch. f. Protistenk. Bd. 9.
- LABBÉ, A. (1894): Recherches zoologiques et biologiques sur les parasites endoglobulaires. Arch. de zool. expér. 3^e sér. Tome 2.
- LAVERAN, A. (1898a): Sur les modes de reproduction de Klossia helicina. C. R. de la Soc. de biol. Paris Bd. 50.
- (1898b): Contribution à l'étude de Haemogregarina stepanowi. C. R. de la Soc. de biol. Paris Bd. 50.
- LAVERAN, A. et MESNIL (1901): Deux hémogregarines nouvelles des poissons. C. R. Acad. des Sciences de Paris Bd. 133.
- LAVERAN, A. et NÈGRE (1905): Sur un protozoaire parasite de Hyalomma aegyptium. C. R. de la Soc. de biol. Paris Bd. 58.
- LAVERAN, A. et A. PETTIT (1909): Contribution à l'étude des hémogregarines de quelques sauriens d'Afrique. Bull. de la Soc. de Path. exot. Bd. 2.
- LEBAILLY, C. (1905): Recherches sur les hématozoaires des téléostéens marins. Arch. de Parasitologie Bd. 10.
- LOESER, R. (1909): Beiträge zur Kenntnis der Wimperorgane (Wimpertrichter) der Hirudineen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 93.

- LÜHE, M. (1906): Die im Blute schmarotzenden Protozoen und ihre nächsten Verwandten. Handb. d. Tropenkrankh. von C. MENSE Bd. 3.
- LUTZ, A. (1901): Über die Drepanidien der Schlangen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Hämosporidien. Centralbl. f. Bakt. I. Abt. Bd. 29.
- MARCEAU, F. (1901): Note sur le Karyolysus lacertarum, parasite endoglobulaire du sang des lézards. Arch. de Parasit. Bd. 4.
- MERTON, H. (1908): Über den Bau und die Fortpflanzung von Pleodorina illinoisensis KOFOID. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 90.
- MESNIL, F. et BRIMONT (1908): Sur un hématozoaire nouveau (Endotrypanum n. g.) d'un édenté de Guyane. C. R. de la Soc. de biol. Bd. 65.
- MEYER, A. (1904): Orientierende Untersuchungen über Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins. Bot. Zeitg.
- MILLER, W. W. (1908): Hepatozoon perniciosum, a haemogregarine pathogenic for white rats. Treasury Department. U. S. Public. Health and Marine-Hospital Service. Hygienic Laboratory, Bulletin No. 46. Washington.
- MINCHIN, E. A. (1907): On a Haemogregarine from the blood of a Himalayan lizard (*Agama tuberculata*). Proc. zool. soc. London f. 1907 p. 1098—1104.
- MINCHIN, E. A. u. H. M. WOODCOCK (1910): Observations on certain blood-parasites of fishes occurring at Rovigno. Quart. Journ. of Micr. Science Bd. 55.
- MOROFF, TH. (1907): Untersuchungen über Coccidien. I. *Adelea zonula* n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 8.
- (1908): Die bei den Cephalopoden vorkommenden Aggregataarten als Grundlage einer kritischen Studie über die Physiologie des Zellkernes. Arch. f. Protistenk. Bd. 11.
- NERESHEIMER, E. (1909): Über das Eindringen von *Lankesterella* sp. in die Froschluttkörperchen. Arch. f. Protistenk. Bd. 16.
- NEUMANN, R. O. (1909): Studien über protozoische Parasiten im Blut von Meerestischen. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh. Bd. 64.
- NICOLLE, CH. (1904): Sur une Hémogrégarine karyolysante de *Gongylus ocellatus*. C. R. de la Soc. de biol. Paris Bd. 56.
- NICOLLE, CH. et C. COMTE (1905): Sur le rôle possible de *Hyalomma aegyptium* dans l'infection hémogrégarinienne de *Testudo mauritanica*. C. R. de la Soc. de biol. Paris Bd. 58.
- — (1906): Sur une hémogrégarine haryolysante de *Mabuia vittata*. C. R. de la Soc. de biol. Paris Bd. 61.
- OKA, A. (1894): Beiträge zur Anatomie der Clepsine. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 58.
- PATTON, W. S. (1908): The haemogregarines of mammals and reptiles. Parasitology Bd. 1.
- PÉREZ, C. (1903): Le cycle évolutif de l'*Adelea Mesnili*. Arch. f. Protistenk. Bd. 2.
- PFEIFFER, L. (1891): Die Protozoen als Krankheitserreger. Jena (Gustav Fischer). 2. Aufl.
- POPOFF, M. (1907): Depression der Protozoenzelle und der Geschlechtszellen der Metazoen. Arch. f. Protistenk., Festband für HERTWIG.
- POPOVICI-BAZNOȘANU (1907): La forme mobile des hémogrégarines des chéloniens. Zool. Anz. Bd. 31.
- PROWAZEK, S. V. (1905): Studien über Säugetiertrypanosomen. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamte Bd 22.
- (1908): Über Hämogregarinen aus *Porocephalus monoliformes*. Zool. Anz. Bd. 33.

