

Untersuchungen über den Chromidialapparat der Gregarinen.

Von

Dr. Salvatore Comes,

Assistent des Herrn Prof. Dr. A. Russo,

Direktor des zool. Instituts der königl. Universität Catania in Sicilien.

(Hierzu Tafel XIX u. XX.)

Einleitung.

Es sind erst wenige Jahre her, daß R. HERTWIG (12) den Namen „Chromidien“ für jene runden, eckigen oder sternförmigen, wie das Chromatin des Kernes und die von diesem herstammenden Körper färbbaren Gebilde vorgeschlagen hatte; sie sind von ihm zuerst in einem vielkernigen Heliozoon: *Actinosphaerium eichhorni* gefunden worden. Nichtsdestoweniger hatte, wie MESSIL (22) mit Recht bemerkt, diese Bezeichnung einen schnellen Erfolg und wurde immer mehr von den Protistologen in Anwendung gebracht, wenn sie überhaupt eine jede ergastoplasmatische Bildung mit Kernfärbbarkeit bezeichnen wollten. HERTWIG leitete die Chromidien vom Kern ab und schrieb ihnen eine Nährfunktion zu, vermittels welcher sich das Verhältnis zwischen dem Kern und dem für das Leben der Normalzelle notwendige Protoplasma unverändert erhält. Wenn daher aus irgend einem Grunde (Fasten oder Überernährung) dieses Verhältnis oder Gleichgewicht gestört ist, so stößt der Kern immer Chromidien in das Cytoplasma aus, um die Kernplasmarelation wiederherzustellen. Ein solches bald herstellendes, bald regulierendes Vermögen des Cellularstoffwechsels vermittels des Kernes

hat eine Grenze. Sobald nämlich die Chromidien zerfallen, stirbt die Zelle ab. Ohne uns weiter mit den Chromidien, die GOLDSCHMIDT (10) Sporetien genannt hat, zu beschäftigen, welche eine sehr wichtige Funktion bei der Entwicklung der Protozoen haben, nämlich die Kerne der zukünftigen einkernigen Sporen zu bilden, werden wir uns auf die Chromidien im Sinne HERTWIG's beschränken, der sie als regulatorische Körper des Zellstoffwechsels auffaßt.

Viele Forscher beobachteten seit HERTWIG Chromidien im Zellplasma der Protozoen und schrieben ihnen die nämliche Herkunft und die gleiche Bedeutung wie den Chromidien von *Actinosphaerium* zu. LÉGER (17, 18) hat dieselben bei den Gregarinen der Arten *Stylorynchus* und *Stenophora* beschrieben. Obwohl er, wie man dieses später aus dieser Arbeit erschen wird, allen guten Grund hätte, HERTWIG's Ansichten zu widersprechen, so schloß er sich doch vollständig denselben an, ohne nach dem wahren Kriterium der Tatsachen zu suchen.

CERCONI (2) beschrieb die Körper ebenfalls im Zelleibe einer anderen Gregarine, nämlich *Anchorina sagittata* (LEUK), bei Individuen eines bestimmten Entwicklungsgrades, und nahm an, daß sie allmählich in den erwachsenen Exemplaren verschwinden.

Abgesehen von dieser treffenden Angabe hielt sich CERCONI nicht für berechtigt, über die Herkunft und die Bedeutung solcher Körper sich auszusprechen, und erwähnt nicht einmal die Ansicht von HERTWIG. Einverstanden mit dieser sind die deutschen Forscher. DRZEWECKI (7) stellt bei *Monocystis agilis* und in *M. porrecta* die Hypothese einer teilweisen Chromidialbildung des Kernes auf, welcher manchmal vollständig ohne irgendwelche chromidialen Reste verschwindet. Die Chromidien stellen, indem sie sich verdicken, dann den verschwundenen Kern wieder her. Die späteren Chromidien entstehen nach DRZEWECKI im Cytoplasma und haben nichts mit dem alten Kern zu tun. DRZEWECKI vertritt in einem gewissen Sinne also die Hypothese von der äußeren Herkunft der Chromidien. Aus solchen Chromidien entstehen zwei Netze, die, immer mehr gegen die Mitte konvergieren, sich schließlich vereinigen und auf den Ruinen des alten einen neuen Kern gründen. In diesem Falle würden die Chromidien auch wegen ihres besonderen Aussehens die Bedeutung von Sporetien oder Idiochromidien erlangen.

BERNDT (1) läßt aus dem Zerfall des Caryosoma des Kernes die chromatischen Körner abstammen, welche im Cytoplasma der parasitischen Gregarinen des Darmes von *Tenebrio molitor* vorkommen.

LÜHE (21) stellt sich in seiner langen kompilatorischen Arbeit über die Gregarinen auf die Seite von R. HERTWIG. Das gleiche tut R. GOLDSCHMIDT in einer Reihe von Arbeiten, welche wegen ihrer besonderen Wichtigkeit in bezug auf die dort ausgesprochenen Ideen in der Folge speziell besprochen werden sollen.

Es fehlt aber nicht unter den deutschen Protistologen an solchen, welche mit dieser Ansicht nicht übereinstimmen. PAEHLER (23) z. B., welcher zuerst bei den Gregarinen und, soviel ich weiß, bei den Protozoen eine mehr oder weniger unvollkommene perinucleare Zone gesehen hat, glaubt, daß durch eine solche Zone vom Protoplasma aus zum Kern kleinste Nahrungsteile gehen. Klarer bewies dieses DOGIEL (6), als er sich mit der Biologie der Gregarinen befaßte, daß diese Parasiten die Nährstoffe den Epithelialzellen des Darmes mittels des Rüssels (Protomerit) entnehmen und daß sich hier kleine Massen von Chromidialkörnchen bilden.

DOGIEL führt als Beweis für diese Angabe die Tatsache der Entartung der Blutkörperchen des Wirtes an, in welche der Schmarotzer seinen Schnabel fixiert und welcher sich mit chromatischen Körnchen bereichert hatte.

Im Cytoplasma sind diese chromatischen Körnchen überall verbreitet, ausgenommen in der Nähe des Kernes. Ungeachtet dieser unbestreitbaren Ergebnisse bleibt die Herkunft der Bedeutung der Chromidien bei den Protozoen noch immer unentschieden; einerseits haben Forscher von großem Ansehen, wie SIEBLECKI (28) für die Coccidien, MESNIL (l. c.) für die Infusorien, die Ansichten HERTWIG'S angenommen, andererseits muß man aber nach meiner Ansicht bei der Fragestellung nach der Herkunft der Chromidien anders verfahren und den Weg des Experimentes einschlagen. Experimentell muß man in der Richtung, welche HERTWIG selbst angegeben hat, vorgehen, nämlich: das normale Gleichgewicht, welches zwischen Protoplasma und Kern besteht, mittels außergewöhnlichen physiologischen Bedingungen verändern, um das diesbezügliche Verhalten des Chromidialapparates in der Folge zu beobachten. Man müßte ferner versuchen, ob in Wirklichkeit der Zustand der Überernährung oder des Fastens des Tieres zu einer übermäßigen Erzeugung von Chromidien führt, vorausgesetzt, daß diese unter Normalbedingungen bestehen würden; man müßte ferner den Versuch anstellen, ob die Gegenwart eines Chromidialapparates von Bedingungen des Ortes, der Jahreszeit, der Temperatur abhängig ist.

Meine erhaltenen Versuchsergebnisse widersprechen in gewissen Punkten den heute geltenden Ansichten über die Herkunft der

chromatischen Körper des Cytoplasma. Bezüglich dieses Punktes will ich in der vorliegenden Arbeit nur das ergänzen, was ich in einer früheren Mitteilung angegeben habe (5) und meine sicheren Befunde von damals mit Abbildungen nach dem Leben illustrieren. Ich werde zugleich versuchen, noch besser die Verhältnisse auseinander zu setzen, welche zwischen Protoplasma und Kern im allgemeinen bestehen, sowie zwischen Protozoen und den Geschlechtszellen der Metazoen im besonderen, ein Vergleich, der, wie ich ebenfalls in der oben angegebenen Mitteilung bemerkte, mich zwang, diese Untersuchungen anzufangen, welche in dieser Beziehung als eine Fortsetzung der Untersuchungen über die Eierstöcke der Wirbeltiere, die ich vor einigen Jahren vorgenommen habe, betrachtet werden können.

Material und Methode der Untersuchung.

Als Untersuchungsmaterial habe ich mich der Gregarinen bedient, sowohl weil die Wirtstiere dieser Sporozoen leicht zu haben sind, als auch weil in diesen letzteren und besonders in der von mir beobachteten Species der chromatische Apparat immer leicht zu beobachten ist, und endlich, weil niemand mit Deutlichkeit die Herkunft dieses Apparates in den Gregarinen selbst untersucht hat. In der Tat kann MESSIL in seiner unter dem Titel „Chromidies et questions connexes“ veröffentlichten Arbeit im April des Jahres 1905 als Beispiel für die nucleare Herkunft eines Chromidialapparates bei den Gregarinen nichts anderes, als die Hypothese von LÉGER anführen, welche allerdings im Widerspruche steht mit den oben angeführten Tatsachen dieses Forschers. Er hält übrigens für angemessen, die folgende Bemerkung zu machen „il faut bien se garder de trop généraliser et chaque cas où le protoplasme se charge de granulations chromatiques doit être bien étudié avec soin à ce nouveau point de vue“. Es ist wahr, daß er hierauf der neuesten Arbeit von DOGIEL folgte, aber ich will der Wahrheit zu Ehren daran erinnern, daß meine Untersuchungen bereits damals seit einiger Zeit im Gange waren. Das beweist das Erscheinen meiner im letzten März erschienenen Mitteilung, also ungefähr einen Monat später nach dem Erscheinen der erwähnten Arbeit. Im übrigen steht DOGIEL's Arbeit isoliert da, und dazu ist sie weder erschöpfend noch entscheidend. Die von mir untersuchten Gregarinen-species sind die *Stenophora juli*, nämlich der Schmarotzer des Darmes von *Julus communis*, welcher

an feuchten Orten mit fettem Boden in Catania sehr gemein ist, und der *Stylorhynchus longicollis*, der Schmarotzer im Darm von *Blaps obtusa*, welches Tier man allerdings weniger leicht in den Trümmern alter, abgetragener Gebäude vorfindet.

