Nachdruck verboten. Übersetzungerecht vorbehalten.

## Studien zur Naturgeschichte der Protozoen.

Von

F. Doflein.

V. Amöbenstudien. Erster Teil.

(Hierzu Tafel XVII-XIX und 17 Textfiguren.)

In der nächsten Zeit beabsichtige ich einige Fortsetzungen meiner vor Jahren begonnenen Studien zur Naturgeschichte der Protozoen zu veröffentlichen; diese neuen Untersuchungen sind bei den Vorbereitungen zur II. Auflage meines Buches über die parasitischen und pathogenen Protozoen entstanden. Ich hatte das Bedürfnis, mir über manche Probleme der neueren Protozoenforschung durch eigene Untersuchung ein selbständiges Urteil zu verschaffen. Dabei ergab es sich, daß mir auf manchen Gebieten neue Tatsachen entgegentraten, und daß manche meiner Beobachtungen mir eine von derjenigen anderer Forscher abweichende Beurteilung der Befunde anfdrängten. Da alle diese verschiedenartigen Dinge in einem Lehrbuch nur einen geringen Raum einnehmen dürfen, sollen sie hier ausführlichere Darstellung finden. Entsprechend ihrer Entstehungsweise werden diese Studien einen verschiedenartigen Charakter tragen; einige werden ausführlicher sein und hauptsächlich auf eigenen neuen Beobachtungen basieren, andere werden kürzer, aphoristischer sein, und an der Hand einzelner Beobachtungen meine in dem Lehrbuch vertretenen Anschauungen des näheren darlegen nnd verteidigen.

Diese erste Studie ist wesentlich auf Beobachtungen begründet, welche ich an einer mittelgroßen freilebenden Amöbe des Süßwassers gemacht habe.

#### A. Beschreibung der Amoeba vespertilio PEN.

Im Herbst 1906 trat in meinen Kulturgefäßen eine schöne Amöbe in großen Mengen auf; dieselbe Art fand sich zur gleichen Zeit in einem Aquarium des zoologischen Instituts, dessen Wasser aus einem Moorgraben bei Murnau stammte, während das Wasser meiner Kulturen aus einem Sumpf im oberen Isartal entnommen war. Im Anfang schien mir das Tier zu den wenigen leicht charakterisierbaren Amöbenarten zu gehören, denn die herrschende Fesudopodienform war sehr auffallend und immer wiederkehrend. Nachdem ich aber die Amöbe längere Zeit in Kultur gehalten hatte, erkannte ich, daß sie ebenso variabel in der Form ist, wie irgend eine andere Amöbenart; einige der Bedingungen, welche bestimmte Gestalländerungen herbeißhren, werden wir unten näher kennen lernen.

Die Amble zeigt ihre typische Form dann, wenn sie bei der Bewegung sich einer Unterlage auschmiegt, dann erkennt man deutlich den Gegenstz zwischen einem glashellen wenig gekörnelten Ectoplasma. Das Ectoplasma ragt in Form von vielfach verzweigten Pseudopodien von sehr eigenartigen Umrissen hervor. Die Pseudopodien sind nämlich meist von schlanken Kurven abgegreuzt und enden mit zipfelförmigen Spitzen, so daß der Umriß des gauzen Tieres oft an denjenigen eines Fledermausfügels erinnert. Der größte Teil dieser Pseudopodienbildungen ist von hyalinem Ectoplasma eingenommen, nur im innersten Teil erkennt man das bewegliche Entoplasma. Es hat dies seine Ursache darin, daß diese Pseudopodien eines ehr geringe Dicke haben, daß sie in Form von ganz feinen Lamellen ausgestreckt werden (vgl. Fig. A, auch Fig. 1 und besonders Fig. 3 der Tadel XVII).

Die spitze, züpfelförmige Gestalt der Pseudopodien, welche bei der Bewegung gebüldet werden, ist jedenfalls für die Art charakteristisch. Aber sogar bei den Bewegungspseudopodien zeigen sich schon Formvariationen. Fig. B zeigt ein Exemplar, bei welchem die Pseudopodien nurn an einen Ende des Tieres gebüldet sind und ziemlich dick und entoplasmareich sind; immerhin sind sie immer noch spitz dreievkig. Bei dem Exemplar der Fig. C, welches ebenfalls in lebhafter Vorwärtsbewegung begriffen war, sind die Psendopolien in einem Bischel langer schnaler Zipfel am vorderen Ende zusammengedrängt. In ihrer Form lassen sie kaum mehr Beziehungen zu den typischen dreieckigen Psendopolien erkennen.



Fig. A. Fig. A. B. Fig. A. B. Typische Bewegungsformen von Amoeba vespertilio. Fig. C. Zipfelform derselben Amöbe.

Schon die drei bisher beschriebenen Formen, welche unser Amöbe annehmen kann, wären früher als drei differente Amöbeanaten bezeichnet worden. So sehr welchen sie nicht nur im äußeren Umriß, sondern anch im gegenseitigen Verhalten von Ecto- und Entoplasma voneinander ab. Während das Stadium der Fig. A ein breites klares Ectoplasma entwickelt hat, wobei die Beaudopolien fast ausschließlich aus solchem gebildet sind, finden wir in dem Stadium der Fig. C nur einen ganz minimalen ectoplasmatischen Saun; die Peaudopolien führen bis in ihre Spitzen hinein eine zentrale Masse von leichtfüssigem Entoplasma. Fig. B nimmt aoch in dieser Bezichnng eine mittlere Stellung ein.

Hätte ich die verschiedenen Formen nicht während der 8 Monate, während deren ich das Tier bisher in Kultur habe, immer wieder auftreten schen, nnd hunderte Male beobachtet, so würde auch ich nicht geglaubt haben, immer dieselbe Art vor mir zu haben. Und noch mehr gilt das für die Formen, welche ich jetzt beschreiben werde.

Schon Fig. C reprisentiert eine Form, welche die von mir untersochte Ambbe bei gutten Ernährungszustand in sauerstoffreichem Wasser häufig annimmt. Unter den gleichen Bedingungen sieht man aber auch oft die meisten Individuen einer Kultur in der Form der Ameder aufosa eine sehr charakteristische Ruhestellung einnehmen. Und zwar geschicht dies besonders dann, wenn man das Wasser des Kulturgefälse durch leises Schanklen in Bewegung versetzt hat. Dann erscheint der ganze Boden der Kulturschale wie mit hunderten von kleinen Sternchen bedeckt. Diese sternförmigen Amöben können nach zwei verschiedenen Typen gebaut sein. Der erste wird durch die Figuren D und E, der zweite durch Fig. F, G und H reprisentiert.



Fig. D. Fig. E. Fig. D u. E. Amocha vespertilio in der starren Radiosaform. Formen mit hyalinen, ectoplasmatischen Pseudopodien.

Im ersteren Fall ist fast das ganze Entoplasma des Tieres zu einer kugeligen Centralmasse zusammengezogen, von welcher nach allen Seiten spitze ectoplasmatische Psendopoiden im großer Zahl (oft 40-60) ausstrahlen. Manchmal sind sie kmz, spitz-dreieckig und sehr hyalin (Fig. E), in anderen Fällen sind sie sehr lang, dann oft gegabelt, auch kann man dann vielfach einen gewissen Antell des Entoplasmas an ihrem Aufbau nachweisen (Fig. D). Stets zeigen sie jedoch eine gewisse Starrheit, die Tiere können gerollt und geschlutelt werden, ohne daß sie die Jseudopodien einziehen; auch können sie ohne Schwierigkeit konserviert werden mit voller Erhaltung der schönen Stenformen. Hervorzuheben ist, daß die Tire in dieser Stellung sich nicht bewegen, an keiner Unterlage haften, sondern vielmehr heliozoenartig im Wasser schweben. Sie nehme auch in diesen Zustank eine Nahrung auf.



Fig. F. Bewegliche Radiosaform von Amoeba vespertilio.

Etwas beweglicher sind die Amöben in den Zuständen, welde in den Figuren F, G und H abgebildet sind. Bei ihnen ist auch manchmal das Entoplasma in einem centralen Klumpen zusammegeballt; doch ist das nicht immer der Fall; stets beteiligt es sich anch am Anfran der Pseudopodien.

Hervorznheben ist, daß auch diese Zustände unserer Ambéjene eigentämliche Starrheit zeigen, von der ich soeben sprach. Diese Starrheit ist natürlich keine absolute, aber es bedarf ziemlich kräftiger Reize, um die Tiere zur Bildung breiter Pseudopodien zu veranlassen.

Es liegt nahe, an einen Zusammenhang zwischen dem Sauerstoffreichtum des Wassers und dieser Radiosa-Form der Amöbe zu denken. Denn es ist ja diejenige Form des Tiers, bei welcher eine maximale Oberflächenentwicklung erreicht wird, welche für die Anfnahme des Sanerstoffs aus dem nmgebenden Medinm von Vorteil sein muß. Wahrscheinlicher als ein solcher teleologischer Zusammenhang scheint



Fig. G. Fig. H. Fig. G u. H. Bewegliche Radiosaform von Amoeba vespertilio. Typus mit flüssigeren, entoplasmahaltigen Pseudopodien.

mir ein Einfluß der chemischen Znsammensetzung des Mediums auf die Oberflächenspannnng, wie wir ihn nachher im experimentellen Teil zu besprechen haben werden.

Dort werden wir auch noch einige andere Zustände der Amöbe zu erwähnen haben, welche man bei längerer Beobachtnag in den Kulturen ebenfalls gelegentlich unter normalen Verhältnissen antrifft. So die abgestumpften, psendopodienarmen Gestalten der Fig. L. M und N. Sie sind besonders an sehr großen Individuen zu finden, welche träge Bewegungen ausführen und ein relativ dickflüssiges Plasma anfweisen.

Ans diesen Zuständen kann die Amöbe in die Formen mit langen dünnen oder mit breiten eckigen Fortsätzen unter eruptiver Pseudopodienbildung übergehen (Fig. J). Dabei entstehen oft stumpfe, Inpige Pseudopodien, abhilich denjenigen der Amocde proteen (Rös.) Gar nicht selten bilden die Amöben anch flache Scheiben, von welchen nach allen Seiten spitze dinne Pseudopodien ein Zwischenraun Indem hier zwischen den einzelnen Pseudopodien ein Zwischenraun bleibt (s. Fig. K), entsteht eine Amöbenform, welche viel mehr au A. polynoide alls an A. radiose erinnert.

Und schließlich kann die Amöbe auch noch beim Einschließen von Nahrungskörpern z. B. Algen, Würmern, Rotatorien die abenteuerlichsten Gestalten annehmen.



Fig. J. Amoeba vespertilio, gewöhnliche Form, plötzlich ein Büschel lappiger Pseudopodien hervorschießend.



Fig. K. Amoeba vespertilio in der Polypodiaform,

Es hat also diese Amöbe viel weniger eine typische Form als z. B. Anodo protess, welche wohl unter den einkernigen Amöben die bestdefinierte Art ist. Ja, wir sehen bei längerer Kultur als Formen annehmen, welche sie zahlreichen der früher von verschiedenen Autoren beschriebenen Amöben sehr ähnlich erscheinet läßt. So gemahnen Zustände, wie die der Fig. E sehr an Amodo serrecoso, Fig. G an Amodor andoso, Fig. K an Amodo polygodis, nnd ich habe auch Exemplare gesehen, welche A. limaz und A. getisik sehr ähnlich waren.

Auch das Ausselen des Plasmas und das Verhältnis von Edound Entoplasma zueinander läßt sich nicht zur Charakterisierung heranzielen; denn wie wir noch des weiteren im apperimentellen Teil sehen werden, wechselt es sehr nach den Existenzbedingungen malgemeinen sehen wir das Entoplasma stets viele stark licht-

256

brechende Granula von geringer Größe enthalten. Manchmal nimmt der Reichtnm an größeren Grannlationen in einer auffallenden Weise zu. Das Anssehen des Entoplasmas ist daher ein sehr wechselndes.

Somit stehen wir hier in einem ganz extremen Fall all den Schwierigkeiten gegenüber, welche sich dem Forscher bei der Identifizierung von Amöbenarten in den Weg stellen. Wie schon viele frühere Amöbenuntersucher hervorgehoben haben, dürften viele der früher unter den Namen A. limaz, guttula, polypodia, radiosa, verrucosa usw. in der Literatur immer wieder erwähnten Arten nur Zustände irgend einer nicht genaner festzustellenden amöboiden Protozoenform gewesen sein. Gelegentlich beobachtete einzelne Individuen sind nicht bestimmbar. Nur durch länger dauernde Züchtnng läßt sich bei dem gegenwärtigen Stand unseres Wissens für die meisten kleineren Amöbenarten ein Erscheinungenkomplex feststellen, der zu einer ganz sicheren Identifizierung der Art führen kann. Und wie SCHAUDINN und ich schon hervorgehoben haben, werden wahrscheinlich manche bisher als Amöben beschriebene amöboide Organismen sich als Zustände anderer Protisten heransstellen und ganz aus der Ordnung der Amöbinen ausgeschaltet werden.

Immerhin nehme ich auf Grund meiner eigenen Erfahrungen als wahrscheinlich an, daß eine größere Anzahl von Arten sich als echte Amöben werden definieren lassen. Dazu bedarf es aber noch intensiven Studiums und es wird notwendig sein, mit großer Vorsicht zu Werke zn gehen, um nicht die Ursachen von Verwechslungen zn vermehren. Daher erscheint es mir wünschenswert, die in der älteren Literatur immer wiederkehrenden Namen Amoeba limax, A. polypodia und A. radiosa möglichst zu vermeiden, wenn es sich um die Bezeichnung von Spezies handelt: dagegen kann man diese eingebürgerten Bezeichnungen sehr gut für die Beschreibung gewisser Zustände, wie sie bei den meisten Amöbenarten vorkommen, verwenden und von der Radiosaform oder Limaxform einer Amöbe sprechen, wie man von dem Pilidinm oder der Zoëa spricht. Durch diesen Vergleich will ich natürlich nicht andeuten. daß ich diese Zustände für Entwicklungstadien halte, vielmehr dürfte es sich in den meisten Fällen um physiologisch bedingte Formen handeln

Es empfiehlt sich also, für die in ihrem ganzen Entwicklungscyklus erkannten und dadurch genan definierbaren Amöbenarten ganz neue Namen zu wählen, wenn nicht zufällig die Zurückführung auf einen früher gegebenen Namen mit großer Sicherheit vorgenommen werden kann, wie bei Amoeba proteus, Pelomyza palustris und gewissen 17

Archiv für Protistenkunde, Suppl. I.

parasitischen Amöben. Nnr so werden sich zahllose Verwechslungen nnd Unklarheiten vermeiden lassen.