- REICHENOW, E. (1909): Untersuchungen an *Haematococcus pluvialis* nebst Bemerkungen über andere Flagellaten. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamte Bd. 33.
- (1910): Der Zeugungskreis der *Haemogregarina stepanowi*. Sitz.-Ber. d. Ges. Nat. Freunde zu Berlin.
- ROSENBUSCH, F. (1909): Trypanosomen-Studien. Arch. f. Protistenk. Bd. 15.
- SAMBON, S. W. (1908, 1909): The Haemogregarines of Snakes. Journ. of Trop. Med. and Hyg. Bd. 11 u. 12.
- SCHAUDINN, F. (1899): Über den Generationswechsel der Coccidien und die neuere Malariaforschung. Sitz.-Ber. d. Ges. Nat. Freunde zu Berlin.
- (1900): Untersuchungen über den Generationswechsel bei Coccidien. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., Bd. 13.
- (1902): Studien über krankheitserregende Protozoen. I. *Cyclospora caryolytica*. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamte Bd. 18.
- (1903): Studien über krankheitserregende Protozoen. II. *Plasmodium vivax*. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamte Bd. 19.
- (1904): Generations- und Wirtswechsel bei *Trypanosoma* und *Spirochaete*. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamte Bd. 20.
- SCHUBERG, A. (1909): Über die Färbung von Schnittpräparaten mit der GIEMSA'schen Azur-Eosin-Methode. Deutsch. med. Wochenschr. S. 2106.
- (1910): Über Microsporidien aus dem Hoden der Barbe und durch sie verursachte Hypertrophie der Kerne. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamte Bd. 33.
- SCHUBERG, A. u. W. KUNZE (1906): Über eine Coccidienart aus dem Hoden von *Nephelis vulgaris* (*Herpobdella atomaria*), *Orcheobius herpobdellae*. Verh. d. deutsch. zool. Ges.
- SCHULZE, M. (1854): Über den Organismus der polythalamen Foraminiferen nebst Bemerkungen über die Rhizopoden im allgemeinen.
- SIEDLECKI, M. (1898): Reproduction sexuée et début de la sporulation chez la Coccidie des Triton (*Coccidium proprium*). C. R. de la Soc. de biol. Paris.
- (1899): Etude cytologique et cycle évolutif de *Adelea ovata* SCHNEIDER. Ann. Inst. Pasteur.
- (1907): Über die Struktur und die Lebensgeschichte von *Caryotropha mesnili*. Anz. d. Akad. d. Wiss. in Krakau, Math.-Naturw. Klasse.
- SIEGEL (1903): Die geschlechtliche Entwicklung von *Haemogregarina stepanovi* im Rüsselegel *Placobdella catenigera*. Arch. f. Protistenk. Bd. 2.
- SWELLENGREBEL, N. H. (1908): La vultine chez les Trypanosomes. C. R. de la Soc. de biol. Paris Bd. 64.
- WINTER, F. (1907): Zur Kenntnis der Thalamophoren. I. Untersuchungen über *Peneroplis pertusus*. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.

Tafelerklärung.

♂ = Microgametocyt, bzw. die daraus entstandenen Microgameten, ♀ = Macrogamet,
 ♂k = männlicher Kern, ♀k = weiblicher Kern, m = Membran, n = Nucleolus,
 r = Restkörper.

Tafel XVI.**Abbildungen lebender Parasiten.**

Alle Figuren, mit Ausnahme von 2, 3 und 23 wurden mit dem **ABBE'S**chen Zeichenapparat bei Obj. Homog. Ölimmers. 2 mm und Comp. Oc. 12 gezeichnet.

Fig. 1. Freier Merozoit.

Fig. 2—4. Drei Stufen des Eindringens eines Merozoiten in ein Blutkörperchen.
 Fig. 2 u. 3 nach Skizzen ausgeführt, Fig. 4 nach dem Präparat gezeichnet.

Fig. 5. Eindringener Merozoit.

Fig. 6. Wachstumsbeginn des Merozoiten: Anlage des zweiten Schenkels.

Fig. 7. Vorgeschrittenes Wachstum: junger zweiseitiger Schizont.

Fig. 8. Erwachsener Schizont.

Fig. 9. Drei erwachsene Schizonten in einem Blutkörperchen.

Fig. 10. Vorbereitung des Schizonten zur Teilung; Einziehung des zweiten Schenkels; Chromatin des Kernes bandförmig (vgl. Fig. 89).

Fig. 11. Vorgeschrittenes Teilungsstadium: Differenzierung der Merozoiten.

Fig. 12. Beendete Schizogonie: sechs Merozoiten und zwei Restkörper gebildet.

Fig. 13. Abweichender Schizont, der zur Bildung der in Fig. 16 dargestellten Merozoiten führt.

Fig. 14. Schizont, unmittelbar vor der Teilung: Chromatin in Form großer Kugeln (vgl. Fig. 90).

Fig. 15. Zweikerniger Schizont, daneben ein zu einer geschlechtlich differenzierten Zelle heranwachsender Merozoit (vgl. Fig. 16).

Fig. 16. Abweichender Merozoit, der zu einer geschlechtlich differenzierten Form heranwächst.

Fig. 17. Macrogamet.

Fig. 18 u. 19. Microgametocyten.

Fig. 20—22. Drei Hämogregarinen, die verschiedene Grade einer Protoplasmaabschnürung zeigen (Frühjahrsformen).

Fig. 23. Freier junger Schizont.

Fig. 24. Befruchteter Macrogamet mit drei ansitzenden Microgameten; Syncaryon gebildet.

Fig. 25. Ende der Sporogonie. Sporozoiten ausgebildet, Restkörper sichtbar.

Fig. 26. Freier Sporozoit.

Fig. 27. In einem Hämatoblasten herangewachsener Schizont.

Tafel XVII—XIX.**Abbildungen nach konserviertem Material.**

Alle Figuren wurden mit dem **ABBE'S**chen Zeichenapparat gezeichnet, wo nichts anderes bemerkt, bei Obj. homog. Ölimmers. 2 mm, Comp. Oc. 12. Die in den Fig. 35, 36, 57, 84, 85, 115, 116 wiedergegebenen Formen sind mit **WIEGERT'S** Hämatoxylin, die in Fig. 110—112 wiedergegebenen mit **GIEMSA-LÖSUNG**, alle übrigen mit **DELAFIELD'S** Hämatoxylin gefärbt.

Tafel XVII.