In diesen beiden Gregarinen wurden chromatische Körnchen gefunden. Bei der *Stenophora* hat sie zuerst SCHNEIDER (27) beschrieben, hierauf fand sie LÉGER (17, 18) in anderen *Stenophora*-raeen, wie z. B. in der *Stenophora varians* und in der *S. nematoïdes* und in *Stylorhynchus longicollis*; dieser letztere Forscher hat von diesen eine genaue Beschreibung gegeben.

Als Fixierungsflüssigkeit habe ich in reichlichem Maße die DAWIDOFF'sche Flüssigkeit angewendet, welche besonders von den technischen Handbüchern anempfohlen wird, und das alkoholische Sublimat, wenig oder kaum angesäuert. Ich habe mich auch anderer Reagentien bedient, wie z. B. der FLEMMING'schen und BENDA'schen Lösung. Die erste stets mit geringerem Erfolg als bei den zwei vorhergehenden Fixierungsmitteln. Über das zweite Fixierungsmittel werde ich in einem besonderen Kapitel berichten, weil dieses Fixierungsmittel von großem Vorteil bei der Klarstellung des Sachverhaltes war. Die mit DAWIDOFF'scher Flüssigkeit oder mit alkoholischem Sublimat fixierten Präparate wurden besonders mit Eisenhämatoxylin allein oder in Verbindung mit Eosin, mitunter auch mit gewöhnlichem Hämatoxylin und Eosin, ferner mit Hämalaun, mit Carmin usw. gefärbt. Die mit FLEMMING'scher oder BENDA'scher Flüssigkeit fixierten Präparate wurden mit Eisenhämatoxylin oder mit dem nämlichen sauren EHRLICH'schen Hämatoxylin gefärbt. Manchmal habe ich das Saffranin nach den Vorschriften von FLEMMING angewendet, ferner die Mischung EHRLICH-BIONDI-HEIDENHAIN und endlich das Zinnmolybdatreagens von POLLACCI.

Eigene Untersuchungen.

Gemäß der von HERTWIG in seiner Arbeit über das *Actinosphaerium eichorni* auseinandergesetzten Tatsache und den anderen Ansichten dieses Forschers, welche er in neueren Arbeiten behauptet hat, sowie gemäß des von mir ausgesprochenen Kriteriums beim Studium der Modifikationen des Eierstockseies der Säugetiere, habe ich im Sinne von HERTWIG an den Protozoenzellen Versuche angestellt und experimentell die Normalbedingungen des Wohnortes

des Schmarotzers zu modifizieren gesucht und dabei die Strukturveränderungen seiner wichtigen Teile: des Kernes, Cytoplasmas und der Chromidien notiert. Im Anschluß an das Studium der normalen Zelle werde ich auf die Veränderungen, herbeigeführt durch Überernährung, Fasten, Temperatureinflüsse, Einwirkung der Jahreszeit sowie auf Modifikationen, die durch Kombination der angeführten Milieueinflüsse verursacht worden sind, eingehen.

a) Beobachtungen bei gewöhnlichen Bedingungen.

Diese Beobachtungen, welche nur *Stenophora juli* betreffen, wurden am Ende des Oktober des verflissenen Jahres gemacht. Die gefangenen Tausendfüßer stammten von verschiedenen Lokalitäten ab. Dieselben wurden ungefähr eine Woche in einer „Kultur“ von hefechteter Kleie gehalten, damit das Tier die Erdstoffe seines Darmes, welche das Anfertigen von Mikrotomschnitten hindern, auswirft und damit zugleich ihm eine passende Ernährung geboten wird. Meine Beobachtungen erstrecken sich sowohl auf das noch intracelluläre Stadium des Parasiten als auch auf die im Lumen des Darmes freilebenden Formen. Im ersten Falle, wenn der Parasit sich noch im Sporozoitenzustande befindet, ist das Plasma mit dem Eisenhämatoxylin sehr färbbar (Fig. 1); mit dem Anwachsen des Sporozoiten wird es immer weniger gefärbt und ist noch weniger färbbar, wenn der Protomerit angelegt wird (Fig. 2). Mit dieser stufenweisen Entfärbung des Plasmas macht sich zugleich ein graduelles Erscheinen von kleinen chromatischen Körnchen im Zellkörper des Sporozoon im Zustande des Monomeriten bemerkbar und zwar besonders im Innern und an der Peripherie des Protomeriten, wenn dieser vorhanden ist. Der Kern stellt sich ebenfalls sehr veränderlich in seiner Konstitution dar.

In dem Sporozoiten ist er ganz ähnlich beschaffen, wie in einer gewöhnlichen Zelle, d. h. in einem sehr basophilen Enchylema sind Chromatinkörnchen verteilt. Später konzentriert sich das Chromatin in der Mitte, während man an der Peripherie chromatische Körnchen beobachtet, welche immer mehr sich verdichten und sich zu Ringen lagern. Außerhalb dieser Ringe bilden sich unmittelbar unter der Kernmembran andere Körnchen. Dieses beweist die Fig. 2. In noch späteren Stadien kann man ein dichtes zentrales Caryosoma mitten in einem viel weniger färbaren Enchylema der vorangehenden Stadien (Fig. 3) beobachten.

Dieser Anordnung hegegnet man in der Regel auch noch in

den extracellulären Stadien. Hier ist das Plasma gewöhnlich mit den basischen Reaktionsmitteln wenig färbbar; es entstehen selten chromatische Körnchen, aber wenn diese etwa vorhanden sind, sind sie stark gefärbt, vielleicht noch mehr als das Chromatin des Kernes und sind gut umschrieben (Fig. 4). Indessen muß man sich daran erinnern, daß nur ein kleiner Percentsatz der Parasiten chromatische Körper im Innern ihres Zellkörpers zeigt.

b) Überernährung.

Ich habe Gelegenheit gehabt, die Wirkung der Überernährung in zahlreichen Julus gut zu untersuchen, welche ich mitten in alten Misthaufen gefangen hatte und zwar im Monat Oktober. Diese Tausendfüßler waren sehr gut genährt im Vergleich zu denen, die ich gelegentlich anderswo fand. Auch die von diesen bewirteten Schmarotzer zeigten eine bedeutende Zunahme ihrer Größe und eine besondere Konstitution. In der Tat, der größte Teil dieser Sporozoen zeigte ein Cytoplasma, das reich an chromatischen Körpern von verschiedener Form war. Es fanden sich runde, ovale und längliche über den ganzen Leib des Deutomeriten verteilte Körper. Dieselben waren im Protomeriten nicht sichtbar, ausgenommen im intracellulären Zustande (Fig. 5).

Nur die dicksten Formen dieser Schmarotzer zeigten nicht mehr diese Körper. Wenn sie dieselben jedoch zeigten, befanden sie sich im Zustande vollster Entfärbung.

Die Gegenwart solcher Körper bei zahlreichen Stadien hat mir die Gelegenheit dargeboten, die verschiedenen Phasen der Bildung und des Zerfalles zu beobachten, sowie ihre Beziehungen zum Cytoplasma und zum Kern festzustellen. Mit diesen Beziehungen werde ich mich später eingehender befassen. Ich erinnere hier noch beiläufig daran, daß man in Begleitung mit den chromatischen Körpern sehr oft eine perinucleare Zone beobachten kann, sowie eine dichte Konstitution, welche mit den basischen Farben des Kernes leicht färbbar ist (Figg. 10, 11).

Was also die Überernährung anbetrifft, so habe ich sehr gut das, was von HERTWIG und den anderen Forschern behauptet wurde, bestätigen können.

c) Einfluß des Fastens.

Das Ergebnis, welches ich mit dem Verfahren des mehr oder weniger lang andauernden Fastens erhalten habe, war indessen

nicht übereinstimmend mit dem der anderen Forscher. Dieses Verfahren wurde in verschiedenem Sinne ausgeführt. Ich ließ die Tausendfüßler, die auf Misthanfen und anderswo gefangen wurden, im Monat Oktober d. h. zu einer Zeit, wo die Chromidien in dem Normalwirte existieren, fasten, ferner ließ ich sie in den Monaten der Winterzeit, im Dezember, Jannar und Februar, hungern. Die Dauer des Fastens ließ ich immer wechseln von einem Minimum von 14 Tagen bis zu einem Maximum von 2 Monaten. Die Schnitte durch die lebenden Gregarinen im Darmlumen zeigten während des Fastens nie gefärbte Körnchen in ihren Cellularkörpern, der Kern des letzteren war normal, meistens mit einem dichten Caryosom versehen, welches in ein farbloses Enchylem eingesenkt war und fast immer einer perinuclearen Zone entbehrte (Fig. 6). Trotzdem sollte das Fasten nach HERTWIG, LÉGER u. a. ein chromidiogener Reiz sein. Der Kern soll teilweise oder ganz in Chromidien zerfallen, um das infolge des geringen Stoffwechsels zwischen dem Cytoplasma und seiner Umgebung und dem Cytoplasma und dem Kern gestörte Gleichgewicht wiederherzustellen. Ich wiederhole es, daß ich immer den Kern, niemals aber diese Chromidien gesehen habe, trotzdem die Tiere in Abmagerung begriffen waren. In Durchschnitten konnte man oft Encystierungsformen beobachten. Sie waren in Normal Exemplaren selten, noch seltener im Zustande der Überernährung.

d) Die Temperatur.

