

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Über vegetative Vorgänge im Kern und Plasma der Gregarinen.

II.

Stomatophora coronata nov. gen.

[*Monocystis coronata* HESSE.]

Von

Dr. Ws. Drzewiecki.

(Hierzu Tafel VIII u. IX und 3 Textfiguren.)

I. Einleitung.

Im Mai 1903 erhielt ich von Herrn Dr. LÉGER, Professor in Grenoble, ein Ausstrichpräparat von Samenbläscheninhalt einer afrikanischen Oligochaetenart — *Pheretima* sp. — mit Gregarinen, das ich zu meinen Kernplasmastudien verwenden sollte. Ein zweites solches Präparat überwies Herr Professor LÉGER seinem Assistenten Herrn HESSE zur näheren Bestimmung dieser zweifellos neuen Gregarine. Erst im Sommer 1905 konnte ich von diesem liebenswürdigen Geschenk einen Gebrauch machen, indem ich das Präparat einer näheren Untersuchung unterzog. Sofort stellte es sich heraus, daß ich es mit einer ganz neuen Gregarine, und zwar einer solchen, die einen Einblick in die Abstammungsfrage dieser einzelligen Parasiten gestattet, zu tun habe. Meine persönlichen Interessen und Neigungen wurden in ganz außerordentlicher Weise durch die merkwürdigsten Kernveränderungserscheinungen und sonstige Vorgänge in dem Kern, wie im Plasma selbst, gereizt, so daß ich mich dem eingehenden Studium dieser Gregarine widmete.

Im Oktober 1905 habe ich von Herrn HESSE einen Brief erhalten, in welchem er mir mitteilte, daß er im August 1904 einen Vortrag über diese Gregarine auf dem „Congrès de Grenoble de l'Association française pour l'Avancement des Sciences“ gehalten habe. Zu gleicher Zeit gibt er in seinem Brief das im „Bulletin mensuel de l'Association française pour l'Avancement des Sciences IX-04“ erschienene Résumé wieder, aus welchem ich ersah, daß Herr HESSE ein wesentliches Merkmal dieser Gregarine, nämlich die Anwesenheit des Muudes, übersehen oder nicht als solchen erkannt hat.

Näheres außer dieses Résumées über Herrn HESSE's systematische Beschreibung dieser neuen Gregarinenform ist mir nicht bekannt geworden.

Da die Anwesenheit des Muudes, des Afters und der anderen Gebilde eine wesentliche Rolle in vegetativen Vorgängen, welche das eigentliche Thema dieses Aufsatzes bilden, spielen und weil Herr HESSE in dem oben erwähnten Résumé diese Gregarine mit dem Namen *Monocystis coronata* nov. sp. schon bezeichnet hat, so sehe ich mich berechtigt, meinen Ansichten über die systematische Stellung dieser hochinteressanten Gregarine hier einen kurzen Ausdruck zu geben.

Was die Technik, mit der das Präparat hergestellt wurde, anbetrifft, so stellt es, wie ich schon oben erwähnt habe, ein Ausstrichpräparat des Samenblaseninhaltes der *Pheretima* sp. dar, und nach mündlichen Angaben des Herrn Professor LÉGER ist es mit alkoholischer Sublimatlösung fixiert und nach HEIDENHAIN'schem Eisenaun-Hämatoxylin-Verfahren gefärbt. Auf diesem prachtvollen Präparate sind mehrere Hunderte der Parasiten auf verschiedensten Lebensstadien vorhanden. Die geringe Größe dieser Gregarine bei ausgezeichneter Konservierung und Färbung gestatten bei Anwendung des ZEISS-Apochromaten einen tieferen Einblick in die geheimnisvollen Lebenserscheinungen der parasitären Zelle selbst in toto.

Ich möchte an dieser Stelle meinem verehrten Freunde Herrn Professor Dr. L. LÉGER meinen herzlichsten Dank aussprechen für die Liebenswürdigkeit, mit der er mir diese Gregarine zur Untersuchung „sur la biologie nucléaire“ übergeben hat. Auch dem Herrn HESSE, der mir einige der Angaben über seine Studien an dieser Form freundlichst mitteilte, bin ich um so mehr zu Dank verpflichtet, da mir gerade jetzt sämtliche Quellen über die neuesten Angaben der Protozoenliteratur entweder ganz fehlen oder äußerst schwer zugänglich sind.

II. Systematisch-morphologischer Teil.

Wie ich schon oben erwähnt habe, ist diese Gregarine beim ersten Anblick schon dadurch auffallend, daß sie auf ihrem vorderen Teil eine meistens sehr kleine Mundöffnung besitzt, wie es an Fig. 31, 38, 49 n. 58 am deutlichsten zu sehen ist. Schon dieses erste Merkmal, welches bei keiner einzigen bis jetzt bekannten Gregarine beobachtet wurde, läßt unsere Gregarine mit keinem bisher gebrauchten Familiennamen der Gregarinen bezeichnen. Bei den erwachsenen ruhenden Exemplaren dieser Gregarinenform ist diese Mundöffnung sehr selten wahrzunehmen. Auch bei ganz jungen Exemplaren findet sich noch keine Spur von einer Mundöffnung vor. Selbst bei den wachsenden jungen Gregarinenexemplaren in der Periode energischer Nahrungsaufnahme ist dieses winzige und sonst überhaupt zarte Gebilde nicht immer deutlich genug wahrnehmbar.

Wenn HESSE deswegen dieses Merkmal übersehen hat, so war er berechtigt, dem Fundorte des Parasiten und der Beschaffenheit seiner Sporocysten nach diese neue Gregarine der *Monocystis*-Gattung einzureihen, indem er sie folgendermaßen charakterisiert: „*Monocystis coronata* nov. sp. est une Monocystidée remarquable surtout par la présence à son pôle antérieur d'une ventouse pétaoloïde à côtes radiées, est par ses Sporocystes à forme intermédiaire entre celle des sporocystes des Gregarina et celle des sporocystes des Monocystis.“ Da diese Gregarine aber zweifellos einen typischen Mund besitzt, dessen Beschaffenheit und Funktion ich im dritten Teil dieser Arbeit behandle, so genügt schon das allein, sie nicht mit dem Namen einer bekannten Gregarine zu bezeichnen. Doch sind aber auch andere Gründe für Sonderstellung dieser Gregarine vorhanden, die ich gleich ausführlicher besprechen werde.

Sehen wir die jungen und erwachsenen Parasiten der *Pheretima* sp. an, so ergibt sich gleich, daß diese Gregarine zu den Monocystideen zugerechnet werden muß. Ihrer äußeren Form nach stellt sie bald einen offenen (Fig. 27, 29, 36, 41) oder, wie es Fig. 30 veranschaulicht, einen geschlossenen Sack dar; bald sieht man sie in Form einer griechischen Urne (Fig. 48, 51, 52), bald gleicht sie einem Topfe (Fig. 22 und 23). Doch sind die mannigfaltigsten Umgestaltungen ihres Körpers, welche unsere Gregarine auf verschiedenen Stadien ihres Lebens anzunehmen pflegt, nicht wiederzugeben. Nur während der ersten Wachstumsperiode, wenn die Gregarine ihren Sitz in der Spermatophore hat, besitzt sie die Gestalt eines Vogeleies (Fig. 6—14).

Gehen wir von den ausgebildeten Formen ihres Körpers, wie sie an Fig. 31, 41, 42, 51 u. 52 wiedergegeben sind, aus, so sehen wir, daß der vordere Teil der Gregarine entweder abgeplattet und zu einer Scheibe ausgebreitet oder zu einem protomeritähnlichen Fortsatze ausgebildet ist. Der obere Rand dieser Scheibe oder des Fortsatzes ist immer durch eine scharfe Grenzlinie deutlich markiert. Diese scharf ausgeprägte Demarkationslinie rahmt den vorderen Plasmateil der Gregarine ein, in welcher meist im Centrum die schon oben erwähnte Mündöffnung zu liegen pflegt. Die mundtragende Plasmaschicht liegt meistens in einer breiten Vertiefung, die ich eben als Scheibe bezeichnet habe, oder kann sogar tief in den Protoplasmaleib der Gregarine durch Einstülpung der Scheibe eingezogen werden, wie es aus Fig. 33 n. 34 ersichtlich ist. Diese Differenzierung zu einer tellerähnlichen, mundtragenden Scheibe des vorderen Körperteils unserer Gregarine entspricht meines Erachtens dem Peristom der Aspirotrichen.

Der Protoplasmaleib der Gregarine ist von dem Peristomrande mit einer sehr dünnen, hyalinen Ectoplasmaschicht überzogen, die nur während der Excretionsprozesse im hinteren Ende des Körpers durch eine kleine Afteröffnung durchbrochen wird. Dieses letzte Gebilde ist äußerst schwer und selten wahrzunehmen, da es nur während seiner funktionellen Tätigkeit sichtbar ist.

Die auf der Fig. 31 abgebildete Gregarine ist in dem Momente fixiert, als sie in Begriff war, Stoffwechselprodukte in Form brännlich-schwarz gefärbter Körnchen, die um die weit geöffnete Afteröffnung dicht zusammengetreten waren, aus dem Plasma nach außen ausznstoßen. Sonst ist die Afteröffnung, wie auch bei den meisten Aspirotrichen (SCHEWIAKOFF 1896), während des Ruhezustandes der Gregarine nicht nachweisbar. In zwei Fällen, wo ich dieses Gebilde bei unserer Gregarine beobachtet habe, lag es nicht weit von dem Kerne im hinteren Ende des Körpers etwas nach der Seite von der Hauptachse geschoben (Fig. 25, 31).

Im Protoplasma selbst kann man während der Zeit, wo die Gregarine sich hauptsächlich von Spermatozoen ernährt, einige Vacuolen wahrnehmen, in denen die eingedrungenen oder aufgenommenen Spermatozoen eingeschlossen liegen (Fig. 19, 22—25). Eine solche Vacuolenbildung fehlt dem Protoplasma der erwachsenen Gregarinen vollständig, — nie werden die Vacuolen bei solchen Exemplaren unserer Gregarine gesehen, die ihre Nahrung auf osmotischem Wege beziehen.

Was die Lage des Kernes anbetrifft, so ist diese, wie sein Ans-

sehen, ganz unbestimmt; bald liegt er dicht unter der Peristomvertiefung, bald im hinteren Ende des Körpers (Fig. 38, 42 u. 23, 51). Nur während der Ruhestadien pflegt er ungefähr in der Mitte des Körpers zu liegen. Sein Aussehen ist nur äußerst selten den normalen Kernen der Gregarinen ähnlich (Fig. 14, 32 u. 54). Sonst nimmt er solche Gestaltungen an, die sich kaum auf eine typische Kernform zurückführen lassen.

Auf Grund aller dieser morphologischen Tatsachen und zwar:

1. der Anwesenheit des Mundes,
2. " " " Peristoms,
3. " " " Afters und
4. " Vacuolenbildung im Plasma, während der Aufnahme der festen Nahrungsstoffe (Spermatozoen)

sehe ich mich berechtigt, für diese Gregarine — *Monocystis coronata* [HESSE] — einen neuen Gattungsnamen zu begründen. Mag sie, wie es HESSE meint, wegen Beschaffenheit ihrer Sporocysten — auf deren Studium ich nicht eingehen wollte — eine mittlere Stellung zwischen den Gattungen *Monocystis* und *Gregarina* einnehmen, so lassen sie doch die oben angegebenen Merkmale nicht in eine bekannte Gregarinen-gattung einreihen. Deswegen zeichne ich diese in allen Beziehungen merkwürdigste und hochinteressante mit dem Namen

Stomatophora coronata [HESSE]

aus.

Das Vorhandensein des Mundes allein macht die Vermutung nicht unwahrscheinlich, daß wir durch diese unzweifelhafte Gregarinenform einen Einblick in die bis jetzt rätselhafte Herkunftsfrage dieser einzelligen Parasiten gewinnen können. Das peristomähnliche Gebilde kann ich nicht als sekundäre Bildung der Gregarine selbst betrachten, indem sie ihren vorderen Teil zu einem Ansaugapparat zur Befestigung an die Samenbläschenwände des Wurmes ausgebildet hat — eine weitere Ausbildung der Erscheinung, die wir z. B. bei anhängenden *Monocystis magna* des Regenwurms und *Lankesteria ascidiæ* der *Ciona intestinalis* (SIEDLECKI 1901) in Form eines kleinen spitzigen Fortsatzes noch angedeutet und nur bei typischen Polycystideen z. B. bei *Pterocephalus nobilis* der *Scolopendra cingulata* v. *hispanica* in Form eines Pretomerits ganz ausgebildet sehen. Und zwar deswegen nicht, weil bei *Stomatophora coronata* dieses Peristoms schon dann angedeutet (Fig. 17, 18, 20 u. 26) und sogar ausgebildet ist (Fig. 22—25), wenn sie noch im Spermatorphor

des Wirtes ihre zweite Wachstumsperiode vollbringt; also dann, wenn die Gregarine noch nicht eine Zeitlang an die Wände des Samenbläschens sich anzusagen genötigt ist.

