

## Beobachtungen an *Arcella vulgaris*.

Von

Dr. phil. **E. Martini**, cand. med.

(Rostock.)

Mit Tafel XXVIII—XXX.

Als ich im vorigen Sommer auf Rat von Herrn Prof. HERTWIG im zoologischen Institut zu München Studien über die Lebensweise der Nuclearien machte, traten in meinen Kulturen, die von solchen des Herrn Prof. HERTWIG abgezweigt waren, zahlreiche sechskernige Arcellen auf. Bei meiner Rückkehr von einem kurzen Pfingstausfluge fand ich zu meiner Verwunderung mehrere Cysten vor und bemerkte bald auch Arcellen, die, noch nicht encystiert, doch bedeutend von dem gewöhnlichen Aussehen abwichen, besonders einen im Verhältnis zur Schale auffallend kleinen Weichkörper zeigten. In ihnen vermutete ich bald Vorbereitungsstadien für die Encystierung, besonders da die täglich noch zunehmende Zahl der Cysten bewies, daß ihr Bildungsprozeß noch fort dauere. Ich beschloß daher zunächst die Untersuchung der Nuclearien aufzugeben und mich den Arcellen zuzuwenden. Leider trafen mich dabei verschiedene widerwärtige Umstände, die mich verhinderten, mehr zu beobachten, als, was ich jetzt, so wie es ist, der Öffentlichkeit übergeben muß, da meine medizinischen Studien mir zu einem weiteren Ausbau der Arbeit nicht mehr Zeit lassen.

Besonders warm möchte ich an dieser Stelle Herrn Professor R. HERTWIG danken, daß er meinen Untersuchungen ein so lebhaftes Interesse entgegengebracht hat und mir, wo ich ihrer bedurfte, seine Unterstützung geliehen. Für manche technische Belehrung und Förderung spreche ich auch den Herren Dr. SCHEEL und Dr. NEHRESHEIMER meinen besten Dank aus, für das letztere auch nicht minder herzlich meinem Freunde Dr. F. GRAHL.

Das genauere Studium des größeren Teils der Präparate, sowie

die Ausarbeitung der gewonnenen Resultate geschah hier in Rostock, wo mir Herr Prof. SEELIGER in liebenswürdigster Weise die Hilfsmittel des zoologischen Instituts zur Verfügung stellte. Ich möchte daher nicht unterlassen, hierfür und für das freundliche Interesse, das meinen Bemühungen auch von Herrn Professor Dr. WILL entgegengebracht wurde, meinem warmen Danke Ausdruck zu geben.

Über mein Material, soweit es das Studium der Encystierung betrifft, enthält das einleitend Gesagte schon das Wesentliche, und es geht daraus hervor, daß ich die genaue Herkunft meiner Arcellen nicht angeben kann. Es mag noch folgendes das Obige ergänzen. In wenigen Tagen hatte sich die größte Zahl der Arcellen encystiert, so daß ich nur noch einzelne vegetative Stadien in den Urschälchen traf. Dieselben vermehrten sich in allen Gläsern, wenn auch wenig lebhaft. Ungefähr einen Monat später trat dann nochmals eine Periode der Encystierung ein, die ebenfalls in kurzer Zeit abließ. Obwohl ich später einige leere Cysten fand, ist es mir doch nie gelungen, das Ausschlüpfen des Inhaltes direkt zu beobachten. Auch während meines kurzen Aufenthaltes in Rostock im Herbst vorigen Jahres hatte ich leider nicht mehr Glück. So mußte ich den Rest des Materials etwa drei Monate nach dem Beginn der Encystierung abtöten, da ich im Winter durch Ableistung meiner militärischen Dienstpflicht an weiteren Beobachtungen verhindert wurde.

Besonders zu Dank bin ich Herrn Prof. HERTWIG noch dafür verpflichtet, daß er mir eine Reihe von Präparaten des zoologischen Instituts, die von Herrn E. SCHUSTER angefertigt waren, zur Untersuchung überlassen hat, sowie für einige erläuternde Skizzen dieses Herrn. Diese Präparate boten mir, die Cystenentwicklung betreffend, einige interessante Stadien, besonders aber haben sie mir über die Degenerationserscheinungen recht wertvolle Aufschlüsse gegeben, wie ich weiter unten betonen werde.

