

Untersuchungen an parasitischen Arten der Gattung *Paramoeba* Schaudinn.

(*P. pigmentifera* Grassi und *P. chaetognathi* Grassi.)

Von

C. Janicki.

Im Jahr 1881 beschrieb *G. B. Grassi* zwei parasitische Amöben, *A. chaetognathi* Gr. und *A. pigmentifera* Gr., aus der Schwanzleibeshöhle von Chaetognathen.¹⁾ Speziell bei folgenden Arten von Sagitten konnte *Grassi* die Infektion feststellen: *Spadella inflata* Gr., *Sp. bipunctata* Quoy et Gaimard, *Sp. serratodentata* Krohn und *Sagitta Claparèdi* Gr. Die für ihre Zeit an trefflichen Beobachtungen reiche Arbeit *Grassi*'s umfasst die Morphologie der Amöben sowie gewisse Phasen aus dem Entwicklungszyklus, so geißeltragende Jugendformen („elementi flagelliferi“) und deren angebliche Bildung. Besonderes Interesse schien die eine der genannten Amöbenformen zu bieten, *A. pigmentifera*; sie führt neben dem Kern „un così detto ocello“ einen ansehnlichen, von schwarzem Pigment überdeckten, augenähnlichen Körper.

Wiederholt hatte mich Herr Prof. *Grassi* auf die Amöben der Chaetognathen aufmerksam gemacht. Ich benutzte einen längeren Aufenthalt an der Zoologischen Station in Neapel, um mich dieser Untersuchung zu widmen. Zur weiteren Ausdehnung meiner diesbezüglichen Studien habe ich durch freundliche Vermittlung des Herrn Prof. *Grassi* Gelegenheit gehabt, mehrere Wochen lang im Laboratorium des Comitato Talassografico della Società Italiana per il Progresso delle Scienze in Ganzirri bei Messina zu arbeiten. Herrn Prof. *Grassi* auch an dieser Stelle meinen tiefgefühlten Dank!

Ich gedenke hier kurz über meine Resultate zu berichten; ausführlicher unter eingehender Berücksichtigung der Literatur wird das an einem andern Orte geschehen. — Als Untersuchungsmethode kamen in erster Linie Ausstrichpräparate auf Deckglas in Betracht.

¹⁾ *G. B. Grassi*. Intorno ad alcuni protisti endoparassitici etc. Atti Soc. Ital. Sc. Nat. Vol. XXIV 1881—82.

Schon die ersten von mir angefertigten Präparate haben mir gezeigt, dass in beiden Arten von parasitischen Amöben die Gattung *Paramoeba* Schaudinn, die bis jetzt in einer einzigen freilebenden Species, *P. eilhardi* Schaud., bekannt gewesen war, vorliegt. Auf die bekannte Abhandlung *Schaudinn's* brauche ich kaum besonders hinzuweisen.²⁾

***P. pigmentifera* Gr.**

Von der Anwesenheit dieses höchst eigentümlichen Rhizopoden kann man sich — wenn er überhaupt da ist — schon mit Hilfe einer schwachen Lupe überzeugen. Die Gestalt ist annähernd rundlich oder unregelmässig oval; gern nehmen die Tierchen auch stabförmige Gestalt an. Die Grösse beträgt ca. 30 μ . Aktive Ortsbewegung mit

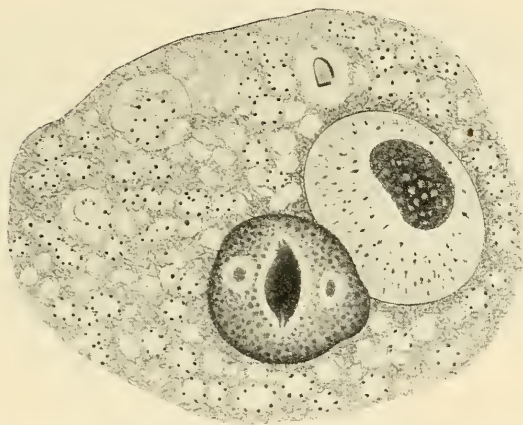


Fig. 1. *P. pigmentifera*; *Schaudinn's*che Lösung, *Delafield's* Hämatoxylin $\times 1800$.

Hilfe von Pseudopodien ist nur sehr träge; lebhaft hingegen die innere Plasmaströmung. In der Schwanzleibeshöhle der Chaetognathen werden die *Paramoeben* durch die lebhaft zirkulierende Bewegung der Samenelemente in fast nie rastender passiver flottierender Bewegung erhalten. An der Wand resp. Dissepiment der Schwanzleibeshöhle angeheftet und in Ruhe verharrend traf ich zumeist die Amöben nur in den Fällen, wo die Schwanzleibeshöhle keine sich entwickelnden Samenelemente mehr enthielt. In Uebereinstimmung mit *Grassi's* Angabe hebe ich hervor, dass beide Amöbenarten nur zur Zeit der männlichen Geschlechtsreife ihrer Wirte vorkommen.

²⁾ *Fr. Schaudinn*, Ueber den Zeugungskreis von *Paramoeba eilhardi* n. g. n. sp. Sitzungsber. Kgl. Preuss. Akad. d. Wiss. Berlin 1896.