Da die erwachsene *Stomatophora coronata* keine feste Nahrung mehr aufnimmt, so kann der After nicht nur wegen seiner Winzigkeit unsichtbar bleiben, sondern wegen Funktionslosigkeit rückgebildet werden und ganz fehlen.

Diese drei Merkmale — Mund, Peristom und After —, die bei keiner einzigen bis jetzt bekannten Gregarine beobachtet wurden — abgesehen von der undentlichen kurzen Beschreibung ohne genauere Zeichnungen der *Zygocystis pterotracheae*, bei welcher STUART (1871) einen Mund und Schlundrohr geseben hat — veranlassen mich, die *Stomatophora coronata* als erstes Glied zwischen Monocystideen und parasitischen Infusorien zu bezeichnen, wie z. B. die *Protophrya ovicola* (KOFOD 1904), die eine Übergangsform zwischen den parasitischen Opaliniden und freilebenden Aspirotrichen darstellt.

III. Biologisch-cytologischer Teil.

Wenn wir die mannigfaltigsten Bilder, die sich im Kerne und im Plasma der *Stomatophora coronata* vorfinden, näher prüfen, so stellt sich sofort heraus, daß wir, um ein richtiges Urteil über vegetative Vorgänge zu erzielen, den ganzen Lebenslauf des Parasiten in zwei große Abschnitte — das vegetative und das Fortpflanzungsleben — teilen müssen.

Der erste Abschnitt enthält die Periode des Wachstums und der Ernährung der Gregarine von dem Sporozystenstadium bis zu dem Momente, wo die *Stomatophora coronata* ihren peristomtragenden Körperteil zusammenzieht und die letzten vegetativen Umwälzungen im Kerne und im Protoplasma vollbringt (Fig. 1—58).

Dann tritt der zweite Abschnitt ihres Lebens ein, indem sie sich zur Encystierung vorbereitet und dieselbe vollzieht. Doch ich möchte mich hier nur mit dem ersten Abschnitte befassen und suche auf Grund sorgfältiger Untersuchungen über die Natur der vegetativen Umwandlungen im Kern und Plasma der *Stomatophora coronata* ins klare zu kommen.

Verfolgen wir den Lebenszyklus unserer *Stomatophora*, so sehen wir, daß der erste Abschnitt ihrer vegetativen Tätigkeit sich durch Wachstums- und Ernährungserscheinungen anszeichnet. Ich kann

nicht in dieser Arbeit auf die Besprechung des Chemismus der Ernährungsvorgänge eingehen und werde diese im folgenden nur insoweit in Betrachtung ziehen, als es für das Klarlegen der vegetativen Vorgänge des Wachstums sich als durchaus notwendig er-geben wird.

Zuerst aber möchte ich in ganz kurzen Worten den Lebenslauf der *Stomatophora coronata* skizzieren.

Wenn der Sporozoit aus der Cyste heransschlüpft, schwimmt er eine sehr kurze Zeit im Samenbläschen herum, bis er in ein Spermatorphor eindringt. Dort wächst er, bis die Spermatorphorenmasse ganz oder bis auf einen unbedeutenden Rest von ihm verbraucht wird und er das 30—70fache seiner ursprünglichen Größe erreicht hat, heran. Hier ernährt sich die junge Gregarine die erste Zeit ausschließlich osmotisch. Erst nach der mangelhaften Nahrungszufuhr aus dem stark verbrauchten Spermatorphor nimmt sie feste Nahrung zu sich in Form der Spermatozoen, die entweder einfach in die junge *Stomatophora* eindringen oder vielleicht chemotaxisch angezogen und ins Plasma aufgenommen werden.

Sind der Spermatorphor und zum Teil auch die an ihm haftenden Spermatozoen verbraucht und ausgenützt, so tritt eine kurze Ruhepause ein, indem die junge *Stomatophora* aus dem Spermatorphorreste ausschlüpft, bis sie, durch innere Gründe zu weiterem Wachstum und zur Nahrungsaufnahme getrieben, sich an die Follikelwände mit dem vorderen Teil ihres Körpers — Peristom — ansaugt. Sie kann sich hier unter Umständen wiederholt lösen, oder wieder festsaugen. Sie bleibt hängen, bis die sämtlichen sehr komplizierten vegetativen Vorgänge ihr Endziel erreicht haben und die ganz erwachsene *Stomatophora* mit reichlich ernährtem Protoplasma von den Samenblasenwänden abfällt. Dann zieht sich ihr Peristom meistens zu einem Röhrchen zusammen, während sich in ihrem Kerne und Protoplasma die letzten Vorbereitungen zum Fortpflanzungsleben abspielen.

Das ist das Gesamtbild des ganzen Lebenslaufes der *Stomatophora* während der Vegetationsperiode, den ich mir auf Grund kombinierter Beobachtungen hauptsächlich an zahlreichen lebendigen und fixierten Monocystideen aus dem Regenwurm und teilweise an solchen der *Lankesteria ascidiae* aus *Ciona intestinalis* einerseits und durch Untersuchungen der mir zu Gebote stehenden paar Hunderten von Exemplaren der *Stomatophora coronata* andererseits zusammenstellen konnte. Da die Lebensbedingungen unserer *Stomatophora* fast ganz denen der Monocystideen des Regenwurmes entsprechen, glaube ich

mich in den oben angeführten Schilderungen des vegetativen Lebenslaufes der *Stomatophora coronata* nicht im wesentlichen geirrt zu haben.

Aus diesem Lebenslauf unseres Parasiten ergibt sich, daß seine vegetative Existenz sich in drei natürliche Perioden leicht teilen läßt. — Die erste von diesen drei Perioden ist die, da der Sporozoit im Spermatophore des Wirtes zu einer jungen *Stomatophora* heranwächst, indem er sich ausschließlich osmotisch auf Kosten der Wirtszelle (Spermatophor) ernährt.

Während der zweiten Periode aber ist die junge *Stomatophora* noch mit Resten des verbrauchten Spermatophors, auf welchem die nicht zur vollen Entwicklung gelangten Spermatozoen sitzen, umgeben. Doch ernährt sie sich jetzt hauptsächlich mit diesen Spermatozoenkörpern, indem sie eine enorme physiologische Tätigkeit entfaltet.

In der dritten und letzten Periode ihres vegetativen Lebens vollendet *Stomatophora coronata* ihr Wachstum, indem sie ihren Sitz im Spermatophorreste verläßt. Bald schwimmt sie frei im Lumen des Spermafollikels herum, bald bleibt sie mit ihrem Peristom an den Wänden des Samenbläschens angesaugt hängen. Während dieser Periode ernährt sie sich fast ausschließlich osmotisch.

Jetzt gehe ich zur cytologischen Beschreibung der inneren vegetativen Vorgänge im Kern und Plasma der *Stomatophora coronata* über und fange mit der ersten Periode ihres Lebens an. Noch in der Cyste selbst sind die Sporozoiten kurz vor dem Verlassen des Mutterkörpers nicht gleich groß; sie wachsen zu einer Größe von 4–9 μ heran. Erst 8–9 μ große Keime treten aus der Cyste in das Follikellumen ein. Diese Sporozoiten stellen entweder ganz kugelige oder eiförmig gebildete Körper dar, deren klares und durchsichtiges Protoplasma so feinmaschig ist, daß es als fast ganz homogen angesehen werden kann. Es enthält außer dem Kerne scheinbar keine anderen Einschlüsse oder Bildungen. Der Kern dieser Sporozoiten ist immer polar gelegen und stellt bei Anwendung stärkster Systeme ein rund angeordnetes Häufchen einzelner Chromatinkörnchen dar, die bis zu dem Moment des Ausschlüpfens des Sporozoiten aus der Cyste stark in ihrer Zahl zunehmen (Fig. 1–5). Ob diese Chromatinkörnchen auf einer Grundlage von Nucleolarsubstanz liegen, läßt sich wegen ihrer Winzigkeit nicht mit Sicherheit entscheiden.

Untersucht man die in Samenflüssigkeit herumschwimmenden Sporozoiten, oder solche, die eben in ein Spermatophor eingedrungen sind, was sich dadurch erkennen läßt, daß die Sporozoiten stets

einen differenzierten Kern mit rundem, homogenen, chromatinreichen Nucleolus besitzen, so ergibt sich, daß ihr Plasma kein homogenes Aussehen mehr hat, sondern eine äußerst feinmaschige Struktur erkennen läßt. Auch sieht es nicht mehr durchsichtig aus, was darin seine Erklärung findet, daß der fast fünffach in seinem Umfange zugenommene Protoplasmaleib des Sporozoiten stark mit flüssiger Nahrung überfüllt ist (Fig. 6).

Der Kern, wie es auf der gleichen Figur zu sehen ist, weist schon eine Differenzierung seiner Teile auf, indem er einen stark tingierten Nucleolus leicht erkennen läßt, der nur bei Anwendung stärkster Vergrößerungssysteme seine Zusammensetzung aus feinsten Chromatinkörnchen wahrnehmen läßt, aus denen auch der Ring gebildet ist, der den hellen Hof um den Nucleolus umringt, so daß der Kern im ganzen aus einem runden Nucleolus und einer „Kernmembran“ gebildet zu sein scheint. Solche primitiv differenzierte Kerne nenne ich im folgenden „Kernnucleolus“.

Hat der Sporozoit seine Tätigkeit im Spermatophor angefangen, wo ihm von allen Seiten die Nahrung osmotisch zugeführt wird, so pflegt sein Kern immer in der Mitte des Protoplasmaleibes zu liegen. Die membranbildenden, den Nucleolus umgebenden Chromatinkörnchen fangen an sich aufzulösen. Dagegen treten im reich mit flüssigen Nahrungsstoffen versehenen Protoplasma mehrere dunkel gefärbte Körnchen auf, die aber nicht als Kernzerfallprodukte angesehen werden dürfen, da erstens ihre Zahl und Größe bedeutend größer ist, als die der auf früherem Stadium um den Nucleolus liegenden und sich auflösenden Chromatinkörnchen; zweitens weil der Nucleolus unverändert in seinem Aussehen und in seiner Größe geblieben ist und drittens, weil das Volumen des Sporozoiten selbst auf diesem Stadium das gleiche, wie auf vorhergehendem, ist.

Alle diese Körnchen, welche während energischer Nahrungsaufnahme in der wachsenden *Stomatophora* auftreten, werde ich im weiteren mit dem Namen Chromatogenen bezeichnen.

Einige von diesen Chromatogenen bilden sich zu Regulationscentren aus, indem sie sich mit einem etwas verdickten Protoplasma umgeben und in einem hellen Hofe liegend ein kernartiges Gebilde darstellen. Diese letzteren — ich will sie im Unterschied zu übrigen Chromatogenen Nucleoliden nennen — bilden sich unzweifelhaft aus den Chromatogenen durch Zusammenfließen mehrerer dieser Körnchen, wie ich es möglichst bildgetreu aus der Fig. 7 im vergrößerten Maßstabe in Textfig. A zu veranschaulichen suche. Doch wie ich es in meiner früheren Arbeit (1905) an *Monocystis agilis*

nachzuweisen gesucht habe, sind solche regulatorische, kernartige Centren in stark sich ernährenden und wachsenden jungen Gregarinen keine dauernden Organoide; sie zerfallen bald wieder in einzelne Körnchen, indem auch der Rest des alten Kernes, hauptsächlich

Textfig. A.
 KN Kernnucleolus; Nd drei Nucleolidencentren;
 Chrtg mehrere schwarze Chromatogenkörnchen;
 Ch einige Chromidien.

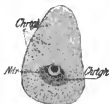


aber sein Nucleolus sich in einzelne Nucleoliden wieder auflöst (Fig. 8). Hier ist die Bildung der Nucleoliden als regulatorische Centren noch dadurch beschleunigt, daß gerade dieser Sporozoit (Fig. 8) in einem ziemlich ansgenützten Spermaphore seine Fortentwicklung durchzumachen hat.