In dem Fall der von mir studierten Amöbe ist die Entscheidung eine relativ einfache, indem sich die Form mit iener gewissen Sicherheit, wenn auch nicht ganz ohne Willkür anf eine von PENARD (01) nnter dem Namen Amseba resperitiv beschriebene Art beziehen läßt. Ich vermeide es gern, die Art mit einem ganz neuen Namen zu belegen, da die A. vespertiko (PENARD) in der Literatur sei ihrer ersten Beschreibung noch keine Kolle gespielt hat und daher auch ein Irrtum in der Identifizierung durch mich keine weittragenden Folgen haben könnte.

PENARD (01) beschreibt seine A. respertilie folgendermaden: "Sie ist anfeordentlich wechschelt, aber wie sie anch ansschen mag, mit Ausnahme von vorübergehenden Znstkaden, sind die Psendopolien immer konisch und eckig; ihr Ende ist im allgemeinen schart zulanfend; manchmal kann sich die Spitze für einem Moment abrunken! Am häufigsten findet man sie nach diesem Autor in einer Gestalt, welche an einen Entenfuß oder Fledermausfügel erinnert (vgl. neine Abbildung Taf. XVII Fig. 5). Auch er beschreibt Individuen, wielde sternförmig gestaltet waren und hebt hervor, daß sie in diesem Zustand nicht von der Amoeka radiosa zu nuterscheiden sind. Er bemerkt ferner, daß der vieleckie Zustand der häufigere, der strahlige der seltenere ist. Von Plasmaeinschlüssen erwähnt er sehr feine grünliche Körnchen nd gröderer Exkretionskörner.

Den Kern beschreibt er als sphärisch mit großen, kompaktem utd ganz feinpunktiertem "Nucleolns". In einem Exemplar fand er eines Tages zwei Kerne. Schlieblich erwähnt er eine contractile Vacuole. an ihrer Stelle oft zwei bis drei, von denen eine die größte ist. und im Plasma viele kleiner Vacuolen.

Ans dieser Beschreibung geht hervor, daß alle auffallenden Merkmale den von Pexskow und von mir beobachteten Amöben gemeinsam sind. Ich entnehme daraus die Berechtigung, meine Amöbe mit dem Namen A. eesperfülio zu bezeichnen. Ich halte ebenfalls eine weitergehende Erörterung, ob die vorliegende Amöbe etwa mit der von Maxascutscowsav (1881) beschriebenen A. dangulate oder mit der von Maxascutscowsav (1881) beschriebenen A. dangulate übersichtung, wegen der zu knrzen Beschreibenen M. daigtate übersichtung, wegen der zu knrzen Beschreibungen dieser Autoren für zwecklos. Ebensvo Scheint es mir nicht möglich, das Tier mit der Amobe apauson vo Gauzze in sicheren Zusammenhang zu bringen. Wenn uma also überlangt einen der schon existierenden Namen für die Amöbe in Awendung bringer wollte. So war sichet A. versertüb der ichliefst Ich hoffe, daß die von mir zu gebende Darstellung ihrer Eigentümlichkeiten es ermöglichen wird, von jetzt an die Form mit Sicherheit zu identifizieren.<sup>9</sup>)

Ich füge den oben gegebenen Daten über A. vespertilio noch folgendes bei:

Die Größe der einzelnen Individuen war sehr wechselnd, während die gewöhnlichen in Bewegung befindlichen Zustände einen Längsdurchmesser von 220–250  $\mu$  und einen Breitendurchmesser von 40–60  $\mu$  erreichen konnten, war der Durchmesser eines stemförmigen Individums mit knrzen Pseudopodien (Fig. Dun dE) meist ungefähr 60–80  $\mu$ , derjenige eines solchen mit langen Pseudopodien (Fig. F und G) in der Regel ungefähr 80–150  $\mu$ . Der Durchmesser des Kerns betrag im Mittel 10–15  $\mu$ , derjenige des Binnenkörpers 7–10  $\mu$ .

Die Plasmastruktur ist je nach den physiologischen Zuständen des Tieres sehr wechselnd. Insbesondere gilt dies für die gröbere Stuktur. Die beweglichen Individuen, welche eifig fressen, haben ein von zahlreichen Vacuolen durchsetztes Entoplasma, welches sehr beweglich und vom Ectoplasma deutlich abgesetzt ist. Die sternförmigen Individuen und diejenigen, welche nach der Infektion mit Zoochlorellen nicht mehr regelmäßig größere Objekte fraßen, hatten das Eutoplasma von einer größen Anzahl kleiner Vaanolen durchsetzt, deren Größe nur ca.  $4-8\,\mu$  erreichte, etwa der doppelte Durchmesser der Zoochlorellenzellen. Ihr Inhalt unterschied sich in seinem Lichtbrechungsvermögen swohl vom Plasma, als auch von dem Inhalt der contractilen Vacnole, als auch vom nugebenden Wasser sehr erheblich. Es war eine milchig tribe Masse, in den meisten Fällen allerdings noch durchsichtig, in auderen nur mehr durchscheined.

Wohl davon zn nnterscheiden sind die viel kleineren Alveolen der feineren Protoplasmastruktur, welche an den flach ausgestreckten Pseudopolien der bewegichen Individuen besonders deutlich im Leben nachweisbar sind. Die jungen Individuen der Amoeba vesperiilio sind übrigens geradezu ein Musterobjekt für die Beobachtung der Schaumstruktur des Protoplasmas am lebenden Objekt (s. Fig. L)'

Wie schon NERESHEIMEE (1905) für die von ihm beschriebene Amoeba dofleini hervorgehoben hat, so ist auch bei A. vespertilio das Aussehen des Plasmas bei den jungen Tieren von demjenigen der

17\*

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>) Zusatz bei der Korrektur. Im V. Band dieser Zeitschrift (1905) hat H. Schotruburk die A. angulada von Massechkowsky besser zu charakterisieren gesucht. Seine Darlegungen scheinen mir auch dafür zu sprechen, daß die von mir studierte Amöbe nicht mit A. angulada Mas. idenlisch ist.

alten Tiere abweichend. Es ist bei den kleinen ans einer multiplea Teilung frisch hervorgegangenen Tieren sehr stark lichtbreched. zähfässig und erfüllt von zahlreichen, sehr kleinen, stark licht brechenden Körnchen. Die Tiere sind sehr langsam in ihre Bewegungen und zeigen, wie in Fig. O veranschaulicht, eine vollkommet klare, ganz gesetzmäßige Anordnung der Alveolen.



Fig. L. Junges Individuum von Amoeba vespertilio mit deutlicher, am lebenden Tier leicht wahrnembarer Schaumstruktur.

Die erwachsenen Individuen haben in ihrem Entoplasma eine Unmasse sehr feiner, sehr stark lichtbrechender Körnchen, welche mit dem flüssigsten Teil des Entoplasmas oft weit in den Achsen dünner Psendopodien peripheriewärts wandern. Diese Körnchen sind sehr charakteristisch für das Anssehen der Ambbe.

Eine contractile Vacuole ist stets vorhanden; sie fullt sich ziemlich langsam (10-20 Minuten) und entleert sich plötzlich durch eine weite, kraterartige Mündung, welche mehrere Seknaden offen bleibt, um dann unter eigentümlicher Fältelung ihrer Wände msammenzusinken.

Die Umfließung von Nahrungsbestandteilen erfolgt genau in derselben Weise, wie dies von den übrigen Amöbenformen oft beschrieben wurde. Amoeba respertilio frißt sowohl kleine Algen,

#### Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. V.

Bacterien, Diatomeen, Pilze, als auch Larven und Eier von kleinen Tieren: Crustaceen, Würmern, Rotatorien. In ganz ähnlicher Weise, wie dies RHUMBLER (98) heschrieben hat, sah ich sie sich an langen Algenfäden entlangfressen, oder Teile aus deren Mitte heransverdauen. Wenn sie größere Eier oder Larven üherzicht oder Algenfäden einhüllt, wird sie ganz deformiert. Als ganz dünne Hülle die betreffenden Opfer üherziehend, heqnemt sie sich vollkommen deren Form an, so daß oft kanm Substanz zur Bildung einiger kleiner Psendopodien übrig bleibt. Im Falle, daß Ohjekte ins Innere der Amöbe aufgenommen und dort verdaut werden, sind sie wie üblich in einer Nahrungsvacuole eingeschlossen, welche monströs groß sein kann, wenn die Amöbe Tiere verschlungen hat, welche ihre eigene Größe, um das mehrfache ühertreffen; so z. B. wenn sie kleine freilehende Nematoden oder Rotatorien aufgenommen hat, was sie sehr hänfig tut, in ganz ähnlicher Weise, wie dies NERESHEIMER für Amoeba dofleini geschildert hat.

Schr merkwärdige große Vacuolen konnte ich häufig hei den Amöhen der Zoochlorellenkulturen feststellen; diese Vacuolen müssen eine relativ feste Suhstanz enthalten, denn sie werden oft lange Zeit auf kaminartig vorragenden Pseudopodien, in deren distalem Teil sie stecken, wie ein Ei im Eireheetne, emporgehalten (Fig. M).

Die Cystenbildung wird weiter nnten, gelegentlich ihrer experimentellen Erzeugung ausführlicher hehandelt.



Fig. M. Eigentümliche Vacuolenbildung bei Amoeba vespertilio.



Fig. N. Ausgefressene Amoeba vespertilio mit doppelt konturierter Hüllschicht.

Hier sei zum Schluß der Beschreihung noch erwähnt, daß die änßerste Hüllschicht des Ectoplasmas ziemlich klebrig ist; es ist leicht mit ihrer Hilfe die Amöhe heim Ahtöten am Ohjektträger anzuklehen, auch lassen sich Fäden ans ihr ziehen. Man hat den Eindruck, als ob eine gallertige Hüllschicht von sehr geringer Dick das Tier in seiner ganzen Auselhenung jederzeit überziche, inden sie wie ein lockerer Sack alle Bewegungen des Protoplasmas mitmacht. Darauf weist auch fölgende Frfahrung hin: gelegentlich beobachtete ich abgestorbene Amöben, welche von Bacterien nod kleinen Flagellaten ausgeforssen wurden. Dabei blieb die verschrumpdie überste Schücht nebst dem Kern übrig: auch einige körnelige Krünel, Plasma- und Nahrungsreste fanden sich noch innerhalb des Sacks (s. Fig. N). Der Sack war deutlich doppeltkonturiert. Ganz auszuschließen iste in diesen Fällen allerdings nicht, daß des sich un eine Gallertschicht handelte, welche von der Amöbe bei dem Versuch

## B. Experimentelles.

## 1. Einfluß der Temperatur.

In der Hoffnung die Amöben dadurch zu geschlechtlichen Vorgingen zu veranlassen, wie dies R. Hartwro und anderen bei verschiedenen Protozoen gelungen ist, setzte ich sie längere Zeit Tempraturen aus, welche von der herrschenden Mitteltemperatur erhelich abwichen. Da der beabschitigte Erfolg nicht erreicht wurde, so gab ich die Versnche bald auf. Einige der bei dieser Gelegeneit gemachten Beobachtungers ind aber immerhin der Mittellung wert.

Anoda respectilo erwices sich als sehr anpassungsfähig und zur vertrug sie bemerkenswerterweise hohe Temperaturen besser als tiefe. Noch hei Temperaturen von über 30°C war sie außerordenlich beweglich; ihr Plasma war sehr dünnflüssig, dementspreched die Psendpodienbildung sehr reichlich, die Lokomotion sehr rask. Der Stoffwechsel schien sehr gesteigert, doch war offenbar der Abau besonders intensiv; dem trotz reichlicher Nahrung wurden dir Tiere immer kleiner, bis sie etwa nur  $1_{j_0}$  ihrer ursprünglichen Größbesaßen.

Eine Kultur lebte wochenlang bei einer Temperatur von fast 37°C, ohne sich irgendwie geschädigt zu zeigen. Als ich nach ez 4 Wochen den Versuch abbrach, waren noch zahlreiche Individuet am Leben; Ernährung, Bewegung und Teilnng war immer regulir vor sich gegangen. Der Versuch ist deswegen von Interesse, wei er zeigt, wie leicht ein solches Tire aus dem saprophytischen Leben zum Parasitismus in einem Warmblüter übergehen könnte, soweit die Temperatur als Existenzbedingung in Frage kommt.

Bei einer Erniedrigung der Temperatur auf ca. 5°C werden die Tiere sehr träge und langsam. Während bei den Wärmetieren die charakteristischen zackigen Pseudopodien, welche fast nur aus Ectoplasma bestehen, gebildet werden, nehmen die Kältetiere eine unregelmäßig polygonale Form mit schwacher Pseudopodienbildung au. Der Ectoplasmasann wird ganz schnal, an vielen Stellen ist er kanm sichtar. Die Tiere fressen sehr wenig; da aber die Vermehrung ebenfalls sehr verlangsamt ist, wachsen sie zum Teil zu sehr bedentenden Größen heran. Die größten von mir gemessenen Exemplare hatten einen Durchmesser von 300-400  $\mu$ .



Fig. 0. Fig. P. Fig. Q. Fig. 0, P. Q. Drei Stadien des znnehmenden Kälteeinfusses. Riesenformen mit ganz geringer Fseudopolienbilding.

Höhere Temperaturen als 37 °C führen zur Abkugelung der Amöben und zum Absterben.

Bei tiefen Temperaturen (+ 2 bis 4 ° C) erstarren die Tiere, entsprechend den Erfahrungen der früheren Autoren, ohne sich vorher abgekugelt zu haben.

Die Kerne der Tiere aus den Wärme- nnd Kälteknlturen waren nicht sehr anffallend verschieden, weder im allgemeinen in der Größe noch im gegenseitigen Verhalten der Snbstanzen. Daher, nud weil die Versuche zu kurze Zeit hindurch fortgeführt waren, habe ich keine Messungen vorgenommen.