- Fig. 28. Freier Microgametocyt aus dem Darne des Egels.
 Fig. 29. Desgl., Chromatinanordnung fadenförmig.
 Fig. 30. Freier Macrogamet aus dem Darne des Egels.
 Fig. 31. Aneinanderlagerung eines Macrogameten und eines Microgametocytan an der Darmwand.
 Fig. 32. Reifung des Macrogameten; Vorbereitung zur Kernteilung im Microgametocytan.
 Fig. 33. Teilung des Microgametocytankernes in vier Microgametenkerne.
 Fig. 34, 35. Befruchtung.
 Fig. 36. Microgamet. Comp. Oc. 18.
 Fig. 37. Vereinigung des männlichen mit dem weiblichen Kerne.
 Fig. 38, 39. Befruchtungsspindel.
 Fig. 40. Ruhender Kern nach Rückbildung der Befruchtungsspindel.
 Fig. 41. Fädige Anordnung des Chromatins als Vorbereitung zur ersten Teilung.
 Fig. 42—44. Erste Teilung der Sporogonie.
 Fig. 45. Zweite Teilung.
 Fig. 46. Oocyste mit vier ruhenden Kernen.
 Fig. 47. Dritte Teilung; die vier Kerne hantelförmig, links die ansitzenden Microgameten. Comp. Oc. 18.
 Fig. 48. Oocyste mit acht Kernen.
 Fig. 49, 50. Acht Sporozoiten ausgebildet.
 Fig. 51. Freiwerdende Sporozoiten und Restkörper aus dem Darne des Egels.
 Fig. 52—54. Freie Sporozoiten aus dem Rückengefäß des Egels.
 Fig. 55, 56. In das Cöloin des Egels übergetretene und dort herangewachsene Sporozoiten.
 Fig. 57. Zwei herangewachsene Sporozoiten, von einem Phagocytan im Cöloin des Egels aufgenommen; aus einer Nephridialkapsel.
 Fig. 58. Horizontaler Schnitt durch das Rückengefäß des Egels, die Verteilung der Sporozoiten zeigend. *R* = Rückengefäß, *K* = Klappe zwischen zwei Kammern, *C* = Cöloin, *Sp* = Sporozoiten. Durch die obere Kammer geht der Schnitt in der Weise, daß nur eine flache Kalotte abgeschnitten ist. Man blickt also auf die Gefäßwandung, der die Sporozoiten ansitzen. Apochr. Obj. 4 mm, Comp. Oc. 4.
 Fig. 59. Geschwulstartiger Klumpen, gebildet von ins Cöloin übergetretenen Sporozoiten, dem Beginne des Enddarmes angelagert. Comp. Oc. 4.
 Fig. 60. Spermatozoenbündel aus den Vasa deferentia des Egels. Comp. Oc. 6.
 Fig. 61. Freier Merozoit aus dem Knochenmark der Schildkröte.
 Fig. 62—68. Zu Schizonten heranwachsende Merozoiten aus der Schildkröte. Fig. 62—66 vor der Umbildung des Kernes, Fig. 67 u. 68 (ebenso wie Fig. 69 auf Tafel XVIII) nach dieser.

Tafel XVIII.

- Fig. 69. Junger Schizont.
 Fig. 70, 72. Erwachsene Schizonten aus der Schildkröte.
 Fig. 71. Absterbender Schizont aus dem Magen des Egels.
 Fig. 73—87. Stadien der Schizogonie aus dem Knochenmark der Schildkröte.

Fig. 73, 74. Fädige Anordnung des Chromatins als Vorbereitung zur Teilung des Schizonten.

Fig. 75. Späteres Stadium: Volutinbildung im Protoplasma und Chromatinanreicherung des Kernes.

Fig. 76, 77. Schizonten unmittelbar vor der Teilung: Chromatin in Form großer Kugeln.

Fig. 78–83. Schizonten in Teilung.

Fig. 84. Schizont mit 15 ausgebildeten Merozoiten.

Fig. 85. 24 ausgebildete Merozoiten.

Fig. 86, 87. Bildung von 6 Merozoiten.

Fig. 88–93. Stadien der Schizogonie aus dem peripheren Blut. Fig. 89 entspricht der Fig. 10, Fig. 90 der Fig. 14.

Fig. 94. Doppelinfektion: ein Schizont mit vier Merozoiten und ein Macrogamet in einem Blutkörperchen.

Fig. 95, 96. Heranwachsende abweichende Schizonten, aus deren Teilung die Geschlechtszellen hervorgehen.

Fig. 97–101. Teilungsbilder solcher Schizonten.

Tafel XIX.

Fig. 102. Freier abweichender Merozoit, der noch keine geschlechtliche Differenzierung erkennen läßt.

Fig. 103. Ebensolcher Merozoit, in ein Blutkörperchen eingedrungen.

Fig. 104. In einem Blutkörperchen zwei bereits männlich (oben) und weiblich (unten) differenzierte junge Formen. Comp. Oc. 18.

Fig. 105. Desgl., stärker herangewachsen; oben weiblich, unten männlich. Comp. Oc. 18.

Fig. 106. Zwei erwachsene Macrogameten in einem Blutkörperchen. Comp. Oc. 18.

Fig. 107. Macrogamet mit etwas abweichend gestaltetem Kern.

Fig. 108. Fast erwachsener Microgametocyt.

Fig. 109. Reifer Microgametocyt.

Fig. 110. Dreifachinfektion eines Blutkörperchens: zwei Macrogameten und ein Microgametocyt.

Fig. 111, 112. Macrogamet und Microgametocyt, mit Giemsa überfärbt.

Fig. 113. Von einem Leucocyten aufgenommenener Merozoit aus dem Knochenmark der Schildkröte.

Fig. 114, 115. Schlanke Schizonten (Frühjahrsformen).

Fig. 116, 117. Hämogregarinen mit abgeschnürten Plasmaklumpen (Frühjahrsformen).

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Institut Oswaldo Cruz in Rio de Janeiro und dem
Königl. Institut für Infektionskrankheiten in Berlin.)

Vorläufige Mitteilung über Untersuchungen an Schlangenhämogregarinen

nebst Bemerkungen zu der vorstehenden Arbeit von E. REICHENOW
über *Haemogregarina stepanowi*.

Von

Max Hartmann (Berlin) und **Carlos Chagas** (Rio de Janeiro).

(Hierzu 12 Textfiguren.)

Während unserer gemeinsamen Tätigkeit am Institut Oswaldo Cruz in Rio de Janeiro im Jahre 1909 untersuchten wir auch zusammen Hämogregarinen von verschiedenen Kaltblütern (Fischen, Eidechsen, Schlangen), vor allem die von Schlangen, die infolge ihrer Größe für cytologische Studien weitaus die günstigsten Formen sind, worauf uns gleich Herr Dr. LUTZ aufmerksam gemacht hatte. Diese Untersuchungen haben uns, wie schon in der zusammenfassenden Übersicht über die Binucleaten (HARTMANN u. JOLLOS 1910) kurz mitgeteilt, zu der Auffassung geführt, daß die Hämogregarinen im Gegensatz zu den übrigen sog. Hämosporidien coccidienartige Organismen seien. In der gleichen Sitzung der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin am 18. Januar 1910, in der REICHENOW (1910a) über seine in der vorstehenden Arbeit ausführlich mitgeteilten Untersuchungen vorläufig berichtete, hat auch der eine von uns (HARTMANN) über unsere Befunde referiert und im Gegensatz zu der erfreulichen Übereinstimmung der Resultate von REICHENOW und uns

bezüglich der Zuteilung der Hämogregarinen zu den Coccidien auf unsere in cytologischer Hinsicht wesentlich abweichenden Resultate und Schlüsse hingewiesen.