Die vorhin auseinandergesetzten Versuche erweckten in mir den Verdacht, daß die Gegenwart oder die Abwesenheit des Chromidialapparates eher einem Zerfalle des Kernes als einem Überflusse oder einem Mangel an Nahrungsstoffen, welche die Umgebung abtreten kann, zuzuschreiben sind. Wenn aber, wie ich dies für die Eier der Säugetiere bereits nachgewiesen habe, eine direkte Beziehung zwischen dem Ernährungsstadium eines Individuums und dem in denselben enthaltenen Reservematerial unabhängig vom Kerne besteht, warum sollte nicht das gleiche auch bei Protozoen vorkommen? In den von HERTWIG und anderen Forschern vorgebrachten Tatsachen sollten Reize von ganz entgegengesetzter Natur die gleiche Wirkung hervorrufen.

Diese Erscheinung, wenn man sie auch scheinbar innerhalb gewisser Grenzen in bezug auf die Lebensorgane (Muskel und Nerven) gelten lassen kann, ist bislang noch nicht bekannt bezüglich der Wirkungen, welche Reizen entsprechen, die den Zellstoffwechsel ver-

ändern. Die von HERTWIG und vielen anderen Forschern beobachteten Fälle kann man vielleicht Kernentartungen zuschreiben, welche dem Tode des Organismus vorausgehen. Im übrigen habe ich verschiedentlich die Störung des plasmatisch-nuclearen Gleichgewichtes zu verstärken versucht und mich außer des Fastens auch der Temperatureinwirkung bedient. Eine niedrige Temperatur bewirkt ebenfalls nach HERTWIG Hypertrophie des Kernes, d. h. begünstigt den Zellstoffwechsel, eine hohe Temperatur (wohlverstanden immer mit Bezug auf die, in welcher das Tier gewöhnlich lebt) bewirkt einen übermäßigen Verbrauch der resorbierten Stoffe und eine Verminderung dieser letzteren. In einem solchen Falle sollte der Kern als regulatorisches Centrum des plasmatisch-nuclearen Gleichgewichtes mehr oder weniger in Chromidien zerfallen. Ich habe an verschiedenen Orten gefundene Tausendfüßler in Thermostaten bei einer 12–15° die normale Temperatur übersteigenden Temperatur verschieden lange Zeit gehalten. Einige derselben verblieben 24, andere 48, wieder andere 96 Stunden und endlich wiederum andere viel länger. Anf Schnitten zeigten die beobachteten Gregarinen das Cytoplasma ganz frei von Chromidien, der Kern war der perinuclearen Zone beraubt. Der Kern selbst schien sehr oft auf ein einziges Caryosoma beschränkt zu sein (Fig. 7). Diese übermäßige Aktion des Stoffverbrauches kombinierte ich noch mit dem Einfluß des Fastens. Da ich jedoch Ernährungskulturen unter gleichen Temperaturbedingungen anstellte, so waren deren Ergebnisse die nämlichen. Zweifelsohne konnte das Wirtstier während der Hitze nicht assimilieren.

e) Die Jahreszeit.

Ich habe auch den Einfluß der Jahreszeit auf die Bildung des Chromidialapparates beobachten können.

Die Stenophoren des *Julus* zeigten im Winter durchaus keine Chromidien, diese fangen an im April und Mai als kleine und zahlreiche Körnchen sich zu zeigen, wie Fig. 8 u. 22 dartun. Größer und charakteristischer sind sie im Herbst (Oktober). Diese Abhängigkeit der Chromidialproduktion von der verschiedenen Jahreszeit hat einerseits ihren Grund in der beinahe letargischen Lebensweise, welche die Tausendfüßler während des Winters führen und zwar unter den Steinen zum Schutze gegen die Witterungsunbilden, andererseits in der lebhafteren Lebensweise, welche sie im Frühling und Herbst führen, sobald die Feuchtigkeit der Jahreszeit das Optimum erreicht.

f) Versuche bezüglich einer künstlichen Überernährung.

Diese Versuche wurden vorgenommen, um direkt eine chromidiale Neubildung verfolgen zu können, welche im Gegensatz zum verderblichen Einfluß des Fastens stehen sollte. Die in den Wintermonaten gefangenen Tausendfüßler wurden in Glasbehälter gesetzt, in die ich Mist mit einer 7%igen Lösung von Natriumphosphat eingebracht hatte. Von anderen Kulturen, z. B. Kleie und Zucker, Kleie und Blätter, erhielt ich keine befriedigenden Ergebnisse. Die oben angeführten Versuchsbedingungen entsprachen, wenn auch nur in approximativer Weise, den Eigenschaften eines künstlichen Mistes. Die dabei erhaltenen Ergebnisse waren nennenswert, wie die Fig. 11 es beweist. Das Cytoplasma des Deutomeriten zeigt, außer einer stärkeren Färbung, zahlreiche noch stärker gefärbte Flecken, die wie Grannla über seine ganze Oberfläche verteilt, in und besonders an der Cytoplasmaperipherie sehr weit vom Kern entfernt sind (Fig. 9).

Morphologische Betrachtungen.

In diesem Kapitel will ich für sich allein das Verhalten der chromatischen Körper und des Kernes untersuchen, indem ich ihr gegenseitiges Verhältnis teils bei *Stenophora juli*, teils bei *Stylo-rynychus longicollis* besonders hervorhebe.

Stenophora juli. — Wir haben erfahren, was im Normalzustande der Zelle sich vorfindet. Die accentnierte Färbung des Sporenplasmas, die Gegenwart der chromatischen Körnchen sogar im Protomeriten des intracellularen Sporozoen, die körnige Plasmakonstitution des freien Cephalonten, das seltene Erscheinen von großen und umschriebenen chromatischen Körpern in demselben, das Verhalten des Kernes in bezug auf diese Zustände, alles dieses spricht zugunsten einer äußeren Produktion des Chromidialapparates. Man muß dabei beachten, daß das Plasma immer seine Basophilie zugunsten des Kernes verliert, der im intracellularen Zustande, wenn der Schmarotzer in innigster Berührung mit einer an Nährstoffen reichen Umgebung sich befindet, diese Nährstoffe in größerer Fülle resorbiert. Die überflüssigen chromatischen Stoffe bilden Chromidien und zwar besonders im Protomeriten. Im extracellularen Zustande, sobald der Zufluß der Nährstoffe geringer wird, werden die Chromidien seltener

gebildet und dann sicherlich nur in Ausnahmshedingungen der Ernährung. Wenn man den Wirt hungern läßt oder ihn zwingt, wenig zu assimilieren (Jahreszeit, Temperatur), so verschwinden die Chromidien gänzlich. Wenn aber dieser in einer an Nährmaterial reichen Umgebung (Mist) lebt, dann werden diese Ausnahmsbedingungen zur Regel und alle Schmarotzer oder fast alle, zeigen das Deutomeritplasma von chromatischen Körpern ganz durchsetzt. In diesem letzteren Falle können wir wegen Überfluß der diesbezüglichen Beobachtungen die Natur solcher Produktionen und ihr Verhalten zu dem Kern noch besser kennen lernen. Eine ungewöhnliche Anzahl von Chromidien vergesellschaftet sich immer mit einem an Chromatin sehr reichen Kern (Fig. 5, 10). Dieser kann aber auch chromatinreich sein in denjenigen Fällen, in welchen die Chromidien in geringer Anzahl und wenig färbbar sind (Fig. 13). Im allgemeinen jedoch zeigt sich der Kern in solchen Fällen ebenfalls weniger gefärbt oder kleiner. Die Chromidien sind um so mehr entfärbt und um so weniger zahlreich, je näher sie dem Kerne sind (Fig. 12). Umgekehrt, sind sie in größerer Fülle am Anfang des Deutomeriten, die kleineren trifft man innerhalb des Ectoplasmas. In den Fällen, in welchen der Kern arm an Chromatin oder vollständig achromatisch ist, zeigen sich nicht chromidiale Körnchen im Cytoplasma.

Darans darf man noch nicht schließen, daß der Kern keinen tätigen Anteil an dem Zellstoffwechsel nimmt, und ich könnte an dieser Stelle auch nicht das Gegenteil behaupten, da infolge von Studien anderer Autoren und meiner eigenen, es klar bewiesen wurde, welchen Anteil der Kern auch in den ergastoplasmischen Produktionen der Zelle nimmt. — Der Kern zeigt sich besonders in den Fällen von Überernährung umgeben von einer sehr deutlichen perinuclearen Zone (Fig. 6, 15). Diese Zone ist sehr dichtkörnig und stärker gefärbt als das umgebende Plasma, ja, ihre Färbung ist eher ähnlich derjenigen des Kernenchylema. Die Zone hat sehr wahrscheinlich eine enzymatische Funktion, und hat mithin die Bestimmung das im Plasma angehäuften Material zu verarbeiten, indem es die anabolischen Prozesse begünstigt, und so Nahrung, sei es für das Plasma, sei es für den Kern, liefert. In der Tat ist die Zone um so kleiner, je reicher der Kern an Chromatin ist (Fig. 21). In der Folge beobachtet man nur eine schwache Radiation, oder „Strahlung“ wie die deutschen Autoren sich ausdrücken, welche der Rest von dieser Zone ist. Wenn der Kern von einer chromatischen Masse durchsetzt ist, dann existiert diese Zone nicht mehr, sie existiert ebenfalls nicht in allen Fällen von Denutrition (Fasten,