## 2. Chemische Einflüsse.

Ganz geringe Veränderungen in der chemischen Znsammensetzung des Wassers, in welchem die Amöben gezüchtet wurden, waren von dentlichem Einfluß anf die Tiere. Die verschiedenen Amöbenarten verhalten sich ja in ihren Ansprüchen an die chemische Zusammensetzung des umgebenden Mediums sehr verschieden. Nicht nur daß wir Amöben des Meerwassers von solchen des Süßwassers unterscheiden können und daß wir diesen die parasitischen Formen gegenüberstellen müssen; anch in jedem dieser Medien sind die verschiedenen speziellen Lebensbedingungen von verschiedenen Amöbenarten bevorzugt. Ich sage absichtlich "bevorzngt", weil sie nicht absolnt bedingend sind. Denn anch an die chemische Zusammensetzung der Umgebung sind die meisten Amöben außerordentlich anpassungsfähig, allerdings nicht alle. Man kann Süßwasseramöben durch allmähliche Überführung ans Meerwasser gewöhnen; man kann Amoeba proteus, welche besonders gut in etwas fanligen, stark bacterienhaltigen Gewässern gedeiht, auch anf einem Rasen von grünen Algen und Diatomeen züchten. Dagegen ist Pelomuza sehr empfindlich gegen Veränderungen des Mediums; sie lebt in der Regel in schlammigen, stark nach Schwefelwasserstoff oder nach Sumpfgas riechenden Wassern. Eine Verdünnung dieses Mediums ist fast immer tödlich für sie. Amoeba vespertilio nnn gedeiht besonders gut in klaren Sumpf- oder Moorwassern, welche reich sind an einzelligen Algen und an Diatomeen. Sie ist sehr empfindlich gegen Änderungen des Mediums: wenn z. B. die Fänlnis verwesender tierischer Substanzen. so etwa von Insektenleichen einen gewissen Grad erreicht, kugeln sich alle Individuen in der Kultur ab. Bei Zufuhr frischen Wassers werden die Individuen wieder beweglich und normal: wird das Wasser aber nicht aufgefrischt, oder steigt der Grad der Fäulnis, so verharren die Amöben tagelang im abgekugelten Zustand, um dann, nach Bildung einer großen Vacuole, langsam abzusterben, wobei sie in feine Granula zerfallen. Immer wieder sah ich bei Überfütterung einer Kultur diese nämliche Erscheinung auftreten, und wurde anfangs öfter durch sie getäuscht, indem ich in der Abkugelung der Amöben eine wichtige Cystenbildung zu erkennen glanbte. Möglicherweise war es nur die Ansäuerung des Wassers, welches

264

das Phinomen der Abkugelung herbeiführte. Süuren wirken ja sehr intensiv auf Amoeba vespertilio; schon ganz schwache Lösungen von sälzsätre lassen die Amöbe in der Stellung, welche sie nomentau einnimmt, plötzlich erstarren. Es ist daher sehr leicht, Amoeba respertilio mit ausgestreckten Pseudopodien zu konservieren, wenn mat Hirtnessigsätter oder angesätterte Sublimatiosung verwendet.

Ganz anders verhält sie sich in alkalischen Lösungen. Da werden die Pseudopoien zunächst breitlappig; das Tier, welches auf jeglichen Reiz sich ja zunächst zu kontrahieren sucht, streckt nach der Überführung in alkalische Lösung ganz langsam stumpfe, träge Pseudopoien aus; nach einiger Zeit beginnt aber eine Atzahl

der Iudividuen eine merkwürdige Erscheinung zu zeigen. Am Hinterende bilden sich dichte Bäschel ganz feiner kurzer fingerförmiger Pseudopodien, welche der Amöbe ein sehr eigentümliches Ausschen geben (Fig. R).

Alle diese Beobachtungen wurden gelegentlich gemacht, verdanken nicht planmäßigen Experimenten ihre Feststellung. Ebenso ist eine Beobachtung zufältig gemacht worden, welche zeigt, welchen Einfluß der Salzgehalt des umgebeuden Mediums auf die Amoeda reopertitio hat. Wenn ich die Tiere unter dem Deckglas oder im hängenden Tropfen züchtete, so wurden die sämtlichen Individuen uach einiger Zeit klein, sternformig mit langen, fadenförmigen Fseudopodien und ihr Plasma war sehr zähflusig. Ich bringe dies im Zusanmen-



Fig. R. Amoeba vespertilio nach Einwirkung von verdünnter Kalilauge.

hang mit der durch den steten Ersatz des verdunsteten Wassers gesteigerten Konzentration des Salzgehaltes in dem Kulturtropfen.

Für die Deutung dieser Erscheinungen verweise ich auf die Versuche von Vzwows und besonders von RutumLzu, dessen wichtlige theoretische Erörterungen die Gestaltveränderungen bei den Amblen auf Änderungen der Oberflächenspannung zurückführen. Meine Versuche stimmen in ihrem Resultat sehr gut mit seinen Anschauungen überein.

### 3. Die Encystierung.

Langsam anftretende schädigende Einflüsse führen die Bildung einer Cyste herbei. Doch ist es mir nicht gelungen, die Bildung einer Dauercyste vollkommen experimentell zn beherrschen.

Ist der schädigende Einfluß zu heftig, so stirbt die Ambbe ab, ohne vorher eine Cyste gebildet zu haben. Dann sehen wir die mehr oder minder abgekugelten Tiere oft tagelang in der Kultuliegen, ohne daß zunächst eine Veränderung an ihnen wahruchnaben sis; dann treten im Innern große Vacuolen auf, das Plasma wird sehr stark lichtbrechend, schließlich platzt das Ectoplasma an irgend einer Stelle; das flussige Entoplasma quilt hervor, und nach einigen Stunden findet sich an Stelle der Amöbe nur ein Körnerhaufen, welcher Reste der Nahrungspartikel umschließt und welcher dam von Bacterien nnd kleinen in der Kultur vorhandenen Protozee zerstört wird.

Das geschicht bei Nahrungsmangel, Sanerstoffmangel, Anhänfung von Zersetzungsprodukten in der Knltnr, Zusatz von Alkali, zu starker Erwärmung der Kultur nsw. In manchen Kulturen ist aber eine große Neigung zur Cystenbildung vorhanden. Da genügt schoa die Übertragung der Amböhen anf den Objektträger, um diese eizuleiten. Aber alle die oben genannten Schäfigungen haben deaselben Eflekt, wenn ihr Einfluß sich nicht zu plötzlich geltend macht und nicht zu rapid ansteigt. Genau in derselben Weise verhalten sich Individuen, welche von Parasiten befallen sind, auch bei ihnen ist die Neigung sich abzukungeln, eine sehr große.

Die Encystierung geht bei Amocha resperfilio folgendermaßen vor sich: das Tier zicht seine Pseudopodien ein und kauget sich nnter Ausstoßung einzelner Fakalballen zu einer ziemlich vollkommenen Kugel ab. Schr bald schon erscheint sie von einer doppelkonturierten Hälle umgeben, welche wasserhell durchsichtig ist und eine weiche Konsistenz besitzt (rgl. Taf. XVII Fig. 6). Ringsam erscheint eine solche Cyste von Fortsätzen bedeckt, welche fast wie kurze, feine Pseudopolien anssehen. Sie sind manchmal breit, Iappenförmig, manchmal düm fingerförnig, od tistal verbreitert und in Zipfel geteilt und sehr feingezackt (Taf. XVII Fig. 66). Wahrend ihrer Entstehung sind sie offenbar zähflössig und klebrig. Dieselbe Konsistenz scheint die doppeltkonturierte Cystenhülle zn besitzen, von deren Außenseite sie entstrünzen.

Der Amöbenkörper ist innerhalb dieser Cysten klar, durchsichtig; man erkennt beim lebenden Tier mit Leichtigkeit den Kern nnd eine große exzentrisch gelegene Vacuole (Taf. XVII Fig. 6*cv*). Eine solche Vacuole kann allmählich sehr groß werden und den Kern ganz auf die Seite drängen.

Oft ist anch eine größere Anzahl von stark lichtbrechenden Körnern im Plasma der Cysten wahrehenmbar, welche — auch bei solchen Cysten, welche später die freie Beweglichkeit wieder erlangen — intensive tanzende Moleknlarbewegung ausführen. Strömungen im Plasma sind auch nachweisbar, welche den Kern in den verschiedenen Regionen der Cyste herumführen. Doch tritt keine intensive Rotation und Durchmischung des Cysteninhalts ein.

An den gefärbten Präparaten von solchen Cysten — ich habe ihrer hunderte untersucht — ließ sich am Kern und Plasma keine wichtige Veränderung erkennen. Der Kern war meist durch die große Vacuole gegen die Peripherte gedrängt und stets in der Einzahl im Ruhzeustand. Das Plasma des Amöbenkörpers färbte sich gauz schwach und hielt trotz der Cyste den Farbstoff nicht intensiver fest, als dasjenige der freien Amöben.

Nar in jenen Külfnren, in denen die mnltiple vegetative Teilung nachgewiesen wurde (s. unten), waren anßer den einfach abgekngelten oder lappigen Individuen mit mehreren Kernen auch solche mit einer dinnen Cystenhülle vorhanden, bei denen die Kernzahl bis auf 8 vermehrt war.

Bei den hier geschilderten gewöhnlichen Gallertcysten jedoch handelte es sich nur um vorübergehende Bildungen, welche nicht mit Fortpfazzungszuständen in Zusammenhaug waren und welche auch in allen von mir beobachteten Fällen nicht zur Bildung von Danervsten führten.

Vielmehr gingen aus den isolierten Cysten immer nach einigen Tagen, wenn günstige Verhältnisse ihnen geboten wurden, freie Amöben hervor, nad zwar aus jeder Cyste unr eine Amöbe. Ich hebe dies ausdrücklich hervor, um den Unterschied gegenüber den nnten zu beschreibenden Abkugelungen vor der Teilung und gegenüber den eigentümlichen vorübergehenden Cysten bei *Amocba* protess hervorzuheben, aus welch letzteren immer zwei Individuen hervorgehen.

Beim Übergang in den beweglichen Zustand schien mir die gallertige Masse der Cyste direkt auf die Hüllschicht, welche die Körperoberfläche der freien Amöbe bedeckt, überzugehen. Jedenfalls war keine verlassene Cystenhülle nachweisbar. Allerdings ist auch die Möglichkeit zuzugeben, daß die gallertige Substanz sich nicht an der Oberfläche des in Bewegung übergehenden Amöbenkörpers ausbreitet, sondern vom Ectoplasma resorbiert wird. Da aber eine fadenziehende Substanz jederzeit auf der Oberfläche der Amoeda respertilio nachweisbar ist, so erscheint es mir wahrscheinlichter, daß überhaupt die Bildung dieser temporkren Cysten ausschließlich auf Kosten dieser stets vorhandenen, aber im Fall der Not vielleicht in größerer Menge abgeschiedenen Substanz erfolgt. Anf solche Gallertnnd Schleimbildungen bei verschiedenen Rhizopoden des Süßwassers will ich in einer der nächsten "Zurückkommen.

Anf die Beziehungen dieser temporären Cysten zu den Dauerzuständen der Amoeba vespertilio nnd zu ihrer geschlechtlichen Fortpflanzung kann ich an dieser Stelle noch nicht eingehen.

#### 4. Die Infektion der Amoeba vespertilio mit Zoochlorellen.

Im Oktober 1906 setzte ich in ein Kulturgefäß, in welchem ich einige darch Zoschlorellen grün gefärbte Exemplare von Frostonie lacas zerdrückt hatte, eine Anzahl meiner Amöben. Dieselben fraßen von den Resten der Frontonien nud infzierten sich auf diese Weise mit den Zoschlorellen. Nachdem sie eine Zeitlang khmmerlich davongekommen waren, begannen sie plötzlich sehr gut zu gedeihen. Sie wuchsen sämtlich auf eine Größe heran, welche die frühere Durchschnittsgröße nicht unerheblich übertraf nud vermehrten sich lebhaft durch Zweiteilung. Seit Oktober 1906 bis Mai 1907 haben sich diese Kulturen – aus der einen sind mittlerweile mehrere geworden — ausgezeichnet gehalten. Die sämtlichen Nachkommen sind während dieser 8 Monnte infiziert geblieben; die grünen Sterne, welche die Kulturen erfülten, boten stets einen sehr reizvollen Anblick dar. Andere Amöben, welche ich zu den Kulturen asztz z. B. 4. protesse haben sich bisher noch nicht infizieren lassen.

Die Zoochlorellen sind kreisrund nnd haben einen Durchmesser von 3-4  $\mu$ . Im Entoplasma der Amöben sieht man sie nicht selten in Teiling. In ihrem Innern sieht man verschiedene färbbare Gebilde, welche als Kern und Chromatophoren zu deuten sind. Ihr Verhältnis zur Größe der Amöbe und ihre Lagerung im Amöbenkörper ist am besten aus den Fig. 1-5 der Taf. XVII sowie aus den Textfarren A.-K au entnchmen.

Das Entoplasma der Amöben ist gepfropft voll von ihnen. Wenn ich die infizierten Amöben dem Lichte aussetzte, dabei sie vor allza greller Bestrahlung durch die Sonne bewahrte, so wucksen die Kulturen außerordentlich kräftig heran und enthielten schließlich vicle Tausende von Amöben. Trotz der Zoochlorellen fraßen sie

Distance - Griegik

eifrig alle möglichen organischen Substanzen und kleine Tiere; doch sah ich die grünen Amöben selten so große Tiere angreifen, wie ich das von den nichtinfizierten oben beschrieben habe.

Ähnlich wie dies Gaunza für seine Ameela virkdie beschrieben hat, konnte meine Amöbe infolge ihrer Zoschlorelleninfektion lange Zeit ohne Nahrung aushalten. Daher brachte ich sie viel leichter durch, als ihre farblosen Artgenossen. Nachdem diese in meinen Knluturen schon längst ausgestorben waren, gediehen meine grünen Amöben noch ausgezeichnet weiter. Infolgedessen habe ich die Mehrzahl meiner Beohachtungen, besohders jene über die Tellung des Zellleibs und die Mitose des Kerns an zoochlorellenhaltigen Individuen gemacht.

Junge Amöben, welche ans Cysten zoochlorellenhaltiger großer Individuen durch multiple Teilung hervorgingen, hatten oft keine Zoochlorellen mehr. Wie dies zu erklären ist, habe ich nicht vollkommen ergründen können, da die Cysten Zoochlorellen enthalten. Bei zoochlorellenhaltigen Tieren habe ich die multiple Teilung seltener beokachtet, als bei den farblosen.