Das Material für denjenigen Abschnitt meiner Arbeit, in welchem ich einige Beobachtungen über die aus dem extranucleären Chromatin sich bildenden Sekundärkerne mitteilen will, stammt auch aus der Nähe von München. Ich fand es in zwei Glashäfen, die einige Zeit vorher mit Schlamm, Kraut und zahlreichen andern Protozoen usw. aus der Umgegend geholt waren und bereits eine Zeitlang im Institut gestanden hatten. Auch hier kann ich also über den Fundort Näheres nicht angeben.

Endlich möchte ich über die Methode noch das Nötige sagen.

Am lebenden Objekt habe ich wenig beobachtet, da es mir bei der meist ziemlich dunkelbraunen Farbe der Schale nicht gelang, auf diese Weise deutliche Bilder von den Vorgängen im extranucleären Chromatin zu gewinnen. Um dies zu erreichen, habe ich die Arcellen mit Pikrinessigsäure fixiert, mit Boraxkarmin gefärbt, mit salzsaurem Alkohol differenziert und in Balsam eingeschlossen. Hierbei lagern sich ja die Arcellen fast stets so, daß ihre konvexe Seite nach oben sieht, nehmen also eine für die Beobachtung günstige Stellung an. Da sich aber herausstellte, daß die Cysten bald für Boraxkarmin und die andern üblichen Farbstoffe undurchlässig werden, sah ich mich genötigt von diesen Stadien Schnitte anzufertigen. Bei der Vorbereitung zum Schneiden schrumpften aber die Objekte sehr stark, wenigstens teilweise, ein Übelstand, dem abzuhelpen ich bei der Kürze der Zeit ein Mittel nicht mehr gefunden habe. Auch Vorbereitungsstadien, von denen mir aber nur ein knappes Material zur Verfügung stand, sowie normale Arcellen zerlegte ich in Schnittserien, um zum Vergleiche das Nötige an der Hand zu haben. Die Färbung der Schnitte geschah im allgemeinen nach der HEIDENHAINschen Eisenalaun-Hämatoxylinmethode, einige wurden auch mit Boraxkarmin oder DELAFIELDSchem Hämatoxylin gefärbt.

### Über die Encystierung von *Arcella*.

Über die Encystierung von *Arcella* finde ich zuerst eine Mitteilung bei HERTWIG und LESSER (1874). Diese Forscher haben fertige Cysten beobachtet. »Die kugelrunde Cyste lag innerhalb der Schale, dicht an der Mündung derselben, deren Durchmesser sie um wenig übertraf. Ihr grobkörniger dunkler Inhalt machte es uns unmöglich uns von der An- oder Abwesenheit von Kernen zu überzeugen, ebenso blieb uns die Art ihrer Weiterentwicklung unbekannt.« Dasselbe gibt HERTWIG in seiner Arbeit von 1899 an. Ich möchte gleich hier bemerken, daß bei den von mir untersuchten Cysten der der Hauptachse der Schale entsprechende Durchmesser der Cyste stets etwas verkürzt war. Auf die übrigen Angaben, die HERTWIG betreffend die feineren Vorgänge in der Cyste und bei deren Ausschlüpfen macht, möchte ich erst weiter unten eingehen. Auch über die Encystierung anderer Monothalamen haben wir zahlreiche Nachrichten. PENARD bleibt (1890) bei der allgemeinen Besprechung dieser Verhältnisse für die Rhizopoden wesentlich bei einer Erörterung der Cystenwänden und Diaphragmen stehen und gibt nur an, im allgemeinen diene diese Encystierung nicht der Vermehrung. In