Temperatur). Wenn aber die Zone vorhanden ist, dann fehlen die Chromidien (Fig. 7), d. h. mit anderen Ausdrücken, die chromatischen Körper der *Stenophora* stammen nicht vom Kern. Die Tatsache aber, daß die Zone nicht persistiert, sobald der Kern dicht und homogen ist und nicht einmal in den Fällen von Denutrition vorhanden ist, macht den Gedanken wahrscheinlich, daß ihre Verteilung hervorgerufen sei durch einen Reiz, welcher durch die Nährstoffe des Plasma innerhalb eines gewissen Raumes ausgelöst wird, außerhalb welchen der Kern nicht mehr reizbar wäre. Diese Hypothese, welche im übrigen mit einigen Modifikationen die nämliche ist, wie die von GIARDINA (8), erklärt uns, warum die perinucleare Zone sich nur dort befindet, wo die Beziehungen zwischen Protoplasma und Kern besonders rege sind, d. h. in den sexuellen Elementen, besonders in den Ovarialzellen und in den Protozoen, welche letzteren gleichzustellen sind. Anderswo, nämlich in den somatischen Zellen im allgemeinen, sind diese Beziehungen sehr gering und daher ist die Zone nicht sichtbar. In diesem Sinne schrieb ich in einer früheren Mitteilung: „Die perinucleare Zone gibt uns ein Zeugnis von einem tätigen übermäßigen Stoffwechsel zwischen Kern und Protoplasma und zwischen Protoplasma und Kern, wenn dieser, wie es in den Ovarialzellen und den Protozoen der Fall ist, die wichtigste Zellfunktion erfüllt, d. h. die Reproduktion.“

In betreff des Ursprungmaterials der erwähnten Zone würde ich zu der Annahme neigen, daß zum großen Teil die Nuclearsubstanz an ihrem Aufbau beteiligt ist und zwar auf Grund der Tatsache, daß die Kernkörperchen sich entfärbt zeigen, wann und wo die Zone in ansgedehntem Maße vorhanden ist. Die Fig. 14 zeigt einen in diesem Sinne sehr ausgesprochenen Fall; und die entfärbten Kernkörperchen befinden sich in dem Teil des Kernes, der der höchsten Entwicklung der genannten Zone anliegt, jedoch ist diese nur angedeutet, als ob in diesem Teile des Zelleibes die protoplasmatische Resorption bereits stattgefunden hätte, wie dies ja die bereits gebildete, kondensierte chromatische Schicht anzeigt. Das morphologische Verhalten der Chromidien von *Stenophora* kann man sehr gut mit demjenigen vergleichen, welches in den chromatischen Körpern des Eiplasma der Säugetiere beobachtet wurde. In der Tat muß man die Chromidien der Gregarinen ebenfalls als aus zwei Teilen bestehend betrachten; der eine Teil ist ein besonders differenziertes Plasma, und ist sehr gut sichtbar in den Fällen, wo die Chromidien sich als entfärbt darstellen — in diesem Falle ist es gerade diese entfärbte Portion, welche den Hauptteil des Chromi-

diums bildet — der andere Teil besteht aus kleinen chromatischen Körnchen, welche immer mehr sich verbindend und verdichtend, den gefärbten Teil ausmachen (Fig. 12). Dieser Teil verschwindet bei fortgesetzter Disgregation und es verbleibt auf diese Weise nur ein sehr entfärbter und jene Körnchen cementierender Teil des Plasmas zurück (Fig. 11). Eine solche Struktur der Chromidien gestattet uns nicht dieselben mit den Körnchen des Pigments zu identifizieren, welche etwa aus dem Kern ausgetreten sind, wie R. HERTWIG dieses bei den Infusorien gesehen hat, man könnte dann nicht den Schwund des Pigmentkornes, noch die Gegenwart des ungefärbt gebliebenen Teiles erklären. Bezüglich des Erscheinens der Chromidien ist es gewiß, wie dies bereits für andere Gregarinen-species gesagt wurde, daß die kleinsten Stadien sehr wenige oder gar keine Chromidien zeigen, während die älteren Gregarinenstadien zahlreicher die Chromidien enthalten und die reiferen Tiere wiederum keine besitzen. Was ihr Verhalten den Farbstoffen gegenüber betrifft, so färben sie sich rot mit Saffranin und grün mit der Mischung EHRLICH-BIONDI-HEIDENHAIN (nach vorgehender Fixierung mit BENDA's Flüssigkeit), stark schwarz mit Eisenhämatoxylin und blau nach der mikrochemischen Methode von POLLACCI (Fig. 15). Auch wegen dieser Färbungseigenschaften ist eine Analogie mit den chromatischen Körpern des Eiplasma wahrscheinlich. Die Chromidien der *Stenophora* wären phosphorierte organische Substanzen, nämlich Nährstoffe, welche im Protoplasma aufgetreten sind und hier neben den kohlenwasserstoffhaltigen Substanzen das Paramyl darstellen würden.

Der Chromidialapparat der *Stenophora* zeigt ein charakteristisches Verhalten, wenn man den Darm von *Julus* mit BENDA'scher Flüssigkeit, welche, wie bekannt, ein spezifisches Reaktionsmittel ist, fixiert. Im allgemeinen ist der Chromidialapparat viel häufiger, als wenn man mit Sublimat fixiert, unter gleichen Lebensbedingungen zu beobachten. Er zeigt sich verbreitet in den kleinsten Individuen nach Art von granulösen oder filamentösen Flocken, die sich mit dem Cytoplasma des Dentomeriten vermischen und ihm eine ausgesprochene basophile Färbung verleihen. Mit dem Wachstum des Sporozoon,

¹⁾ Da nach POLLACCI's Methode, die ich oben bereits erwähnte, sämtliche phosphorhaltigen Elemente die charakteristische Blaufärbung zeigten.

verdichten sich diese Flocken zu großen schwarzen Körnchen von unregelmäßigem Umfange, während das Cytoplasma sich erheblich entfärbt. Ähnliche oder größere Körnchen zeigt beständig der Protomerit, welcher mit den anderen Fixationsmethoden wenig oder gar nichts davon zeigte. Der unversehrte Kern zeigt ein weniger gefärbtes, gleichsam acidophiles Kernkörperchen, welches 2—3 basophile Körperchen einschließt. Wenn wir, nach der Fixierung mit BENDA's Flüssigkeit mit Saffranin statt mit Eisenhämatoxylin färben, so können wir im Deutomeriten zahlreiche schwarze Körnchen beobachten, welche um so größer und deutlicher sind, je dichter der Körper des Sporozoon ist und zwischen diesen anderen Körnchen von gleicher Größe sind weniger zahlreiche, vollständig rotgefärbte Granulationen. Der Protomerit dagegen ist vollgepfropft mit Körnchen der letzteren Art, indem nur die basophilen Körperchen des Caryosoms eine eigene rote Färbung erhalten. Wenn man die Färbungsmethode ERLICH-BIONDI-HEIDENHAIN anwendet (nachdem man mit der gleichen Fixierungsflüssigkeit des BENDA fixiert hat), so ist das Verhalten der Chromidien gegenüber dem Reaktionsmittel sehr eigentümlicher Art. Im Deutomeriten beobachtet man die Flockungen oder die schwarzen Körnchen, die mit mehr weniger undeutlichen Grenzen umgeben sind, in einem gelbgrünlichen Cytoplasma. Im Protomeriten sieht man zahlreiche große, schön smaragdgrüngefärbte Körner, von denen einige ebenfalls in dem dem Deutomeriten näheren Teile sich befinden. Diese Grünfärbung der Körner des Protomeriten ist um so charakteristischer, als sie nicht einmal der Kern darbietet, dessen Chromatin ein sehr deutliches Rot annimmt. Dieses Verhalten ist schwer mit den Angaben der Technik in Einklang zu bringen. Ein genaues Ergründen dieser Tatsachen läßt uns die chromatischen Körner in zwei Kategorien einteilen. Zu der einen Kategorie gehören die Fettkörner, die zahlreich und besonders in den reiferen Sporozoen auftreten. Infolge ihrer Avidität zur Osmiumsäure blieben sie auch nach der Saffraninfärbung schwarz.

Zu der anderen Kategorie gehören die phosphorartigen Körner, welche eine deutliche rote Färbung nach der Behandlung mit Saffranin besitzen oder nach der Färbung mit der ERLICH-BIONDI-HEIDENHAIN-Mischung einen grünen Farbenton annehmen. Diese Körner sind um so zahlreicher im Deutomeriten, je weniger die Gregarine entwickelt ist. Im allgemeinen ist ihre numerische Anzahl umgekehrt proportional derjenigen der schwarzen Körnchen. Da das HEIDENHAIN'sche Eisenhämatoxylin (nach vorausgehender

Fixierung mit BENDA'scher Flüssigkeit) die zwei chromatischen Körpersorten (Kategorien) gleichmäßig färbt, so erzeugt es einen scheinbaren Überfluß derselben, im Vergleich zu denjenigen, welche man mit Fixationsmitteln, die keine Osmiumsäure enthalten, sichtbar gemacht hat. Immerhin haben die basophilen und phosphorierten Körner eine mehr intensive, schwarze Färbung und sind gut umschrieben. „Die gleiche Umbildung findet im Oocyten statt. Indem man nämlich Katzeierstöcke mit BENDA'scher Flüssigkeit fixiert und hierauf mit HEIDENHAIN'schem Eisenhämatoxylin färbt, kann man in den kleinsten Ovocyten eine periphere Schicht von Mitochondrien beobachten, deren Bildung man daher, wie ich dieses besser später beweisen werde, dem Einflusse der Ernährung seitens der Follikularzellen verdankt. Nahe dem Kerne habe ich niemals Chromidialproduktionen begegnen können oder Bildungen ähnlicher Art. Auf den immer weiter vorgeschrittenen Stadien der Entwicklung dieser Chromidialbildungen, treten Kugeln des Deutoplasma auf, die allein im beinahe reifen Ei sichtbar sind.“ Es ist unnötig zu bemerken, daß eine Unzahl von phosphorierten Chromidien im Proto-meriten jeden Zweifel an einer Herkunft der Substanzen von außen aufhebt, zu deren Gunsten auch die gleiche Färbung spricht, welche die Darmkörner, die dem Sporozoen anliegen, besitzen. Diese gleichen eben ganz den anderen Körnern der Epithelzellen des Darmes. Es muß ferner zugegeben werden, daß eine graduelle Transformation dieser chromatischen Körper möglich ist, welche aus lecitinartigen Stoffen bestehen und welche im Deutomeriten zur Bildung der Fetttropfen auf weiteren Entwicklungsstadien beitragen. Das gleiche wurde nachgewiesen bezüglich der Bildung des Dotters der Säugetiereier, welcher seinen Ursprung aus den in diesem enthaltenen chromatischen Körpern nimmt. Bei dieser Transformation nimmt der Kern sicherlich einen sehr tätigen Anteil, indem dieser besondere Enzyme hervorbringt, auf die jedenfalls die perinucleare Zone Bezug hat.