Während dieser energischen, funktionellen Tätigkeit der ganzen Zelle sind die Kernauflösungsprodukte — Chromidien — nicht immer nachweisbar; nur auf diesen ersten Wachstumsstadium konnte ich die Chromidienbildung sehen, als die Chromatinkörnchen der „Kernmembran“ sich auf einer Seite des Kernnucleolus anzulösen begonnen haben, — da lagen sie der sich auflösenden Seite der „Kernmembran“ gegenüber und ließen sich als solche durch geringere Färbbarkeit erkennen (Fig. 7, Textfig. A).

Haben die Nucleoliden ihre regulatorische Tätigkeit ausgeübt, so treten sie wieder im Zentrum der jungen *Stomatophora* zu einem Kernnucleolus zusammen, um den sie einen membranähnlichen Ring bilden (Fig. 9). So spielt sich der Reorganisationsprozeß des Kernapparates nur in solchen jungen Spermaphoren ab, die in einem nicht von Spermatozyten selbst verbrauchten Spermaphor gelangt sind. Sollen die Sporoziten dagegen in eine schon ziemlich ausgenutzte Spermaphormasse eingedrungen sein, so verlangsamt sich der Prozeß der Kernreorganisation in der Weise, daß die einzelnen Nucleoliden in Form der oben erwähnten regulatorischen Centren längere Zeit bestehen bleiben, während der Plasmakörper der Gregarine manchmal die Dimensionen der an Fig. 13 abgebildeten *Stomatophora* erreichen kann. Erst dann, wenn das Protoplasma genügend mit flüssiger Nahrung versehen ist, was sich leicht durch dunklere diffuse Plasmafärbung erkennen läßt, fängt die *Stomatophora* die Reorganisation des später central liegenden Kernes an (Fig. 9).

Ist der Kern auf diese Weise, durch Zusammenfließen der Nucleoliden, ausgebildet, so nimmt die junge *Stomatophora* an Körpervolumen stark zu, indem ihr feinmaschiges Protoplasma etwas grobmaschiger und mit neugebildeten zahllosen feinsten Chromatogenenkörnchen überfüllt wird (Fig. 10—12, Textfig. B). Diese sammeln sich



Textfig. B.

Chrtgh Chromatogenenhauten;
Ndr Nucleolidenring;
Chrtjk Chromatogenenkörnchen.

um den Kernnucleolus allmählich mehr und mehr an und treten in den membranähnlichen Ring und in den Nucleolus in Form der Nucleoliden über, wie es an Fig. 12 u. 13 am deutlichsten zu sehen ist. Auf Grund später zu schildernder Untersuchungen der in letzten Stadien der dritten Wachstumsperiode sich befindenden Stomatophoren, kann ich mit voller Bestimmtheit sagen, daß diese den Kernnucleolus umliegenden Chromatogenen hier schon einer Umwandlung unterliegen, indem die Masse jedes Chromatogenenkörnchens des Ringes sich in Chromatin und Nucleolarsubstanz — Nucleoliden — differenziert, bevor die Körnchen in den Nucleoluskörper gelangen (vgl. unter Fig. 36 u. 37). Also sind diese Nucleoliden morphologisch und physiologisch ganz gleich solchen, die aus dem Kernzerfall entstehen und ins Protoplasma übergehen, wo sie die Kernfunktionen auszuüben scheinen, wie wir es bei der Beschreibung der an Fig. 8 abgebildeten Vorgänge gesehen haben.

Dieser Prozeß des Kernwachstums und der -reorganisation fällt für die Parasiten in nahrungsarmer Plasmamasse des Spermatophors ganz gleich aus, wie es für Kernreorganisationsvorgänge im nahrungsreichen Spermatophor geschildert wurde. Hier sammeln sich die Chromatogenen um den verhältnismäßig kleinen Kernnucleolus in solcher Masse, daß sie fast ein Drittel des Parasitenkörpers ausfüllen (Fig. 13).

Diesen Prozeß glaube ich dadurch erklären zu können, daß die Leistungsfähigkeit des durch starkes Wachstum bei mangelhafter Nahrungszufuhr etwas geschwächten Zellorganismus nicht ganz ausreichend, um die komplizierten Umwandlungen der Nahrungsstoffe nicht nur zu Chromatogenen, sondern auch deren Differenzierung in Form der Nucleoliden zu bewirken.

An Fig. 14 ist das letzte Stadium der ersten Wachstumsperiode als vollendet dargestellt, indem die junge *Stomatophora*, in der Mitte des stark verbrauchten Spermatorphor liegend, keine Veränderungen aufweist. Ihr Protoplasma weist noch die spärlichen Überreste der vollzogenen Chromatogenenbildung in Form der dunkleren Körnchen auf, die, wie wir es später sehen werden, im Protoplasma resorbiert und zu anderen vegetativen Vorgängen verwendet werden. Der Kern, der während dieses Stadiums stets im Centrum des *Stomatophora*-körpers liegt, besteht aus einem wohlansgebildeten, fast ganz kompakten, chromatinreichen Nucleolus, der von einem hellen Hof und membranähnlichen, aus den einzelnen Nucleolidenkörnchen zusammengesetzten Ring umgeben ist. Bemerkenswert ist nun die Tatsache, daß das dem hellen Hofe um den Nucleolus (Caryosom) sonst typische „Linin“gerüst bei seinem Vorkommen bei *Stomatophora* sich von der Struktur des umliegenden Plasmas nur durch geringere Färbbarkeit unterscheidet.

Die zweite Wachstumsperiode charakterisiert sich, wie ich oben geschildert habe, dadurch, daß die Nahrungsstoffe aus dem so von beiden Seiten — *Stomatophora* und Spermatozoen — stark ausgenützten Spermatorphor nicht mehr ausreichen, um den wieder stark wachsenden *Stomatophora*-Körper mit genügendem flüssigem Material zu versehen. Von nun ab ist die junge *Stomatophora coronata* fast ausschließlich auf die feste Nahrung in Form von Spermatozyten II. Ordnung oder degenerierten Spermatozoen angewiesen.

Die Figuren 15 u. 16 veranschaulichen deutlich genug, wie die Spermatozoen in den Plasmaleib der *Stomatophora* gelangen. Daß diese auf der Stelle von dem Protoplasma des Parasiten verdaut werden, sieht man am deutlichsten an Fig. 16 u. 23, wo die in das Plasma versunkenen Teile der Spermatozoenkörper durch das Verlieren ihres Chromatins fast ungefärbt aussehen.

Der Kernnucleolus ist insofern einer inneren Umbildung unterlegen, als er das Chromatin aus dem Nucleolus (Caryosom) fast ganz nach der Peripherie des Kernes abgesandt hat; seine Nucleolarsubstanz hat das ganze Kerninnere ausgefüllt (Fig. 15). — Im Protoplasma sind nur sehr wenige Chromatogenenkörnchen wahrnehmbar; erst dann, wenn die Verdauung der Spermatozoen stattgefunden hat, treten wieder im Plasma, in unmittelbarer Nähe von den eingezogenen und oft in einigen Vacuolen liegenden Spermatozoen, zahlreiche Chromatogenenkörnchen auf, wie es die Fig. 16, 19, 20, 23, 24 zeigen. Während dieses Chromatogenenbildungsprozesses erfährt der Kern folgende Veränderungen. Im Innern des Kernes treten mehr und

mehr hellere Stellen auf, die von dem Chromatinkörnchenring fast ganz umschlossen sind; die Außenseite dieses Ringes ist zu einer schwach gefärbten Scheide ausgebreitet (Fig. 16 n. 17). Diese scheidenförmige homogene Masse betrachte ich als eigentliche Nucleolarsubstanz des Kernes, welche eine außerordentlich wichtige Rolle in dem Kernwachstum und der Kernernährung spielt. — Diese Nucleolarsubstanz des Kernes sendet den Chromatogenenansammlungen pseudopodienähnliche Fortsätze, wie es aus Fig. 16—18 ersichtlich ist, entgegen, um deren Körnchen in das hellere Innere überzuführen (Fig. 18). Hier sieht man, wie die Chromatogenen den Nucleolarfortsätzen des Kernes zuströmen und sich im Kerninnern zur ersten Grundlage des Chromatins des reorganisierenden Kernes ansammeln. Ist das Kerninnere mit diesen Chromatogenen- und Chromatinkörnchen ausgefüllt, so tritt im übermäßig ernährten Kern der Auflösungsprozeß ein, indem aus diesem die Chromatinkörnchen ausgestoßen und in Chromidien umgebildet werden, die den größten Teil des *Stomatophora*-Körpers ausfüllen, wie es Fig. 20 u. 21 veranschaulichen.

Ist die Kernreorganisation auf oben geschilderte Weise vollzogen, so fließen die durch die Plasmaverdauung der Spermatozoen, oder sonst irgendwie gebildeten Chromatogenenkörnchen — da die osmotische Nahrungsaufnahme hier und da wieder eintreten kann — nicht mehr dem Kerne zu, sondern sammeln sich im Protoplasma zu einigen Haufen und geben das Material zum Aufbau des Plasmas ab, indem sie sich durch geringere Färbbarkeit markieren lassen. — So werden die Chromatogenen zu Plasmogenen umgewandelt (Fig. 19 und 20).

Nach dem vollzogenen Ausstoßen der Chromatinteilchen aus dem Kerne oder sogar, wie es Fig. 26 zeigt, der ganzen Chromatinkörper und nach der Bildung der Chromidiennetze, die bald im Protoplasma resorbiert werden (*épuration nucléaire*), bildet sich der Kern zu einem runden, fast ganz homogenen Körper um; manchmal aber läßt er in seinem mit Chromatin ausgefüllten Innern einige Stäbchen erkennen, wie es auf der Fig. 22 abgebildet ist, oder er erinnert an das Aussehen eines Amphinucleus (WALDEYER 1902), wie es aus der Fig. 23 u. 62 ersichtlich ist. — Das ist der „Zustand der funktionellen Ruhe“, den schon R. HERTWIG (1904) bei *Actinosphaerium eichhorni* beobachtet hat. Während dieser Ruhepause des Kernes wächst das Protoplasma unter Verdauungsprozessen der eingezogenen Spermatozoen und der Plasmogenenbildung weiter fort, indem der Kern in keine optisch wahrnehmbare Beteiligung an den Plasmaverdauungsprozessen einzutreten scheint. In seiner unmittelbaren

Nähe können vacnolisierte Spermatozoen liegen, wie es auf Fig. 23 dargestellt ist, ohne seine Ruhe zu stören.

Ganz anders aber benimmt sich der Kern gegen diese Nahrungskörper nach dem Stadium seiner Ruhe, während dessen der Plasmaleib der jugendlichen *Stomatophora* zu einem bedeutenden Umfange heranwächst (Fig. 24). Hier ist der Kern zu der Umwandlung seines Ansehens gelangt, die wir bei der Besprechung der Kernreorganisation auf den früheren Stadien (Fig. 16—18) kennen gelernt haben. Wieder sendet er die Nucleolarfortsätze dem Protoplasma entgegen, aber nicht um bloß die Chromatogenenkörnchen in sein Inneres überzuführen, sondern auch die in seiner Nähe liegenden Spermatozoenkörper in sich anzunehmen. Wie uns die Fig. 24 u. 60 lehren, werden die von dem Kern aufgenommenen Spermatozoen nicht alle in sein Inneres überführt und verdaut, sie können auch direkt zum Anfaß der Nucleolarmasse benützt werden, indem sie hier (Fig. 60) entweder unmittelbar, oder durch vorhergehende „Vacnolen“bildung (Fig. 24) verdaut werden. — Daß die Nucleolarmasse solcher Kerne eine lebhaftige Tätigkeit für Heranziehen der weit im Plasma liegenden Spermatozoen entfalten kann, beweist uns die an Fig. 25 dargestellte Anbildung der mächtigen Nucleolarpsendopodien des Kernes, welche drei Spermatozoenkörper umschlingen haben. — Die auf diese Weise in den Kern eingeführten Spermkörper verlieren nach und nach ihre Chromatinteilchen und werden immer blasser, bis sie durch Zerfließen ihrer Körpergrenzen in der Nucleolarmasse, oder im Kerninnern, welches immer dunkler wird, ganz verschwinden.

Das weitere Wachstum des Kernes und seine Ausbildung zum normalen ruhenden Aussehen vollzieht sich unter der Aufnahme der Chromatogenenkörnchen, die während dessen im Protoplasma neu gebildet werden, wie wir es schon früher (Fig. 18) gesehen haben. Daß während dieser starken Funktions- und Wachstumserscheinungen des Kernes in diesem sich komplizierte Vorgänge abspielen, indem eine Sonderung des neuerworbenen Kernmaterials von einem funktionsunfähig gewordenen Teil der alten Kernbestandteile eintreten kann, ersehe ich aus der Tatsache, daß schon während dieses Funktionierens des Kernes ein Teil sich von der übrigen, stark funktionierenden Masse löst, wie es auf Fig. 25 dargestellt ist.