seinen Tafeln finden wir aber zahlreiche Cysten der verschiedensten Rhizopoden dargestellt. Leider geben die Figurenerklärungen über den Bau derselben nur selten Näheres an, ebenso wie sich im systematischen Teil nur selten Bemerkungen zu diesen Abbildungen finden. Auch Objekte kurz vor der Encystierung sehen wir hier. Die Arbeit dieses Forschers über die Rhizopodenfauna des Genfer Sees (1902) sowie BLANCS Schrift über die Diffflugien desselben Beckens (1892) waren mir leider nicht zugänglich. Nachrichten über Cysten einzelner Rhizopoden finden wir für die Nebeliden bei TARANEC (1882), der auch über den feineren Bau einiges angibt. Eine Cyste von *Nebela collaris* bespricht PROWAZEC im V. Bd. d. Zeitschr. f. angew. Mikr. (1900), von demselben Verfasser finden wir (1900b) die Zeichnung einer Englyphencyste. Von *Diffugia elegans* und *acuminata* bildet RHUMBLER (1896) Cysten ab, die für uns aber weniger Interessantes zeigen als die Zeichnungen der beiden vorigen Forscher. Etwas nähere Angaben finden wir bei SCHAUDINN (1903) über die Vorgänge bei der Encystierung von *Centropyxis aculeata*, daß nämlich vor der Cystenbildung die Nahrungsstoffe ausgestoßen, die Chromidien aber gleichmäßig durchs Plasma verteilt werden. Leider erfahren wir über die Vorgänge in der Cyste nichts. Ebenso ist es bei *Chlamydomphrys stercorea*. Auch über die Encystierung einer Amöbe berichtet derselbe Forscher (l. c.) und macht hier über die Kernverhältnisse Angaben durchaus neuer Art, die wir weiter unten zum Vergleich mit *Arcella* heranziehen werden. Die Encystierung nach der Vereinigung von Gameten, die in SCHAUDINNS Arbeit mehrfach besprochen wird, ist natürlich mit den übrigen bisher erwähnten Vorgängen nicht in Parallele zu stellen. Als eine zweite Arbeit, welche die Encystierung einer Amöbe genau verfolgt, die einzige, welche mit reichlichen Figuren versehen ist, möchte ich gleich hier auf SCHEELS Abhandlung über die Encystierung von *Amoeba proteus* (1899) verweisen. Auch sie wird uns später zum Vergleich wichtig sein.

Einige ältere Arbeiten, so die SCHNEIDERS von 1854, sind so schwer richtig zu beurteilen, daß ich dieselben nicht gern in der folgenden Arbeit verwerten möchte.

### 1. Erste Vorbereitungen zur Encystierung.

Meinen eignen Beobachtungen über die Encystierung möchte ich die Darstellung der normalen Verhältnisse bei der denselben zugrunde liegenden Arcellenform voranstellen. Sie ist in Fig. 1 a—c

dargestellt und besitzt, wie bereits gesagt, sechs Kerne. Diese sind im randständigen Chromidialnetz in etwa gleichen Abständen voneinander angeordnet.