Es wurde damals unterlassen, gleich REICHENOW über den Vortrag eine vorläufige Mitteilung erscheinen zu lassen, in der Voraussetzung, daß die im November 1909 in Rio bereits abgeschlossene Arbeit bald erscheinen würde. Da sich aber die Veröffentlichung durch mancherlei Zwischenfälle beträchtlich verzögert hat, die ausführliche Arbeit von REICHENOW (1910b) inzwischen schon zum Druck eingereicht ist, so halten wir es für angezeigt, im Anschluß an dieselbe hier vorläufig über unsere Befunde kurz zu berichten und zu verschiedenen Punkten der REICHENOW'schen Arbeit Stellung zu nehmen.

Wir untersuchten eine große Anzahl von Schlangenhämogregarinen, darunter 3 Arten genauer. Die eine ist identisch mit der von LUTZ (1901) aus *Eunectes murina* beschriebenen *Haemogregarina serpentinum*, eine andere trafen wir in verschiedenen Arten von kleineren, noch nicht genauer bestimmten Schlangen, die vorwiegend im Süßwasser leben. Diese Hämogregarine wollen wir zu Ehren von Dr. LUTZ *Haemogregarina lutzii* nennen. Es sei bemerkt, daß dieselbe Hämogregarinenspecies in verschiedenen Schlangenarten vorkommen kann; das in der bisherigen Literatur meist geübte Verfahren, die Arten der Hämogregarinen einfach nach dem Wirte zu bestimmen, ist daher nicht angängig. Andererseits sind in der bisherigen Literatur auch verschiedene Hämogregarinenarten aus einem einzigen Wirt beschrieben worden, die, wie unsere Untersuchungen übereinstimmend mit denen REICHENOW's zeigen, meist nur verschiedene Entwicklungsstadien ein und derselben Art sind. Um eine Hämogregarinenart genau festzulegen, muß man eben einen größeren Teil ihres Entwicklungsganges kennen.

Unsere folgenden Angaben beziehen sich hauptsächlich auf *Haemogregarina lutzii* und teilweise auch auf *Haemogregarina serpentinum*. Bei *Haemogregarina lutzii* hatten wir das Glück, einige offenbar frisch infizierte Schlangen zu erhalten und konnten hierbei feststellen, daß lange Zeit (Wochen, ja Monate) nur Stadien einer Entwicklungsreihe vorkommen, die als eine ungeschlechtliche Schizogonie zu deuten ist. Hierher gehören die von LUTZ, WENYON (1909) usw. beschriebenen Microschizogoniestadien, die meist als männliche Schizogonie gedeutet wurde. In Wirklichkeit ist es, wie auch REICHENOW für *Haemogregarina stepanowi* einwandfrei gezeigt hat, die einzige Art der ungeschlechtlichen Schizogonie. Die jungen Merozoiten

(Fig. 1) haben einen länglichen Kern mit vielen meist gleichgroßen Chromatinkörnern, unter denen das Caryosom resp. Centriol kaum erkennbar ist. Sie dringen in Erythrocyten ein und wachsen dort heran, wobei das Caryosom wächst und dann meist dem einen Kernpol genähert ist (Fig. 2). Beim Wachstum entwickeln sich im Plasma Reservestoffkörner, die sich mit Jod bräunen, wie Lutz zuerst gezeigt hat (sog. Volutin) (Fig. 2—4). Wenn das Blutkörperchen bis auf den Kern und eine schmale Hülle fast ganz aufgebraucht ist, treten die jungen Schizonten heraus (Fig. 3) und wachsen in den Lungen- und Lebercapillaren sehr rasch auf das Vielfache ihres

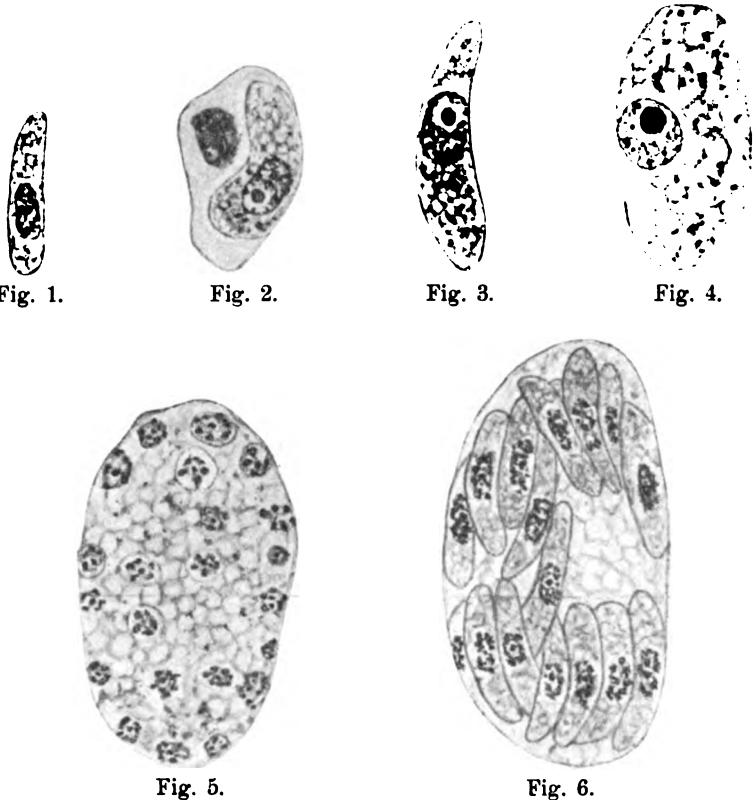


Fig. 1—6.

Schizogonie von *Haemogregarina lutzi* n. sp. Nach fixiertem und mit Eisenhämatoxylin gefärbtem Präparat. Gezeichnet bei ZEISS Obj. 2 mm, Comp. Oc. 8. Fig. 1. Merozoit. Fig. 2. Junger Schizont im roten Blutkörperchen. Fig. 3. Junger Schizont nach Verlassen des Erythrocyten. Fig. 4. Schizont vor der ersten Kernteilung aus der Lunge. Fig. 5. Schizont mit 32 Kernen kurz vor der Aufteilung (Lunge). Fig. 6. Schizogonie.