Das Protoplasma erscheint am Leben sehr dicht granulös. Ein Ectoplasma ist deutlich nur bei der Bildung der schwachen Pseudopodien unterschieden. An konservierten und gefärbten Präparaten ist das Plasma vor allem sehr stark und in charakteristischer Weise vakuolisiert, wie bei *P. eilhardi*. Die Einschlüsse des Plasmas sind mindestens von zweierlei Art. Erstens sind es grössere und kleinere Fettkugeln, die sich bei Behandlung mit *Hermann'scher* Lösung nachweisen lassen; sie stehen in keiner Beziehung zu den grossen Vakuolen. Zweitens feine Granulationen, welche an der Vakuolenhaut sich gleichmässig dicht verteilt vorfinden, mitunter mit einem grösseren

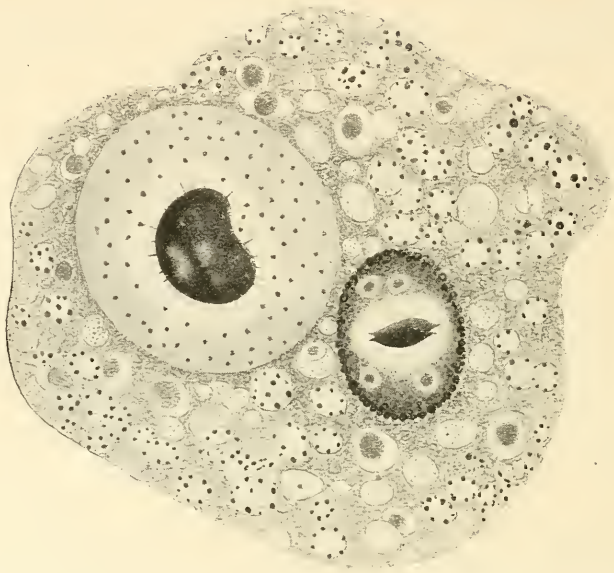


Fig. 2. *P. pigmentifera*; *Schaudinn'sche* Lösung, *Delafeld's* Hämatoxylin $\times 1800$.

zentralen, in der Vakuole selbst gelegenen Korn. Diese weitverbreiteten Granula treten nur bei Behandlung mit *Schaudinn'schem* Sublimatgemisch und *Delafeld's* Hämatoxylin zum Vorschein (vgl. Fig. 1 und 2), sie fehlen bei Färbung mit Eisen-Hämatoxylin, des gleichen vermisst man sie gänzlich auf Pikrinessigsäure-Boraxcarminpräparaten. (Fig. 3.) Ueber die Natur dieser Granula mich zu äussern, behalte mir auf später vor.

Beide *Paramoeba*-Arten ernähren sich von den ihre Entwicklung in flottierendem Zustand durchmachenden Samenzellen des Wirtes; man findet dieselben von verschiedenen Stadien in Nahrungsakuolen eingeschlossen (vgl. Fig. 3).

Der Kern ist am Leben nur schwer kenntlich. In gefärbtem Zustand tritt er, mit einer feinen aber deutlichen Membran umgrenzt, als ein grosses ovales Bläschen zum Vorschein. In den Ruhephasen kommt ihm ein grosser chromatischer Binnenkörper, meist mit angedeuteter innerer Vakuolisierung, zu (vgl. Fig. 1). Der Kernraum wird von staubförmig verteiltem Chromatin erfüllt. Bei der Vorbereitung zur Teilung scheinen deutlichere Beziehungen zwischen dem Binnenkörper und Kerngerüst aufzutreten. Nach einem echten mit Centriol ausgestatteten Karyosom habe ich vergeblich unter Aufwand von viel Zeit gesucht; zu diesem Zweck wurden speziell zahlreiche Eisenhämatoxylinpräparate angefertigt (vgl. weiter unten).

Im Gegensatz zum Kern fällt der *Schaudinn'sche* Nebenkörper bei der vorliegenden Art am Leben sofort in die Augen, wie gesagt,

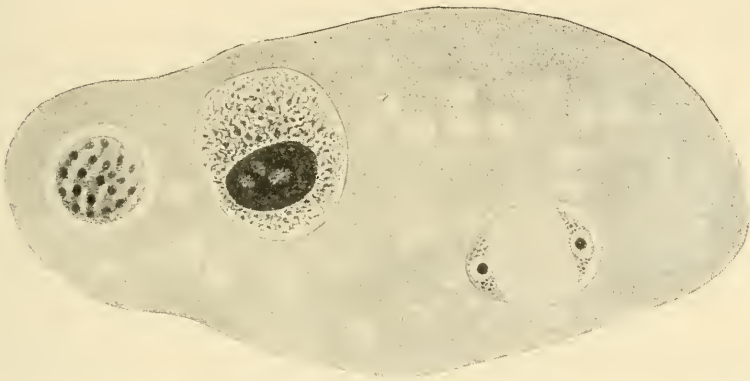


Fig. 3. *P. pigmentifera*; Pikrinessigsäure nach Boveri, Boraxcarmin $\times 1800$.