Beim Heranwachsen in den Kulturen infizieren sich die jungen Amöben bald wieder mit den grünen Algenzellen; doch ist das Wachstum bis dies geschehen ist, ein ziemlich langsames. Dann erst beginnt ein rapideres Tempo.

#### C. Die agame Fortpflanzung.

### 1. Die Zweiteilung.

Für die meisten Amöben ist bisher die gewöhnliche Zweitellung im lehhaft beweglichen Zustand angegeben worden. Dabei konntein der Regel eine mitotische Teilung des Kerns nicht nachgewiesen werden, so daß meist in den Lehrbüchern die Vermehrung des Kerns durch amitotische Teilung behanptet wird. Scruworz (50) gibt eine ausführliche Besprechung aller bis 1905 vorliegenden Arbeiten über Teilung und Kernteilung bei den Amöben. Ans dieser geht hervor, daß die neueren Untersucher bei immermehr Formen eine mitotische Kernteilung unchweisen konnten. Scruworss gibt eine solche für Ameeda binueltad, Awenzzerzer für Amoeda proteus an, nach den in diesem Heft mitgeteilten Untersuchungen von WENVOS ist auch bei Zwitameeda mwird üb Kernteilung bei der gewöhnlichen azamen Zweiteilung eine primitive Mitose. Schließlich hat anch YAHLKAMF für seine Amede Jimax eine mitotische Kernteilung beschrieben. Somit bleiben von Amöben, bei denen eine amitotische Kernteilung angegeben wird, nur übrig: Amede polypolie nach F. E. Scuttaz, A. crystelligeren auch Scutzuruss und Erkanoede ooi nach Scutzurss. Ich glaube, daß anch diese Angaben sich nicht werden bestätigen lassen. Und zwarb bieten meine sogleich mitzntielnehen Ergebnisse den Schlässel dafür, warum die direkte Teilung des Amöbenkörpers nd -kerns in allen ihren Phasen so selten beobachtet wurde, und warum es so leicht geschicht, daß die Kernteilung ganz übersehen oder für eine Amitose gehalten wird.

In reich besetzten Kulturen der Amoda verhertlich finden sich immer einzelhen Individuen, welche in ihrem ganzen Ansehen sich sehr von all den oben beschriebenen md abgebildeten Zuständen unterscheiden. Sie erinnern noch am meisten an die sternförmigen Exemplare vom Radioastypus, wie sie im Fig. E abgebildet sind Anch hier ist das Entoplasma zu einer kugeligen Masse vereinigt, welche nach allen Seiten Knrze Psendopolien aus sich hervorgehen läßt; diese sind vollkommen oder zum größten Teil aus Ectoplasma bestehend. Anch zeigen sie eine ganz geringe Beweglichkeit; die Individuen sind nicht an der Unterlage befestigt, sondern rollen bei der Bewegung des Uhrglasse hin und her; auch lassen sie sich leicht mit der Fiptet herausfangen.

Was sie aber von allen früher beschriebenen Zuständen der Amöbe nnterscheidet, das ist die Form dieser knrzen Pseudopodien. Wie Fig. 39 n. 40 auf Tafel XIX zeigen, sind sie stumpf lappenförmig, immer etwas långer als dick, manchmal distal kenlenförmig angeschwöllen, nicht selten gegabelt. Nach allen Seiten, wie die Stachel einer Kastanienfrucht abstehend, nmgeben sie in ihrer Gesamtheit den dnnkiren von Inhaltsgebiden erfüllten eigentlichen Körper der Amöbe wie ein byaliner Mantel. Bei vielen Exemplaren überwiegt die Masse des centralen Körperanteils viel mehr gegenüber den Psendopolien, als das bei den in Fig. 39 u. 40 abgebidteten Individnen der Fall ist. Es bilden dann die knrzen lappigen Psendopodien einen viel schmäleren Saun um das Tier.

Hat man ein solches Individuum auf dem Objektträger isoliert, so kann man mit Sicherheit alle Stadien der Teilnng am lebenden Tier verfolgen. Ja ich glanbe mich sogar zu der Annalme berechtigt, daß alle Individnen bei der Teilung diese Phase durchmachen. Denn alle so aussehenden Exemplare, welche ich lebend beobachtete, wandelten sich durch Teilung in zwei Individuen nm.

Distant Criegle

alle diejenigen, welche ich konservierte zeigten an Kern nnd Weichkörper die charakteristischen Kennzeichen der Teilung.

Beobachtet man ein Exemplar, wie es in Fig. 39 abgebildet ist, lebend, so kann man nach wenigen Minuten bemerken, daß es sich in die Länge streckt, so daß es im optischen Durchschnitt oval erscheint. Sowohl das im optischen Durchschnitt kreisrunde Stadium der Fig. 39 als auch das ovale der Fig. 40 scheinen von oben nach unten etwas abgeplattet zn sein.

Die Pseudopodien zeigen in diesem Stadium eine schwache Beweglichkeit, welche von jetzt an allmählich zunimmt. An jedem Pol, meist beiderseits auf der gleichen Seite der Längsachse wird eine Vacuole sichtbar, welche ihre Kontraktionen offenbar nur sehr langsam ausführt. Im Plasma der centralen Masse ist eine träge Bewegung nachweisbar, welche allmählich besonders in der Gegend der zur Längsachse senkrechten Medianebene, also des Äquators der ganzen Bildung, zunimmt. Hier bildet sich eine Ringfurche aus, es tritt eine Aufhellung ein, indem das Entoplasma sich nun nach den beiden Enden zu konzentriert. Das ganze Gebilde wird, indem die beiden Enden kngelig anschwellen, bisquitförmig (Fig. 41). Die nunmehr dentlich markierten künftigen Teilhälften des Tiers schwellen an, so daß das ganze Gebilde jetzt eine erheblich größere Masse zu haben scheint als vorher. Es ist dies teils dadurch bedingt, daß die Vacuolen (cv) stark gewachsen sind, teils auch durch die jetzt wieder beginnende Expansion des Ectoplasmas. Die Pseudopodien nehmen wieder breitere lappige Formen an, die Enden beginnen wieder Zacken und Ecken zu zeigen (Fig. 42).

Nan setzt eine allmählich immer stärmischer werdende Bewegung des gesamten Plasmas ein. Zunächst macht sich diese in der Gegend des Äquators bemerkbar, wo eine Menge von lappigen Pseudopodien hervorschießen und einem lebhaften Wechsel ausgesetzt sind (Fig. 42 u. 54). Diese vielen kleinen Pseudopodien greifen alternierend zwischen einander, wie die Finger zweier gefalteter Hinde oder die Zähne zweier Zahnstangen. Sie sind in der Hauptsache ectoplasmatisch, und an ihnen wie auch an den jetzt an der ganzen Peripherie auftretenden flachen Pseudopiden kann man vorzüglich am lebenden Objekt die alveoläre Struktur des Protoplasmas erkennen.

In den distalen Abschnitten werden jetzt die Psendopodien immer länger, an ihrem Aufbau nimmt das Entoplasma, welches jetzt selbst im stürmischer Bewegung sich befindet, immer mehr Anteil. Die jetzt entstehenden Fseudopodien nehmen immer mehr die zackigen Formen an, welche für die Amedea versperilis ochratikertsitsch sind. Die Pseudopodien der beiden Tochtertiere beginnen nnn auf der Fläche der Unterlage Festheftnngspunkte zu suchen und ziehen sodann die Teilhälten immer mehr anseinander. In der äquatorialen Ebene bleiben diese jedoch oft noch längere Zeit durch verschieden schmale Brücken verbunden (Fig. 42 n. 64), welche nach und nach durchreißen, bis schließlich nur noch eine übrig bleibt (Fig. 43). In diesen Brücken ist deutlich eine längsstreifige Anordnung des Protoplasmas erkennbar.

Die beiden Tochtertiere haben nnterdessen immer mehr an Größe zugenommen, indem eine ganze Anzahl von Vacuolen im Entoplarma auftrat und dies letztere sich immer mehr verflüssigte. Offenbar war dies durch Flüssigkeitsaufnahme von außen bedingt. Im Znsammenhang damit wnchs anch stets die Beweglichkeit der Tochterhältten in ihrem Gesamtplasma.

Diese ganzen Vorgänge gingen mehr oder minder ruckweise, nicht in kontimierlicher Folge vor sich. Manchmal schienen alle Teilungsfortschritte für einige Zeit zu sistieren, oft auch ein erreichter Fortschritt wieder rückgängig gemacht zu werden, inden die Teilhällten sich mit einer Ruck wieder enger zusammenschlosse. Manchmal war es deutlich erkennbar, daß dies seine Ursache darin hatte, daß die Pseudopodien ihre Fizationsstelle verloren, worauf die Körperhältnen wieder zurückschnellten und mit einem Teil ihres Plasamas wieder verschmudzen.

Doch liefen alle Vorgänge sehr rasch ab. Vom Stadium der Fig. 39 bis zn dem der Fig. 43 pflegten 15 bis höchstens 45 Minnten zu vergehen.

Auch jetzt — im Stadium der Fig. 43 — kann noch ein plötlicher Rückschritt den Abschluß des ganzen Teilungsvorganges verzögern. Während er nach der Analogie anderer Fälle in wenigen Minuten abgeschlossen sein sollte, sah ich oft den schmal ausgezogenen Strang, welcher als dünne Bricke die beiden Tochterhälften verband, wieder anschwellen, die beiden Tiere wieder in engere Verbindung untereinander treten und manchmal noch stundenlang vereinigt umherkriechen, ehe die definitive Teilung stattfand. Ein solches Paar ist in der Fig. 3 auf Taf. XVII abgebildet. Tötet man solche Individen ab und färbt sie, so sind stets zwei fertig ausgebildete Kerne vorhanden, welche keine Anzeichen einer kürzlich überstandenen Teilung in ihrem Bau zur Schan træren.

In diesen Erscheinungen ist der Grund dafür zu snchen, daß ich anfangs unter tansenden von Individuen kanm einige Teilungsstadien der Kerne fand. Stets wurde an zu späten Stadien die Beobachtung begonnen; infolgedessen waren die charakteristischen Teilungsstadien der Kerne schon längst vorbei. Wenn ein ähnlicher Modns der Teilung auch bei anderen Amöben vorkommt, und einige Beobachtungen, welche ich gemacht habe, weisen mich auf diese Annahme hin, so ist leicht zu verstehen, warum bei Amöben bisher die einfache Zweiteilung so selten beobachtet wurde.

Während die änßere Form der Amoeba vespertilio die Stadien der Fig. 39-41 dnrchmacht, gehen in ihrem Innern die meisten Stadien der Kernteilung vor sich. Nachdem ich diesen Zusammenhang einmal erkannt hatte, konnte es mir nicht schwer fallen, diese Stadien zu konservieren und zu studieren. Leider entdeckte ich diese Tatsachen erst, nachdem von meinen Kulturen nur mehr diejenigen. welche mit Zoochlorellen infiziert waren, lebten und gut gediehen, Die Zoochlorellen verdeckten in ihrer Masse vollkommen den Kern. so daß ich am lebenden Tier nichts von ihm bemerken und somit die Teilungsvorgänge am lebenden Tier nicht studieren konnte. Auch war es infolge dieser Massen von Zoochlorellen in den meisten Fällen nicht möglich, die Färbung mit Eisenhämatoxylin oder einem anderen Hämatoxylin anzuwenden. Mit diesen Farbstoffen färbten sich die Algenzellen sehr intensiv, so daß alle Kernstrukturen am Amöbenkern dadurch verdeckt wurden. Infolgedessen war ich auf die Färbung mit Boraxkarmin angewiesen, welche ich an den mit Sublimat oder mit Pikrinessigsänre fixierten Objekten durchführte und welche sehr gnte Resultate ergab. Doch stellte sich dabei herans, daß in dem abgekngelten Individnum sich niemals die frühesten Anfangsstadien der Kernteilung fanden. Diese müssen vielmehr vorher schon begonnen haben. Da ich bisher kein Merkmal gefunden habe, an welchem die zur Teilung sich erst anschickenden Tiere zn erkennen sind, war ich zn ihrer Anffindung auf den Zufall angewiesen, welcher mir auch insofern günstig war, als ich in zwei Fällen ganz frühe Stadien der Mitose auffand, welche für das Verständnis der Amöbenkernteilnng von der größten Wichtigkeit sind.

Ich habe oben geschildert, wie der Kern von Amoeia vesperitio im Leben aussieht. Anch im konservierten Objekt zeigt er das charakteristische, oft beschriebene Bild der Amöbenkerne. Es ist ein größer, bläschenförmiger Kern mit einem dentlichen, stark färbbaren Binnenkörper (vgl. die Fig. 2 Taf. XVIII, 88 Taf. XVIII, stärkeren Vergrößerungen läßt sich sowohl an Boraxkarmin als auch an Eisenhämatoxylinpräparaten sehr schön die feinere Struktur studieren.

Archiv für Protistenkunde, Suppl. I.

18

273

Das gesamte Kerngebilde ist meist im optischen Durchmesser kreisrund (Fig. 47 u. 48), manchmal auch oval (Fig. 46); von oben nach unten ist es abgeplattet, wenn auch nicht zu einer vollkommenen Linsenform, wie dies bei A. proteus der Fall ist. Die äußere Kontur ist immer sehr scharf, wenn man auch nicht von einer dicken Kernmembran reden kann. In manchen Präparaten sieht allerdings die periphere Masse fast wie eine starke Membran aus; das wird wohl auf eine Schrumpfung bei der Konservierung zurückzuführen sein. Denn hei gut konservierten Obiekten kann man sehen, daß die neriphere Hüllschicht des Kerngebildes aus einem feinen Netzwerk besteht, welches den Binnenkörper in Form eines Ringes (anf dem optischen Durchschnitt) umgibt. Das achromatische Netzwerk enthält stärker färbbare Partikel; in seiner Gesamtheit ist der periphere Ring aber stets viel blasser gefärbt als der Binnenkörper (s. Taf. XVIII Fig. 15 u. 16), wie er denn auch am lebenden Objekt durch viel geringere Lichtbrechung sich abhebt.

Im lebenden Präparat erscheint nuch der Zwischenraum zwischen der Randzone und dem Binnenkörper vollkommen wasserheil; in ihm sind keinerlei Differenziermegne erkennbar. Auch in den gefähzten Präparaten sicht man in diesem Zwischenraum nur einige feine Fäden nud Netzchen, welche erkennen lassen, daß der Zwischenraum hauptstächlich von Fübssigkeit erfullt war.