Volumens (ca. 50μ) heran (Fig. 4). Der Kern ist jetzt kugelig und zeigt ein großes zentrales Caryosom, in dem man bei guter Differenzierung ein Centriol beobachten kann (Fig. 7a).

Hierauf finden sehr merkwürdige Vorgänge am Kern statt, indem ein Korn (Centriol) sich vom Caryosom abschnürt (Fig. 7b) und ins Plasma übertritt, wobei die Kernmembran an dieser Stelle sich löst und eine große Anzahl Chromatinkörner mit überwandert (Fig. 7c). Das abgeschnürte Centriol teilt sich dann hantelförmig und rückt an die Pole einer Art Spindel, in der die Chromatinkörner in unregelmäßigen Längsreihen sich anordnen, während der große Rest des Caryosoms meist schon vor Ausbildung der Spindel aufgelöst wird (Fig. 7e). Manchmal ist er auch noch neben der Spindel als blasse Kugel zu sehen (Fig. 7d). Die Centriole der Spindel sind hie und da, aber selten, noch durch eine Fibrille, eine Centrodosome verbunden (Fig. 7e). Nur in diesem Falle ist ihre Centriolnatur sehr deutlich, da sie sonst an der mit Chromatinkörnern von gleicher Größe bedeckten Spindel kaum hervortreten. Da die von REICHENOW untersuchte *Haemogregarina stepanowi* nur etwa $\frac{1}{4}$ so groß ist wie die Schlangenhämogregarinen und sich die Schizogonie innerhalb des Erythrocyten abspielt, so ist es nicht zu verwundern, daß REICHENOW die hier geschilderten feineren Kernvorgänge entgangen sind.

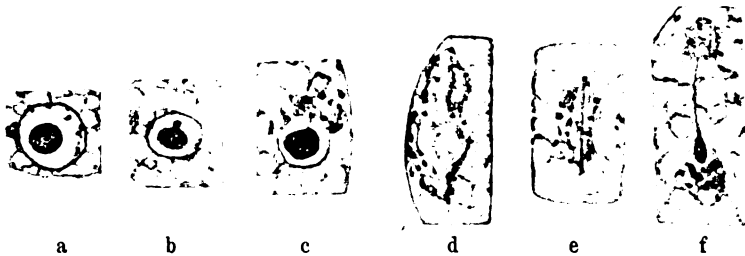


Fig. 7a—f.

Ab schnürung des Centriols und Kernteilungen im Schizonten von *Haemogregarina lutzi* n. sp. Präparation und Vergrößerung wie bei Fig. 1—6.

In den Telophasen wächst das Centriol wieder zu einem Caryosom und der Vorgang wiederholt sich bei den rasch folgenden weiteren Teilungen in derselben Weise. Von dem Stadium mit 16 Kernen an unterbleibt aber das Heranwachsen der Centriole, resp. Caryosome, und im 32er Stadium ist es von den übrigen Chromatinkörnern — wenn überhaupt — nur dadurch zu unterscheiden, daß letztere es oft strahlenförmig umgeben (Fig. 5). Auf diesem Stadium (seltener erst bei 64 Kernen) vollzieht sich die Aufteilung des Schizonten in die Merozoiten, die ganz nach Art der Coccidien stattfindet.

Nach längerer Infektion treten neben diesen Schizogoniecysten andere auf, die sog. Macroschizogonieförmigen der früheren Autoren. Obwohl wir nicht wie REICHENOW die Befruchtung und Weiterentwicklung im Zwischenwirt (falls letzterer bei unseren Arten überhaupt vorkommt) gefunden haben, sind wir doch der Überzeugung, daß diese Formen mit der geschlechtlichen Vermehrung der Hämogregarinen in Zusammenhang stehen und nennen sie vorderhand Gametogoniecysten. Man kann 2 Arten unterscheiden: solche, die in der Regel 8—16 Teilprodukte enthalten (Fig. 9), und solche, die deren 2 enthalten (Fig. 12). Sie seien zunächst als Macro- und Microgametogonieförmigen bezeichnet. Die Microformen finden sich ebenfalls in der Lunge und Leber und wir konnten sie bis zum 8-Kernstadium nicht von den Schizonten unterscheiden. Jetzt beginnt bei ihnen aber das bisher locker verteilte Chromatin sich zu einer dichten Kugel zusammen zu schließen, in deren Zentrum meist deutlich das Centriol zu beobachten ist (Fig. 8 u. 9). In dem 8er oder 16er Kernstadium vollzieht sich die Aufteilung in die Microgametocyten (?), bisher meist Macromerozoiten genannt. Sie unterscheiden sich von den Merozoiten durch die beträchtliche Größe (sie sind größer als ein Blutkörperchen und als ein junger freier Schizont), durch ihren eben geschilderten, vollkommen abweichenden Kernbau und das gleichmäßige helle, grobvacuoläre Plasma. Der eine Pol, der dem Kern genähert ist, ist schief abgestutzt und durch dichteres Plasma ausgezeichnet.

Über das weitere Schicksal dieser Formen können wir nichts Näheres aussagen; jedenfalls platzen die Cysten innerhalb des Wirbeltierkörpers und die sog. Gametocyten gelangen in die Blutbahn. Daß sie dort in Erythrocyten eindringen, schien uns wegen der beträchtlichen Größe nicht sehr wahrscheinlich; doch trafen wir mit ihnen übereinstimmende Formen, wenn auch selten, in Blutkörperchen und haben an ihnen sogar eine Zweiteilung beobachtet, wobei sich der Kern durch Promitose teilt (Fig. 10). Daraus ist wohl die in Fig. 11 abgebildete sehr kleine Form entstanden, die die gleichen Charaktere an Plasma und Kern aufweist. Wir vermuten, daß es sich um Microgameten handelt.