schon bei schwacher Lupenvergrösserung. Derselbe ist von ovaler Gestalt, nicht unbeträchtlich kleiner als der Kern, an seiner Oberfläche dicht mit grobkörnigem, schwarz erscheinendem Pigment bedeckt; nur die zentrale Zone schimmert etwas heller durch. Betreffs einer Abbildung nach dem Leben verweise ich auf *Grassi* l. c., Taf. IV, Fig. 1 und folg. Dieses eigentümliche Gebilde macht durchaus den Eindruck eines schwarzpigmentierten Augenflecks und rechtfertigt den von *Grassi* benutzten Ausdruck: „ocello“. In die Zusammensetzung des Nebenkörpers lässt sich erst auf gefärbten Präparaten Einblick gewinnen; das Bild ist freilich in überraschender Weise verschiedenartig, je nach den benützten Färbemethoden. Im Zentrum erkennt man bei Färbung mit Eisen-Hämatoxylin und namentlich mit *Delafield's* Hämatoxylin das stark färbbare „Mittelstück“ *Schaudinn's*; an demselben kann man mitunter deutlich äquatorial des Aus-

laufen jederseits in zwei Zipfel unterscheiden, eine Erscheinung, die bei aller Beachtung von künstlichen Erzeugnissen immerhin einen zweiteiligen Charakter des Mittelstücks zu verraten scheint (vgl. Fig. 1 und 2). An den beiden Polen liegen, von ihrer schwachgranulös erscheinenden plasmatischen Umgebung durch eine ovale helle Zone abgegrenzt, zwei deutliche rundliche bis ovale Körper, die Centrosomen. Den Gebrauch dieses Namens werde ich weiter unten zu rechtfertigen suchen. Nicht selten werden diese Gebilde in Zweizahl an jedem Pol angetroffen. Zwischen dem Mittelstück und der die Centrosomen bergenden peripheren Zone kann je nach der Behandlungsart ein grösserer oder kleinerer heller Raum zum Vorschein kommen. — Ganz anders wird das Bild bei Anwendung von Boraxcarmin (nach Konservierung in *Boveri's* Pikrinessigsäure): von der sonst stark gefärbten Masse des Mittelstücks bleibt buchstäblich nichts zu sehen, an den Polen hingegen treten leuchtend rot die zwei Centrosomen entgegen, jeweilen von einem hellen Hof umgeben, in eine feingranulöse, schwach sich färbende kappenartige Masse eingebettet. (Vgl. Fig. 3.) Der gebotenen Vorsicht in der Beurteilung von Färbungsreaktionen mir wohl bewusst, muss ich dennoch im vorliegenden Fall auf dem unzweideutigen färberischen Resultat fassen und den von mir als Centrosomen bezeichneten Gebilden den Gehalt an Chromatin zuschreiben, dem Mittelstück hingegen einen solchen absprechen.³⁾ Ein zuverlässiges Richtmass in dieser Richtung bietet jeweilen die nächste Umgebung des in Diskussion stehenden „Nebenkörpers“: der Kern von *Paramoeba* selbst, sowie die auf einem jeden Präparat zahlreich mit vorhandenen Spermatogonien und Spermatoocyten von Sagitten. Die Fig. 3 wurde besonders gewählt, weil hier als Nahrungskörper eine in Entwicklung begriffene männliche Keimzelle im Plasma von *Paramoeba* eingeschlossen liegt. Sowohl das fremde Element der Keimzelle wie der *Paramoeba*-Kern weisen hier wie auf mehrmals von mir wiederholten Präparaten die typische Chromatinfärbung durch Boraxcarmin auf. — Auch der besonderen plasmatischen Masse, in welcher die Centrosomen eingebettet liegen, muss ein geringer Gehalt an Chromatin zugeschrieben werden. — Centriolen sind in den Centrosomen keine nachzuweisen.

Der Nebenkörper von *P. pigmentifera* ist, wie erwähnt, allseitig von dichtem, im Leben schwarz erscheinenden Pigment bedeckt. Auf geeigneten Präparaten lässt sich die Zusammensetzung des Pigments

³⁾ Gemeint ist die Gesamtmasse des Mittelstücks, welche mit Hämatoxilin stark gefärbt wird. Aus der weiteren Darstellung wird ersichtlich, dass bei *P. chaetognathi* bei bestimmter Konservierung und Färbung äquatorial im Mittelstück eine Reihe von äusserst winzigen Körnchen sich wahrnehmen lässt, welchen ich Chromosomencharakter zuschreibe.

aus deutlichen Körnern erkennen; bei dichter Lage nehmen die Körner schwach ausgeprägte polygonale Gestalt an. Nach einstündiger Einwirkung der *Hermann'schen* Lösung werden dieselben dunkelbraun; bei Fixierung mit *Schaudinn'scher* Lösung und Färbung mit *Delafield's* Hämatoxylin erscheinen sie als gelbbraune Bläschen mit heller innerer Vakuole; Pikrinessigsäure nach *Boveri* löst die Pigmentkörner spurlos auf (vgl. Fig. 3). Im Körperplasma in einer gewissen Anzahl zerstreut — wobei aber der Nebenkörper stets bedeckt bleibt — findet man die Pigmentkörner nur ausnahmsweise; in der Umgebung des Nebenkörpers hingegen werden dieselben unregelmässig verteilt während des Teilungszustandes der Zelle. Für die nähere Präzisierung der chemischen Zusammensetzung der in Rede stehenden Gebilde fehlen mir zur Zeit die genügenden Anhaltspunkte. In bezug auf die biologische Bedeutung des Pigments wird wohl kaum fehlgegriffen werden, wenn ich dieselbe in der Excretionstätigkeit der Zelle suche. — Ob unterhalb der Pigmentkörnerlage der gesamte Nebenkörper von einer einheitlichen Membran umgeben ist, will ich für die vorliegende Species nicht endgültig entscheiden; für die zweite parasitische *Paramoeba*-Art, wo die Verhältnisse des Nebenkörpers viel übersichtlicher zu Tage treten, muss ich diese Frage verneinend beantworten.