Der Binnenkörper zeigt eine wechselnde Struktur, welche offabar in Beziehung zu den Stoffwechselvorgängen steht. Im allgemeinen ist eine sehr feine Netzstruktur erkennbar, welche auf einen alvelären Bau schließen läßt. Es ist ein achromatisches Maschenwerk sichtar, in welches stärkter färbbare Partikel von verschiedener Größe, verschiedener Färbbarkeit nud wechselnder Lagerung einze streut sind (Taf. XVIII Fig. 15 u. 16, Taf. XIX Fig. 46 n. 47). Meist ist das Netzwerk sehr fein, ebenso die in hm eingelagerten Chromatinkörner (Fig. 46 n. 47). Anch finden sich fast immer ein is zwei stark färbbare größere Klumpen. In anderen Fällen kan die Struktur eine gröbere seim (Fig. 45); es zeigen sich dann um einige größere Netzmaschen, deren Wände selbst wieder alveslär gebaut sid und das Chromatin tells in feiner Verteilung, tells is klumpenartiger Anbäufung beherbergen. Seltener ist eine ganz feite strangförnige Anordnung der färbbaren Stokstanz.

In welcher Weise die Spindelbildung sich vorbereitet, ob etwa eine Durchschnürung eines chromatischen Klumpens, wie sie Fig. 41 erkennen läßt, einen einleitenden Schritt darstellt, das kann ich nicht entscheiden. Ebenswenig ob Stadien wie Fig. 44 bedingt sind durch die Verteilung des Chromatins auf eine bestimmte Anzahl von Chromosomen. Die ersten deutlichen Teilungsschritte, welche mir zn Gesicht kamen, sind in den Fig. 48 nnd 49 dargestellt.

Sie zeigen uns ein sehr überraschendes Bild. Das ganze Kerngebilde ist stark vergrößert, anf etwa das Doppelte des gewöhnlichen Umfangs. Senkrecht zur Längsachse verläuft eine schon bei schwacher Vergrößerung wahrnehmbare Streifung. Diese wird -wie sich bei stärkerer Vergrößerung herausstellt - durch zwei Phänomene veranlaßt. Erstens ist die Masse des peripheren Rings in Längszügen angeordnet, indem die Maschen des achromatischen Netzwerks in die Länge gezogen sind (Fig. 48 u. 49 C); auch sind die auf ihnen befindlichen stärker färbbaren Partikel in die Länge gedehnt. Zweitens - und das ist bei weitem das auffallendste - ist der Binnenkörper verschwunden und an seine Stelle eine Spindelfigur getreten (Fig. 48 n. 49 Sp), welche vollkommen deutlich und wohl abgegrenzt ist. Sie ist an beiden Polen zugespitzt und stößt mit diesen Polen an die membranartige Grenze (Fig. 49 Nm) des ganzen Kerngebildes an. An den Berührungsstellen ist weder eine Verdickung, Ansammlung von Achromatin, Polplatte, Centrosoma noch eine Andeutung von einer Strahlung zu sehen. Die Spindelfasern sind vollkommen klar und deutlich zu sehen. Sie ziehen von Pol zu Pol durch, man erkennt ihrer ungefähr 8 in der Anfsicht auf die Spindel.

Während die amgebende Substanz nur eine schwache Färbnag auch in ihren gröberen Bestandteilen aufwies, waren einzelne Bestandteile der Spindel die stärkst gefärbten Stellen im Pränarat. Es waren offenbar die Chromatinelemente des Kerns, welche in der Äquatorialplatte (Fig. 49 A) in Form von stäbchenförmigen Körnerreihen angeordnet waren. Dieselben waren bei aller Kleinheit durch ihre distinkte Färbung sehr gut zu erkennen. Ich zählte ihrer zwölf, doch ist ein Irrtum nicht ausgeschlossen, da an einigen Stellen zwei Körnerreihen übereinander zu liegen schienen.

Fig. 48 A zeigt die Äquatorialplatte in zwei Tochterplatten gespalten, deren Chromosomen viel kürzer und mehr kurz-stäbchenförmig erscheinen. In diesem Fall konnte ich nur neun Paare zählen, wobei die gleiche Fehlerquelle in Betracht kommt, wie im ersten Falle.

In beiden beobachteten Fällen zeigte die Kernteilungsfigur eine bemerkenswerte Uuregelmäßigkeit, welche ich nicht unerwähnt lassen will, Fig. 49 zeigt unter resp. hinter der Spindel liegend einen kugeligen stark gefärbten Körper (Fig. 49 Nuk); ich konnte nicht 18\*

275

mit Sicherheit herausbringen, ob er innerhalb der Kernmembran (Nm) lag, oder anßerhalb im Zellplasma. Ersteres schien mir eher annehmbar.

Eine ahnliche exzentrische Lage zeigt in Fig. 48 eine ringförmig angeordnete Anzahl stark färbbarer Partikelchen (Fig. 48 Gd). Sie sehen beinahe aus wie Chromosouen, sind aber unregelnäßiger gefornt und angeordnet als diese. Ob eine Beziehung zwischen den beiden exzentrischen Gebiden (Awi und Gd) anzmehmen ist, ob sie überhanpt normale, wesentliche Bildungen sind, oder Kunstprodukte infolge der Konservierung, darüber kann ich vorläufig noch keine Meinnag anssyrechen.

Wir schen also jedenfalls beim Beginn der Kernteilung von Amoeda respertilio den Binnenkörper in eine mitotische Kernspindel verwandelt, welche ein amitotisch sich teilender Kernmantel ungölt. Dies gegenseitige Verhalten der Kernbestandteile ist in den weiteren Phasen der Teilung zwar noch nachweisbar, aber nicht so sehr in die Augen fallend und ist daher meist überschen worden.

In der Amöbe vom Stadium der Fig. 39 zeigt der Kern eine Bildung, wie sie in Fig. 50 dargestellt ist. Die Bestandteile der Kernfigur sind nicht mehr scharf voneinander geschieden. Doch kann man deutlich erkennen, daß die änßere Substanz der Spindel deren centrale Bestantteile wie ein weiter Mantel umfasst. Noch sind beide Pole scharf zugespitzt und noch lassen sich sowohl in der äußeren als anch in der imneren Schicht Spindelfasser nachweisen, welche von Pol zu Pol ziehen. Übrigens ließen sich bei diessem Präparat, welches mit Eisenhämatoxylin gefärlt war, sehr deutliche Querverbindungen der einander benachbarten Spindelfasern nachweisen, was den Aufbau der Spindel aus länzgestrockten Alveolenzügen verrät. Die ganze Spindelfurz zeigte eine leichte Torsion, welche durch den spiraligen Verlauf und die Überkreuzung der Spindelfasern ersichtlich wurde.

Die Spindel war schon in der Mitte etwas eingeschnürt und zeigte etwa die Form einer Sandur mit auf den Endfächen aufgesetzten Kegeln (Fig. 50 Pm). Bis an die Basis dieser Endkegel (Pm) waren die Tochterplatten des Binnenkörpers verschoben worden (T<sub>1</sub> u. T<sub>1</sub>). Bei genauer Aufmerksamkeit konnte man schent, daß der centrale Teil der Spindelfasern ihnen zngehörte, während die peripheren einen Mantel um sie herumbildeten. Das war besonders deutlich an dem einen Pol, wo die Tochterplatte (T<sub>2</sub>) bei weitem nicht den von den Mantelfasern nuschlossenen Raum ausfühlte. Die Tochterplatten selbst zeigten die Chromosomen nicht mehr deutlich individualisiert; sie bildeten je einen granuljerten Ring.

Die Pole der Spindel waren scharf zugespitzt und zeigten keine Spur von Strahlung oder Centrosomen.

Ein ganz ähnliches Stadium, welches wohl mnmittelbar anzaschließen ist, zeigt nach einem weniger gut gefärbten Präparat die Fig. 4 auf Taf. XVII. Hier ist das Chromatin zu einer dichten Platte zusammengedrängt. An dem einen Pol ist am Spindelende eine Verdickung erkennbar, welche ich aber nicht für eine ocntrosomartige Bildung halte, sondern welche mehr zufällig zu sein scheint (Tat. XVII Fig. 4 c.). Die ganz gerade Spindel ist sehr langgestreckt und zeigt keine Spur einer Einschnürung im Äquator. Eine solche, wie sie in Fig. 50 dargstellt ist, verstreicht wohl volkommen wieder, wenn die Spindel sich in die Länge streckt nud die Mantelsbustanz sich nach den Polen zicht.

Das sieht man dentlich an der Fig. 51, welche die Spindel darstellt, welche man in einer Amöbe etwa im Stadium der Fig. 40 vorfindet. Die Spindel ist ganz lang gestreckt, meist in einer eleganten Schwingung ihres Umrisses das Spiel der in ihr tätig gewesenen Kräfte verratend.

Der centrale Teil stellt einen cylindrischen, faserigen Strang von fast ganz gleichmäßigen Durchmesser dar. Nach den Polen zu geht er etwas fächerförmig auseinander. Da lassen sich auch noch einzelne Spindelfasern, in mauchen Präparaten sogar sehr dentlich, erkennen (Fig. 51 T, u. T<sub>c</sub>).

Die Mantelsabstanz erscheint durch anfgetretene Vacnolen stark kolbenförmig aufgebläht, zum Teil ist sie in einer polaren Verdicknıg angesammelt (Fig. 51  $T_i$ , Fig. 52  $T_2$ ), zum Teil bildet sie Wände und inneres Netzwerk des neu entstehenden peripheren Kernrings der beiden Tochterkenne.

Aus den Tochterplatten beginnen sich die Binnenkörper wieder anfzubauen. Sie werden bläschenförnig, wobei das Chromatin in Form von einzelnen Körnern (ob der Chromosomen?) an den Wänden des Bläschens angelagert ist.

Im weiteren Verlauf der Teilung, in Stadien, welche zwischen denjenigen der Figuren 40, 41 und 42 liegen, reißt daum die Spindel durch (Fig. 53 Sp). Die Fasern der Spindel werden allmählich herangezogen, wobei man oft in späten Stadien die Längsstrifung noch dentlich erkennen kaun (Fig. 52 Spr 1 n. 2). Die Binnenkörper nehmen immer ansgesprochener bläschenförmige Ausbildung an, wobei das Chromatin zumächst noch in kleinen Klämptehen an der Bläschenmembran ansitzt (Fig. 52 Cr); bald aber, während sich wieder ein achromatisches Netzwerk bildet, wandern die chromatischen Bestandteile in das Innere des Binnenkörpers ein (Fig. 54 N; und N<sub>2</sub>). Ob dabei die Masse der centralen Spindelfasern in des Binnenkörper wieder aufgenommen wird, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen. Doch ist dies wahrscheinlich; es weisen darauf auch Bilder hin, wie sie in den Figuren 8 der Tafel XVII uuf Fig. 56 der Tafel XIX abgebildet sind. Da sieht man dem chromatischen Kernteil einen achromatischen Klumpen angelagert, welcher sich deutlich von der Mantelenbatanz abhebt.

Diese letztere geht scheinbar auf verschiedenen Wegen in ihre normale Lage des Ruhezustands über. Druweder umhüllt sie schor frühzeitig den Binnenkörper von allen Seiten (Fig. 52), oder sie liegt erst als einheitlicher Körper neben dem Binnenkörper, um ihn daan allmählich zu umfassen (Fig. 54 C n. N<sub>2</sub>).

Die Kernbestandteile sind nun wieder ein jedes an seinem Orte angelangt, und in der Zeit, während die beiden Tochtertiere sich gänzlich voneinander losmachen, erfolgt die definitive Ordnung der feineren Strukturen. Doch kommt es vor, daß in schon voneinander getrennten Individuen die Binnenkörper noch bläschenförmig sind und randständiges ("hromatin anfweisen.

Ganz ähulich muß offenbar die Mitose bei der von PROWAZEX (1904) beschriebenen und von E. v. LEYDEN und W. LOEWENTHAL näher untersuchten Enkamoede buccalis verlanfen. Doch kounte wegen der Kleinheit dieses Organismus (die ganze Amöbe mißt nur 6-32  $\mu$ ) der Vorgang in seinen Einzelheiten uicht verfolgt werden. Anch ist infolge des gleichen Umstandes die periphere Substanz des Kerngebildes so dänn, daß sie den Eindruck einer dicken Kernmembran macht. Immerhin läßt sich mit ziemlicher Sicherheit angeben, daß die Stadien der Fig. 5 von LEYDEN und LÖWENTHAL meiner Fig. 49 und ihrer Fig. 5 meiner Fig. 50 entsprechen.

Nach meiner Ansicht haben wir noch bei mehr Amöben ähnliche Teilungsvorgänge zu erwarten und die genauere Erforschung wird uns wohl lehren, daß die wenigen bisher noch für Amöben angegebenen Fälle von Amitose in ähnlicher Weise sich erklären lassen.

Anocha polypodia ist von F. E. SCHUZZE nur im Leben untersucht worden; es ist leicht einzusehen, daß die von mir beschriebese Anöbemnitose im Leben kaum anders wie eine Amitose aussehen wird. Amocha crystalligera soll nach SCHAUDINN ebenfalls eine amitotische Kernteilung aufweisen. Anch für *Entamoda* coli gibt SCHAUDINN bei der gewöhnlichen Zweiteilung Vermehrung des Kerns durch Amitose an. Nach den Präparaten WENYONS von der *Entamodoa muris*, welche ich selbst gesehen habe, glaube ich, daß SCHAUDINN, dadurch daß er zu späte Stadien und vielleicht zu stark gefärbte Präparate untersuchte, sich getäuscht hat. Doch kann man natürlich nicht ohne weiteres mit auodiktischer Sicherheit von einer Art auf die andere schließen.

Die von mir soeben beschriebene Kernteilung der *Ausoba* vespertiko ist sicherlich sehr auffallend und interessant. Zwar sind ähnliche Teilungsbilder schon öfters, besonders bei pflanzlichen Organismen beschrieben worden. Anch sind prinzipiell ähnliche Teilungsfiguren bei Gregarinen und bei den Eiern einiger Metazoen bekannt geworden.

Nirgends hat sich aber noch in einer so auffallenden Weise der Vergleich des ganzen Kerngebildes mit einem eigentlichen Kern und einem ihn umgebenden Chromidialring aufgedrängt. Bei manchen der von mir nntersuchten Thalamophoren ist der Kern von der Chromidialsbustanz in einer ganz ähnlichen Weise umschlossen, so daß im Ruhezustand eine große Ähnlichkeit mit einem ruhenden Amöbenkern vorhanden ist, dessen Binnenkörper von der peripheren Substanz umschlossen wird.