Der Kern (vgl. Fig. 1 d) stellt sich in Boraxkarminpräparaten als eine schwach rot gefärbte Blase dar. Seine Größe beträgt 0,012—0,015 mm. Er enthält meist mehrere Nucleolen und weicht schon dadurch von den Kernen der von HERTWIG (1899) behandelten zweikernigen Arcellen ab. Vielfach scheint auf den ersten Blick nur ein großer Nucleolus von 0,003—0,007 mm Durchmesser vorhanden zu sein. Ebenso oft jedoch bemerkt man mehrere (drei, vier oder mehr) untereinander annähernd gleich große Nucleolen, deren Durchmesser ich in einem solchen Falle zu 3,6, 3 und 3  $\mu$  bestimmte. Doch auch in den Fällen, wo nur ein großer Nucleolus auffällt, findet man neben ihm kleine Nucleolen, meist in großer Zahl, von etwa 0,6—1,5  $\mu$  Durchmesser. Zwischen letzteren und den größten Kernkörperchen, welche ich gefunden, habe ich jedoch alle Übergänge beobachten können. Betrachtet man die großen Nucleolen genau, so findet man, daß ihr Rand dunkler gefärbt erscheint als die Mitte. Dies dürfte darauf beruhen, daß sich im Innern feine hellere Bläschen von etwa 0,5  $\mu$  Durchmesser nachweisen ließen, die durch dunkelrote Scheidewände von etwas geringerer Dicke getrennt werden und an der Oberfläche eine den letzteren ungefähr gleich dicke dunkle Randschicht freilassen. Eine reticuläre Struktur kann ich daher bei diesen Kernen nicht annehmen, wie ich auch die undeutliche Körnelung bei ihnen nicht gefunden habe. Es ist somit das Innere des kugeligen Nucleolus in seiner Gesamtheit heller gefärbt als die äußerste Schicht der Kugel, woraus die oben erwähnte Erscheinung der dunkleren Randzone resultieren dürfte. Auch die kleinsten Nucleolen scheinen in der Mitte etwas heller zu sein. Sie dürften vielleicht ein einziges helleres Bläschen enthalten, doch kann ich dies nicht mit Bestimmtheit behaupten. Ebenso wenig konnte ich mit meinen Vergrößerungen etwas über den Bau der dunkler rot gefärbten Scheidewände in den größeren Nucleolen oder die dunklere Randschicht derselben ermitteln, da auch die nach HEIDENHAIN gefärbten Schnitte hierüber nichts Genaueres erkennen ließen. Bezüglich ihrer Lage im Kern bevorzugen die großen Nucleolen, wenn sie auch oft exzentrisch liegen, doch im allgemeinen dessen mittleren Teil; dagegen finden sich die kleinen im ganzen Kern verstreut, aber besonders, was bei den großen nur äußerst selten vorkommt, unmittelbar an dessen Oberfläche. Zwei bis zur Berührung einander

genäherte große oder kleine Nucleoli habe ich nicht auffinden können; meist lassen die kleinen um die großen einen ziemlich breiten Hof frei.

Die Grundsubstanz der Kerne machte mir einen reticulären (bzw. wabigen) Eindruck.

Eine deutliche Kernmembran konnte ich an den Boraxkarminpräparaten nicht feststellen, wohl aber sehr deutlich an den nach HEIDENHAIN gefärbten. Auch bei den ersteren wird jedoch die scharfe Linie, mit der sich die Grundsubstanz des Kernes gegen das Plasma absetzt, durch eine größere Anzahl völlig randständiger kleiner Nucleolen stark hervorgehoben. Im übrigen zeigen die Präparate nach HEIDENHAIN aber nicht mehr als die mit Karmin gefärbten. Die blauschwarzen Nucleolen hoben sich nach starker Entfärbung sehr deutlich von der gelbgrauen Grundsubstanz ab, ohne daß jedoch an dieser noch an jenen die feinere Struktur deutlich geworden wäre.

Die Kerne liegen genau, wie es HERTWIG für seine Objekte angibt, in Nischen des extranucleären Chromatinnetzes. Letzteres möchte ich für ein feines Wabenwerk ansprechen. Es ist nämlich besonders deutlich auf Schnitten, die mit Boraxkarmin tingiert sind, ein dunkelrot gefärbtes Netzwerk zu erkennen, das kleine ungefärbte Räume umschließt. Da sich nun in diesem Netzwerk auf jedem optischen Schnitte alle Wände aller getroffenen hellen Bläschen scharf eingestellt zeigen, was nur bei einem optischen Schnitt durch lauter rings von roten Wänden umgebenen Bläschen der Fall sein kann, so bin ich zu der oben ausgesprochenen Meinung gekommen. Über den feineren Bau der roten Wände habe ich nichts ermittelt. Bei der von mir verwendeten Vergrößerung erschienen sie mir auf diesem Stadium homogen.