P. chaetognathi Gr.

Sie ist viel kleiner als die vorige Art, durchschnittlich misst sie nur etwa 18 μ . Ausserdem ist sie viel weniger in die Augen fallend, indem ihr Nebenkörper im lebenden Zustand überhaupt unsichtbar bleibt. An der ungefähr oval gestalteten Amoebe lässt sich ein Ecto- und Entoplasma in der Regel nicht unterscheiden; nur wo Pseudopodien als grosse, plumpe Vorwölbungen gebildet werden, bestehen dieselben ausschliesslich aus hyalinem Ectoplasma. Das gesamte Körperplasma ist sehr dicht, äusserst feinkörnig, die Körner stark lichtbrechend; die dichte Körnelung verursacht ein sehr dunkles Aussehen des Protoplasmas, dank welcher Eigenschaft diese sonst unscheinbaren Wesen zwischen den im ganzen ähnlich erscheinenden plasmatischen Flocken und Samenzellengruppen bei einiger Uebung sich sofort erkennen lassen. Der Kern ist fast immer am äussersten Rande des Körpers gelegen. Größere und feinere, bis tentakelartige Pseudopodien werden an dem dem Kern entgegengesetzten Pol des Körpers gebildet. Der deutlich vakuoläre Bau des Plasmas wird erst auf konservierten und gefärbten Präparaten sichtbar. Einschlüsse des Plasmas wie bei der vorigen Art. Auch hier treten besonders deutlich nach *Delafield's* Hämatoxylinfärbung die Granulationen in der

Begrenzung der Vakuolen auf. Doch scheint diese Species durch den Besitz von besonderen, am Leben stark lichtbrechenden, überall gleich grossen Körnern ausgestattet zu sein, welche in grosser Anzahl im Plasma zerstreut auftreten; fast immer lassen sich 1—3 Gruppen von Körneransammlungen beobachten. Sehr wahrscheinlich entsprechen dieselben, wenn auch mit anderen Eigenschaften ausgestattet, den Pigmentkörnern von *P. pigmentifera*; im Gegensatz zu diesen letzteren treten sie jedoch auf Präparaten, die mit *Schaudinn*-scher Lösung behandelt sind, nicht zum Vorschein, wohl aber bei Behandlung mit *Hermann*'scher Lösung. — Der Kern wiederholt die von *P. pigmentifera* her bekannte Struktur. Auch hier wurde vergebens nach Centriol im Kern oder ausserhalb desselben gesucht.

Der Nebenkörper von *P. chaetognathi* bietet wie gesagt günstigere Bedingungen zum Studium seines Baues, indem jegliche Körnerablagerung an dessen Oberfläche fehlt. Er liegt direkt im Plasma eingebettet und zwar, wie man sich an Präparaten mit leicht durch Quellung vom Nebenkörper abgehobenem Plasma überzeugen kann, von keiner besonderen Membran umschlossen. In der Struktur des Nebenkörpers treten die bei *P. pigmentifera* angetroffenen Teile wieder. Doch lässt sich hier leichter der Nachweis führen, dass das sogenannte Mittelstück eine eigene Membran besitzt, dass es somit auf ein Bläschen zurückzuführen ist, welches freilich meistens Linsenform annimmt. Nach Behandlung mit *Hermann*'scher Lösung und Eisen-Hämatoxylinfärbung bekommt man den Eindruck, dass die Membran des Bläschens oben und unten polplattenartig ausgebildet ist und dass äquatorial sei es kein Zusammenschluss der beiden Membranen zustande kommt, sei es, dass an der betreffenden Stelle die Membran bedeutend dünner wird. Dem Umstand, dass das Mittelstück von einer eigenen Membran umgrenzt ist, schreibe ich bei der Beurteilung der Natur des Nebenkörpers besondere Bedeutung zu (vgl. weiter unten). Im übrigen bietet das Mittelstück je nach der Untersuchungsmethode ein sehr wechselndes Aussehen. Mit Jod-Jodkaliumlösung gibt es keine Blaufärbung. Nach Fixierung in *Schaudinn*'scher Lösung und Färbung mit *DeLafield*'s Hämatoxylin erscheint dasselbe gleichmässig äusserst tiefblau gefärbt; es färbt sich viel dunkler, als alles im Präparat vorhandene Chromatin. Mit Eisen-Hämatoxylin nach Sublimatfixierung kann man verschiedene Abstufungsgrade von schwarz bis hellblau erreichen. Boraxcarmin nach Pikrinessigsäure gibt das von *P. pigmentifera* her bekannte eigentümliche Verhalten: das Mittelstück bleibt vollkommen ungefärbt. Schliesslich lässt sich auf Präparaten, die mit *Hermann*'scher Lösung fixiert sind und eine geeignete Differenzierung mit Eisen-Hämatoxylin erhalten haben, in dem im ganzen ungefärbten, von einer

Membran umschlossenen Mittelstück ein grobgranulöser schwach hervortretender Inhalt nachweisen, während in der Äquatorialebene des Mittelstücks in seltenen Fällen ausserordentlich deutlich winzige, regelmässig in einer oder zwei Reihen angeordnete Körnchen zum Vorschein kommen; diese treten ausnahmweise auch bei *Delafield's* Färbung auf. Die nächstliegende Deutung für diese Körnchen ist diejenige als Chromosomen.⁴⁾ — Die grossen Centrosomen, welche keine Centriolen beherbergen (oftmals hingegen eine Vakuole im Inneren erkennen lassen), liegen von einem hellen Saum umgeben in einer dichten plasmatischen Masse,⁵⁾ welche mehr oder minder kegelförmig an die membranösen Linsenflächen des Mittelstücks zu beiden



Fig. 4. *P. pigmentifera*; Schaudinn'sche Lösung, *Delafield's* Hämatoxylin $\times 1800$.