In Erwägung der Tatsache, daß die Bedingungen des Kernwachstums bei unserer *Stomatophora* ganz andere sind, als die der Riesenkernbildung bei *Actinosphaerium eichhorni* (R. HERTWIG, 1904), zeigen die beiden Zellorganismen immerhin insofern Ähnliches, als bei ihnen — nun mit oben erwähntem Autor zu reden — „... das

starke Anwachsen der Nucleolarsubstanzen mit dem eigentümlichen Wachstum von Kern und Zelle in einem ursächlichen Zusammenhang zu stehen scheint“. Wenn dieser scharfe Beobachter trotz jahrelangen sorgfältigsten Untersuchungen an Actinosphären „zu keinen bestimmten Resultaten gekommen“ ist, um entscheiden zu können, „... unter welchen Bedingungen bei Actinosphären das Riesenwachstum der Kerne eintritt“ (R. HERTWIG, 1904, p. 338, 339), so beweist *Stomatophora coronata*, daß bei ihr diese Bedingungen „bei der Bildung von Nucleolarsubstanzen“ und des Anwachsens der Kernmasse in der Kernverdauung von Spermatozoenkörper und Chromatogenenbildung und -aufnahme gegeben sind.

Auch in anderer Hinsicht ist diese zweite Wachstumsperiode der *Stomatophora coronata* sehr interessant. Erst hier kommt die anfangs winzige Mundöffnung zum Vorschein und zu ihrer Ausbildung. Sie scheint nicht immer mit der Ausbildung des Peristoms Hand in Hand zu gehen. Zuerst, wie es an Fig. 17 angegeben ist, erscheint diese Mundöffnung am vorderen etwas zugespitzten Ende des *Stomatophora*-Körpers in Form eines dunklen „Körnchens“, welches ungefähr in der Mitte eines hellen Hofes liegt, der sich durch einen dunkleren Körnchenring markiert und vom übrigen Plasmaleib abgrenzt. Dann aber lichtet sich dieses „Körnchen“ mehr und mehr, bis es sich zu einer deutlichen Öffnung umwandelt (Fig. 18 u. 20). Den hellen Hof, in welchem die Mundöffnung liegt, will ich als erste Anlage zur Peristombildung deswegen deuten, weil dieser sich immer deutlicher von dem übrigen Plasmaleib durch eine scharfe Demarkationslinie (Körnchenring) abhebt, wie es ans Fig. 20 u. 21 zu sehen ist, obwohl das Peristom hier noch nicht die Dimensionen erreicht hat, die schon bei jungen Formen der *Stomatophora* es als solches leicht erkennen lassen (Fig. 22 u. 23).

Was die Funktionen des Mundes anbetrifft, so scheint dieser nicht immer die Hauptrolle bei der Nahrungsaufnahme zu spielen. Während dieser zweiten Wachstumsperiode werden ihm diese Funktionen ganz sicher nicht zuteil, da die Spermatozoen, wie es aus Fig. 22, 23, 25 hervorgeht, an beliebiger Stelle des *Stomatophora*-Körpers ins Protoplasma gelangen können. Nur in der dritten Wachstumsperiode und zwar bei den ruhenden Stomatophoren sieht man den weit geöffneten Mund manchmal mit mehreren Spermatozoen angefüllt, wie es die Fig. 32 darstellt.

Nun gehe ich zur dritten und letzten Wachstumsperiode der *Stomatophora coronata* über. — Ist der Kern nach vollendeten, oben beschriebenen Reorganisationsvorgängen zu funktionellem Ruhe-

zustande gelangt (Fig. 62), was von einer kurzen Dauer zu sein scheint, da ich nur selten die *Stomatophora*-Exemplare dieses Alters mit ruhendem Kerne traf, so fängt er wieder seine funktionelle Tätigkeit an. Manchmal sucht der Kern vorher ein Gleichgewicht mit Protoplasmamasse durch neue Auflösung seiner Teile, die sich zum Chromidiennetze ansbilden können, zu gewinnen („Kernplasmarelation“) (Fig. 27). Das gilt allerdings nur für die Fälle, wenn der Kern durch übermäßiges Wachstum und starke Ernährung eine riesige Größe erreicht hat. — Im Bezug auf die Bedingungen des Zustandekommens von solchen „Riesen“kernen bei *Stomatophora coronata* mögen einige Beobachtungen hier erwähnt werden. Die Bildung von „Riesen“kernen konnte ich bei solchen Stomatophoren konstatieren, die im nahrungsarmen, von Spermatozoen selbst ausgenützten, Spermatorphor ihr Wachstum durchmachen mußten und doch nur auf flüssige Nahrung angewiesen waren, wie es bei der an Fig. 18 abgebildeten *Stomatophora* der Fall ist. Hier befriedigt der Kern das Wachstumsverlangen des jungen Zellorganismus dadurch, daß er seinen Umfang durch Erweiterung und Ausdehnung des funktionierenden Nucleolarrings zu vergrößern sucht, um auf diese Weise den Zerfall seiner Masse auf einzelne regulatorische Centren (vgl. Fig. 8) umgehen zu können.

Bei normalen Kernplasmarelationen äußert sich die Kernreorganisation in spärlicher Chromidienbildung. Diese werden bei *Stomatophora coronata* unter normal verlaufenden Bedingungen ihres vegetativen Lebens stets im Protoplasma resorbiert. Solche spärliche Chromidieunnetzüberreste zeigt z. B. die Fig. 28. — Diese Prozesse werden nach meiner Meinung mit dem Begriffe „Kernauflösung“ nicht scharf genug bezeichnet; genauer, als der der „Kernreorganisation“, dessen ich mich bediene, scheint mir das französische „*épuration nucléaire*“ zu sein, da in diesem Begriffe die physiologische Bedeutung dieser Prozesse der vegetativen Kernveränderungen mitangedeutet ist. — Nach beendeter Reorganisation (*épuration nucléaire*) gewinnt der Kern ein Aussehen, das ich im Anfange der zweiten Wachstumsperiode beschrieben habe. Mit Erwägung seiner Beschaffenheit aus Nucleolarsubstanz und der physiologischen Bedeutung, die wir bei den Kernernährungsprozessen kennen gelernt haben, will ich den Kern der jugendlichen und erwachsenen Stomatophoren im Gegensatz zu dem Kernnucleolus der ganz jungen Stomatophoren (Fig. 6—14) als Nucleolarkern bezeichnen. Von nun ab (vgl. Fig. 15) stellt der Nucleolarkern einen

Körper dar, dessen Grundlage eine mehr oder weniger helle Nucleolarmasse bildet, in welcher die Chromatinmasse und die Nucleoliden in verschiedener Form auftreten (Fig. 28, 31, 32, 37 u. 44). — Mit dem Beginn der dritten Periode des Wachstums tritt wieder im Protoplasma energische Chromatogenenbildung auf. Die Chromatogenen, welche sicher durch Umbildung des flüssigen — in dieser Periode — Nahrungsstoffes entstehen, gehen von dem Peristomrande in Form deutlich wahrnehmbarer, stark färbbarer Körnchen in den Protoplasmaleib der *Stomatophora* über, wo sie meist in Form der Streifen sichtbar sind, wie es z. B. Fig. 29 u. 31 zeigen. — Nachdem der Nucleolarkern unter genau solchen Bedingungen, wie bei den an Fig. 15—18 angegebenen Kernwachstumsprozessen geschildert war, sich zu einem mehr oder weniger kompakten, chromatinreichen Körper, der den ganzen Kernapparat der *Stomatophora* darstellt, ausgebildet hat (Fig. 29, 32, 37), werden die Chromatogenen nicht mehr dem Kerne zugeführt, wie es noch hier und da stattfinden kann (Fig. 37), sondern sie verwandeln sich, wie vorhin (vgl. Fig. 19, 20), zu Plasmogenen und werden im Protoplasma resorbiert, wie es die Fig. 37 am deutlichsten veranschaulicht. Alle diese Chromatogenen und Plasmogenen entstehen im Protoplasma während der letzten Wachstumsperiode nur aus flüssiger Nahrung, da die *Stomatophora* von nun ab nur an solche angewiesen ist. In äußerst selten vorkommenden Fällen nimmt die Gregarine wieder feste Nahrungsstoffe in Form der Spermatozoen zu sich, was wir aus Fig. 30 u. 32 ersehen können. Diese werden im Protoplasma, ohne jedoch in diesem die Vacuolenbildung hervorzurufen, verdaut und zu Chromatogenen (Fig. 30) oder Plasmogenen umgebildet (Fig. 32). Eine Berechtigung dieser zweierlei Bildungen ersehe ich aus dem Umstaude, daß bei der funktionellen Tätigkeit des Kernes, während er im hinteren Ende sich in Chromidien auflöst, sein Vorderteil scheinbar in direkter Verbindung mit den Verdauungsprodukten des Protoplasmas steht, die hier in Form stark färbbarer feinsten Körnchen auftreten, wie es Fig. 30 zeigt. Ans der Fig. 32 dagegen sehen wir, daß, während der Nucleolarkern sich in funktioneller Ruhe befindet, die Produkte der Plasmaverdauung von Spermakörpern, die auch in Form feinsten Körnchen zu sehen sind, sich wegen ihrer geringeren Färbbarkeit kaum vom Plasma unterscheiden.

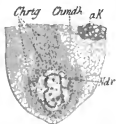
Der Nucleolarkern sieht während der dritten Wachstumsperiode selbst bei den erwachsenen Stomatophoren so verschieden aus, daß es unmöglich ist, eine von seinen Formen als typische zu bezeichnen.

Bald zeigt er sich in Form eines runden, kompakten Nucleolarkörpers, dessen Centrum aus Chromatinkörnchen zusammengesetzt ist, wie es Fig. 32 darstellt, bald erscheint sein Chromatin auf der rundlichen oder dreieckigen Nucleolarmasse in Form eines Netzes (Fig. 33) oder eines Tannenbaumes (Fig. 31). Auch tritt er als kompakter, chromatinreicher Körper in Form eines Halbmondes oder einer kurzen Keule auf, wie es die Fig. 44 u. 51 zeigen. Nur einmal traf ich den ruhenden Kern bei einer erwachsenen *Stomatophora* in etwas differenzierter Form, indem dieser durch eine „Membran“ vom Protoplasma abgegrenzt zu sein schien und einen blassen Nucleolus (Caryosom) aufwies, der, in einem hellen Hofe liegend, von einem stark gefärbten, feinmaschigen Gerüst („Linin“?) umgeben war (Fig. 55).

Also, wie wir schon gesehen haben, reorganisiert sich der alte Nucleolarkern nach den Auflösungsprozessen mit verbundener Chromidienbildung (épuration nucléaire) durch Chromatogenenaufnahme, indem jedoch der größte Teil seiner Masse bestehen bleibt. Wie die Fig. 35 a n. b zeigen, kann aber der alte Kern sich auch als ganz funktionsunfähig erweisen und bis auf die letzten Spuren seiner Masse aufgelöst und durch einen ganz neuen Kernapparat ersetzt werden. Diesen wichtigen Teil des Zellebens, den ich früher (1903) für *Monocystis*-Arten aus den Regenwurmhoden kurz beschrieben habe, konnte ich bei *Stomatophora coronata* in so auffallender Form beobachten, daß es für mich keinem Zweifel mehr unterliegt, daß es in der Zelle — wenigstens in einer parasitären — solche physiologische Momente gibt — deren Entstehung ich leider noch nicht durch direkte Untersuchungen verfolgen konnte —, welche den Zellorganismus zur vollen Vernichtung ihres alten und zur Rekonstruktion und sogar Neubildung des neuen Kernapparates nötigen.