Stylorynchus longicollis. — Die diesbezüglichen Beobachtungen beziehen sich auf Sporozoen, die man im Verdauungsschlauch von *Blaps obtusa* gefunden hat, welches Tier bloß unter normalen Bedingungen beobachtet wurde. Diese stimmen beinahe ganz mit denen, die uns LÉGER gegeben hat, überein. Auch ich habe, wie dieser Forscher es beschreibt, das anfängliche Erscheinen der Chromidien in jungen *Stylorynchus* im Spontenzustande nur im Proto-meriten gesehen, besonders in den Fällen, wo dieser der Wand des Darmepithels anliegt (Fig. 16).

Wenn das Protozoon größer wird, dann werden die chromatischen Körner des Proto- und Epimeriten, welcher letztere sich eben gebildet hat (Cephalontenstadium) zahlreicher und viel dichter als diejenigen, welche in diesen Stadien die ganze Oberfläche des Deutomeriten ausfüllen. Im Ectoplasma und sogar in der äußeren Membran des Sporozoenkörpers sind auch oft in frischen Präparaten kleine Chromidialkörnchen sichtbar. Diese Tatsache zwingt uns zu der Annahme, daß die ganze Oberfläche des Körpers, besonders aber die des Protomeriten resorptionsfähig ist (Fig. 17). Solche Chromidien färben sich im Epimeriten mit Eisenhämatoxylin stark und vollkommen schwarz, während sie sich im Deutomeriten verschieden verhalten, je nachdem sie von großer oder kleiner Dimension sind. Wie Fig. 21 zeigt, sind die kleinen Körnchen in reichlicher Anzahl vorhanden und auf den Knotenpunkten eines gefärbten cytoplasmatischen Netzes verteilt; es entstehen so zahlreiche Haufen von Körnchen, die central ein größeres Korn enthalten. Die Chromidialkörner färben sich schwarz nur im centralen Teil, während sie an der Peripherie farblos sind: sicherlich treten sie hier in eine Disgregationsphase (Fig. 18) ein. Dieses Verhalten ermöglicht es noch in den Chromidien von *Stylorynchus* die zwei Bestandteile zu erkennen, welche wir in den von *Stenophora* und in den chromatischen Körpern des Eiplasma gefunden haben.

Der cementierende Teil wird von der peripherischen Portion dargestellt, der chromatische Teil von der centralen. Färbt man mit Safranin, so zeigt jedes Chromidialkörnchen einen sehr stark gefärbten centralen Punkt, eingebettet in einem peripherischen, sehr blassen Teil (Fig. 19). Es ist sehr wahrscheinlich, daß der basophile Hilus den chromatischen Teil des Chromidium auf dem Wege der Transformation oder Disgregation darstellt; es sei denn man schließt sich der Ansicht von ALTMANN an, derzufolge jedes Centralkörnchen einen Bioplasten darstellt, welches durch vorhergehende Transformationen die Phase eines Secretionsprodukts erreicht. Indem ich mich des Zinnumolybdates bediente, habe ich deutlich gesehen, daß die Chromidien des Epimeriten stets eine um so mehr blaue Färbung zeigten, je größer dieselben waren. Im Deutomeriten waren die Chromidien viel kleiner und viel weniger blaufärbt (Fig. 20). Bezüglich der Herkunft der Chromidien des *Stylorynchus*, müssen wir einen äußeren Ursprung für diese Organiten anerkennen, teils wegen ihres ersten Erscheinens im Protomeriten, teils wegen der größeren Dimension und Färbung, die sie sowohl im Protomeriten, als auch im Epimeriten zeigen, teils endlich wegen der Gegenwart der kleinsten

von ihnen im Innern des Ectoplasten und der Membran. In dem Maße, wie diese Elemente in den Dentomeriten eindringen, zerfallen sie und verlieren einen Teil ihrer Nährsubstanz, indem sie dieselbe dem Cytoplasma und dem Kern abtreten. Dieses stimmt sehr gut mit DOGIEL'S Beobachtungen und Betrachtungen überein, auf die ich den Leser verweise. Es ist überhaupt merkwürdig, wie LÉGER, der immerhin eine sehr genaue Beschreibung des Chromidialapparates von *Stylorhynchus* machte, demselben keine äußere Herkunft zuschreibt, vielmehr für eine nucleare Herkunft eintritt, eine Annahme, die er übrigens auch nicht zu beweisen sich bemüht. Man muß annehmen, daß der berühmte französische Protistologe unter dem Einfluß der Ideen, welche vorher HERTWIG auseinandergesetzt hatte, beobachtet hatte.

Die BENDA'Sche Methode wurde auch zur Darstellung des Chromidialapparates von *Stylorhynchus* verwendet und mit Hilfe dieser Methode wurde ich noch in der Annahme einer äußeren Herkunft des gleichen Chromidialapparates bestärkt. So beobachtete ich, außer großen Körnchen im Epimeriten an der Basis dieses Organiten, einen violetten Haufen, welcher sich mit starker Vergrößerung in kleine Körnchen auflöste. Dieser Haufen erfüllte vollständig den Protomeriten. Man kann mit anderen Worten sagen, daß sowohl ein Teil des Epi- als des ganzen Protomeriten eine deutliche basophile Färbung zeigte. Im Deutomeriten beobachtete man die gewöhnlichen, zahlreichen mehr oder weniger dichten basophilen Körnchen, deren Färbung identisch war mit derjenigen der Körnchen von gleicher Größe, die im Kern und an seiner Peripherie, zu sehen sind (Fig. 25). Viel deutlicher und häufiger war die Gegenwart der kleinen basophilen Körnchen sowie deren Strömungen im Innern des Gregarinenectoplasma, besonders in gleicher Höhe des Epi- oder Protomeriten zu sehen.

An dieser Stelle muß hervorgehoben werden, daß in der vorliegenden Abhandlung meine Beobachtung sich auf diejenigen chromatischen Körper von ähnlicher Form und Struktur bezieht, welche von den anderen Forschern bei den Protozoen und besonders bei den Gregarinen beschrieben und als ihr Chromidialapparat aufgefaßt worden sind. Ich bin überhaupt zu der Überzeugung gekommen, daß eine große Verwirrung zwischen den chromatischen Körpern und

den Chromidien im Sinne von BENDA, von VAN DER STRICHT und von anderen entstanden ist, eine Verwirrung, welche künftige Untersuchungen erst aufklären werden. Meinerseits glaube ich, daß der Chromidialapparat mit BENDA'S Methode auch bei den Gregarinen, wo er in dieser Weise bis jetzt nicht dargestellt worden ist, darstellbar ist und ich glaube, daß er einem bestimmten Bildungsmomente der wahren und eigentlichen chromatischen Körpern entspricht. Ich habe in der Tat die gleiche Chromidialstruktur in Präparaten finden können, welche, ceteris paribus, mit alkoholischem Sublimat fixiert und hierauf mit HEIDENHAIN'S Eisenhämatoxylin oder mit einem sauren EHRLICH'schen Hämatoxylin gefärbt wurden.

Vergleich zwischen der Protozoenzelle und Eizelle.

Das, was ich vorher in bezug auf den Chromidialapparat der Gregarinen beschrieben habe, bestätigt die in diesem zoologischen Laboratorium von mir und Herrn Prof. A. Russo gemachten Untersuchungen über das gleiche Thema, das die Ovarialzellen der Säugtiere zum Gegenstand hatte. Ich muß an dieser Stelle hervorheben, daß die gegenwärtigen Untersuchungen gerade zu dem Zwecke unternommen wurden, um noch deutlicher den äußeren Ursprung der chromatischen Körper auch bei den Protozoen zu illustrieren. Die oben auseinandergesetzten Ergebnisse, wenigstens was die Gregarinen betrifft, widerstreben entschieden der Auffassung einer Binuclearität der Protozoenzelle. Diese Auffassung bricht sich besonders in der letzteren Zeit Bahn, und ganz kürzlich wurde sie auch auf die Metazoenzelle und gerade auf die Eizelle von R. GOLDSCHMIDT und M. POPOFF (11) übertragen. Aber sowohl bei der Eizelle, wie auch bei den Gregarinen, haben wir den Nachweis für eine vom Kern unabhängige Herkunft der chromatischen Körper erbracht und wir können nicht annehmen, daß dieselben einen Nährkern darstellen, der vom reproduktiven oder normalen Kern abstammt. Ich könnte noch hinzufügen, daß bei den Infusorien, die als Paradigma der Zweikernigkeit angeführt werden, die Substanzen nicht so klar sind, wie es beim ersten Blick den Anschein hat. Außer dem Macronucleus, d. h. dem Nährkeru der Autt., haben Prof. Russo und Dr. DIMAURO (26) im Hinterteil eines Infusoriums, des *Cryptochylum echini*, ein chromatisches Netz nachweisen können, dessen Identifizierung mit der Theorie der Doppelkernigkeit nicht in Einklang zu bringen

war. Der Stoffwechsel der Protozoen spielt sich im innigsten Kontakt mit ihrer Umgebung ab. Diesem, für das Zellenleben so notwendigen Wechsel müssen auch die Chromidialbildungen unterliegen. — Man könnte hier darauf hinweisen, daß jene Bildungen eigentlich nur Inclusionen vorstellen; es ist aber nicht die Benennung oder eine Färbungsart bei den gegenwärtigen Unsicherheiten der Technik das Maßgebende, das uns Recht geben kann über die Natur eines Organiten zu entscheiden, sondern es ist im Gegenteil sein Verhalten zu den anderen Teilen der Zelle bei der Beurteilung seiner Bedeutung das einzig Richtige.