Seiten sich anschliesst. Es muss hier die eosinophile Natur der Centrosomen, welche nach starker Differenzierung mit Eisen-Hämatoxylin deutlich zutage tritt, hervorgehoben werden. — Strahlungserscheinungen wurden weder hier noch bei der vorigen Art beobachtet. — Je nach der Behandlungsweise kann zwischen dem Mittelstück und Plasmakegeln ein Hohlraum entstehen, resp. kann das membranös umgrenzte Mittelstück stark zusammenschrumpfen.

P. chaetognathi kommt niemals in dem gleichen Wirt mit *P. pigmentifera* vor. Es scheint überhaupt eine scharfe Sonderung in

⁴⁾ Die diesbezüglichen Abbildungen werden in der ausführlichen Publikation erscheinen.

⁵⁾ Die hellen Höfe im Umkreis der Centrosomen dürften wohl hier, wie bei der vorigen Art, auf Schrumpfungerscheinungen in dem umgebenden Medium zurückzuführen sein.

dem Schmarotzerleben der beiden *Paramoeba*-Arten zu bestehen, worüber näheres in der ausführlichen Arbeit.

Die Teilung bei beiden *Paramoeba*-Arten.

Die Teilungszustände, welche an beiden Arten im wesentlichen übereinstimmend ablaufen, lassen sich im Vergleich mit manchen anderen Rhizopoden hier relativ öfters beobachten. Die Teilung spielt sich am Kern und Nebenkörper in durchaus selbständiger und unabhängiger Weise ab. Sie geschieht an beiden Gebilden ungefähr zu gleicher Zeit, im einzelnen kann bald der Kern, bald der Nebenkörper in der Teilung vorausseilen. Als erstes Anzeichen der Kernteilung tritt schärfere Sonderung von grossen Chromatinbrocken im



Fig. 5. *P. chaetognathi*; Schaudinn'sche Lösung, Eisenhämatoxylin-Eosin $\times 3650$.

Kerngerüst auf (vgl. Fig. 2). Gleichzeitig kann man beobachten, dass zwischen dem chromatischen Binnenkörper und Liningerüst eine nähere Beziehung sich auszubilden scheint: feine chromatische Fäden treten vom Binnenkörper auf das Liningerüst über. Es dürfte sich um einen Transport des Chromatins in den Kernraum handeln, ähnlich wie es Schaudinn für *A. binucleata* beschreibt. Unter fortschreitender Individualisierung von zahlreichen kornförmigen Chromosomen verschwindet der Binnenkörper (vgl. Fig. 4). Die Kernmembran wird während der Teilung aufgelöst, doch kann dieser Vorgang relativ spät erfolgen. An der dichten deutlichen Äquatorialplatte lässt sich in geeigneten Fällen ringförmige Anordnung von Chromosomen feststellen. Die Zahl der Chromosomen vor der Verdoppelung beträgt sicher über 40. Spindelfasern lassen sich auf geeigneten Präparaten nachweisen; dieselben konvergieren nicht immer

gegen einen Punkt, mitunter verlaufen sie parallel. Centriolen während des Teilungsprozesses als konstante Regel aufzufinden, war mir nicht möglich; nur höchst selten gelingt es, eine reduzierte Centrodese in der Richtung der Spindelaxe wahrzunehmen. Die Tochterplatten zeigen bei ihrem polaren Auseinanderweichen ein ausserordentlich dichtes Gefüge (Fig. 5 und 6). Im Umkreis der Tochterplatten fehlt die für *Paramoeba* typische Vakuolisierung des Plasmas. Die Rekonstruktion der Kerne aus den Tochterplatten zeigt an einem jeden Kern eine scharf ausgesprochene Heteropolie. Sonst wiederholt die Rekonstruktion des Kernes in umgekehrter Reihenfolge die Vorgänge der Prophasen.

Der Nebenkörper hat absolut keinen Anteil an der Teilung des Paramoebakernes. Die Verdoppelung der Centrosomen durch

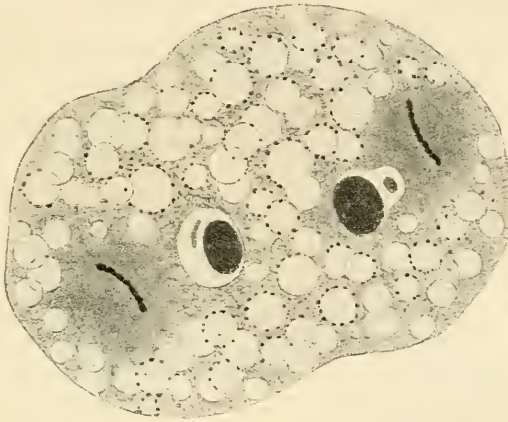


Fig. 6 *P. chaetognathi*; Schaudinn'sche Lösung, Delafield's Hämatoxylin $\times 3650$.