Wie aus Fig. 35 a ersichtlich ist, fängt dieser Prozeß zuerst damit an, daß der Nucleolarkern sich vom Chromatin befreit, indem er es dem Protoplasma abgibt (Kernresorption). Diese Chromatinkörnchen füllen das Plasma mehr und mehr aus und, nachdem sie in Chromidienform sich umwandeln, werden sie im Protoplasma resorbiert — also hier werden die Chromidien zu Plasmogenen! Die Nucleolarmasse des Kernes bleibt noch ziemlich dunkel gefärbt, fängt aber auch an, sich anzulösen, indem sie sich vacuolisiert und von ihrer Peripherie, die sich zuerst zu vacuolisieren anfängt, einige dünne Ausläufer ins Plasma schickt, die sich in diesem verlieren. Während dieser Zeit treten in der Peristomgegend die dunkleren,

energisch färbbaren Körnchen — die Chromatogenen — mehr und mehr auf. — Auf dem nächsten Stadium, welches uns die Fig. 35 b darstellt, sehen wir den Nucleolarkern in Form einer blassen Nucleolarmasse, welche das letzte Chromatin in Form zweier von ihr ausgehender Hörner dem Plasma abgibt. Die Nucleolarmasse vacuolisiert sich weiter in solcher Weise, daß ihre Masse nur durch geringe Zwischenräume in der Mitte der größeren Vacuolen noch vertreten ist; doch sind auch diese Überreste mit feinsten Vacuolen durchbrochen. Die Chromidienkörnchen werden immer blasser und blasser, je mehr sie von dem Nucleolarkern entfernt sind. Die dunklen Chromatogenen dagegen nehmen in ihrer Färbbarkeit immer zu, je näher sie der Anlage des neuen Kernes treten. Diese treten aus der Peristomgegend, wie es aus den beiden Figuren zu sehen ist, ins Protoplasma über. Hier sammeln sich die Chromatogenen entweder im vorderen Körperteil der *Stomatophora*, wie es in Fig. 35 b angegeben ist, oder im hinteren Ende ihres Leibes, wie es die Fig. 36 veranschaulicht, stets aber in einer Entfernung von



Textfig. C.

Die Bildung des neuen Kernes bei *Stomatophora coronata* (hintere Hälfte der Gregarine).

ak — alter Kern. Chmdk — Chromidienkörnchen.

Chrtg — Chromatogenen. Ndr — Nucleolidenring.

dem alten Kern. Die Chromatogenenansammlungen bilden zuerst (Fig. 35 b) ein centrales, aus einzelnen Körnchen zusammengesetztes Stäbchen, welches mit einem schmalen Chromatogenenring umgeben ist. Die beiden Gebilde wachsen auf Kosten der ihnen zuströmenden Chromatogenen. Dann bildet sich dieses Stäbchen zu einem runden bohnenartigen Gebilde um, wie es in Fig. 36 und Textfig. C abgebildet ist, dessen Peripherie aus mehreren stark gefärbten Nucleolidenkörnchen zusammengesetzt ist. Das Innere aber weist noch spärliche Chromatinpartikelchen auf. Seine Struktur unterscheidet sich keineswegs von der des hellen Hofes und der des Protoplasma selbst, wie ich es in Textfig. C, die eine bildgetreue Abzeichnung nur im vergrößerten Maßstabe der Tafelfig. 36 darstellt, zu veranschaulichen suche. — Allerdings konnte ich das oben geschilderte nur auf Grund der Untersuchungen an fixiertem Material feststellen. Wie aus dieser Kernanlage ein ausgebildeter, neuer, für

Stomatophora typischer Nucleolarkern weiter sich entwickelt, welche natürlichen Vorgänge und Bedingungen diese physiologisch wichtigen Momente zustande kommen lassen, kann ich hier nicht weiter mitteilen, weil dazu ein enormes lebendiges Material erforderlich ist, das mir nicht zur Verfügung stand.

Daß der alte Nucleolarkern sich ganz auflöst, wie ich es für das nächstfolgende Stadium (Fig. 36) vermte, geht aus der Tatsache hervor, daß ich einige Exemplare von *Stomatophora coronata* — allerdings sehr selten — vorfand, bei welchen, wie es aus Fig. 39 ersichtlich ist, der Nucleolarkern sein ganzes Chromatin aufgelöst hat, wobei seine bis aufs äußerste vacuolisierte Nucleolarmasse nur noch durch einen schmalen mit Vacuolen durchsetzten Ring vertreten war. Das Innere aber wies eine solche Struktur auf, die sich durchans in keiner Weise von der des Protoplasmas unterscheiden ließ. Diese *Stomatophora*, die Fig. 39 wiedergibt, stellt meiner Ansicht nach ein sterbendes Tierchen dar, da ihr Protoplasma glashell ansieht und dessen Struktur stellenweise kaum erkennbar ist. Der Umstand, daß bei solchen Stomatophoren der Kern bis aufs äußerste aufgelöst und vacuolisiert ist, ferner daß das Protoplasma stets ein glashelles Aussehen hat, ohne irgend welche Nahrungsteilchen in sich zu bergen, weist schon auf das krankhafte Befinden des Tieres hin. Da aber dieses Aussehen des Kerns und Plasmas mit einer Obliteration des letzteren in der Peristomgegend Hand in Hand geht (Fig. 39), so sehe ich darin schon Merkmale vom Absterben des Zellorganismus. Welche Ursachen aber dies Absterben bedingen, konnte ich auf Grund meines Materiales nicht ermitteln.

Kehren wir zu den gesunden, weiter wachsenden und sich er-nährenden Stomatophoren zurück. Wir sehen hier, daß nach der vollendeten Reorganisation, vielleicht auch nach der Neurekonstruktion des Nucleolarkernes, dieser wieder in für *Stomatophora coronata* typischer Form auftritt. Wie wir es aus Fig. 37 leicht sehen können, nimmt der runde Nucleolarkern noch einige Chromatogenenkörnchen auf, die einen Nucleolidenring dicht an der Peripherie der Nucleolarmasse bilden, in deren Mitte ein chromatinreicher Nucleolus (Caryosom) liegt. Bei der Anwendung der ZEISS'schen homogenen Immersion 1,5 mit Kompensationokular 12 und bei günstiger Beleuchtung konnte ich sehen, daß einige von diesen Nucleoliden eine Sonderung ihrer Masse in ein dunkelschwarzes Chromatinkorn und eine blau gefärbte Nucleolarsubstanz aufweisen. Wenn der Prozeß der Chromatogenenaufnahme ganz vollzogen ist, so nimmt der ganze Kern-

apparat das Aussehen eines typischen, ruhenden Kernes an, wie es auf Fig. 38 dargestellt ist.

Während dieses Kernruhestadiums wächst das Protoplasma stark an (Fig. 40, 42—45), indem der Nucleolarkern sich zu einem meist kompakten, chromatinreichen Körper langsam ansbildet, dessen Ansehen ich schon oben beschrieben habe. Das Anwachsen des Plasmakörpers vollzieht auf diesem Stadium besondere Bildungen von Plasmogenen, wie es bei energischem Kernwachstum oder dessen Reorganisation (*épuration nucléaire*) der Fall ist. Hier erreicht die *Stomatophora* eine beträchtliche Größe ihres Plasmaleibes und daher ist dies Stadium als das letzte des eigentlichen Wachstums zu betrachten.

Die Ruhe des Nucleolarkernes ist eine relative; bald ist er von einer dichten Wolke umgeben, die aus feinsten Chromatogenen gebildet ist (Fig. 40), bald nimmt er die Chromatogenen mittels seiner Nucleolarfortsätze zu sich auf, wie es Fig. 42 darstellt. Die Kernauflösungserscheinungen (*épuration nucléaire*) verlaufen hier im Gegensatz zu früheren Wachstumsstadien viel langsamer, indem diese nicht immer mit gleichzeitiger Chromatogenenbildung und -aufnahme verbunden zu sein scheinen. Manchmal verlaufen diese unter typischer Chromidiennetzbildung, wie es Fig. 45 zeigt, wo diese, von dem hinteren Ende des chromatinreichen Nucleolarkernes ausgehend, die vordere Hälfte des *Stomatophora*-Körpers ausfüllen. Es kommt auch vor, daß einige Teile des chromatinreichen Kernes sich erst von diesem in Form größerer Körper abspalten und dann ins Protoplasma übergehen, wo sie durch Chromidienbildung im Plasma aufgelöst werden, oder diese Chromatinkörper noch im Kerne sich zu vacuolisieren anfangen, wie es aus Fig. 43 zu sehen ist. — Ganz besondere Kernauflösungserscheinungen habe ich bei einer erwachsenen *Stomatophora* gesehen, die in Fig. 46 abgebildet ist. Hier ist der Kern in drei Teile zerfallen. Zwei von diesen Teilen liegen in Form fester, chromatinreicher Körper in dem stark angeschwollenen Protoplasma, welches eine Rosette um sie bildet. Der dritte Teil des Kernes liegt frei im Protoplasma und ist in Teilung begriffen, indem die beiden dicken und etwas zugespitzten Teile, noch mit einer Brücke aus Nucleolarsubstanz verbunden, zu sehen sind.

Wie bei einigen Monocystideen (1903), so traf ich auch bei *Stomatophora coronata* ganz kernlose Formen, wie es Fig. 47 veranschaulicht. Das Protoplasma dieser *Stomatophora* hat aber durchaus nicht das Aussehen, wie bei krankhaften (Fig. 48), oder absterbendeu

Formen (Fig. 39), es sieht wohlgenährt aus und zeigt eine starke diffuse Färbung. Ein weiterer Beweis, daß wir es in dieser Form mit einem gesunden und lebensfähigen Organismus zu tun haben, ersehe ich aus dem Umstande, daß die feinsten Chromatogenkörnchen sich als solche durch energische Färbbarkeit erweisen, was auf eine rekonstruktive Tätigkeit des Protoplasmas hinweist, was wir bei den Vorgängen der Kerneubildung gesehen haben. Der um das Peristom liegende dunklere Hof, auf dem die Chromatogenen auftreten, ist sicher durch Zusammenziehen des Peristomrandes hervorgerufen worden. — Da ich bei Untersuchungen an *Stomatophora coronata* kein ausreichendes Material habe, um über alle Vorgänge ihres vegetativen Lebens ins klare kommen zu können, so kann ich nichts Näheres über den physiologischen Wert und Bedeutung dieses kernlosen Zustandes der Zelle mitteilen. Es mag hier nur vorläufig bemerkt werden, daß bei den Untersuchungen an mehreren Gregarinenarten und anderen parasitären Zellorganismen, deren Ergebnisse ich nächstens zu veröffentlichen beabsichtige, sich herausgestellt hat, daß diese kernlosen Formen weder einzelnstehende, noch krankhafte Zellerscheinungen darstellen.

Die an Fig. 48 abgebildete *Stomatophora* stellt eine solche vor, die durch Zusammenziehen des peristomtragenden Körperteils ein Aussehen bekommen hat, welches für die Stomatophoren aus dem letzten Stadium des vegetativen Lebens charakteristisch ist. Doch ihr ganzer Habitus ist hier so auffallend, daß es einer näheren Besprechung bedarf. — Der ganze Körper dieser *Stomatophora* ist zusammengeschrumpft, so daß der peristomtragende Vorderteil durch eine scheinbare Scheide vom übrigen Plasmaleib scharf abgegrenzt zu sein scheint. Das ganze Aussehen dieser *Stomatophora* unterscheidet sich überhaupt wesentlich von dem anderer Exemplare. Während die letzteren in ihrem Protoplasma eine lebhaftige Tätigkeit entfalten, verhält sich dieses bei der ersteren ganz passiv; es können sogar in dieses Spermatozoen eindringen, ohne eine verdauende Vacuole in ihm hervorzurufen. Das zweite, was mir bei dieser Form auffiel, war die starke Ausbildung des Chromidialnetzes, mit welchem das ganze Protoplasma durchsetzt ist. Dieses geht aus dem Nucleolarkern hervor, der noch einen chromatinreichen „Nucleolus“ in seinem Innern aufweist, sich zu vacuolisieren anfängt. Die meist kleinen und mit einer Masse gefüllten Vacuolen durchsetzen die ganze Nucleolarmasse des Kernes. Ich habe oben schon die Gelegenheit gehabt, meiner Überzeugung den Ausdruck zu geben, daß solche stark vacuolisierte Kerne die funktionsunfähig gewordenen Kernapparate

darstellen. Diese gehen dann zugrunde und ihre Auflösungsprodukte — Chromidien — werden vom Plasma resorbiert (Fig. 35, 36). Hier aber vertreten nach meiner Auffassung die Auflösungsprodukte des Kernes seine regulatorische Rolle. Diese werden hier nicht aufgelöst, sondern sie durchsetzen das geschwächte Protoplasma in Form eines Chromidialnetzes, welches sich durch stärkere Färbbarkeit von schwach färbaren Chromidien unterscheidet. Ob das Chromidialnetz unserer *Stomatophora*-Form einen Ausgangspunkt für die Bildung eines neuen Kernes werden kann, wie es R. HERTWIG für die Thalamophoren angibt (1904, S. 309), darauf kann ich hier nicht näher eingehen.