Das Chromidialnetz bildet bei den bis jetzt behandelten normal vegetierenden Arcellen stets einen die Schalenperipherie begleitenden Ring, der durch breite, sich verzweigende und anastomosierende Stränge und Bänder des Wabenwerkes gebildet wird. So entstehen in demselben tiefe Buchten und völlige lochartige Durchbohrungen. Meist ist übrigens die Gesamtform der Chromidialmasse nicht die eines soliden Ringes, sondern die einer inneren chromatischen, der äußeren Hülle parallelen Schale, die allerdings auf die Stellen stärkster Krümmung des Gehäuses beschränkt ist. Dies erhellt aus den Fig. 1 *a—c*. Von ihnen zeigt *a* die aus kombinierten optischen Schnitten gewonnene Ansicht des Chromidialnetzes von oben, *b* einen einzelnen optischen Schnitt durch die Stelle der Umbiegung, und *c*

die die Schalenunterseite begleitenden auf einem optischen Schnitt gleichzeitig sichtbaren chromatischen Stränge und Bänder.

Die erste Veränderung in Richtung auf die Encystierung sehe ich in der bei meinen Präparaten sich häufig findenden Verbreiterung des Chromidialringes (siehe Fig. 2—4). Diese vollzieht sich, indem von allen Seiten unregelmäßig gebuchtete und verzweigte Stränge chromatischer Substanz sich gegen die Mitte der Schale vorschieben. Der Vorgang spielt sich aber nicht in der ganzen Dicke des Arcellenkörpers ab, sondern, wie man aus dem Vergleich verschiedener optischer Schnitte oder aus den Schnittserien ersieht, vornehmlich an der konvexen Seite des Plasmaleibes. Bei einigen Präparaten war allerdings auch an der andern Seite des Körpers ein konzentrisches Vordringen von Chromidialsträngen, das sonst höchstens angedeutet ist, deutlich zu beobachten. Durch die Verbreiterung wird der Ring natürlich stark gelockert und erscheint daher im allgemeinen weniger intensiv gefärbt als in normalen Tieren.

Indem nun die vorgeschobenen chromatischen Stränge sich mehr und mehr der Mitte nähern, wobei sie immer dünner werden, breitet sich schließlich ein unregelmäßiges, weitmaschiges chromatisches Netz über die konvexe Oberfläche aus. Dasselbe ist, bei seiner geringen Stärke nur bei ganz hoher Einstellung wahrzunehmen und im Verhältnis zu dem ursprünglichen Ring mit seinen dichten, starken Chromidialsträngen so wenig gefärbt, daß es bei schwachen Vergrößerungen ganz übersehen wird. Die Stränge, die es bilden, bestehen vielfach streckenweise nur aus einer einzigen Wabenreihe. Auch kleine, wohl von ihnen losgerissene chromatische Brocken von verschiedener Größe, oft nur aus wenigen oder gar einer Wabe bestehend, finden sich frei zwischen den Strängen (Fig. 4).

Es fließt nun immer mehr chromatische Substanz aus dem immer lockerer und heller werdenden Ringe in die mittleren Stränge ab. Diese werden immer breiter und dunkler und erreichen mehr und mehr die Farbe des Randes. So macht es denn bald auf Stadien wie Fig. 5 den Eindruck, als ob die Chromidialmasse gleichmäßig durch das ganze Plasma verteilt wäre; doch zeigt uns tiefere Einstellung, daß zunächst diese gleichmäßige Ausbreitung nur an der Oberfläche stattfand. Dadurch wird auch bewirkt, daß bei schwächerer Vergrößerung, wo die unter der eingestellten oberflächlichen Schicht gelegenen Partien mit gesehen werden, der Rand noch deutlich als dunklerer Ring hervortritt.

Während die bisher geschilderten Vorgänge das Gesamtaussehen der

betreffenden Individuen besonders für schwache Vergrößerungen wenig veränderten und auch wohl verhältnismäßig langsam von statten gingen, wie ich aus der großen Zahl einschlägiger Objekte in meinen Präparaten schließen zu dürfen glaube, spielen sich die nun folgenden Veränderungen lebhafter ab und führen zu bedeutenderer Umgestaltung.