Teilung erfolgt, wie erwähnt, öfters ausserordentlich frühzeitig. Die übrige Teilung des Nebenkörpers macht äusserlich den Eindruck einer einfachen Durchschnürung; es muss daran erinnert werden, dass auch im Ruhezustand eine gewisse Duplizität im Bau des Nebenkörpers vorbereitet ist. Die scheinbare Durchschnürung dürfte eigentlich mit einem versteckten und nur selten nachweisbaren (vgl. oben) mitotischen Vorgang verbunden sein. In der Regel besteht der Nebenkörper nach der Teilung aus Mittelstück und einem einzigen ihm anliegenden Centrosom (Fig. 6); das eigentümliche, später polkappenartig differenzierte Plasma um dieses letztere herum lässt sich zunächst kaum deutlich nachweisen. Mittelstück und Centrosom liegen vermittlels einer transparenten Zone vom Körperplasma abgegrenzt; eine eigentliche abschliessende Membran lässt sich nicht nachweisen. Trotz-

dem mag der Hinweis auf die Aehnlichkeit, welche mit dem Kernbau bei Lohamoeben nach *v. Wasielewski* und *Hirschfeld* besteht, nicht unterdrückt werden. — Wo das nicht schon früher geschehen, vermehrt sich das Centrosoma durch Teilung; das eine Teilstück wandert nach dem entgegengesetzten Pol hin. Ausnahmsweise konnte ich eine stabförmige centrosomale Bildung in der Richtung der Polaxe über das Mittelstück ziehend beobachten. Dieses Bild erinnert stark, wenn auch nicht in Einzelheiten, an das Verhalten der „Sphäre“ bei *Noctiluca* in bezug auf den Kern nach *Ischikawa* und *Catkins*. Gleichfalls sehr selten lässt sich ein feiner Faden als Verbindung zwischen den an beiden Polen bereits ruhenden Centrosomen feststellen. Als einzigen Bildungsmodus der Centrosomen konnte ich stets nur den durch Teilung aus bereits vorhandenen Centrosomen nachweisen. — Bei *P. pigmentifera* wird bei der Durchschnürung des Nebenkörpers ein Teil des Pigments im umgebenden Plasma zerstreut. Ein anderer Teil des Pigments begleitet die Teilstücke des Nebenkörpers und wird zur Konstitution des neuen Nebenkörpers verwendet.

Nach vollendeter Teilung des Kernes und des Nebenkörpers wird der Plasmaleib in zwei gleiche Teile durchgeschnürt.

Die Gameten von *P. pigmentifera*.

Bereits *Grassi* hatte eine Beschreibung von Gameten gegeben. Ich konnte dieselben stets nur bei *P. pigmentifera* beobachten. Die Gameten treten fast immer in sehr grosser Anzahl in der Schwanzleibeshöhle der Sagitten auf, meistens gleichzeitig mit den Amoeben, niemals ohne einen Ueberrest von einigen wenigen Amoebenindividuen. Sie bewegen sich lebhaft unregelmässig wackelnd und lassen am Leben einen winzigen Pigmentfleck erkennen. Zur genaueren Untersuchung ist man auf gefärbte Präparate angewiesen.

Die Grösse der Gameten beträgt durchschnittlich $9\ \mu$; ihre Gestalt ist ungefähr keilförmig (Fig. 7a); das breitere Ende, das ich als das Vorderende auffassen will, trägt eine äusserst feine, schwer nachweisbare, den Körper zwei- bis dreimal an Länge übertreffende Geissel. Kern und Nebenkörper liegen am Vorderende, in der Regel rechts und links von der Medianebene, der rundliche Kern vor dem ovalen, mit seiner längeren Axe quergestellten Nebenkörper. Dieser letztere nimmt ausserordentlich begierig *Delafield's* sowie Eisen-Hämatoxylin auf; er erscheint mit diesen Färbemethoden als ein einfaches, intensiv dunkles Korn. Bei Verwendung von Boraxcarmin bleibt dasselbe hingegen gänzlich ungefärbt. Dieses Gebilde dürfte wohl sicher nur dem Mittelstück des Nebenkörpers im Amoeben-zustand entsprechen. Am Kern lassen sich winzige Chromatinbrocken,

mitunter auch ein Binnenkörper nachweisen. Eine gewisse Bedeutung sehe ich mich veranlasst der Beobachtung zuzuschreiben, dass Kern und Nebenkörper auf einem bestimmten Zustand durch einen deutlich darstellbaren Faden miteinander verbunden erscheinen. Lässt sich vielleicht daraus auf eine Entstehung beider aus einem einzigen Kern durch heteropole Teilung schliessen? Leider bin ich noch nicht imstande, auf diese interessante Frage eine entscheidende Antwort zu geben.



Fig. 7 a.



Fig. 7 b.



Fig. 7 c.

Fig. 7 a, b, c. *P. pigmentifera*, Gameten; Schaudinn'sche Lösung, Delafield's Hämatoxylin $\times 3650$.

Der Ursprung der Geissel im Plasma ist sehr schwer nachzuweisen. Nach einer ausgedehnten Prüfung finde ich in seltenen Fällen ein Basalkorn als Geisselwurzel (in Fig. 7 a nicht dargestellt). Am Kern wie am Nebenkörper lassen sich oftmals Centriolen feststellen. Dieselben liegen jeweilen in der Zweizahl ausserhalb der beiden genannten Gebilde und sind je ein Paar untereinander durch eine mehr oder weniger deutliche Centrodosome verbunden. Inwiefern die Centriolen des Nebenkörpers den Centrosomen im Amöbenstadium ent-

sprechen, kann ich nicht definitiv entscheiden; doch sollte das wahrscheinlich sein. Dem Kern hingegen kommt sicher im Gameten- resp. Amoebenzustand eine abweichende Konstitution zu.