Im Anschluß an diese Erscheinung (Fig. 48) mögen hier noch folgende Beobachtungen erwähnt werden. In der dritten Periode des vegetativen Lebens traf ich einige Exemplare von *Stomatophora coronata* (zwei solche Formen stellen die Figuren 56 u. 57 dar), welche eine weitere Klärung der vegetativen Vorgänge in dem erkrankten oder geschwächten Zellorganismus gehen zu können scheinen. — Bekommt die *Stomatophora* keine genügende Nahrung von seiten der Wirtszellen, so sieht ihr Protoplasma glashell aus und der Nucleolarkern weist eine starke Vacuolisierung seiner Masse auf, indem die Nucleolarsubstanz sich in der anliegenden Plasmaschicht auflöst, wie es aus Fig. 56 ersichtlich ist. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß hier bei den Auflösungserscheinungen des Kernes keine Chromidien gebildet werden. Ändern sich aber die Ernährungshedingungen im günstigen Sinne, so treten in der Peristomgegend erst einzelne, dann aber mehrere Chromatogenenkörnchen auf, die der Mundöffnung von allen Seiten zuströmen, um ins Protoplasma weiter überführt zu werden. Hier treten sie immer in größerer Zahl auf und verbreiten sich im ganzen Plasmaleibe der *Stomatophora*. Sind die Chromatogenen in genügender Masse im Protoplasma vorhanden, so zeichnet sich dieses durch starke diffuse Färbbarkeit aus. Zu gleicher Zeit, wie es die Fig. 57 zeigt, füllen sich alle lichter Stellen und Vacuolen im Nucleolarkerne mit einem „Kernsaft“ aus, ohne vorhergehende Chromatogenenaufnahme von dem Kern — wenigstens in Form sichtbarer Chromatogenenkörnchen. — Ob der vacuolisierte Kern der an Fig. 48 abgebildeten *Stomatophora* zugrunde geht oder sich auf eben geschilderte Weise restauriert, muß ich dahingestellt lassen.

Nun gehe ich zur Schilderung des normalen Verlaufes der letzten vegetativen Vorgänge im Kern und Plasma unserer *Stomatophora* über.

Wie ich schon oben erwähnt habe, zeichnet sich dieses Stadium äußerlich dadurch aus, daß der vordere Teil des *Stomatophora*-Körpers sich zu einem Röhrchen, wie es die Fig. 52, 53 u. 55 zeigen, zusammenzieht, um dann später in den Plasmaleib eingezogen zu werden (Fig. 54). Die vegetativen Vorgänge im Innern des *Stomatophora*-Körpers charakterisieren sich im Protoplasma durch enorme Chromatogenenbildung und im Nucleolarkerne durch die weiteren Reorganisationserscheinungen. Wie die Fig. 49—54 veranschaulichen, treten die Chromatogenen erst im peristomtragenden Röhrchen in immer steigender Masse auf; dann gehen sie in den Protoplasmaleib der *Stomatophora* über und strömen dem Kerne zu, bis sie diesen ganz überschwemmt (Fig. 52) und das ganze Protoplasma ausgefüllt haben (Fig. 54). — Was die vegetativen Kernveränderungen anbetrifft, so äußern sie sich in Reorganisation des Kernes zuerst dadurch, daß dieser durch immer fortschreitende Chromidienbildung einen Teil seines Chromatins dem Plasma abgibt. Das übrig gebliebene Chromatin nimmt in verschiedenen Gestalten an der Nucleolarsubstanz des Kernes teil. Bei einem Kern konnte ich bei Anwendung stärkster Vergrößerung (ZEISS, hom. Imm. 1,5 mit Comp.-Oc. 18) folgende Struktur feststellen. Während das Chromatin einen stark verästelten Körper darstellte, zeigte seine Grundlage, die Nucleolarsubstanz, eine deutliche, sehr feine retikuläre Struktur, wie es die Fig. 61 wiedergibt. Die von den Spitzen des verästelten Chromatinkörpers ausgehenden feinsten Chromatinpartikelchen gingen nicht weit vom Kerne und nahmen in ihrer Färbbarkeit gleich nach der Abtrennung von der Hauptmasse merklich ab, um im nächstanliegenden Plasma ganz zu verschwinden. Dieser Umstand spricht sehr dafür, daß die Chromidien bei *Stomatophora coronata* nur als Stoffwechselprodukte des wachsenden und sich reorganisierenden Kernes angesehen werden dürfen. Stets werden sie im Plasma resorbiert entweder in unmittelbarer Nähe des Kernes oder erst nach einer Entfernung von diesem, — nie aber konnte ich sehen, daß die Chromidien sich mit Chromatogenen mischen. Bildet der Kern die Chromidien und nimmt er zu gleicher Zeit die Chromatogenen an, so geschieht es auf den verschiedenen, sogar entgegengesetzten Seiten seines Körpers (Fig. 29, 30, 37, 38). Dieses macht auch die Annahme nicht unwahrscheinlich, daß die Chromidien seit dem Austritt aus dem Kern sich auch chemisch verändern.

Die Chromatogenen spielen auch auf diesem Stadium bei der Kernreorganisation dieselbe Rolle, wie wir es auf früheren Stadien gesehen haben. Sie drängen sich in Massen (Fig. 52) zu dem Kern

und treten in diesen über, indem sie erst an seiner Peripherie in Form der Nucleoliden auftreten (Fig. 54).

Ganz merkwürdige Gestalt hat die an Fig. 59 abgebildete *Stomatophora* angenommen, über deren Zustandekommen ich nur einige Vermutungen äußern möchte. — Reicht der erwachsenen *Stomatophora* während der Kernreorganisation die Nahrungszufuhr für die Chromatogenenbildung nicht aus, so sucht sie sich dadurch zu helfen, daß sie den vorderen Teil ihres Körpers erst einschnürt, wie es die Fig. 58 zeigt, um ihn durch das Peristom nach außen auszustülpen. Dann kleben sich am nächsten Protoplasma die zahlreichen Spermatozoen an, die von diesem ausgesaugt werden. So scheinen mir die von der Peripherie des ausgestülpten Protoplasmas zum Kern strömenden Chromatogenenkörnchen, wie es an Fig. 59 abgebildet ist, gedentet werden zu können.

Zum Schluß möchte ich noch von dem Excretionsapparat der *Stomatophora* einiges mitteilen. Wie ich schon im systematisch-morphologischen Teil bemerkt habe, sieht man die Afteröffnung während ihrer funktionellen Tätigkeit weit geöffnet im hinteren Teil des *Stomatophora*-Körpers liegen. Wie es aus Fig. 25 u. 31 ersichtlich ist, liegen dicht an der Afteröffnung feinste Körnchen, die ich als Excretionsprodukte der *Stomatophora* deswegen bezeichnen möchte, weil die in Fig. 31 abgebildete *Stomatophora* in dem Momente fixiert ist, als sie diese Körnchen durch die Afteröffnung nach außen ausstieß. Man sieht ferner auf gleicher Figur in der Nähe von Kern und After eine Vacuole liegen, die mit dunkel gefärbten Körnchen gefüllt ist und zu deren Peripherie einige Stoffteilchen in Form feinsten Körnchen aus dem Protoplasma strömen. Ob diese Vacuole zu der Afteröffnung in irgend welcher Beziehung steht, kann ich auf Grund des einzelnen Falles nicht entscheiden. Bemerkenswert ist der Umstand, daß der After nicht nur während starker Entfaltung der Ernährungstätigkeit des Organismus funktionieren kann (vgl. die beiden Figuren).

Nach dem Verlauf oben geschilderter vegetativer Vorgänge im Kern und Plasma geht die *Stomatophora coronata* zur Fortpflanzung über, wobei vorher zwei erwachsene Stomatophoren „conjugieren“.

IV. Zusammenfassung und allgemeiner Teil.

Da die *Stomatophora coronata* während ihres vegetativen Lebens solche verwickelte Erscheinungen darbietet, so möchte ich hier die

geschilderten Ergebnisse der Untersuchungen in kurzen Zügen rekapitulieren.

Die Gregarine aus den Hoden der *Phoretima* sp. unterscheidet sich von den übrigen Gregarinenarten durch eine Mundöffnung, die im Peristom liegt; durch das Vorhandensein eines Anus und dadurch, daß sie außer flüssiger Nahrung auch feste Stoffe (Spermatozoen) zu sich nehmen kann, um welche ihr Protoplasma Vacuolen bildet. Diese Eigentümlichkeiten berechtigen eine Sonderstellung dieser Form in den Reihen der Gregarinen; auf Grund dessen bezeichne ich sie mit dem Namen *Stomatophora coronata* und erkenne in dieser Form das erste Glied zwischen Gregarinen und parasitären Infusorien.

Das vegetative Leben der *Stomatophora coronata* läßt sich in drei natürliche Perioden teilen. — Die erste Periode verläuft für *Stomatophora* im Spermatophor des Wurmes, wo sie von der Sporozoitform zu einer jungen Gregarine heranwächst und sich auf Kosten der Spermatophormasse (osmotisch) ernährt. Hier zeigt ihr Protoplasma eine feinmaschige Struktur, in welcher mehrere, durch Ernährung hervorgerufene stark färbare Körnchen — Chromatogenen — auftreten. Diese dienen zum Wachstum des Kernapparates. Der Kern liegt nur im ersten Stadium (Fig. 6) polar, dann aber immer ungefähr in der Mitte des *Stomatophora*-Körpers (Fig. 9–14). Durch Anflösungserscheinungen mit verbundener Chromidienbildung (Fig. 7, Textfig. A) kann der Kern in regulatorische Centren — Nucleoliden — zerfallen (Fig. 8). Dann bildet er sich durch Zusammenfließen der Nucleoliden und Chromatogenen zu einem runden Nucleolarkern, der in einem aus neuen Nucleoliden gebildeten Ring („Kernmembran“) liegt — Kernnucleolus.

Die zweite Wachstumsperiode vollendet die junge *Stomatophora* noch im Spermatophorreste, wo sie sich hauptsächlich von Spermatozoen ernährt. Ihr Protoplasma wird etwas grobmaschiger und kann Vacuolen um die Spermatozoenkörper bilden. Der Kernapparat der jungen *Stomatophora* stellt einen Körper dar, der aus Nucleolarsubstanz und Chromatin gebildet ist — Nucleolarkern. Die Chromatinmasse füllt den Nucleolarkern nur in Ruhephasen aus; während seiner funktionellen Tätigkeit tritt das Chromatin in Form eines Ringes auf und wächst auf Kosten der Chromatogenen (Fig. 16–18). Die Nucleolarsubstanz nimmt mit ihren „Pseudopodien“ die Spermatozoen an, welche im Kern verdaut werden — Kernverdauung (Fig. 24–25). Während dieser Periode bilden sich alle bezeichnenden Merkmale des *Stomatophora*-Peristom, Mund und Anus, aus

Die dritte Periode des Wachstums macht unsere *Stomatophora* im Lumen des Samenbläschens durch, entweder frei schwimmend oder mit dem Peristom an den Wänden haftend, indem sie fast anschließend wieder die flüssigen Nahrungsstoffe zu sich nimmt. Die inneren vegetativen Vorgänge zeichnen sich durch energische Chromatogenbildung aus; diese letzteren dienen zur Reorganisation oder sogar zur Neubildung des Nucleolarkernes. Die Chromatogenenkörnchen an der Peripherie des Nucleolarkernes weisen eine Sonderung ihrer Masse in Chromatin und Nucleolarsubstanz auf — es ist dies ein Grund für deren Bezeichnung als Nucleoliden. Der Kernapparat kann sich als funktionsunfähig erweisen und erst durch die Anflösung seines Chromatins, dann durch starke Vacuolisierung der Nucleolarsubstanz zugrunde gehen (Fig. 35—36). Währenddessen bilden die Chromatogenen und Nucleoliden einen neuen Kernapparat aus. Nach der vollendeten Kernreorganisation oder Kernneubildung wandeln sich die überschüssigen Chromatogenen zu Plasmogenen um (Fig. 32 u. 37).

Die Reorganisationsvorgänge des Kernes sind in normalen Zuständen des vegetativen Lebens stets mit Chromidienbildung verbunden. Die Chromidien werden größtenteils in Form feinsten Körnchens aus dem Kerne angestoßen und im Protoplasma resorbiert; sie können auch erst durch Kernspaltung oder Kernteilung in Form von größeren Körnern entstehen, um dann später in feinere Teilchen zu zerfallen und vom Plasma resorbiert zu werden. — Das Chromidialnetz entsteht auch aus dem Kerne und ist nur bei „krankhaften“ Exemplaren der *Stomatophora* zu sehen, wo es das ganze Protoplasma des Tierchens durchsetzt und die regulatorische Tätigkeit des Kernes vertritt (Fig. 48). Was die Kernreorganisation selbst anbetrifft, so äußert sich dieser Prozeß in Chromatogenen- und Nucleolidenaufnahme (Fig. 28, 30, 37, 38, 42, 52 u. 54).