Es tritt nämlich bei den nächstfolgenden Stadien eine lebhaftere Vacuolenbildung auf. Diese Vacuolen unterscheiden sich von den normalen kontraktilen durch ihre sehr viel beträchtlichere Größe und dadurch, daß sie anscheinend an allen Stellen des Plasmas auftreten können. Wenn ich nun auch ihre Entleerung am lebenden Tier nicht beobachtet habe, glaube ich eine solche doch annehmen zu müssen, da sich so am ungezwungensten die rasche Volumverminderung des Weichkörpers erklären läßt. Hierbei ziehen sich die Tiere mehr und mehr von den Rändern ihrer Schale zurück gegen deren Zentrum. Durch die dabei entstehenden höchst unregelmäßigen Formen sind Tiere auf diesem und den nächsten Stadien schon in der lebenden Kultur leicht kenntlich.

Gleichzeitig, vielleicht auch bedingt durch die an verschiedenen Orten im Plasma regellos auftretende Ausscheidung größerer Flüssigkeitsmengen, scheint es zu lebhaften Strömungen im Weichkörper zu kommen. Die Kerne geben nämlich, wie man aus Fig. 6 sieht, ihre regelmäßige Stellung auf, und wir finden sie, wenn auch noch überwiegend am Rande, doch oft zu zweien und dreien beieinander. Schon die nächste Figur zeigt sie uns aber vom Rande entfernt und an beliebigen Stellen dem Weichkörper eingelagert. Diese Ortsveränderung wird man nur als eine passive deuten können.

Auf solche Strömungserscheinungen läßt sich auch wohl die immer innigere Durchmischung des Chromidialnetzes und Protoplasmas zurückführen. Letzteres wird schon im Anfang dieser Periode nicht nur an seiner Oberfläche, sondern auch in der Tiefe von chromatischen Strängen durchsetzt, und die Durchmischung ist am Ende der Periode eine so vollständige geworden, daß man selbst auf Schnitten Plasma und Chromidialnetz nicht mehr unterscheiden kann.

Während der eben beschriebenen Vorgänge hat sich die Größe der Arcellen stetig vermindert, die Vacuolenbildung hat begonnen an Lebhaftigkeit nachzulassen, die Pseudopodien sind in das Innere der Schale zurückgezogen. Auch die verschiedenen Nahrungsreste, die früher reichlich vorhanden waren, pflegen sich gegen Ende dieser Periode an einer Stelle des Weichkörpers zu sammeln, aus dem sie

dann als zusammengeballte Masse meist an eine Stelle des peripheren Schalentheiles ausgestoßen werden.

Ehe ich nun zum nächsten Stadium weitergehe, muß ich noch einige Worte über die Kerne sagen. Zunächst ist mir aufgefallen, daß ich bei einem Exemplar dieses Stadiums Kerne fand, die einen einzigen großen Nucleolus enthielten. Dabei sind die Nucleolen von einem besonders deutlichen dunkeln Rande umgeben, was denn auch gemäß dem oben Gesagten einer besonders starken Vacuolisierung entspricht. Die Größe des Nucleolus betrug 6—7  $\mu$  Durchmesser. Da ich an diesen Kernbefund keine ähnlichen aus dieser Kultur anschließen kann, begnüge ich mich die Beobachtung zu berichten und verzichte auf eine Deutung. Alle andern Kerne dieser Stadien haben folgendes gemeinsam. Sie behalten ihr blasses Aussehen und ihre Grenzen heben sich von der Umgebung nicht scharf ab. Da bei der immer gleichmäßigeren Verteilung des extranucleären Chromatins in dem sich verkleinernden Weichkörper (vgl. Fig. 8) letzterer immer undurchsichtiger wird, so gelingt es bei den Endstadien dieser Reihe oft schwer alle Kerne sicher aufzufinden. Kennlich sind dieselben fast nur an den Nucleolen, die ihrerseits immer blasser werden. Oft hat man den Eindruck, als ob sich die Nucleoli frei in einer kugelförmigen Vacuole befänden. Die Durchschnittsgröße der Nucleoli nimmt ab. Wenigstens zwei Nucleolen oder Gruppen von solchen, der Art, daß ich sie auf zwei Kerne beziehen zu müssen glaube, habe ich aber bei allen Totalpräparaten dieser Stadien gefunden, oft sehr deutlich (vgl. Fig. 8). Im letzten Falle waren sicher nur diese beiden Kerne vorhanden. Somit scheint mir die Zweikernigkeit, da dieselbe auch in den folgenden Stadien die Regel bildet, der normale Abschluß dieser Periode zu sein, wenn sich auch Ausnahmen finden, wie weiter unten erwähnt werden wird. Eine Schnittserie, die dem Alter des Objektes nach der Fig. 6 entsprechen dürfte, zeigt außer den großen auch noch kleine Nucleolen in Menge. Die Kerne sind bei diesem nach HEIDENHAIN gefärbten Präparat von einer deutlichen Membran umgeben. Am wichtigsten scheint mir die Grundsubstanz verändert, die einen flockigen Eindruck macht.