Die Gameten werden somit des öfteren in Vorbereitung zur Teilung vorgefunden und in der Tat lässt sich dieser Vorgang mit Leichtigkeit auf Präparaten beobachten. Mit Nachdruck hebe ich hervor, dass ich mich hier wie im Amoebenzustand von einem vollständig unabhängig verlaufenden Teilungsmodus am Kern und am Nebenkörper überzeugen konnte. Aus ihrer für die Ruhe normalen Lage werden Kern und Nebenkörper derart herausgebracht, dass der letztere vor den ersteren zu liegen kommt; beide teilen sich gleichzeitig (Fig. 7 b und c); zum mindesten für den Kern steht die Beteiligung seiner eigenen Spindel am Teilungsvorgang fest; die Spindelaxen beider Gebilde liegen parallel zu einander, stets aber weit von einander entfernt; ihre Richtung ist senkrecht zur Längsaxe des Gameten. In keiner Weise hat der sich teilende Nebenkörper mit Spindel und Spindelpolen des Kernes etwas zu tun. Ueber die Richtigkeit dieser Angaben ist jeder Zweifel ausgeschlossen. — Die Durchschnürung des Gametenkörpers geschieht als Längsteilung. Das Verhalten der Geissel konnte nicht im einzelnen studiert werden; doch besass ein noch nicht vollkommen durchgeschnürter Gamet bereits zwei Geisseln.

Ausser der Teilung von Gameten wurde am Kern das Hervorbringen zweier winzigen Kerne, wohl sicher als Reduktionskerne zu deuten, beobachtet. Ueber die Kopulation von Gameten kann ich zur Zeit keine sicheren Angaben machen.

Ueber die Entstehung der Gameten bin ich nicht ins klare gekommen, trotzdem ich dieser Frage besondere Aufmerksamkeit geschenkt habe. In der ausführlichen Arbeit werde ich von gewissen Teilungserscheinungen am Binnenkörper des Kernes berichten, welche ich mit dem ersten Beginn der Gametenbildung in Beziehung setze. Eine Cystenbildung innerhalb des *Paramoeba*-Körpers als Vorstufe der Gametenproduktion, wie sie *Schaudinn* für *P. eilhardi* beschreibt, habe ich niemals in meinem reichen konservierten Material vorgefunden. Der Versuch, gewisse Granulationen im Plasma, welche gerade zur selben Zeit mit den Gameten sehr reichlich auftreten, in Beziehung mit der Bildung dieser letzteren zu bringen, musste nach einem genaueren Studium aufgegeben werden. Dieser Misserfolg lässt in mir auch Zweifel aufkommen, ob *Grassi* wirklich nach dem Leben die Entwicklung der Gameten vor sich gehabt hatte, wie er sie in seiner Beschreibung darstellt; vielmehr dürfte auch hier eine, allerdings sehr naheliegende, Verwechslung mit Plasmaeinschlüssen vorgekommen sein.

Schlussbemerkungen.

Eine eingehendere Besprechung der gewonnenen Resultate behalte ich mir für die ausführliche Arbeit vor. Hier gedenke ich nur in aller Kürze zur Frage nach der Natur des Nebenkörpers von *Paramoeba* auf Grund von eigenen Beobachtungen Stellung zu nehmen. Dass wir in dem fraglichen Gebilde einen Kern vor uns haben, bedarf heute kaum einer weitläufigen Begründung, nachdem in den mehrfachen Diskussionen der letzten Jahre über die Beziehungen der Centrosomen zum Kern die Gattung *Paramoeba* stets in erster Linie berücksichtigt worden war und zwar unter Betonung der Kernnatur ihres Nebenkörpers.⁶⁾ *Schaudinn* selbst betrachtete nachträglich im Anschluss an seine Originalmitteilung den Nebenkörper als ein aus einem zweiten Kern hervorgegangenes Organell, den Verhältnissen von *Amoeba binucleata* etwa entsprechend; in der weiteren Entwicklung sollte der Nebenkörper zum Centrosoma werden. Eine ähnliche Anschauung hatte gleichzeitig *Lauterborn* vertreten. Als lokomotorischen, der Teilung des Hauptkernes voranstehenden Kern haben *Hartmann* und *v. Prowazek* im Anschluss an *Schaudinn* den Nebenkörper von *Paramoeba* in ihrer bekannten Homologisierung des Blepharoplasten aufgefasst.

Meine Untersuchung ergibt eine unverkennbare Ähnlichkeit im Bau des Nebenkörpers der zwei beschriebenen *P.*-Arten mit dem Kern von *Actinosphaerium* während des Teilungszustands, speziell in der Richtungs-Karyokinese nach *R. Hertwig's* eingehender Darstellung. Die Analogie ist so weitgehend, dass sie sicher nicht durch die Annahme einer blossen äusseren Konvergenz erledigt werden kann; auch dürfte der Umstand, dass es Vertreter zweier verschiedener Ordnungen sind, die ich hier aneinander schliesse, nicht von vornherein hindernd in den Weg treten.

Ich gelange zu folgender Schlussfolgerung. Das Mittelstück des Nebenkörpers, mit einer eigenen Membran ausgestattet (s. oben), entspricht dem Kern von *Actinosphaerium* im Teilungszustand; die Centrosomen im letztgenannten Fall entsprechen den von mir mit gleichem Namen belegten polständigen Gebilden am Nebenkörper; diese liegen hier wie dort in kappenartig gestalteten plasmatischen Massen, welche von dem umgebenden Körperplasma mehr oder weniger scharf abgesondert erscheinen. Der Inhalt des Mittelstücks

⁶⁾ Die Auffassung *Chatton's*, der Nebenkörper entspreche einem aus dem Kern ausgewanderten Karyosom, oder einem Teil eines solchen, kann bereits für *P. eilhardi* nicht durchgeführt werden und lässt sich erst recht nicht mit meinem Resultaten vereinbaren.