Die „krankhaften“ Exemplare von *Stomatophora coronata* können absterben, indem ihr Kern zuerst sein Chromatin anflöst, dann fängt seine Nucleolarsubstanz an, sich stark zu vacuolisieren, bis das Ganze sich im glashellen, nahrungslosen Protoplasma verliert. Das letztere fängt an zu obliterieren; dieser Obliterationsprozeß geht von der Peristomgegend aus (Fig. 39). Solche Stomatophoren können zum normalen Zustande zurückkehren, wenn ihr Plasma vor dem Eintritt des Obliterationsprozesses wieder die Chromatogenbildung aufweist; dann fängt der vacuolisierte Nucleolarkern an, sich mit „Kernsaft“ zu füllen und das Chromatin zu bilden (Fig. 56 u. 57).

Im letzten Stadium der dritten Periode des vegetativen Lebens

fällt die *Stomatophora coronata* von den Hodenwänden des Wirtes ab, zieht den Vorderteil ihres Körpers zusammen und vollzieht die letzten Vorbereitungen zur Fortpflanzung in ihrem Innern. Diese zeichnen sich dadurch aus, daß der chromatinreiche Nucleolarkern einen Teil seines Chromatins in Chromidien auflöst und auf Kosten der Chromatogenen und Nucleoliden sich reorganisiert. Während diesem Reorganisationsprozesse läßt die Nucleolarsubstanz des Kernes ihre reticuläre Struktur erkennen (Fig. 49—54 u. 61).

Auf Grund dieser Tatsachen komme ich zu der Schlußfolgerung, daß das ganze vegetative Leben des parasitären Zellorganismus auf die Wachstums- und Ernährungserscheinungen zurückzuführen ist. Die Hauptrolle in diesen Vorgängen ist dem Protoplasma zuzuschreiben, während der Kern hier eine untergeordnete Rolle spielt und ganz von der Lebensfähigkeit des Protoplasmas abhängt. Seine Funktionen äußern sich hauptsächlich in Wachstums- und Reorganisationserscheinungen, indem der Kern unbrauchbar gewordene Bestandteile seiner Masse auflöst (Chromidienbildung) und auf Kosten roher Nahrungsstoffe (Spermatozoen), sowie von Protoplasma umgearbeiteter Produkte (Chromatogenen) fortwächst und sich reorganisiert. Das Protoplasma aber in Form der Chromatogenen liefert dem Kern die Stoffteilchen für dessen Erhaltung und sogar Neubildung. Ist dem Protoplasma aber die Nahrung entzogen, so entfaltet der Kern in Form der Nucleoliden oder des Chromidialnetzes energische Tätigkeit, indem er das geschwächte Protoplasma zu stärken und die Ernährungsvorgänge der Zelle zu regulieren sucht. Bleibt die Nahrungszufuhr dauernd aus, so geht zuerst der Kern und hierauf das Protoplasma zugrunde. War die Nahrungszufuhr nur vorübergehend entzogen, so belebt sich beim Wiedereintritt derselben das Protoplasma zuerst; dieses liefert dem Kern das nötige Material zur Wiederherstellung seiner Bestandteile. Im normalen Verlaufe des vegetativen Lebens unter günstigen Bedingungen hat also das Protoplasma die Aufgabe, durch Plasmogenen- und Chromatogenenbildung das individuelle Leben zu erhalten und den Kern zur zweiten Lebensperiode anzubilden. — Erst wenn dies geschehen ist, übernimmt der Kern die Hauptrolle und bildet aus seinen Teilungspartikelchen und aus dem passiven Protoplasma neue Individuen zur Lebenserhaltung der Art.

Wenn die *Stomatophora coronata* noch eine lange Reihe von unerklärten Fragen über Zellstruktur und Zelleben den weiteren

Untersuchungen überläßt, so hat sie doch einiges für die Zellstudien geliefert, was keine andere Gregarine bis jetzt zu beantworten vermochte. — Vor allem hat die *Stomatophora coronata* die oft bestrittene Behauptung, daß die Bildung eines ganz neuen Kernapparates in der Zelle stattfinden kann, zur Tatsache gemacht. Weiter tritt die physiologische Rolle des Kernes bei den Ernährungs- und Wachstumsprozessen aus den Kernverdauungserscheinungen bei der tropischen *Stomatophora* in so prägnanter Form hervor, daß wir auch die Art und Weise, wie das Anwachsen von Nucleolarsubstanz und Chromatin im wachsenden Kern vor sich gehen kann, direkt verfolgen können. Es äßern sich ferner die inneren Vorgänge der Plasmazunahme bei *Stomatophora coronata* in wahrnehmbarer Form der Plasmogenenbildung.

Wenn ich bei diesen *Stomatophora*-Studien nichts Sicheres über den feineren Bau des Protoplasmas mitzuteilen habe, so kann ich mit Sicherheit eine feinere reticuläre Struktur der Nucleolarsubstanz des Kernes bei erwachsenen *Stomatophora*-Formen feststellen. Die Struktur des „Linin“-gerüstes unterscheidet sich in keiner Weise von der des Protoplasmas, aus welchem es entsteht, wie es bei der Neubildung des Kernes am deutlichsten zu sehen ist. Da die Chromidien vor der Vacuolisierung des Kernes sich aus dem sich auflösenden Chromatinkörper (Caryosom) bilden können, so schließe ich daraus, daß das Chromatin im ausgebildeten Kern der *Stomatophora* nicht mit Nucleolarsubstanz fest verbunden ist. Da die Nucleoliden an der Kernperipherie in Chromatin und Nucleolarsubstanz gesonderte Chromatogenen darstellen, so weist es darauf hin, daß die letzteren aus diesen beiden Substanzen in noch nicht differenzierter Form zusammengesetzt sein müssen.

Bei sehr vielen parasitären Zellorganismen zeigen sich diese vegetativen Vorgänge in so klarer und prägnanter Form, daß die feinsten Modulationen und Abstufungen in deren Verläufe sich scharf markieren und daher einen weiteren Einblick gestatten in das intimste Kern- und Protoplasmaleben. Besonders die tropischen Formen bieten, wie das bei *Stomatophora coronata* der Fall ist, manches dar, was für die Klärung der dunkleren Seiten aus der Zellbiologie von größter Bedeutung sein kann.

Zum Schluß mag noch bemerkt werden, daß die tropischen Gregarinenarten, die ich zur Untersuchung aus verschiedensten Tropengegenden bekam, viel deutlicher die vegetativen Vorgänge im Kern wie auch im Protoplasma zeigten, als die aus unserem Klima stammenden Arten. Doch immer müssen die ökologischen

Bedingungen des Lebens dieser Parasiten ins Auge gefaßt werden. Besonders gilt es für das Studium der vegetativen Vorgänge im Protoplasma von Darmparasiten, wo diese letzteren auch den verschiedenen chemischen Einwirkungen des Mediums unterliegen können.

Lauenstein in Oberfr., April 1907.

Literaturverzeichnis.

- 1880—89 BÜTSCHLI, O.: Die Protozoen. in: BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreichs.
- 1903 DRZEWIECKI, WS.: Über vegetative Vorgänge im Kern und Plasma der Gregarinen des Regenwurmhodens. in: Arch. f. Protistenk. Bd. III.
- 1902 HERTWIG, R.: Die Protozoen und die Zelltheorie. Ibid. Bd. I.
- 1904 —: Über physiologische Degeneration bei *Actinosphaerium eichhorni*. Festschrift für E. HAECKEL.
- 1904 HESSE, E.: Bull. mens. de l'Assoc. franç. pour l'Avanc. d. Sc.
- 1903 KOFOID, CH. A.: On the structure of *Protophrya ovicola*. A ciliate infusorian from the brood-sac of *Littorina rufis* Don. in: *Marine University Volume*.
- 1905 NERESHEIMER, E.: Über vegetative Kernveränderungen bei *Amoeba doffeini* nov. sp. in: Arch. f. Protistenk. Bd. VI.
- 1896 SCHEWIAKOFF, W.: [Organisation und Systematik von Infusoria *Aspirotricha* (*Holotricha autorum*).] in: *Memoires de l'Académie imperiale des Sciences de St. Petersburg VIII. ser. vol. IV Nr. 1.* (Russisch.)
- 1901 SINDLECKI. in: Arch. d'anatomie microscop. T. IV p. 87—100 fig. 4—5.
- 1871 STUART: *Zygocystis Pterotracheae*. in: Bull. Ac. Sc. St. Petersburg vol. 15 p. 496—502 t. 15.

Tafelerklärung.

Fig. 1—14. Erste Wachstumsperiode. (Fig. 1—13 sind mit Hilfe von ZEISS'scher hom. Imm. 2.0 und Comp.-Oc. 8, Fig. 14 mit demselben System und Comp.-Oc. 4 gezeichnet.)

Fig. 1—5. Sporozoitenwachstum kurz vor dem Ausschlüpfen aus der Muttercyste.

Fig. 6. a) Sporozoit kurz vor dem Eindringen in Spermatophor. b) Sporozoit gleich nach dem Eindringen in das nahrungsarme Spermatophorplasma. Ausgebildeter Nucleolus im Centrum eines Körnchenringes. Protoplasma äußerst feinschmig.

Fig. 7. Sporozoit im Spermatophor (Spermatophor nicht gezeichnet). Zerfall des centralliegenden Kernes. Chromatogenen- und Nucleolidenbildung.

Fig. 8. Totaler Zerfall des Sporozoitenkernes in Nucleoliden (regulatorische Centren). Weitere Chromatogenenbildung im Protoplasma.

Fig. 9—12. Sporozoitcn werden zu jungen Stomatophoren. Wachstumserscheinungen in nahrungsreicher Spermatozoonmasse.

Fig. 9. Bildung von feinen Chromatogenenkörnchen im hinteren etwas angeschwollenen Körperteile der jungen *Stomatophora*.

Fig. 10. Chromatogenenkörnchen füllen ganzes Protoplasma von *Stomatophora* aus und bilden einen nicht ganz geschlossenen Ring um den Nucleolus.

Fig. 11. Der Protoplasmaleib der *Stomatophora* ist frei von Chromatogenen. Die Chromatogenenkörnchen sammeln sich zu einem breiten Ring um den Kern-Nucleolus.

Fig. 12. Die Nucleoliden aus der inneren Seite des Chromatogenenringes dringen in den Kern-Nucleolus ein.

Fig. 13. Reiche Chromatogenensammlung um den kleinen Kern-Nucleolus. Verlangsamte Nucleolidenbildung.

Fig. 14. Ruhestadium. Anbildung des Kernapparates zu Kern-Nucleolus. Chromatogenenkörnchen bilden eine „Kernmembran“.

Fig. 15—26. Zweite Wachstumsperiode der jungen *Stomatophora* in fast ganz verbrauchtem Spermatozoon. (Dieser ist nur an Fig. 22 u. 25 abgebildet.)

Fig. 15. Kern-Nucleolus (Nucleolarkern) ist fast ganz chromatinfrei. Nucleolidenhalbring. Im engmaschigen Protoplasma sind wenige Chromatogenen wahrnehmbar. Spermatozoen dringen in den Plasmaleib der *Stomatophora* ein. ZEISS, hom. Imm. 2,0 und Comp.-Oc. 12.

Fig. 16. Energetische Chromatogenenbildung auf Kosten der aufgenommenen Spermatozoen. Die um den Chromatinfing des Kernes liegende Nucleolusnubstanz sendet pseudopodenähnliche Fortsätze den am nächsten liegenden Chromatogenenhaufen entgegen. Dasselbe System und Comp.-Oc. 6.

Fig. 17. Weiteres Stadium des Kernwachstums. Am vorderen zugespitzten Ende des *Stomatophora*-Körpers ein heller Hof mit einem intensiv gefärbten „Körnchen“ im Centrum. (Erste Mundanlage.) Dieselbe Vergrößerung.

Fig. 18. Nächstes Stadium. Intensive Bildung von Chromatogenen, welche reihenweise den „Pseudopodien“ des Nucleolarkernes zuströmen. ZEISS, hom. Imm. 1,5 und Comp.-Oc. 4.

Fig. 19. Weiteres Stadium. Volle Ausbildung des Nucleolarkernes. Vacuolenbildung im Protoplasma um die eingedrungenen Spermatozoen. Chromatogenen werden zu Plasmogenen. Dasselbe System und Comp.-Oc. 6.