Die sog. Macrocyten trafen wir vorwiegend in der Leber und im Darm. Sie besitzen eine erheblich derbere Membran und enthalten 2, ausnahmsweise auch 4 Fortpflanzungskörper von gleichem Bau wie die oben beschriebenen, die in einem grobwabigen Plasma eingebettet liegen (Fig. 12). Man könnte hierbei an die Bildung von Macrogametocyten denken, doch wäre auch noch eine andere

Deutung möglich. Schon im einkernigen Zustand unterscheiden sich diese Cysten von den Schizonten und den oben beschriebenen Microgamonten durch ihre sehr derbe Membran und erinnern dadurch auffallend an Macrogameten resp. Oocysten von Coccidien. Es wäre

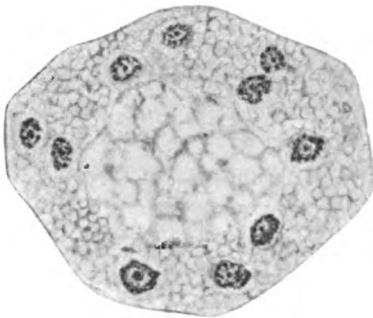


Fig. 8.

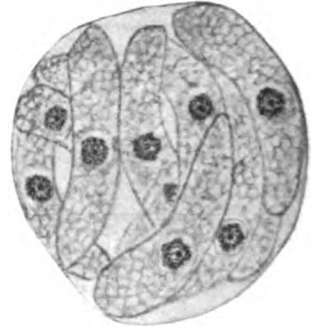


Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.

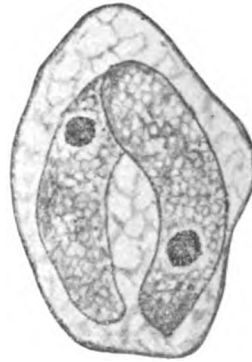


Fig. 12.

Fig. 8.

Microgametogoniecysten (?) von *Haemogregarina serpentinum*.

Präparation und Vergrößerung wie bei Fig. 1—6.

Fig. 10 u. 11.

Microgametocyt (?) in einem roten Blutkörperchen in Teilung (Fig. 10) und freier

Microgamet (?) (Fig. 11) von *Haemogregarina lutzi*.

Präparation und Vergrößerung wie bei Fig. 1—6.

Fig. 12.

Macrogametencyste (?) oder Oocyste (?) von *Haemogregarina lutzi*.

Präparation und Vergrößerung wie bei Fig. 1—6.

somit möglich, daß die hierzu gehörigen einkernigen Formen Macrogameten seien, die durch die oben beschriebenen Microgameten befruchtet wurden, und die Cysten mit 2 Fortpflanzungskörpern wären

dann das Resultat einer metagamen Vermehrung (Sporogonie). Zugunsten dieser Ansicht läßt sich auch der Umstand anführen, daß wir sie öfters im Darm antrafen, wohin sie vermutlich aus der Leber gelangt sind. Sie könnten auf diese Weise wie die Oocysten der übrigen Coccidien als Dauercysten der Neuinfektion dienen, und ein Zwischenwirt wie bei anderen Blutparasiten wäre überflüssig. Sollten sich diese Vermutungen bestätigen, so hätten wir eine noch auffallendere Übereinstimmung mit Coccidien als sie REICHENOW für *Haemogregarina stepanovi* aufgedeckt hat, da sie sich auch auf die Art der Infektion bezöge. Welche von den verschiedenen Möglichkeiten in der Deutung der von uns gefundenen (in der einen oder anderen Weise mit der geschlechtlichen Fortpflanzung in Zusammenhang stehenden) Formen zutrifft, müssen künftige Untersuchungen entscheiden. In jedem Fall sprechen sie für die Coccidiennatur der Hämogregarinen.

Der Vergleich mit der vorstehenden ausführlichen Arbeit von REICHENOW zeigt eine erfreuliche Übereinstimmung in unseren beiderseitigen Resultaten bezüglich der Coccidiennatur der Hämogregarinen, und es sei auf das Kapitel: „Die verwandtschaftlichen Beziehungen der Hämogregarinen“ bei REICHENOW verwiesen, wo alles weitere Beweismaterial zusammengestellt ist. Hervorgehoben sei noch, daß die Hämogregarinen auch in ihren Kernverhältnissen ganz mit den Coccidien übereinstimmen, wie REICHENOW's und unsere Befunde dartun.

REICHENOW neigt nun der Ansicht zu, daß nicht nur die ganze Gruppe der Hämogregarinen, sondern auch die Plasmodien wenn nicht zu den Coccidien gehörig, doch von ihnen abzuleiten sind; denn er schreibt: „Der von SCHAUDINN (1904) und HARTMANN (1907) gelegentlich beobachteten Flagellatenähnlichkeit der Sporoziten und Merozoiten von *Plasmodium* und *Proteosoma* kann ich angesichts der Fülle von Übereinstimmungen mit den Coccidien keine ausschlaggebende Bedeutung beimessen. Eine Bedeutung gewinnt diese Flagellatengestalt überhaupt nur durch die Befunde SCHAUDINN's (1904) an „*Trypanosoma noctuae*“ und „*Spirochaete ziemanni*“. Diese Befunde konnten bisher trotz mehrfacher Versuche in dieser Richtung nicht bestätigt werden und die Untersuchungen ARAGAO (1908) scheinen sogar in hohem Maße gegen ihre Richtigkeit zu sprechen.“

Dazu sei folgendes bemerkt: Zunächst ist durch unveröffentlichte Untersuchungen von Dr. SEITZ im Institut für Infektionskrankheiten sogar für einen Vertreter der bisherigen Hämogregarinen, die *Lankesterella ranarum*, mit einwandfreien Methoden gezeigt worden, daß diese Form cytologisch nicht mit den übrigen Hämogregarinen übereinstimmt und daß sie, wie schon FRANCA angegeben, während aller

Schizogoniestadien zwei verschiedene Kerne aufweist, deren Deutung als Hauptkern und Blepharoplast entsprechend den Trypanosomen nicht in Zweifel gezogen werden kann. Auch in ihrer Struktur (einfache Caryosomkerne) stimmen diese mit den Kernen der Trypanosomen überein. Dasselbe gilt für die Kerne von „*Trypanosoma noctuae*“ und „*Spirochaete ziemanni*“, wie BERLINER (1909) und WOODCOCK (1909) gezeigt haben. Auch MINCHIN und WOODCOCK (1910) haben kürzlich auf die volle Übereinstimmung dieser Kerne mit denen der Trypanosomen und ihre große Verschiedenheit von denen der Hämogregarinen hingewiesen. Bei *Proteosoma*, wo HARTMANN (1907) früher die Doppelkernigkeit nur nach GIEMSA-Präparaten beschrieben hatte, sind inzwischen von Dr. SEITZ die Verhältnisse nach feuchter Fixierung bestätigt worden und SCHAUDINN's vielumstrittene Befunde an *Halteridium* („*Trypanosoma*“) sind kürzlich durch MEYER (1910) zum Teil (gerade in dem für diese Frage wichtigen Punkte) bestätigt worden. Die Untersuchungen ARAGAO's sprechen aber nicht, wie REICHENOW meint, dagegen, sondern sind im Zusammenhang mit der in der folgenden Notiz beschriebenen multiplen Vermehrung von *Schizotrypanum cruzi* geradezu ein Beweis für unsere Auffassung.