Ich will auf eine theoretische Deutung meiner Befunde nicht eher eingehen, als bis ich meine Erfahrungen an Thalamophoren, Flagellaten und Ciliaten veröffentlicht habe. Nur das möchte ich hervorheben, daß - wie ich vor kurzem schon auseinander gesetzt habe (DOFLEIN 1907) - die Theorie von der Doppelkernigkeit der Protozoenzellen wegen ihrer allzu morphologischen Fassung mir unannehmbar erscheint. Aus meinen Beobachtungen ziehe ich vorläufig nur den Schluß, daß in den Amöbenkernen färbbare Substanz - also in der üblichen Ansdrucksweise Chromatin - in zwei verschiedenen Formen auftritt; einmal in Chromosomeu der Keruspindel, und zweitens in den färbbaren Massen der Mantelsubstauz. Eine ähnliche Verschiedenheit in den färbbaren Substanzen der Spindelfigur hatte ich ja schon in meiner Arbeit über Noctiluca (DOFLEIN 1902) hervorgehoben. Sie ist bei vielen Kernen von Tieren und Pflanzen zu erkennen (vgl. z. B. auch die Micronucleusspindeln von Didinium nach PRANDTL (1906)) and ist in der neueren Zeit von vielen Autoren beachtet worden.

#### 2. Die multiple Teilung.

Immer wieder fiel es mir auf, daß in den Kultnren zwischen lauter großen und wohlgenährten Individuen der Amoeba vespertilio plötzlich massenhaft kleine Amöben anftraten, welche offenbar zur selben Art gehörten. Wären sie durch gewöhnliche Zweiteilung enstanden gewesen, so hätten mir bei der beständigen Kontrolle, welche ich den Kulturen angedeilten ließ, die Teilungsbilder bei ihrer Massenhaftigkeit inticht entgehen können. Ich dachte daher sogleich an eine multiple Teilung, konnte eine solche aber am lebenden Objekte nicht beobachten.

Erst als ich eine ganze solche Knltur abtötete, entdeckte ich in den Präparaten Stadien der multiplen Teilung. In den bebetreffenden Kulturen hatten zahlreiche Individuen solche Gallertcystén gebildet, wie ich sie oben (S. 267) beschrieben habe. Nicht alle waren vollkommen abgekngelt, wie dies in Fig. 6 anf Taf. XVII und Fig. 55 auf Taf. XIX abgebildet ist. Vielmehr waren viele Individuen von nnregelmäßiger Form. Alle zeigten aber eine doppelt konturierte Hülle nnd hatten alle Pseudopodien eingezogen (Fig. 56 n. 57). Sie unterscheiden sich dadurch sehr wesentlich von den Zweiteilungsstadien. Unter den gefärbten Präparaten fand ich nun zahlreiche 2, 4, 6 und 8 kernige Stadien. Die Kerne hatten alle die typische Form (Fig. 55) oder zeigten noch dentlich die Kennzeichen der eben überstandenen Mitose (Fig. 56); d. h. Chromatin und Achromatin des Binneukörpers waren noch getrennt und nebeneinander gelagert. Fig. 56 zeigt bei einem solchen Stadium das Chromatin in eigentümlichen Doppelklnmpen angeordnet. Da ich solche bei der üblichen Zweiteilung nie gesehen habe, so ist es möglich, daß diese Teilungen nach einem anderen Typus verlaufen als bei der Zweiteilung. Daß aber auch bei der multiplen Körperteilung die Kerne durch mitotische Zweiteilung anseinauder hervorgehen, darauf weist anch die Anordnung des Plasmas hin, welche z. B. im vierkernigen Stadium noch deutlich erkennen läßt (Fig. 55), welche Kerne paarweise zusammengehören, indem sie vom gleichen Mutterkern abstammen.

Mehr wie 8 Kerne habe ich nie gefunden; nachdem dieser Zastand erreicht ist, zerfällt der Ambbenkörper in 8 Tochteramöben, welche direkt zu den gewöhnlichen vegetativen Stadien heranwachsen. Es ist dies eine interessante Analogie zur Eudamoeda coh.

Für diesen Parasiten des menschlichen Darms gibt SCHAUDIXS an, daß er entweder in freiem oder encystiertem Zastand 8kernig wird, um sodann 8 junge Amöben aus einem Muttertier hervorgehen zu lassen. SCHAUDIXS dentet gewisse Stadien des Kerns, in denen das Chromatin in 8 Portionen der Kernmembran anliegt, als Anzeichen einer multiplen Kernteilunz. Der Kern soll simultan in

280

8 Tochterkerne zerfallen, welche sodann zu den Kernen der 8 Tochteramöben werden.

Ich habe selbst früher solchen simultanen Kernzerfall bei Myzosporidien beschrieben (DOrLEN 1898). Ich beginne aber neuerdings die meisten Angaben dieser Art sehr skeptisch zu betrachten. Nachdem ich gesehen habe, wie rasch die Kernteilungen bei vielen Protzezen verlaufen, wie vielfach Chromosomenhildung unter Ahnlichen Bildern auftreten und wie oft schließlich pathologische Bildungen vorkommen, zweifte ich viele solche Fälle angeblicher multipler Kernteilung an.

Was speziell die Amöben anlangt, so hat neuerdings WENYON bei Amoeba muris beobachtet, daß die Achtkernigkeit der Cysten durch drei aufeinanderfolgende regelrechte Kernmitosen herbeigeführt wird.

Agame Teilung in den Cysten tritt in ganz ähnlicher Weise wie ich sie hier für Amedea verpertiko beschrieben habe, nach Grassr, CASAGRANDI, BARBAGALLO nud SCHAUDINN bei Entemmedea coli, nach BUTNEILL und SCHUDORZ bei A. blattae auf. Es erscheint mir nicht ganz unwahrscheinlich, daß die von SCHEREL (99) beschriebenen Cysten vou Ameeba proteus ein agames Teilungsstadium, analog dem hier erörterten, darstellen.

#### D. Die Riesenkernbildung der Amoeba vespertilio.

In einer allgemeinen Erörterung über die Natur der Protozoenkerne habe ich (DOFLEIN 1907) die sehr eigenartige Riesenkernbildung, welche ich bei Amoeba vespertilio beobachtet hatte, schon kurz erwähnt. Wie ich schon damals schilderte trat nach mehreren Wochen andauernder Züchtung in einer Kultur plötzlich eine merkwürdige Veränderung auf. Viele Tiere zeigten eine sehr geringe Beweglichkeit, sie waren mehr oder minder rundlich zusammengeballt, bildeten uur kurze lappenförmige Psendopodien; im Innern vieler Exemplare kounte mau einen großen kngelförmigen Körper erkennen. welcher schwärzlich ans dem stark gekörnelten wenig durchsichtigen Protoplasma hervorschimmerte, Zu gleicher Zeit war das Wasser des Kulturgefäßes von einer Unmenge kleinster Flagellaten erfüllt, welche vielfach copulierten. Ich wurde sogleich an die Vermehrungsvorgänge von Paramoeba eilhardi und bei Foraminiferen erinnert und suchte die Vorgänge bei meiner Amöbe möglichst genau kennen zu lernen. Da die Undurchsichtigkeit der Individuen das Studium am

lebenden Tier sehr erschwerte, so tötete ich einen Teil der Kultur ab, um die feineren Strukturen am konservierten Objekt zu studieren.

Außer einer Anzahl von Individuen, welche sich in keiner Weise von den normalen agamen Formen unterschieden, fanden sich da nun zahlreiche Exemplare mit sehr abgeändertem Kernban, welche eine vollständige Serie der En twicklung von Riesen kerne akortoten. Diese Riesenkerne dürfen nicht mit den Riesenkerbildungen verwechselt werden, wie sie R. Harrwio bel *Actinosphaerius* durch Herbeiführung von Depressionszuständen experimentell zu erzengen vermochte. Vielmehr ließ sich bei ihnen folgendes nachweisen:

Der Anfang der Veränderungen gab sich durch eine Anschwellung des ganzen Kernes kund. Leider waren die Objekte aus dieser Kultur nicht so gut konserviert, daß man alle Details der feineren Struktur hätte genan studieren können. Jedenfalls ließ sich eine Vergrößerung sowohl am Binnenkörper als auch in der peripheren Substanz nachweisen. Manchmal ließ sich in der letzteren auch noch eine Anhläufung stark färbbarer Substanz anßer dem Binnenkörper nachweisen.

In den folgenden Stadien treten sehr auffallende Veränderungen ein. Der Binnenkörper wächst nicht mehr heran, dagegen nehmen die peripheren Bestandteile eine immer größere Ausdehnung an. Man erkennt dabei eine Einteilung der immer mächtiger anschwellenden Massen in zwei, vier oder acht Portionen. Dabei ist nicht ganz deutlich zu erkennen, ob diese Massen ans der peripheren Substanz selbst entstehen oder in sie eingelagert sind. Ich nehme jetzt das letztere an. Die stark wachsenden Gebilde sind mehr oder weniger kugelig gestaltet; indem sie bei ihrem Wachstum von der Randzone des Amöbenkerns umschlossen gehalten nnd gegeneinander gepreßt werden, platten sie sich an den Berührungsflächen ab (Taf. XVII Fig. 8 u. 11: Taf. XVIII Fig. 17, 19-21). Sehr auffallend ist, daß sie eine dentliche Hülle erkennen lassen, welche wie eine Membran jeden dieser Körper mit einer deutlichen Kontur umschließt. Diese Membran ist manchmal etwas gefältelt (Taf. XVIII Fig. 17, 18, 19-21). In manchen Fällen ist die Membran allerdings undeutlich oder es ist gar nichts von ihr zu sehen (Taf. XVII Fig. 10).

Ich nehme an, daß während des Wachstums der Kerneinschlässe eine Teilung in vier oder acht Portionen stattfinden kann, doch scheint dieselbe auch unterbleiben zu können. Zu auderen Fällen scheint es auch zu einer viel weiter gehenden Teilung in kleinere Portionen zu kommen. Doch kann man in solchen Fällen keine die einzelnen Portionen umschließenden Membranen erkennen (Taf. XVII Fig. 9 Nd).

Innerhalb der einzelnen Körper erkennt man eine feingranulierte Plasmanasse, welche hier und da recht deutlich einen alveolären Bau erhalten zeigt. Sie ist im gefärbten Priparat von zahllosen stark die Farbe annehmenden Brocken erfüllt, welche eine sehr regelmäßige Anordnung zeigen (Fig. 10 u. 11). Es sind dies offenbar Kerne. Ob schon frühzeitig um jeden derselben eine Plasmaportion sich algerenzt, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen. Jedenfalls war eine solehe Abgrenzung in meinen Präparaten nicht wahrnehmbar. Nach später an anderen Objekten gemachten Erfahrungen möchte ich jedoch ihr Vorhandensein in ziemlich frühen Stadien annehmen.

Während des Wachstums der ganzen Gebilde innerhalb des Amöbenkernes hat sich dessen Membran immer mehr erweitert, so daß der Amöbenkern schon eine recht beträchtliche Größe erreicht hat, in diesem Stadium einen Durchmesser von ca. 30  $\mu$ . Der Binnenkörper wurde dabei zur Seite gedrängt, melst liegt er in einer Falte zwischen den Kugeln, peripher der Amöbenkernmembran anliegend. Die gegenseitigte Anordnung der von der Amöbenkern membran umschlossenen Gebilde wird aus den Figuren 19, 20 u. 21 ersichtlich, von denen Fig. 19 dem Amöbenkern bei oberfächlicher Einstellung, Fig. 20 denselben im optischen Durchschnitt, Fig. 21 bei noch tieferer Einstellung zeigt.

In den anschließenden Stadien wird der Binnenkörper immer mehr zur Seite gedrängt, er wird durch Druck in die Länge gezerrt und zerfällt öfter in mehrere Portionen (Taf. XVII Fig. 8). Später zerfällt er endlich ganz in unregelmäßige Brocken und ist schließlich gar nicht mehr nachweisbar.

Schließlich ist der Amöbenkern zu einer wahrhaft monströsen Größe angewachsen; er nimmt mehr als die Hälfte des ganzen Amöbenleibes ein (Taf. XVII Fig. 12). Ein Tier mit einem solchen Riesenkern bietet einen ganz fremdartigen Anblick dar.

Meist zeigt sich der Riesenkern anf dieser Entwicklungsstufe im Umriß regelmäßig kreisförmig, er ist also offenbar von der Gestalt einer Kugel. Die änßere Kontur ist scharf und regelmäßig. Das Innere ist vollkommen gleichmäßig von den Chromatinbrocken erfüllt, welche so angeordnet sind, daß man den Eindruck erhält, als seien sie immer in den Knotenpunkten eines alveolären Plasmas angebracht. Besonders fällt die reguläre Anorthung der in paralleler Schicht der Amöbenkernmehran zualköst liegenden Brocken auf. Vielfach sieht man die in parallelen Reihen angeordneten Chromatinbrocken Reihe für Reihe miteinander alterieren.

Vom Binnenkörper ist keine Spur mehr zu sehen; anch die Membranen der einzelnen Körper sind verschwunden; nur einige Zwischenräume oder Spalten (Taf. XVII Fig. 12) denten an, wo sich früher die Membranen berührten (Taf. XVII Fig. 12 Sp).

Die lebenden Amöben in diesem Stadium zeigen noch eine gewisse Beweglichkeit; vor allem sind bei manchen Individuen starke Strömungen im Protoplasma erkennbar. Ungefähr wenn die Entwicklung diesen Grad erreicht hat, pflegt die "Kernmembran" des Riesenkerns zu zerreißen und die kleinen Körper, welche je einen der kleinen neu entstandenen Kerne umgeben, geraten in das Plasma der Amöben. Da werden sie von den Strömungen umhergetragen. So entstehen Bilder, wie sie Taf. XVII Fig. 13 zeigt. Noch kann man an der Anordnung einzelner Kerne sehen, wie sie im Riesenkern der Amöbe gelagert waren. Dies Bild zeigt eine sehr regelmäßige Gruppierung der Kernchen zu je zweien. Es ist unklar und bei der Kleinheit des Objekts schwer zu entscheiden, ob dies nur dnrch die alveoläre Struktur der plasmatischen Grundsubstanz bedingt ist, oder ob vielleicht eine allgemeine Teilung der minutiösen Kerne stattgefunden hat, welche noch an der paarweisen Gruppierung je zweier Tochterkerne von gemeinsamer Abstammung erkennbar wäre

Fig. 14 zeigt eine Amöbe, deren Oberfläche eine lebhaft wogende Bewegung erkennen ließ. An zahlreichen Stellen stöllten sich zitzetförmige Aussackangen vor, schließlich platzte die Amöbe und eine Masse kleiner Körper wurde herzusgepreßt, welche mit Hilfe je einer Geißel sich sofort in wirbelnde Bewegung setzten. Inuerhalb der zurückbleibenden Amöbenleiche ließen sich noch Reste von Protuplasma mit chromatischen Bestandtellen unchweisen.