Im übrigen scheint mir, bei gegebener Basophilie dieser im hohen Grade chromatischen Körper die Benennung „Chromidien“ für dieselben am Platze zu sein. Heutzutage gibt man es zu, daß der Kern den tätigsten Anteil am Stoffwechsel nimmt, oder sogar das ausschließliche Laboratorium für Stoffe ist, welche später im Schoße des Cytoplasma auftreten, eine Ansicht, welche selbst HERTWIG bekämpft, dem man die Hypothese von der nuclearen Herkunft der Chromidien verdankt. Zu der Meinung von dem Primat des Kernes hat gewiß das Verhalten des Kernes in der Drüsenzelle beigetragen. Die Drüsenzelle muß aber als eine äußerste, besonders spezialisierte Differenzierung der gewöhnlichen Zellen aufgefaßt werden. Auf diese Art würde man nicht die Eizelle mit der Drüsenzelle homologisieren, wie dieses neulich einige Forscher getan haben. Ich bin weit entfernt, diese Ansichten anzunehmen, da meiner Ansicht nach die Drüsenzelle keiner weiteren Teilung mehr fähig ist. Der Kern der Eizelle erfüllt dagegen die wichtige Aufgabe der Wiedererzeugung, auf Grund eines Gesetzes der Teilungsarbeit. Die Protozoen kann man insofern mit der Eizelle vergleichen, als bei ihnen das somatische Element noch nicht vom germinativen unterschieden ist. Damit die Protozoenzelle ebenso wie die Eizelle ihrer primitiven Funktion nachkommen kann, muß sie vom Protoplasma mehr Stoffe beziehen, als sie an dasselbe abgibt. In der Tat, gibt der Kern darüber auch Stoffe an das Protoplasma ab, welche sowohl in der Eizelle, als auch bei den Gregarinen besonders deutlich unter der Form einer perinuclearen Zone sich zeigen. Diese Stoffe haben die Aufgabe, die Nahrungsstoffe des Protoplasma zu assimilieren, mögen sie nun als chromatischer Körper im Zustande der Auflösung begriffen oder tatsächlich von geförmten Bestandteilen dargestellt sein. Wie ich in einer früheren Arbeit auseinandergesetzt habe, tritt als Folge dieser protoplasmatischen Resorption von seiten des Kernes eine chromatische Konzentrationsphase oder ein Stadium der Hyperchromatizität der Eizelle

ein. Auch bei den Gregarinen erreicht der Kern eine solche Phase der Hyperchromaticität, wozu er sich bereits auf den weniger entwickelten Stadien des vegetativen Lebens des Sporozoon anschickt. Es tritt eine perinnleare Zone auf, die sich um so mehr reduziert, je mehr die chromatische Konzentrationsphase vorgeschritten ist (Figg. 13, 14, 21, 11).

Diese letztere hat mithin nichts zu tun mit der Produktion der chromatischen Körper. Die Drüsenzellen machen ebenfalls dieses Stadium der Hyperchromatizität durch, welches der Ausgangspunkt der secretorischen Funktion der Zelle ist. Sowohl in den Eizellen, wie in den Gregarinen, stellt dieses Stadium den höchsten Grad der nuclearen Ernährung von seiten des Cytoplasma dar (nämlich den Grad nuclearer Hypertrophie, von der HERTWIG spricht), ein Stadium, das der Eizelle und der Reproduktion des Sporozoon vorangeht. Die Beobachtung der chromatischen Konzentration in so verschiedenartigen Zellen, berechtigt uns zu der Annahme, daß dieses Stadium in allen lebenden Zellen vorhanden ist.¹⁾

Schlussfolgerungen.

Die wesentlichen Ergebnisse der Untersuchung fasse ich in den folgenden Zeilen zusammen.

Die Anhäufung des Nährmaterials infolge von Überernährung führt bei den Gregarinen zur Bildung eines reichhaltigen Chromidialapparates; dieser besteht aus runden, ovalen und oblongen, chromatischen Körnchen, die in Normaltieren in geringer Menge auftreten. Die Struktur dieser Körnchen beziehungsweise der chromatischen Körper erinnert an die der chromatischen Körper im Eiplasma. Jedes Körnchen besteht hauptsächlich aus einer Grund- oder Kittsubstanz, welche eine Differenzierung des Plasma darstellt, und aus einer chromatischen Portion. Diese letztere kann in besonders charakteristischer Weise mit BENDA's Methode sichtbar gemacht werden. Mit den Granulationen der Eizelle sind sie insofern im chemischen

¹⁾ Eine solche Phase der Hyperchromaticität des Kernes darf man nicht mit dem Entartungszustand desselben, der Pyknosis, verwechseln. Das sehr häufige Vorkommen des Konzentrationsstadiums, das normale Verhalten des ganzen Zellkörpers, die graduelle Vorbereitung zu dieser Phase, erlauben uns keinen Zweifel über die Natur der Hyperchromaticitätsphase.

Sinne identisch, als sie sich bei Anwendung des Zinnmolybdat tief blau färben. Diese Reaktion beweist, daß dieselben aus phosphorierten organischen Substanzen bestehen. Der Ursprung eines solchen Chromidialapparates ist im Cytoplasma zu suchen, sie sind die Folge eines aktiven Protoplasmametabolismus. Diese Annahme wird durch das Erscheinen von kleinen und zahlreichen Körnchen im Proto-meriten des endocellularen Sporozoons, innerhalb des Ectoplasma oder unmittelbar unter der Oberfläche des freien Tieres sowohl bei *Stenophora* als auch bei *Stylorhynchus* bewiesen. Ferner spricht dafür, daß bei beiden Formen dicke Körnchen im Proto- und Epimeriten auftreten, gleichzeitig weisen diese Teile, mit denen sich die erwähnten Gregarinen für eine gewisse Zeit an die nährnde Umgebung fixieren, eine deutliche basophile Färbung auf. — Dieser cytoplasmatische Ursprung der Körnchen, die aus Substanzen entstehen, die von außen angenommen werden, wird noch durch die folgenden Tatsachen bewiesen.

1. Bei Kulturversuchen des Wirtes im künstlichen Mist beginnen die Chromidien als kleine dichtere und stark gefärbte Punkte aufzutreten, sie sind im Cytoplasma in einer mehr oder weniger großen Entfernung vom Kern verteilt. Sehr oft sind sie auch an der Peripherie sichtbar.

2. Jeder Versuch, welcher das vorhandene Gleichgewicht zwischen Protoplasma und Kern (Fasten, hohe Temperatur) stört, bedingt keine Chromidienbildung aus dem Kerne, sondern ist mit einem Schwund der bereits vorhandenen verbunden. Das Gleichgewicht erhält sich demnach nicht infolge von einer teilweisen oder gänzlichen Disgregation des Kernes.

3. Diese Unabhängigkeit des Kernes offenbart sich auch bei dem Mangel von Chromidien zur Winterszeit und in ihrem Erscheinen in den Zeiten des Jahres, in welchen der Wirt in einem Optimum seiner Ernährung sich befindet. Somit kann man, wenigstens für die Gregarinen und Eizellen, nicht der Theorie der Binnuclearität von GOLDSCHMIDT in dem Sinne folgen, daß die chromatischen Körper der Protozoen und der Geschlechtszellen nuclearen Ursprunges seien und den vegetativen Kern repräsentieren. Die beschriebenen chromatischen Körper bilden vermittels eines sehr ähnlichen Prozesses, wie der Dotter im Ei, Fettkugeln, welche sehr deutlich mit BENDA'S Fixationsmethode und mit nachheriger Färbung mit Safranin sichtbar zu machen sind.

4. Man kann dagegen eine graduelle Hypertrophie des Kernes, welche in Beziehung steht mit dem vorhandenen Nährmaterial im

Cytoplasma, beweisen. Diese führt schließlich zu einer Hyperchromaticität desselben.

Die Gegenwart dieser Phase von Hyperchromaticität, sowohl in den Drüsenzellen, als auch in den Ovarialzellen, kann man als eine Erscheinung des aktiven Lebens der Zelle betrachten; die Protozoenzellen sind dagegen besser mit den Eizellen zu vergleichen. Zu diesem Vergleich führt ebenfalls das Vorhandensein einer perinuclearen Zone bei den Gregarinen (gerade in der *Stenophora*), welche Zeugnis für einen aktiven Substanzwechsel zwischen Cytoplasma und Kern ablegt. Sie liefert enzymatische Produkte, die die Aufgabe haben Ernährungsstoffe des Cytoplasmas zu assimilieren.

Je mehr der Kern hypertrophisch und hyperchromatisch ist, um so mehr ist die perinucleare Zone reduziert.

Catania, den 6. Juli 1907.

Literaturverzeichnis.

- 1) BERNDT, A. (1903): Beitrag zur Kenntnis der im Darne von *Tenebrio molitor* lebenden Gregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. II.
- 2) CECCONI, J. (1903): Sur l'*Anchorina Sagittata* LERCK. parasite de la *Capitella capitata* O. FABR. Arch. f. Protistenk. Bd. VI.
- 3) COMES, S. (1906): Sulle relazioni tra vescicola germinativa ed ovoplasma nell' Ovocite di *Serranus Scriba Cuv.* Anat. Anz. Bd. XXVI.
- 4) — (1907): Ricerche sperimentali sulle modificazioni morfologiche e chimiche della Zona pellicida e degli inclusi dell' novo dei Mammiferi. Arch. Zool. It. Vol. 2 fasc. 2.
- 5) — (1907): L'apparato cromidiale delle Gregarine nelle sue relazioni col nucleo. Boll. Acad Gioenia di Scienze Naturali Catania Fasc. 93.
- 6) DOGIEL, V. (1907): Beiträge zur Kenntnis der Gregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. VIII.
- 7) DRZEWIECKI, W. (1903): Über vegetative Vorgänge im Kern und Plasma der Gregarinen des Regenwurmhodens. Arch. f. Protistenk. Bd. III.
- 8) GIARDINA, A. (1904): Sull' esistenza d'una speciale zona plasmatica perinucleare nello ovocite e su altre questioni che vi si connettono. Giorn. di Scienze Naturali ed economia Palermo Vol. 24.
- 9) GOLDSCHMIDT, R. (1902): Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebezellen. Biol. Centralbl. Bd. XXIV.
- 10) — (1904): Die Chromidien der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. V.
- 11) GOLDSCHMIDT, R. u. POPOFF, M. (1907): Die Caryokinese der Protozoen und der Chromidialapparat der Protozoen und Metazoenzelle. Arch. f. Protistenk. Bd. VIII.