Fig. 20. Chromidienbildung am hinteren Ende des Kernes. Im Protoplasma neue Plasmogenenbildung. Anbildung der Mundöffnung. Dieselbe Vergrößerung.

Fig. 21. Nächstfolgendes Stadium der energetischen Kernauflösung (épnation nucléaire) unter Chromidienbildung. Erste Peristomanlage. ZEISS, hom. Imm. 1,5 und Comp.-Oc. 8.

Fig. 22. Das Abplatten des vorderen Körperteiles der *Stomatophora* zum breiten Peristom. Verdauung der Spermatozoen in der Peristomgegend. Weit geöffnete Mundöffnung mit zwei Spermatozoonkörpern. Plasmogenenbildung. Chromatinfreicher ruhender Nucleolarkern. ZEISS, hom. Imm. 2,0 und Comp.-Oc. 6.

Fig. 23. Nächstfolgendes Stadium. Ein Spermatozoon in Vacuole liegend. Vom Nucleolarkern (oben rechts) Chromidien ausgehend (épnation nucléaire). Dieselbe Vergrößerung.

Fig. 24. Verdauungserscheinungen von Spermatozoen im Kern (Kernverdauung) und im Plasma. Letzteres bildet mehrere Vacuolen um die eingenommenen

Spermakörper und ist mit Chromatogenen- und Plasmogennetz durchsetzt. ZEISS, hom. Imm. 1,5 und Comp.-Oc. 8.

Fig. 25. Ähnliches Stadium. Hinterer Teil der Nucleolarnstanz samt dem verbrauchten Chromatinklumpen schnürt sich von dem stark funktionierenden vorderen Teil des Nucleolarkernes ab. Dieser sendet vielfach verästelte Nucleolarfortsätze den ihm am nächsten liegenden Spermatozoen entgegen. Spermatorphor ist ganz verbraucht. Deutliche Mundöffnung. ZEISS, hom. Imm. 2,0 und Comp.-Oc. 6.

Fig. 26. Anstoßen des sämtlichen Chromatinkörpers ans dem Kern (schließt sich an Fig. 21). Dasselbe System und Comp.-Oc. 4.

Fig. 27—40—59. Die dritte und letzte Wachstumsperiode (27—40). Die erwachsenen Formen von *Stomatophora coronata* (40—59).

Fig. 27. Peristombildung. Mundöffnung nicht sichtbar. Kernanflösung (éparation nucléaire) unter Chromidienbildung. ZEISS, hom. Imm. 1,5 und Comp.-Oc. 4.

Fig. 28. Kernreorganisationserscheinungen mit Chromidien- und Chromatogenenbildung und deren Zuströmung zum Kern. (Nucleolarkern.) ZEISS, hom. Imm. 2,0 und Comp.-Oc. 6.

Fig. 29. Peristom ist angebildet. Mundöffnung nicht sichtbar. Kernruhepause. Die rege Plasmogenenbildung am Peristomrande. Hinter dem Nucleolarkern spärliche Chromidienklumpen. ZEISS, hom. Imm. 1,5 und Comp.-Oc. 4.

Fig. 30. Peristom ist zusammengeschrumpft. Sechs Spermatozoenkörper im vorderen Plasmateil. Beteiligung des Chromatinkörpers des Kernes an Chromidienbildung (hinter dem Kern) und Chromatogenenaufnahme (vorn). Kernreorganisation. ZEISS, hom. Imm. 2,0 und Comp.-Oc. 2.

Fig. 31. Im Centrum des ausgebreiteten Peristoms die Mundöffnung. Um die Peristomkante eine schmale „Alveolar“plasmaschicht. Im hinteren Ende des *Stomatophora*-Körpers eine Afteröffnung (vgl. Fig. 25). Nebenbei eine Vacuole mit stark gefärbten Körnchen. Kernreorganisation. ZEISS, hom. Imm. 2,0 und Comp.-Oc. 4.

Fig. 32. Peristom weit geöffnet. Mundöffnung mit Spermatozoen überfüllt. Plasmogenenbildung in der Peristomgegend. Wohlausgebildeter, ruhender Nucleolarkern mit centralem runden Chromatinkörper. ZEISS, hom. Imm. 2,0 und Comp.-Oc. 2.

Fig. 33 u. 34. Ruhepause. Einstülpungen der Peristomplatte. ZEISS, hom. Imm. 2,0, 1,5 und Comp.-Oc. 2, 4.

Fig. 35a. Energetische Chromatogenenbildung in der Peristomgegend. Auflösungserscheinungen des Nucleolarkernes: a) Chromidienbildung aus dem Chromatin und deren Umwandlung zu Plasmogenen; b) Vacuolisierung der Nucleolarsubstanz. ZEISS, hom. Imm. 1,5 und Comp.-Oc. 4.

Fig. 35b und 36. Neubildung des Kernes. Vernichtung des alten Kernes unter fortschreitender Vacuolisierung der Nucleolarsubstanz und Chromatinauflösung. Stark zunehmende Chromatogenenbildung. Chromatogenen und Nucleoliden bilden einen neuen Kern. ZEISS, hom. Imm. 2,0 und Comp.-Oc. 4.

Fig. 37. Letztes Stadium der Kernreorganisation (der Kerneubildung?). Nucleolienring an der Peripherie der Nucleolarnstanz des Kernes. Chromatogenenaufnahme vom Kern. Plasmogenenbildung (oben links) und Plasmogenenkörnchen (in der Mitte). Spärliche Chromidienstreifen (unten, hinter dem Kern). ZEISS, hom. Imm. 2,0 und Comp.-Oc. 6.

Fig. 38. Ähnliches Stadium. Die letzte Chromatogenenaufnahme vom Kern. Hinter diesem schwach färbbares Chromidienetz. Dasselbe System und Comp.-Oc. 4.

Fig. 39. Eine sterbende *Stomatophora*. Das Protoplasma in der Peristom-

gend ist fast ganz obliteriert. Obliterationserscheinungen des Protoplasmas (in der Mitte). Bis aufs äußerste vacuolisierter, chromatinloser Nucleolarkern. Dieselbe Vergrößerung.

Fig. 40. Anbildung der jugendlichen *Stomatophora* zu erwachsener Form unter starker Plasmazunahme. Chromatogenen bilden eine dichte Wolke um den kompakten, chromatinreichen Nucleolarkern. ZISS, bom. Imm. 1,5 und Comp.-Oc. 4.

Fig. 41. Erwachsene *Stomatophora* mit ruhendem, chromatinarmem, etwas vacuolisiertem Nucleolarkern. Um den Peristomrand eine schmale Schicht von „Alveolar“protoplasma. Dieselbe Vergrößerung.

Fig. 42. Kernreorganisation. Chromatogenenaufnahme. Dieselbe Vergrößerung.

Fig. 43. Kernreorganisation (Kernanflösung, *éparation nucléaire*). Chromatinkörperchen vor dem Ausstoßen aus dem Nucleolarkern. Dieselbe Vergrößerung.

Fig. 44. Ruhestadium. Chromatinreicher, kompakter Nucleolarkern im hellen, grobmächtigem Protoplasma. Chromatogenenbildung in der Peristomgegend. Dieselbe Vergrößerung.

Fig. 45. Kernanflösung (Kernreorganisation). Mächtiges Chromidiennetz, aus dem hinteren Ende des chromatinreichen Nucleolarkernes ausgehend, fällt die vordere Hälfte des Plasmas aus. Dieselbe Vergrößerung.

Fig. 46. Zerfall des Kernes in drei Teile; ein Bruchstück des Kernes in Teilung begriffen. Dieselbe Vergrößerung.

Fig. 47. Kernlose *Stomatophora coronata*. Einzelne feinste Chromatogenenkörnchen um den Peristomrand. Dieselbe Vergrößerung.

Fig. 48. „Krankhafte“ *Stomatophora*. Chromidialnetz durchsetzt den ganzen Plasmaleib. Chromatinarm, etwas vacuolisierter Nucleolarkern. Dieselbe Vergrößerung.

Fig. 49—54. Das letzte Stadium des vegetativen Lebens. Verschiedene Momente des Zusammenziehens des vorderen Körperteiles. Starke Chromatogenenbildung. Kernauflösungs- und Kernreorganisationserscheinungen (Chromidienbildung und Chromatogenenaufnahme). Dieselbe Vergrößerung.

Fig. 55. *Stomatophora coronata* mit „normal“ aussehendem Kern. ZISS, bom. Imm. 2,0 und Comp.-Oc. 4.

Fig. 56 u. 57. Eine hungernde und eine wohl ernährte *Stomatophora*. Dieselbe Vergrößerung.

Fig. 56. Glashelles Protoplasma mit einem stark aufgelösten und etwas vacuolisierten Nucleolarkern. Keine Chromidienbildung.

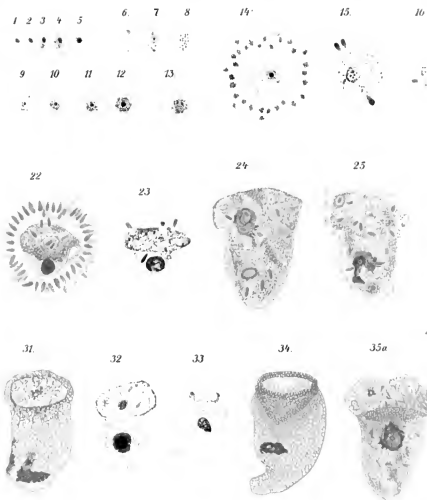
Fig. 57. Wohlernährtes Protoplasma mit feinsten Chromatogenenkörnchen. Der vorher vacuolisierte Nucleolarkern ist mit „Kernsaft“ gefüllt und weist Chromintteile an.

Fig. 58 u. 59. Zwei *Stomatophoren* mit eingeschnürtem und angestülptem vorderen Körperteil. ZISS, bom. Imm. 1,5 und Comp.-Oc. 6, 4.

Fig. 60 (zu Fig. 24). Kernverdauung von Spermatozoenkörpern. ZISS, bom. Imm. 2,0 und Comp.-Oc. 12.

Fig. 61. Kernanflösungsstadium (*éparation nucléaire*). Stark verästelter Chromatinkörper auf reticulärer Nucleolarsubstanz. Dasselbe System und Comp.-Oc. 18.

Fig. 62. Aussehen des Kernes nach vollendeten Reorganisationsprozessen (zu Fig. 38). Dasselbe System und Comp.-Oc. 8.



17



18.



19



20.



21



26



27



28



29



30



35b



36



37



38



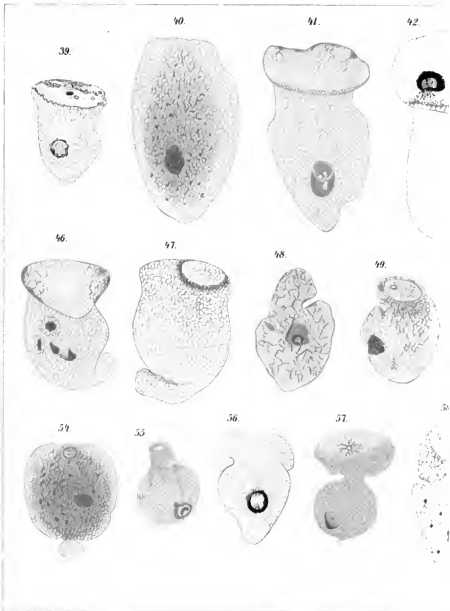
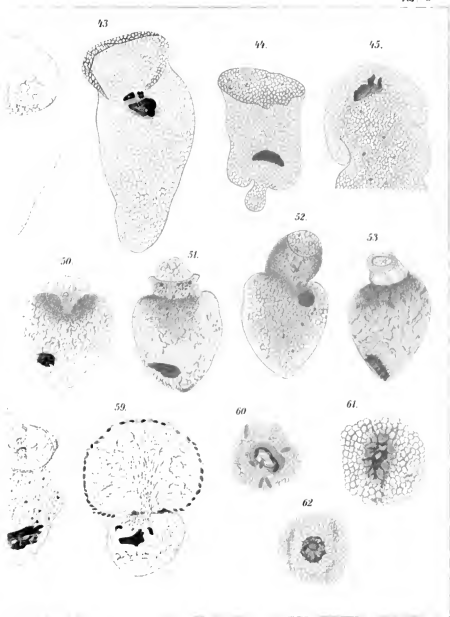


Fig. 39-42

Fig. 46-58



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [10 1907](#)

Autor(en)/Author(s): Drzew(i)ecki W.

Artikel/Article: [Über vegetative Vorgänge im Kern und Plasma der Gregarinen. 216-246](#)