Die ausgeschwärmten kleinen Flagellaten waren von ovaler Körperzetatl, binten etwas zugespitzt, von abgestmanf (Taf. XVIII Fig. 22). Sie ließen mit aller Deutlichkeit eine am Vorderende in einer kleinen Vertiefung entspringende Geißel erkennen; mandmal glaubte ich noch eine zweite nach hinten gerichtete Geißel zu sehe. Im Innern des Körpers war in dem grannlierten Plasma in der vor deren Hälfte ein undeutlich konturierter Kern mol in der hintere Körperhälfte eine sehr stark lichtbrechende Kugel zu erkennen. Im geführten Zustand zeigte sich das Plasma sehr chromatinreich. der Kern chromatinarm. Er war bläschenförmig mit einem stärker färb baren Binnekörper. Die Flagellaten erfüllten schwärmend die ganze Kultur. Bald sah man einszelne Individuen sich gegenseitig umtanzen mit nach wenigen Minnten konnte man die oft beschriebenen Vorgänge einer typischen Gametencopnlation beobachten. Je zwei Individuen näherten sich einander, entfernten sich Voneinander, um sogleich das Spiel wieder zn beginnen. Dann legten sie sich aneinander, wobei die Grißeln nach entgegengesetzten Richtungen ragten, um wie rasend umeinander zu wirbeln (Tat. XVIII Fig. 26). Als sie nach einigen Minuten ruhiger wurden, waren sie mit den Vorderenden verschmolzen. Die Umrisse waren etwas nuregelmäßig geworden (Fig. 27). Die Copula rundete sich allmählich unter ambolden Bewegungen ab (Tat. XVIII Fig. 28). 29), bildete dann eine (zystenhülle, worauf eine kurze Cystenruhe erfolgte (Tat. XVIII Fig. 30).

Manchmal erfolgt auch die Verschmelzung weniger stürmisch, indem sich die Gameten aneinander legen, die Gelöhn einzichen (Taf. XVIII Fig. 24 n. 25) med ohne ambödie Bewegungen verschmelzen. In den Cysten sind die Kerne schon verschmolzen (Taf. XVIII Fig. 36 n. 37), offenbar erfolgt die Verschmelzung derselben ungefährt gleichzeitig mit der Vereinigung der Köprer (Fig. 35).

Aus den kleinen Befruchtungszysten welche einkernig sind und bleiben, können schon nach kurzer Zeit (1-2 Tagen) kleine Amöben hervorgehen, welche den jungen durch multiple vegetätte Teilung entstandenen Exemplaren der *Amoeba vespertilio* sehr ähnlich sind (Fig. 31-33).

Solche waren ebenfalls in der Kultur vorhanden nnd es war daher, da die jnngen Tiere lebhaft nmherkrochen, sehr schwer, die Individuen dauernd zu beobachten und Verwechslungen zu vermeiden.

Es war fast selbstverstäudlich, daß ich zunächts glaubte, die geschlechtliche Fortpflanzung von *Ameeba eespertilio* beobachtet zu haben. In vielen Punkten schien sich eine enge Beziehung zu den bei anderen Rhizopoden durch SCHALDINS beschriebenen Fortpflanzungesrecheinungen zu ergeben. Ess schien nicht absurd, daß eine Amöbe in manchen Details an die Fortpflanzung der Foraminiferen erinnerte; anch was an Radiolarien gemahnte, konnte bei einem primitiven Rhizopoden gazu wohl vorkommen. Und wenn man den oben angedenteten Vergleich der Randschicht des Kerns mit einem Chromidianetz eines Thalamophoren, des Binnenkörpers mit dem Prinzipalkern eines solchen durchflutte, dann konnten sogar die Postulate der SCHALDINNSchen Theorie von der Zweikernigkeit der Protozoenzelle erfällt schienen. War die Randzone als Chromidium der generative Kernbestandteil, so konnte es nicht im Erstaumen setzen, wenn aus ihm die Gametenkerne hervorgingen. War der Binnenkörper der vegetative "Prinzipalkern" so entsprach es durchaus dieser Rolle, weuu er wie der Prinzipalkern von Chianugdophye, von Echinopyeis dort der Foraminiferen bei der Bildung der Gametenkerne unbeteiligt blieb und zu Grande ging.

Kurz der Zeugrungskreis von Anweka vespertilio schien sich sehr gut unserem Wisseu von der Rhizopodenfortpflanzung einangiledern und auch von seiten der Theorie waren keine Einwände gegen eine solche Deutang zu erheben. Und so war ich denn eine Zeiltang der Ansicht, daß es sich bei den von mir festgestellten Tatsachen um normale Fortpflanzungsvorgänge handele, wie aus den Schlußwendungen meines oben erwähnten Aufsatzes hervorgeht (Dortext 1907).

Ein genaneres Studign hat mich aber jetzt zu einer anderen Deutung der Befunde geführt. Zwar habe ich die geschilderten Phänomene in meinen Kulturen von Ameeba respertiko nicht wieder zu sehen bekommen. Aber ich habe ganz ähnliche Erscheitungen spätter bei Zyzchienda, einer kleinen Thalamophore des Stöfwassers beobachtet. Bei dieser Form komnte ich die Phänomene viel genauer studieren. Ich werde daher die Details erst bei den Bearbeitungen einer übrigen. Unterschungen an Pyzicitake mittellen.

Ich komme jetzt zu dem Schluß, daß meine merkwürdigen Befunde an den Amode resperiville mit Hiesenkernen durch Parasitismns zu erklären sind. Und zwar sind wahrscheinlich in der von mir untersnehten Kultur von Junoka vergerliße zwei verschiedene Kernparasiten vorhanden gewesen. In einigen dieser Prägarate fanden sich uämlich in den Amöbenkernen unregelmäßige Körper mit einer größeren Anzahl von Chromathintoreken in Innern (Tat XVIII Fig. 34). Diese führe ich auf einen Parasiten zurück, welcher dem von Puzzortz (1997) unter dem Namen Allogrowina ga, beschribenen Parasiten der Amoden protess nahe stehen muß. Auf ihn fähre ich auch einen Teil der von mir beobachteteu copulierenden Fagellosporen zurück. Möglicherweise standen diese Formen mit einem Ikleinen Thalamophoren in Bezichung, welche in den betreffenden Kulturen hänför vertreten war.

Die oben ausführlich beschriebeneu Rieseukernbildungen sind dagegen durch einen anderen Parasiten veranlaßt, denselben oder einen nahen Verwandten dessen, den ich dann bei *Pyzidicula* allerdings nicht im Kern sondern frei im Zellplasma auffand nnd viel genaner studieren konnte.

Er steht einer Form offenbar schr nahe, welche im Jahr 1895 DANGEARD unter dem Namen Nucleophaga beschrieben hat. Die Origimalarbeit DANGEARD habe ich mir bis jetzt nicht verschaffen können. Aber PENARD hat in dieser Zeitschrift Bd. 6 1905 p. 195 einen Auszug aus DANGEARD's Arbeit gegehen, welcher vollkommen genügt, nm festzustellen, daß bei meinen Beobachtungen offenbar ein sehtr nahestehender Parasit in Betracht kam. Es haben nämlich seither PENARD (1905) nmd Gurunz (1904) Hiesenkterhildlang bei Amöben durch Parasitisms festgestellt. DANGEARD hat seine Beobachtungen an Amoeda protess [Rös.](?) gemacht, GRUBER an Amoeda viridis [LEUV], PENARD an Amoeda terricola [GREEF] and Amoeda aphaeronueloolus [GREEF]. Als weitere Form füge ich nun die Amoeda

DANGRAM hielt den von ihm beschriebenen Parasiten, dem er den Speziensmen Nucleoplaga ausodaaa [DANo] gab, für eine Chytridiacee, reihte ihn also den niederen Pilzen an. Meine Beobachtungen an dem Amöbenparasiten reichen nicht aus, um eine Diskussion der systematischen Stellung des Parasiten zu erlahten. Ich werde später bei der Besprechung des Parasiten zu erlahten. Ich werde später bei der Besprechung des Parasiten zu erlahten. Ich zufückkommen. Hervorheben michte ich unr, daß die bei dem Parasiten von Pyzäkieula von mir beobachteten Schwärmsporen sehr lebhafte Eigenbewergung besefen.

Es handelt sich also bei der von mir geschilderten Riesenkernbildung bei Anoede assperitifo nm einen eigenartigen Kernparasitismus. Bei demselben wird — wie meine Beobachtungen zeigen — zunächst der periphere Teil des Kernes befallen, der Binnenkörper wird zur Seite gedrängt und degeneriert. Das hypertrophische Wachstum des peripheren Kernteils ist um so mehr verständlich, wenn wir diesen in der oben dargelegten Weise als eine Art von Chromidialkörper betrachten.

Während der Entwicklung des Parasiten stellt sich eine biologisch schr intersesante Erscheinung ein. Wie schon DAxonaun herrorgehoben hat, sind solche Individuen mit Riesenkernen im Prinzip durch Parasitismus entkernte Individuen. Wir haben also die Möglichkeit eine kernlisse Protozenzelle zu studieren, ohne daß ihr wie bei den Versuchen von BALBLAN, GRUBER, VERWOIX, HOYER u. a. eine Verletzung von außen beigebracht wurde. Nun ist es aber unverkennbar, daß die von dem Parasiten befallenen Tiere krank sind, wie dies anch GRUBER bei scienter Ameeda irrikis [Lauryl beobachtet hat. Und mit der steigenden Zerstörung des Kernes gehen immer nehr die wichtigen Funktionen der lebenden Zelle zuröck. Immerbin persistieren sie noch in einem Stadium, in welchem das innere Gefüge des Kernes vollkommen zerstört ist. Bewegnng, Nahrungsaufnahme und Tätigkeit der contractilen Vacnole sind noch as Individuen im Stadium der Fig. 10 und 12 nachweisbar. Es geht also aus diesen Erfahrungen hervor, daß zu diesen Funktionen der Zelle, welche in kernlosen Fragmenten sehr balt anfhören, nur bestimmte Substanzen des Kernes, nicht eine bestimmte Gesamtstruktur desselben notwendig ist.

Bemerkenswert ist, daß keiner der hiskerigen Beobachter bei der Infektion durch diesen Kernparasiten eine Kerntellung beobachtet hat. Die Störung im Kerngefüge und das Aufhören der gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Kern und Protoplasma verhindern eine solche.

Wie weit die Lebensfähigkeit einer solchen Protozenzelle mit fast gänzlich zerstörtem Kern geht, kann man mit Hilfe der Beobachtnngen an *A. respertiön* nicht entscheiden. Denn nach einer gewissen Zeit plaztz stets der Kern und die Membran der *Nucleophaga*. Dann wird das Plasma des Wirts angegriffen und bald das ganze Tier zerstört.

DANGARD hat in seiner Arbeit anch eine Anzahl von Schlußfolgerungen gezogen, welche zur Zeit ihres Erscheinens (1885) wohl einige Berechtigung hatten, welche er aber heute wohl kaum in der gleichen Weise aussprechen wirde. In diesem Sinn sind sie anch von PrxARD (1960) schon Kritisiert worden.

Die Beziehungen, welche DANGEARD zu den histologischen Differenzierungen bei Krankheiten höherer Tiere, besonders bei Tumoren und bei Carcinomen vermutet, sind nach dem gegenwärtigen Staad unseres Wissens wohl sehr entfernte.

Mehr Beachtnng verdient, was er über die Angaben anderer Autoren über die geschlechtliche Vermehrung bei Protozoen, sowie über eigenartige Kernstrukturen bei solchen bemerkt.

Der Fortschritt der Protozologie seit jener Zeit hat uns ja eine größere Anzahl unanfechtbarer Zengungskreise von Protozoekennen gelehrt. Es ist also nicht möglich mit Davomann: "de faire table rase des diverses théories émises au sujet de la reproduction sexuelle des Rhizopodes." Viele der seither beschriebenen Fälle von geschlechtlicher Vermehrung bei den Protozoen können in keiner Weise mit Parasitismus in Zusammenhang gebracht verden. Immer hin mässen uns so komplizierte nud eigenartige Fälle von Parasitismus zu großer Vorsicht in der Beurteilung der bei vielen Protozoen zu beobachtenden Schwärmsporen mahnen. Es ist in vielen Fällen nur dnrch laugandauernde, vorsichtige Untersuchung und durch Anwendung von viel Kritik möglich, zu entscheiden, ob wirklich Parasitismus oder geschlechtliche Vermehrung vorliegt. Im Fäll der Jawobe zegertilie hatte ich z. B. damit zu rechnen, daß die ausgeschwärmten Sporen des einen der Parasiten nach der Conjugation bald wieder beweglich wurden. Wie leicht kann da, bei der Beobachtung, welche sich oft über viele Stunden oder gar über mehrere Tage hinzicht, eine Verwechslung vorkommen: Vor allem, wenn es infolge der Kleinheit der Objekte unmöglich ist, eine vollkommene Isolierung des zu beobachtenden Tiers vorzunehmen.

Wer längere Zeiten Kulturen von Protozoen gezichtet hat, weiß, wie sehr dieselben durch verschiedenartige Parasiten gefährdet sind. Die Protozoen sind dem Parasitismus durch andere Protozoen, vor allem Rhizopoden, Flagellaten und Acineten sowie durch Bacterien nud niedere Pilze ebensosehr ausgesetzt, wie etwa die Schmetterlingsraupen dem Parasitismus durch Ichneumoniden nud Tachninden.