- 12) HERTWIG, R. (1898): Über Kernteilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von *Actinosphaerium eichhorni*. Abb. bayer. Akad. Wiss. Bd. XIX.
- 13) — (1902): Die Protozoen und Zelltheorie. Arch. f. Protistenk. Bd. I.
- 14) — (1902): Über das Wechselverhältnis von Kern und Protoplasma. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morphol. u. Physiol. in München Bd. XVIII.
- 15) LÉGER, L. et DUBOSCQ, O. (1902): Grégarines et épithélium intestinal chez les Trachéates. Arch. de Parasitol. Tome 6.
- 16) — — (1902): Les éléments sexuels et la copulation chez les Styloxychnus. C. R. Ac. Sc. Tome 133.
- 17) — — (1903): Recherches sur les Mirapodes de Corse et leurs parasites. Arch. de Zool. expér. et gén. IV. Ser. Tome I.
- 18) — — (1904): La reproduction sexuée chez les Styloxychnus. Arch. f. Protistenk. Bd. III.
- 19) — — (1904): Nouvelles recherches sur les Grégarines et l'épithélium intestinal des Trachéates. Arch. f. Protistenk. Bd. IV.
- 20) LÖRER, L. (1907): Les Schizogregarines des Trachéates. Le genre *Ophriocystis*. Arch. f. Protistenk. Bd. VIII.
- 21) LÜCKE, M. (1904): Bau und Entwicklung der Gregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. IV.
- 22) MESNIL, F. (1905): Chromidies et questions connexes. Bull. Inst. Pasteur No. 8 Tome 3.
- 23) PAEHLER, FR. (1904): Über die Morphologie, Fortpflanzung und Entwicklung von *Gregarina ovata*. Arch. f. Protistenk. Bd. IV.
- 24) RUSSO, A. (1906): Differenti stadi del corpi cromatici nell' ovoplasma dei Mammiferi e loro riproduzione sperimentale. II. Nota preliminare. Boll. Acad. Gioenia Sc. Nat. Catania Fasc. 89.
- 25) — (1907): Sull' origine dei mitocondrii e sulla formazione del dentoplasma nell' oocite di alcuni Mammiferi. Rend. R. Ac. Lincei Vol. XVI Ser. V 2° Sem. Fasc. IV.
- 26) RUSSO, A. e DIMAURO, S. (1905): Differenziazioni citoplasmiche nel *Cryptochylum echini* (MAUPAS). Ciglia, granuli, fasciari, miodi e cromidii. Nota preliminare. Boll. Acad. Gioenia Sc. Nat. Catania Fasc. 84.
- 27) SCHNEIDER, A. (1883): Contribution à l'étude des Grégarines. Arch. de Zool. Expér.
- 28) SIEDLECKI, M. (1899): Étude cytologique et cycle évolutif de *Adelea ovata* SCHNEID. Ann. Inst. Pasteur Tome 13.

Tafelerklärung.

Tafel XIX u. XX.

Sämtliche Figuren sind von Präparaten, welche mit alkoholischer Sublimat- oder mit DAWIDOFF'scher Lösung fixiert wurden, ausgenommen die Fig. 22, 23, 24 und 25, welche nach BENDA'scher Methode dargestellt wurden.

Die Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18 u. 21 wurden gezeichnet nach Schnitten, die mit HEIDENHAIN's Eisenhämatoxylin und hierauf mit Eosin ge-

fürht wurden. Die Fig. 6, 7 u. 9 wurden mit saurem Hämatoxylin, die Fig. 15 u. 20 mit Zinnmolybdat, die Fig. 19 u. 23 mit Safranin, die Fig. 22 u. 25 mit HEIDENHAIN's Eisenhämatoxylin, und die Fig. 24 mit EHLICH-BIONDI-HEIDENHAIN'scher Lösung gefärbt.

Sämtliche Figuren wurden mit einem ZEISS'schen Mikroskop gezeichnet.

Für alle Figuren gültige Bezeichnungen:

ci = Darmepithelialzellen.	ic = celluläre Hülle.
cer = chromatische Körper.	n = Kern.
deu = Dentomerit.	nu = Kernkörnchen.
ec = Ectoplasma.	p = Pellicula.
ep = Epimerit.	pr = Protomerit.
gg = Fettkugeln.	zp = Perinleare Zone.

Fig. 1. Sporozoit von *Stenophora juli* in einer Darmepithelzelle liegend. (Normalexemplar.) Oc. 4, Obj. Imm.

Fig. 2. Cephalont von *Stenophora juli* noch in der Darmepithelzelle liegend (Normalexemplar.) Oc. 6, Obj. Imm.

Fig. 3. Ausgewachsene *Stenophora juli* frei im Darm lebend. (Normalexemplar.) Oc. 4, Obj. 8.

Fig. 4. Ausgewachsene *Stenophora juli* frei im Darm lebend mit Chromidien im Dentomeriten. (Normalexemplar.) Oc. 4, Obj. 8.

Fig. 5. Stück eines Dentomeriten einer ausgewachsenen *Stenophora* von einem *Julus communis*, der auf einem Misthaufen gefangen wurde. Oc. 6, Obj. Imm.

Fig. 6. Ausgewachsene *Stenophora* eines *Julus communis*, der während 25 Tagen im Fasten gehalten wurde. Oc. 6, Obj. 80 mm.

Fig. 7. Ausgewachsene *Stenophora* eines *Julus communis* während 96 Stunden im Thermostaten bei 16° C über der Normaltemperatur gehalten. Oc. 6, Obj. 160 mm.

Fig. 8. Ausgewachsene *Stenophora* eines *Julus communis* im Monat April untersucht. Oc. 4, Obj. 8.

Fig. 9. Vordere Portion einer ausgewachsenen *Stenophora* von *Julus communis*, welche einen Monat lang in einem künstlichen Mist von 7proz. Natriumphosphat und Tiermrat gehalten wurde. Oc. 6, Obj. 160 mm.

Fig. 10. Vordere Portion einer ausgewachsenen *Stenophora* von *Julus communis*, der auf einem Misthaufen gefangen wurde. Oc. 6, Obj. 160 mm.

Fig. 11. Horizontalschnitt einer reifen *Stenophora* von *Julus communis*, der ebenfalls auf einem Misthaufen gefangen wurde. Oc. 6, Obj. Imm.

Fig. 12. Vordere Portion einer ausgewachsenen *Stenophora* von *Julus communis*, der auf einem Misthaufen gefangen wurde. Oc. 6, Obj. 160 mm.

Fig. 13. Horizontalschnitt einer jungen *Stenophora* von *Julus communis*, der auf einem Misthaufen gefangen wurde. Oc. 4, Obj. Imm.

Fig. 14. Horizontalschnitt einer größeren *Stenophora* als die vorige und in denselben Habitatszuständen. Oc. 4, Obj. Imm.

Fig. 15. Ausgewachsene *Stenophora* von *Julus communis*, der auf einem Misthaufen gefangen wurde. Oc. 6, Obj. 160 mm.

Fig. 16. Junger *Stylorhynchus* im Sporontenstadium, mit dem Protomeriten am Darmepithel angeheftet. Oc. 6, Obj. 80 mm.

Fig. 17. Vordere Portion eines ausgewachsenen *Stylorhynchus*. Oc. 4, Obj. 8.

Fig. 18. Peripherische Portion des Deutomeriten eines ausgewachsenen *Stylorhynchus*. Oc. 8, Obj. Imm.

Fig. 19. Peripherische Portion des Dentomeriten eines ausgewachsenen *Stylorhynchus*. Oc. 8, Obj. Imm.

Fig. 20. Chromatische Körper vom Epi- und Protomeriten (A) und des Dentomeriten (B) eines ausgewachsenen *Stylorhynchus*. Oc. 4, Obj. Imm.

Fig. 21. Ausgewachsene *Stenophora* eines auf dem Misthaufen gefangenen *Julus communis*. Oc. 4, Obj. Imm.