Diesen Beobachtungen und auch der Flagellatenähnlichkeit der Sporozoitien und Merozoitien von *Plasmodium* und *Proteosoma* ist mithin für die phylogenetische Ableitung der Hämosporidien (Plasmodien) wohl eine ausschlaggebende Bedeutung beizumessen. Dagegen können wir „der Fülle von Übereinstimmungen mit den Coccidien“ keine Bedeutung zuschreiben; denn diese Übereinstimmungen, die nur in der gleichen Folge des Zeugungskreises in Form von Schizogonie, oogamer Befruchtung und Sporogonie beruhen, sind reine Konvergenzerscheinungen, die bei den verschiedensten Protozoengruppen angetroffen werden können, so beispielsweise auch bei manchen Amöben.

Noch größere Bedeutung legen wir einem anderen Differenzpunkt gegenüber REICHENOW zu, weil ihm unserer Meinung nach eine prinzipielle Bedeutung für die Protozoencytologie zukommt. REICHENOW bezeichnet bei *Haemogregarina stepanowi* das Caryosom als Nucleolus, weil es bei der Kernteilung verschwindet. Diese Auffassung will er auch auf die Caryosome der Coccidien ausdehnen, und er sagt: „Die Annahme, daß dem Caryosom eine Bedeutung als Kernteilungsorgan zukäme, ist ganz unbeweisbar; denn die von ihm bei der Teilung gebildete hantelförmige Figur kann auch zustande kommen, wenn das Gebilde durch die auseinanderweichenden Kernhälften auseinandergesogen wird.“

Die in älteren wie in neueren Arbeiten so eingehend beschriebene Beteiligung des Caryosoms bei der Kernteilung kann jedoch durch diese Behauptung nicht ohne weiteres abgetan werden. Seine Rolle als Kernteilungsorgan ist vielmehr nicht nur bei Coccidien, sondern auch bei Flagellaten (Protomonadinen, Binucleaten und Euglenen) sowie Amöben einwandfrei von den verschiedensten Autoren festgestellt, neuerdings noch durch den Nachweis eines Centriols im Caryosom. Daß die Hantelfigur nicht einfach passiv beim Auseinanderweichen der Kernhälften zustande kommt, wie REICHENOW meint, geht schon daraus hervor, daß sie schon in einem Stadium vorkommt, wo von Auseinanderweichen von Kernhälften noch keine Rede sein kann und der Kern noch ganz kugelig ist, z. B. bei *Eimeria schubergi* nach SCHAUDINN (1902). Auch bei *Adelea ovata* hat JOLLOS (1909) die Kontinuität des Centriols nachgewiesen, und zu demselben Resultat gelangte nach unveröffentlichten Beobachtungen CHAGAS bei einer neuen *Adelea*-Art.

Bei *Adelea zonula* wird allerdings nach MOROFF wie bei *Haemogregarina stepanowi* bei der ersten Kernteilung des Schizonten das sog. Caryosom beseitigt, doch findet sich dafür dauernd neben dem Caryosom, der hier in der Tat ein Nucleolus ist, ein besonderes Korn (Nucleolocentrosom), das als Teilungsorgan fungiert. Die oben mitgeteilten Befunde bei der Kernteilung der Schlangengregarinen zeigen nun, wie diese Verhältnisse von den gewöhnlichen Caryosomkernen abzuleiten sind; denn wir sahen ja, wie hier von dem ursprünglichen Caryosom, das ein Centriol enthält und auch bei gewissen Teilungen als Teilungszentrum fungiert, das kontinuierliche Centriol abgeschnürt wird, während der große Caryosomrest wie bei *Haemogregarina stepanowi* eliminiert wird. Bei der großen Übereinstimmung in cytologischer Hinsicht zwischen unserer und REICHENOW's Form darf man annehmen, daß bei letzterer die Verhältnisse ebenso liegen, sie aber REICHENOW bei seiner viel kleineren und ungünstigeren Form entgangen sind. Auch bei *Barrouxia spiralis* wird nach AWERINZEW zwar das Caryosom vor der ersten Kernteilung aufgelöst oder ausgestoßen, doch bleibt ein als Teilungszentrum dienendes Nucleolocentrosom erhalten.

Dem negativen Befund REICHENOW's steht also eine große Anzahl sicher gestellter, positiver Befunde gegenüber, und es ist wohl berechtigt, diesen letzteren eine größere Bedeutung bei der Beurteilung der Caryosomfrage zuzusprechen. Die sonstige Bedeutung, die REICHENOW seinem Nucleolus für das Wachstum des Kernes zuschreibt, steht mit seiner lokomotorischen Funktion keineswegs im

Widerspruch, wie schon vor REICHENOW mehrfach gezeigt wurde (vgl. HARTMANN und v. PROWAZEK (1907)).

Literaturverzeichnis.