bei *Paramoeba* hatte eigentümliche Umwandlung in eine mit gewissen Farbstoffen stark tingierbare Masse erfahren; ausnahmsweise lassen sich im Mittelstück zahlreiche winzige Chromosomen nachweisen, welche in Lage und Anordnung durchaus an die Verhältnisse bei *Actinosphaerium* erinnern. Der Chromatingehalt der Centrosomen in beiden Fällen ist eine auffallende Uebereinstimmung. Seitdem unzweifelhaft als Centrosomen funktionierende Gebilde mit Chromatingehalt bei Protozoen bekannt geworden sind (vgl. namentlich das Zentralkorn von *Acanthocystis* nach *Schaudinn*, *Wagnerella* nach *Zuelzer*), liegt der von mir vertretenen Auslegung nichts im Wege. Diese zuletzt besprochenen Eigenschaften des Nebenkörpers, um zusammenfassend zu wiederholen, bringen es mit sich, dass sein auf einen Kern zurückzuführender Teil (= das Mittelstück) vorwiegend achromatisch, seine mit der achromatischen Kernteilungsfigur zu homologisierende Partie hingegen vorwiegend chromatisch ausgebildet ist. — Der von mir gezogene Vergleich lässt sich nicht nur für *Actinosphaerium* durchführen; auch *Ameoba binucleata* nach *Schaudinn* (bis zu einem gewissen Grade)⁷⁾ sowie vor allem *Noctiluca* nach *Ishikawa*, *Calkins* und *Doflein* bieten Berührungspunkte (vgl. die extranucleäre „Sphaere“), worauf ich später zurückkomme.

Der Nebenkörper von *Paramoeba* ist als ein im Teilungszustand zur Dauerform gewordener, gleichsam in Teilung erstarrter zweiter Kern zu bezeichnen. Mit dieser Fixation eines sonst vorübergehenden Zustandes war eine weitgehende Umprägung in der Zusammensetzung der Bestandteile der Kernteilungsfigur verbunden. In beiden Vorgängen liegt es nahe, degenerativen Charakter zu erblicken. Diese letztere Vermutung wird vielleicht durch konstante Ablagerung von Pigmentkörnern, wahrscheinlich excretorischen Ursprungs, um den Nebenkörper von *P. pigmentifera* erhärtet. Bei der Teilung von *P. pigmentifera* wie *P. chaetognathi* kommt dem Nebenkörper in bezug auf den Hauptkern keinerlei aktive Rolle zu; dieser letztere besitzt bei *P. pigmentifera* sowohl in dem Amöben- wie im Gametenzustand die Fähigkeit einer selbständigen Teilung.

Zwischen den beiden Kernen von *Paramoeba* ist durch die aberrante Entwicklung des „Nebenkörpers“ eine weitgehende Verschiedenheit erreicht worden. Ich möchte nicht unterlassen, auf den Umstand hinzuweisen, dass der meiner Ansicht gemäss im Nebenkörper dauernd, wenn auch wohl maskiert, erhaltene Teilungstypus

⁷⁾ Nach einer bestimmten Richtung passt der Vergleich hier besser als bei *Actinosphaerium*, insofern als die Polplatten während der Kernteilung allem Anschein nach auf die verdickte Kernmembran selbst zurückgeführt werden können.

während der Mitose des Hauptkernes nicht in der gleichen Weise zum Vorschein gelangt. Diese Tatsache könnte als Argument gegen meine Auffassung ausgenützt werden; doch muss man sich andererseits vergegenwärtigen, dass die Kernteilung im Gametenzustand nach einem anderen Typus als diejenige im Amoebezustand verläuft, dass somit nicht bloss ein einziger Kernteilungsmodus bei *Paramoeba* von vornherein als unerlässliche Bedingung vorauszusetzen wäre. Zudem scheint mir die oben vertretene Erklärung beim heutigen Stand unserer Kenntnisse von der Gattung *Paramoeba* die nächstliegende zu sein.

Für den von *Schaudinn* ausdrücklich provisorisch geschaffenen und allzu indifferenten Namen „Nebenkörper“ schlage ich vor die Bezeichnung *Nucleus secundus* zu gebrauchen; im engeren Sinne ist alsdann das Mittelstück als *eunucleärer* Teil, die Plasmakappen mit Centrosomen als *archoplasmatischer* resp. *perinucleärer* Teil der Kernteilungsfigur aufzufassen.

Wie meine tatsächlichen Befunde über das Verhalten des Nebenkörpers bei der Teilung mit denjenigen *Schaudinn*'s, und speziell mit der von *Schaudinn* dem Nebenkörper bei der Teilung der Flagellatengeneration zugeschriebenen Rolle in Einklang zu bringen sind, muss zur Zeit dahingestellt bleiben. Eine Nachuntersuchung des Entwicklungszyklus von *P. eilhardi* erscheint dringend wünschenswert. — Sollte vielleicht die Gattung *Paramoeba*, welche ja gern als Etappe in der Genese des Kernes und der Centrosomen angesprochen wird, selbst wieder in ihren einzelnen Arten nicht sowohl sukzessive als vielmehr divergente Entwicklungsphasen verkörpern?

Eingegangen Dezember 1911.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [23_1912](#)

Autor(en)/Author(s): Janicki C. (Konstanty)

Artikel/Article: [Untersuchungen an parasitischen Arten der Gattung Paramoeba Schaudinn. \(P. pigmentifera Grassi und P. chaetognathi Grassi.\) 6-21](#)