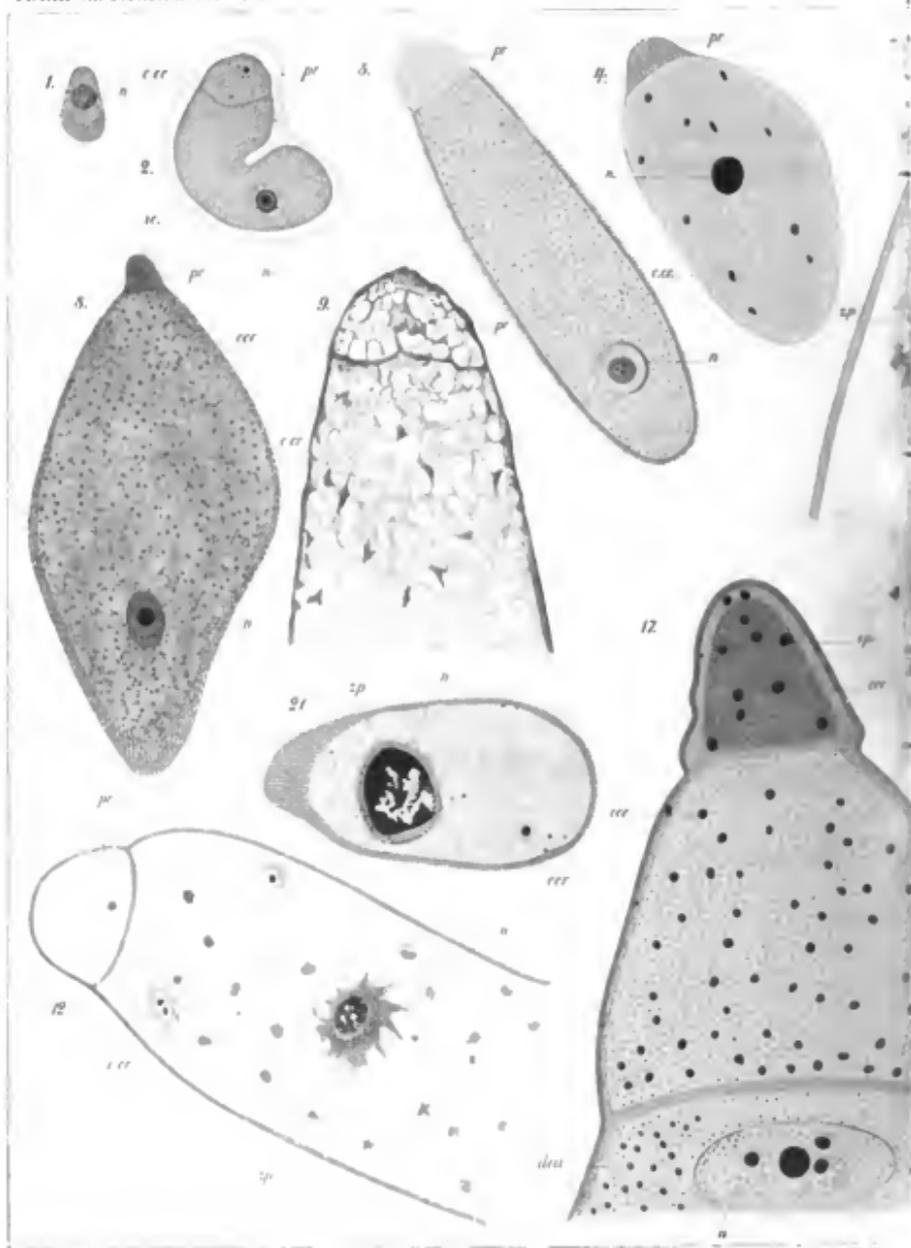
Fig. 22. Ausgewachsene *Stenophora* eines im Monat Mai eingefangenen *Julus communis*. Oc. 4, Obj. Imm.

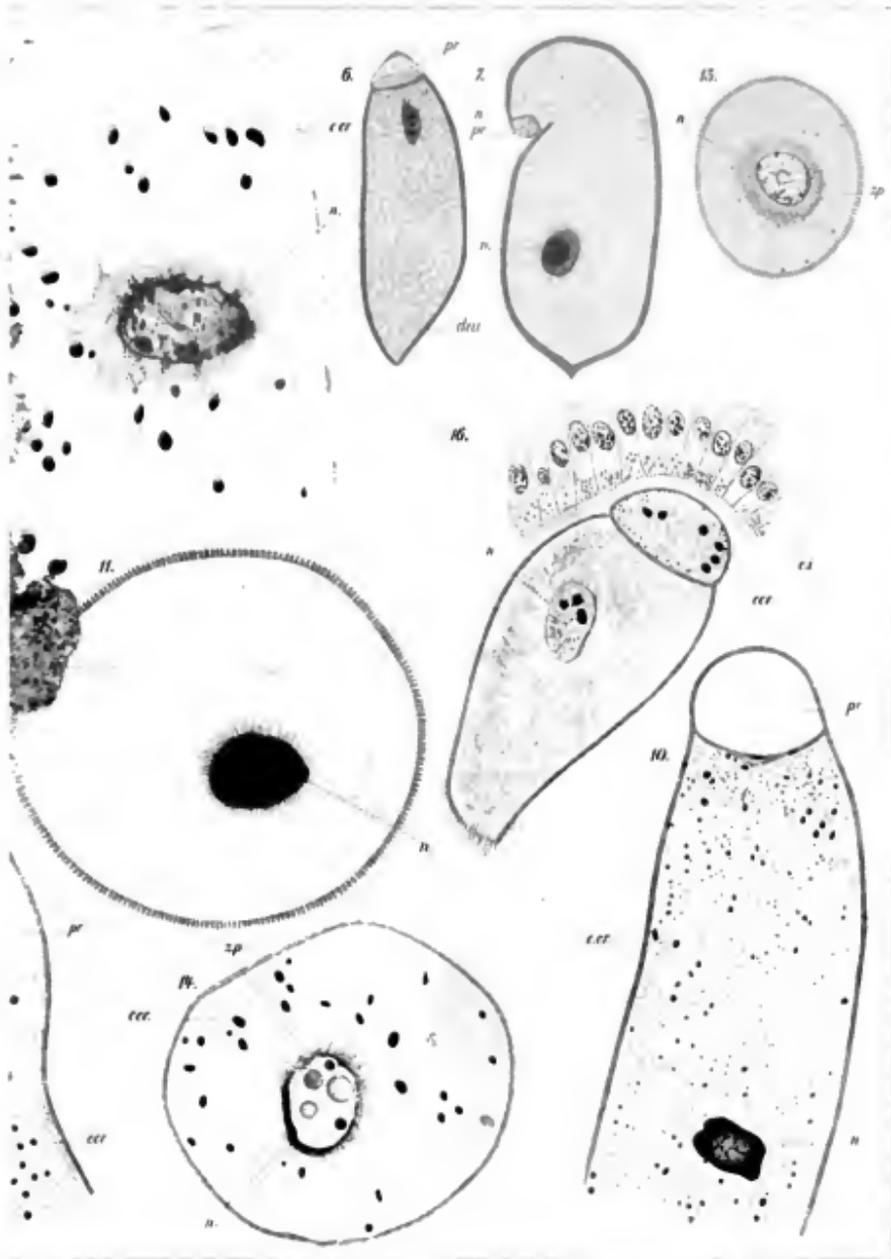
Fig. 23. Ausgewachsene *Stenophora* eines im Monat Mai eingefangenen *Julus communis*. Oc. 4, Obj. 8.

Fig. 24. Ausgewachsene *Stenophora* eines im Monat Mai eingefangenen *Julus communis*. Oc. 4, Obj. 8.

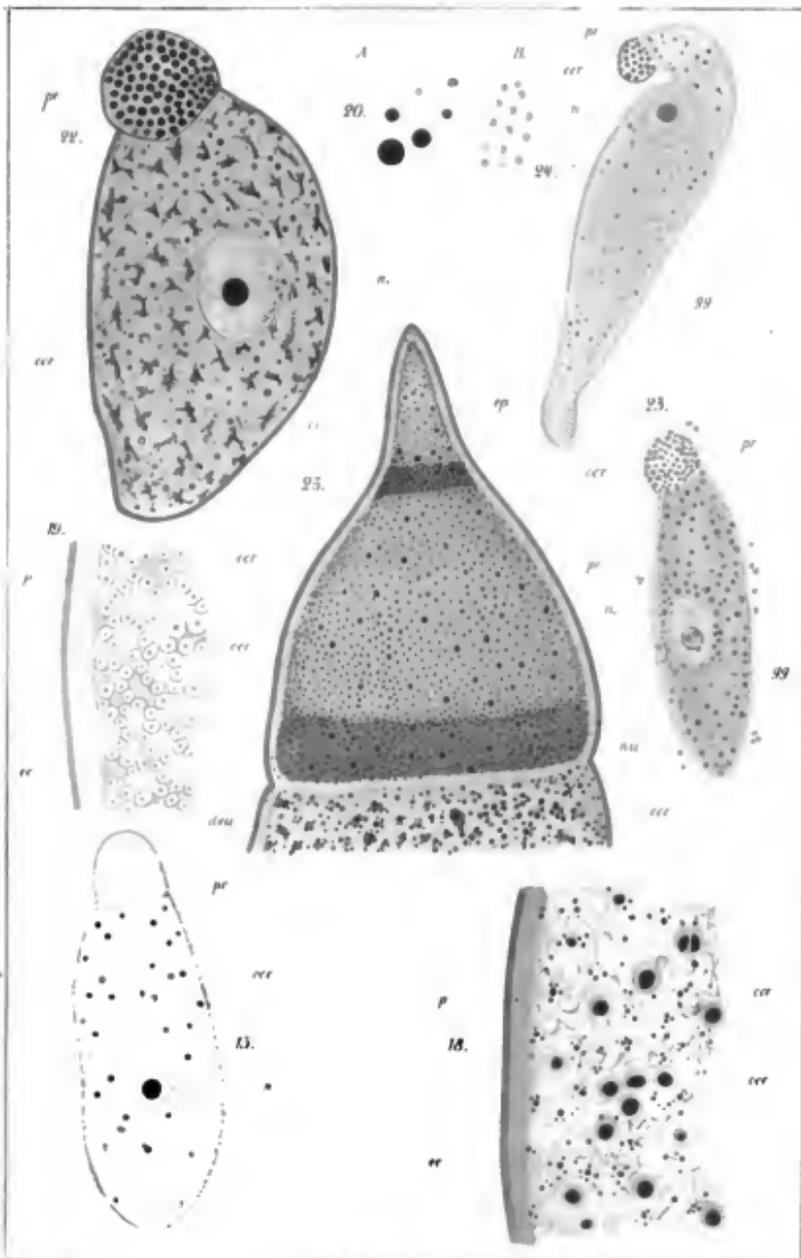
Fig. 25. Vordere Portion eines ausgewachsenen *Stylorhynchus*, welcher im Monat Juni eingefangen wurde Oc. 4, Obj. Imm.







Aspidosiphonia var.



13-25. *Infus. fusca* (Linn.)

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): Comes Salvatore

Artikel/Article: [Untersuchungen über den Chromidialapparat der Gregarinen. 416-440](#)