Der Nucleophage schließt sich in dieser Beziehung der neuerdings von Pnastrut. (1907) bei Anwohz protess und bei Zuglena unter dem Gatungsnamen Allogrowin beschriebenen Parasit an. Viele ähnliche Beispiele sind in früherer Zeit durch zahlreiche Forscher skon Kurz beschrieben worden. Ich habe in deu letzteu Monaten in meinen Kulturen Parasiten im Plasma von Arcella und Pyzikleuka, in dem Chromidialnetz von Diffuguein, in dem Kernen von Pelongara und Paramaceium, sowie eine schr interessante Mastig amöbe im Plasma von Stentor correlues beohachtet.

Alle diese Beispiele mahnen zur größten Vorsicht und Kritik in der Auslegnung von Befunden an Protozen. Es wird oft die Entwicklung solcher Parasiten sehr schwer von der normalen Entwicklung ihres Wirts zu unterscheiden sein, wenn die beschriebenen Entwicklungscyklen verschiedener Rhizopoden sich als richtig beobachtet heransstellen. Schon deswegen, aber auch wegen der wichtigen bio logischen Aufschlusse, welche wir von solchen Studien erwarten dürfen, ist die Erforschung der Parasiten der Protozen von großer Bedeutung.

Archiv für Protistenkunde, Suppl. 1

19

#### Literaturverzeichnis.

- AWERINZEFF (1904): Über die Teilung bei Amoeba proteus. Zool. Auz. Vol. XXVII p. 399.
- BUTSCHLI (1878): Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten und einiger verwandter Organismen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Vol. XXX p. 205.
- CASAGRANDI U. BARBAGALLO (1897): Eutamoeba homiuis s. Amoeba coli. Studio biologico e clinico. Auuali d'Igiene Sperimentale Vol. 7 p. 103.
- DANGEARD, P. A. (1894): Parasites du noyau et du Protoplasma. Le Botaniste Poitiers. 1894/95. fasc. 6.
- DOFLEIN, F. (1898): Studieu zur Naturgeschichte der Protozoeu. III. Über Myzesporidieu. Zool. Jabrb., Abt. f. Morph., Bd. XI p. 281.
- (1900): Studien zur Naturgeschichte der Protozoen, IV. Zur Morphologie und Physiologie der Kern- und Zellteilung. Nach Untersuchungen au Nortikas und anderen Organismen. Ibid. Bd. XIV p. 1.
- (1901): Die Protozoen als Parasiten und Kraukheitserreger. Jena.
- (1907): Fortpflauzungserscheinungen bei Amöben und verwaudten Organismen. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morph München 1907.
- GRASSI, B. (1881): Contribuzione allo studio delle amibe. Rendic. d. R. Ist. Loub. (2) Vol. XIV.
- GRUBER (1885): Studieu über Amöben. Zeitschr. f. wiss. Zool. Vol. 41 p. 219.

- (1904): Über Amoeba viridis LEIDY. Zool. Jahrb., Festschr. f. WEISMANN, p.67.

- HERTWIG, R. (1904): Über physiologische Degeneration bei Actinosphaerium eichhorai. Festschr. f. Häckel (Jena) p. 303.
- (1903): Über das Wechselverbältnis von Kern und Protoplasma. Sitz-Ber. d. Ges. f. Morph. München.
- LEYDEN U. LÖWENTHAL (1905): Eutamoeba buccalis Prow. bei einem Fall von Carcinom des Mundbodens. Charité-Annalen XXIX, Jabre, p. 1.
- MERESCHKOWSKY, C. v. (1879): Studien über Protozoen des nördlichen Ruflands. Arch. f. mikr. Anat. Vol. XVI.
- NERESHEIMER, E. (1905): Über vegetative Kernveränderungen bei Amoeba doffeil. Arch. f. Protisteuk. Bd. 6 p. 147.
- PENARD, E. (1902): Faune Rhizopodique du Bassiu du Léman. Genf 1902 p.92.
- (1905 a): Observations sur les Amibes à pellicule. Arch. f. Protistenk. B4 6 p. 173.
- (1905 b): Catalogue des Invertébrés de la Suisse Sarcodinés. Genève (Georg et Cir.)

POPOFF (1907): Depression der Protozoenzelle und der Geschlechtszellen der Metazen. Arch. f. Protistenk. Suppl.-Bd. I.

- PROWAZEK, S. (1905): Entamoeba buccalis u. sp. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamie Bd, XXI.
- PRANDTL, H. (1906): Die Coujugation von Didinium uasutum. Arcb. f. Protisteak. Bd. 7 p. 229.

- (1907): Der Entwicklungskreis von Allogromia sp. Ibid. Bd. 9 p. 1.

- REUMBLER (1898): Physikalische Analyse von Lebenserscheinungen der Zelle. Arch. f. Entwicklungsmech. Bd. VII.
- SCHAUDINN, F. (1894): Kernteilung nud uachfolgende Körperteilung bei Amoebe crystalligera. Sitz.-Ber, d. Akad, d. Wiss. Berliu V. 38 p. 1029.

- (1895): Über die Teilnng von Amoeba binncleata. Sitz.-Ber. d. Ges. Natnrf. Frennde Berlin 1895 p. 130.
- (1903): Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamte Bd. 19 p. 547.
- SCHEEL, C. (1899): Beiträge zur Fortpflanzung der Amöben. Festschr. f. KUPPPER. Jena 1899 p. 569.
- SCHUBOTZ, H. (1905): Beiträge znr Keuntnis der Amoeba blattae Bürschli und A. protens (Pall.). Arch. f. Protistenk. Bd. 6 p. 1.
- SCHULZE, F. E. (1875): Rhizopodenstndien. Arch. f. mikr. Anat. Vol. XI p. 592.
- SCHOUTEDEN, H. (1905): Notes zur quelques Amibes et Choanoflagellates. Arch. f. Protistenk. Bd. 5 p. 322.
- VANLKANPF, E. (1905): Beiträge zur Biologie und Entwicklungsgeschichte von Amoeba limax einschließlich der Züchtung auf künstlichen Nährböden. Arch f. Protisenk. Bd. 5p. 167.
- VERWORN, M. (1896): Die polare Erregnung der lebenden Substanz etc. IV. Mitteilung. Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 65.
- WENTON, C. M. (1907): Observations on the Protozoa in the Intestine of Mice. Arch. f. Protistenk, Snppl.-Bd. I.

#### Tafelerklärung.

#### Tafel XVII.

- Fig. 1. Kleines Exemplar von Amoeba vespertilio PRNARD, nach dem Leben. A Zoochlorellen. Na gefressene Alge.
- Fig. 2. Gefärbtes Exemplar.
  - Nu Nahrungakörper. N Kern (speziell periphere Substanz). Nu Binnenkörper des Kerns.

Fig. 3. Zwei Individnen, aus einem durch Teilung hervorgegangenen, im Moment der Trennung. Zugleich Habitusbild mit charakteristischen Bewegungspendopodien (nach dem Leben).

N Kern. Co contractile Vacuole.

- Fig. 4. Konserviertes, gefärbtes Individnnm mit Kernteilnngsspindel.
  - T konzentriertes Chromatin des Tochterkernes. V Vacnole. ek centralkornartige Verdickung an dem einen Spindelpol.

Fig. 5. Konserviertes Individnnm mit zwei Kernen und großer Vacuole. Die Kerne zeigen Spnren einer kurz vorher erfolgten Teilung.

- N Kerne. T Chromatin der Tochterplatten. L nene Kernblase, aus der peripheren Substanz gebildet. Sk wahrscheinlich zusammengeballter Rest der Spindelsubstanz.
- Fig. 6. Vorübergehende Cystenbildung von Amoeba vespertilio Pas.
  - Cv contractile Vacuole. G psendopodenartige Anslänfer der gallertigen Cystenhülle.

Fig. 7. Amöbe mit beginnender Riesenkernbildung.

Na Nahrungskörper. Nu Binnenkörper des Amübenkernes. L durch Parasitismus veränderte periphere Substanz.

19\*

291

Fig. 8. Amöbe mit beginnender Riesenkernbildnng.

Nu Binnenkörper in Zerfall begriffen. L periphere Substanz in 8 Portionen geteilt.

Fig. 9. Unter dem Einfluß von Nucleophaga amoebaea mächtig angeschwollener Kern.

NI einheitlich gebliebene Hälfte. Nd in Portionen zerfallene Hälfte.

Fig. 10. Ähnlich wie Fig. 9. Biskuitförmiger Riesenkern.

Na Nahrungskörper. N vacnolisierte Hälfte des Riesenkernes.

Fig. 11. Riesenkern mit dentlichen Membranen (M) der einzelnen Parasitenkörper.

Fig. 12. Riesenkern mit 4 Portionen. Binnenkörper und Membranen sind verschwunden.

N Substanz des Riesenkernes. Sp Spalten zwischen seinen Portionen.

Fig. 13. Zerplatzen des Riesenkernes, Verteilung seines Inhaltes im Plasma der Amöbe.

Tl hantelförmige Bildungen der chromatischen Substanz (Kernspindela der Parasitenkerne?).

Fig. 14. Amöbe im Zerfall bei der Bildung der Schwärmsporen des einen der Parasiten,

#### Tafel XVIII.

Fig. 15 n. 16. Intakte Kerne der Amöbe.

M Membran. Nu Binnenkörper. L periphere Substanz.

Fig. 17 n. 18. Frühe Stadien der Riesenkernbildung. Der Binnenkörper ist zur Seite gedrängt; mehrere Kernparasiten, wahrscheinlich jüngere Stadien der Nucleophage mit starken Membrauen, haben die periphere Substanz verdrängt.

Fig. 19. Oberfächliche Fig. 20. Mittlere Fig. 21. Tiefe Einstellnung desselben Kernes, um die Infektion durch vier getrennte Exemplare von Nucleophaga [L] zu zeigen. Der Binnenkörper (Nu) ist zur Seite gedräugt.

Fig. 22. Schwärmspore (wahrscheinlich zu dem zweiten Parasiten gehörig).

Fig. 23-27. Verschiedene Bilder der Copnlation der Schwärmsporen.

Fig. 28 u. 29. Zygote.

Fig. 30. Copulationscyste.

Fig. 31-33. Ans solchen hervorgehende junge Amöben. Fig. 22-33 nach dem Leben.

Fig. 34. Kern der Amocha vespertilio mit zwei Parasitenkörpern (P) in der peripheren Substanz.

Nu zur Seite gedrängter Binnenkörper.

- Fig. 35. Verschmelzende Schwärmsporen; gefärbtes Präparat. NN vereinigte Kerne.

Fig. 38. Junge Amoeba vespertilio, durch agame multiple Teilung entstanden. Na Nahrungskörper. N Kern mit Binnenkörper.

#### Tafel XIX.

(Sämtliche Figuren dieser Tafel beziehen sich nur anf Amoeba vespertilio Pen.) Fig. 39. Typische Ahkugelung von Amoeba vespertilio vor der Teilung.

Fig. 40. Längsstrecknng des sich teilenden Tieres.

Fig. 41. Bisknitform des sich teilenden Tieres.

Fig. 42 n. 43. Allmähliches Anseinanderweichen der Teilhälften. Nenbildnng von lappigen, spitzen Pseudopodien.

In Fig. 89-43: Cv contractile Vacuole. Pp die charakteristischen kleinen Psendopodien der Teilnngsstadien. Z Zoochlorellen. (Diese Figuren nach dem Leben.)

Fig. 44-57 nach konservierten nnd gefärhten Präparaten.

Fig. 44. Zerfall des Chromatins im Binnenkörper einer A. vespertilio in chromosomenartige Stränge.

C periphere Substanz. Cc Chromosomen (?).

Fig. 45-47. Rnhende Kerne von A. vespertilio.

- C periphere Substanz. Cc Chromatin des Binnenkörpers. L achromatisches Gerüst des Binnenkörpers. M größere, stark färhbare Gehilde im Binnenkörper. Z Zoochlorellen in der Umgehung des Kernes.
- Fig. 48. Frühstadium der Kernteilung. Spindelhildung des Binnenkörpers.
  - A Äqnatorialplatte in zwei Tochterplatten gespalten. C periphere Substanz. Ca peripheres Chromatin in einem Gürtel angeordnet. Sp Binnenkörperspindel. Pp Pseudopodien.

Fig. 49. Etwas früheres Stadinm des Kernes.

A Äquatorial platte, reihen weise angeordnete Chromatinkörner. Nm Membran des ganzen Kerngebildes. C periphere Substanz. Nuk hinter der Binnenkörperspindel liegende stark f\u00e4rhar Klumpen. Z im umgebenden Plasma liegende Zoochlorellen.

Fig. 50. Gestreckte Spindel des Amöbenkernes.

Sp etwas gedrehte Fasern der Hanptspindel. Pm Polfasern des Spindelmantels. 7, 7; Chromatinmassen der beiden Tochter-Binnenkörper. Z Zoochlorellen.

Fig. 51 u. 52. Snkzessive Stadien der Mitose.

C allmühlich sich wieder sondernde periphere Snhstanz. T<sub>1</sub> T<sub>2</sub> die Tochter-Binnenkörper. Sp Spindelsnhstanz. Pm polare Teile der Spindelsubstanz. Spr<sub>1</sub> n. 2 Reste der Spindel. Cr Chromatinbrocken. Z Zoochlorellen.

Fig. 53. Teilungsbild entsprechend dem Stadinm der Fig. 40.

Fig. 54. Ebenso entsprechend Fig. 41.

N<sub>1</sub> N<sub>2</sub> die Tochterkerne mit C der noch getrennten peripheren Snhstanz nnd Sp dem Rest der Spindel.

Fig. 55. Agame Teilungscyste. Stadinm mit 4 Kernen. Paarweise Znsammengehörigkeit der Kerne dentlich.  $N_1 + N_2$  und  $N_3 + N_4$ .

M die Cystenhülle.

Fig. 56. Agame Teilangscyste mit 6 Kernen. Zusammengehörige Kernpaare  $(N_1 + N_2) (N_2 + N_4) (N_5 + N_6)$ . Bemerkensworte Sonderung der Substanzen im Kern.

Fig. 57. Agame Teilnngscyste mit 8 Kernen. Zusammengehörige Kernpaare  $(N_1 + N_2)$   $(N_3 + N_4)$   $(N_5 + N_6)$   $(N_7 + N_6)$ .

Figuren hei verschiedenen Vergrößerungen gezeichnet. Maße im Text angegeben.



Looph



Archiv für Protistenkunde. Supplementband I.

















Fig. 40.







5p Fig. 48.

Fig. 33.







Verag y Google



Fischer, 1978.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year:

Band/Volume: supp I

Autor(en)/Author(s): Doflein Franz John Theodor

Artikel/Article: <u>Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. 250-</u> 293