- ARAGAO, HENRIQUE DE BEAUREPAIRE (1908): Über den Entwicklungsgang und die Übertragung von *Haemoproteus columbae*. Arch. f. Protistenk. Bd. 12.
- AWBRINZEW, S. (1909): Studien über parasitische Protozoen. IV. Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte von Coccidien aus dem Darne von *Cerebratulus* sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 18.
- BERLINER, E. (1909): Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. Bd. 15.
- CHAGAS, C. (1909): *Schizotrypanum cruzi*. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz Bd. 1. Rio de Janeiro.
- FRANÇA (1908): Arch. Instit. Camara Pestana.
- HARTMANN, M. (1907): Das System der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.
- HARTMANN, M. u. V. JOLLOS (1910): Die Flagellatenordnung „Binucleata“. Arch. f. Protistenk. Bd. 19.
- HARTMANN, M. u. S. v. PROWAZEK (1907): Blepharoplast, Caryosom und Centrosom. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.
- JOLLOS, V. (1909): Multiple Teilung und Reduktion bei *Adelea ovata*. Arch. f. Protistenk. Bd. 15.
- LUTZ, A. (1901): Über die Drepanidien der Schlangen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Hämosporidien. Centralbl. f. Bakt., I. Abt., Bd. 29.
- MEYER, M. (1910): Über die Entwicklung von Halteridium. Arch. f. Schiffs- u. Tropenkrankh. Bd. 17.
- MINCHIN, E. A. u. WOODCOCK, H. M. (1910): Observations on certain Blood-parasites of Fishes occurring at Rovigno. Quart. Journ. Micr. Scienc. V. 55.
- MOROFF, TH. (1907): Untersuchungen über Coccidien. I. *Adelea zonula* n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 8.
- REICHENOW, E. (1910): Der Zeugungskreis der *Haemogregarina stepanowi*. Sitz-Ber. d. Ges. Nat. Freunde zu Berlin.
- SCHAUDINN, F. (1900): Untersuchungen über den Generationswechsel bei Coccidien. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., Bd. 13.
- (1902): Studien über krankheitserregende Protozoen. I. *Cyclospora caryolytica*. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamte Bd. 18.
- (1904): Generations- und Wirtswechsel bei *Trypanosoma* und *Spirochaete*. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamte Bd. 20.
- SIEDLECKI (1899): Etude cytologique et cycle évolutif de *Adelea ovata* SCHNEIDER. Ann. Inst. Pasteur.
- WENYON (1909): Report of Travelling Protozoologist. Rep. Wellcome Res. Lab. 1908.
- WOODCOCK, H. M. (1909): On the Occurrence of Nuclear Dimorphism in a Halteridium Parasitic in the Laffinch, etc. Quart. Journ. Micr. Sci. Vol. 53.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Kgl. Institut für Infektionskrankheiten in Berlin.)

Notiz über eine weitere Art der Schizogonie bei *Schizotrypanum cruzi* [CHAGAS].

Von
Max Hartmann.

(Hierzu 1 Textfigur.)

In Präparaten, die mein Freund Dr. CHAGAS aus der Lunge von mit *Schizotrypanum cruzi* infizierten Meerschweinchen hergestellt hatte und mir bei meiner Abreise von Rio de Janeiro überließ, fand ich nach meiner Rückkehr nach Berlin Vermehrungsformen, die CHAGAS (Memorias do Instituto Oswaldo Cruz Vol. 1 fasc. 2) bei seinen gründlichen Untersuchungen über die Entwicklung dieses interessanten Trypanosomas bisher nicht angetroffen und die auch ich in Rio niemals zu Gesicht bekommen hatte. CHAGAS fand bisher nur kleine Schizogoniestadien in der Lunge, die nicht in Zellen eingeschlossen sind. Sie gehen direkt aus dem Flagellatenstadium nach Abwerfen der Geißel durch Abkuglung hervor und zerfallen stets in 8 Merozoiten. Man kann dabei zwei Arten derartiger Schizogonien unterscheiden, eine mit und eine ohne Blepharoplast, was aller Wahrscheinlichkeit nach auf einer sexuellen Differenzierung in männliche und weibliche Formen beruht.

Bei meinem Befund handelt es sich dagegen um Stadien eines großen multiplen Vermehrungsvorganges (Schizogonie) im Innern von stark hypertrophierten Endothelien der Lunge. In der beifolgenden Figur gebe ich eine Abbildung des Endstadiums dieses

Prozesses. Die Endothelzelle ist wie bei der Schizogonie von *Haemoproteus columbae* nach ARAGAO (Arch. f. Protistenk. Bd. 12) und bei den Kala-Azar-Parasiten enorm vergrößert und bis auf den Kern, eine schmale Randzone und einen stark gefärbten Klumpen ganz aufgebraucht und erfüllt von kleinen etwa birnförmigen Parasiten ohne Geißel, aber alle mit einem deutlichen Blepharoplast, der die für *Schizotrypanum cruzi* charakteristische quergestreckte Form aufweist. Ihre Zahl beträgt über 20. In GIEMSA-Präparaten fand ich auch frühere ungeteilte, aber vielkernige Stadien dieser Vermehrung.



Textfig. 1. *Schizotrypanum cruzi* (CHAGAS).

Endstadium einer großen Schizogonie im Innern einer Endothelzelle aus der Lunge eines Meerschweinchens. Nach einem in Sublimat-Alkohol fixierten und nach HEIDENHAIN-ROSENBUSCH gefärbten Präparat von Dr. CHAGAS. ZEISS Obj. 2 nm. Comp. Oc. 18.

Die beschriebenen Formen erinnern außerordentlich einerseits an die Schizogonie innerhalb der Lungenendothelien, die ARAGAO von dem Taubenhalteridium beschrieben hat, und andererseits an die Vermehrungsstadien der Leishmanien. Wie schon in der Übersicht über die Binucleaten (HARTMANN u. JOLLOS, Arch. f. Protistenk. Bd. 19) hervorgehoben wurde, haben wir hierin ein weiteres wichtiges Zwischenglied zwischen Trypanosomen und Hämosporidien zu erblicken, das die von mir vertretene Zusammengehörigkeit von Trypanosomen und Hämosporidien noch fester begründet.

Über die Bedeutung dieser Schizogonie im Entwicklungskreis von *Schizotrypanum cruzi* und ihr Verhältnis zu den kleineren von CHAGAS beschriebenen männlichen und weiblichen Schizogoniestadien läßt sich zur Zeit auf Grund der wenigen Beobachtungen noch nichts

Bestimmtes sagen. Nach brieflicher Mitteilung hat Dr. CHAGAS jetzt auch solche Formen in der Herzmuskulatur und im Gehirn von an der Schizotrypanosomiasis gestorbenen Menschen gefunden und vermutet, daß es sich um die eigentliche ungeschlechtliche Vermehrung (Schizogonie) handelt, während die kleineren sexuell differenzierten multiplen Teilungsformen mit 8 Teilprodukten als Gametogonie aufzufassen sind. Auch mir schien diese Möglichkeit von Anfang an als die wahrscheinlichste, doch vermag ich nach meinen vereinzelt Befunden nichts zur Stütze derselben anzuführen.

~~~~~  
**Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.). Naumburg a. S.**  
~~~~~


Princeton University Library



32101 074861509