Die wenigen mir vorliegenden Präparate, die sich auf den Übergang des zuletzt geschilderten zum nun folgenden Stadium beziehen, möchte ich übergehen und mit der Beschreibung eines etwas weiter fortgeschrittenen Objektes die Darstellung dieser Entwicklungsperiode beginnen.

Ein solches ist von den jüngeren Stadien in der lebenden Kultur

nur dadurch zu unterscheiden, daß der Weichkörper sich noch mehr verkleinert und demgemäß aus den peripheren Teilen der Schale zurückgezogen hat. Die Vacuolenbildung ist noch lebhaft, die Gesamtgestalt des Weichkörpers jedoch bereits eine mehr abgerundete als auf den vorigen Stadien.

Völlig verändert dagegen erscheint das Objekt dieser Periode fixiert und gefärbt, wie es Fig. 11 darstellt. Das ganze Chromidialnetz, das den Körper gleichmäßig durchsetzt, ist erfüllt von kugeligen Gebilden, die in ihrer Größe zwischen 2:2 und 6:9  $\mu$  schwanken. Ihre Färbung in Boraxkarmin entspricht etwa der der Nucleolen jüngerer Stadien, weshalb ich für dieselben die indifferente Bezeichnung als »nucleolenähnliche Körper« gebrauchen will. Von den Nucleolen der gleichzeitigen Kerne unterscheiden sie sich allerdings durch die dunklere Färbung. Im ganzen fällt ihr Farbton etwas mehr ins Gelbliche. An Totalpräparaten konnte ich besonders an jüngeren Stadien das Vorhandensein von kleinen Vacuolen im Innern dieser Kugeln feststellen, nicht jedoch auf Schnitten. Zur Erklärung muß ich gleich bemerken, daß die mit Boraxkarmin gefärbten Schnittserien erst späteren Stadien angehören. Bei letzteren werde ich dann auch den Bau und die Entwicklung der nucleolenähnlichen Körper eingehender besprechen.

Vom Chromidialnetz sei noch bemerkt, daß mir die Balken des Netzwerkes (bzw. die Wabenwände), die mir früher einen homogenen Eindruck machten, jetzt grob dunkel gekörnt erscheinen.

Je vorgeschrittenere Stadien wir betrachten, desto mehr sehen wir die Gesamtform des immer kleiner werdenden Weichkörpers sich der Kugelgestalt nähern, wie es auch Fig. 12 zeigt. Die Vacuolen werden immer seltener. Dagegen scheint mir die Zahl der nucleolenähnlichen Körper zuzunehmen und ihre Größe sich mehr und mehr auszugleichen. Ihre Färbung erscheint immer blasser. So sieht bald das dichte Netz- und Wabenwerk, das jetzt nach Schwund der letzten Vacuolen den ganzen Körper gleichmäßig erfüllt, lebhafter rot aus als die einen Stich ins Gelbliche zeigenden nucleolenähnlichen Körper. Ist nun auch nach Entleerung der letzten Vacuolen die Abrundung des Weichkörpers völlig erreicht, so umgibt sich die Arcelle mit einer Cystenhülle. Dieselbe setzt bald dem Eindringen des Karmin starken Widerstand entgegen. Es ließen sich daher nur ganz junge Cysten in toto färben. Ein solches Präparat ist in Fig. 13 dargestellt.

## 2. Encystierung, Untergang der Kerne und nucleolenähnlichen Körper.

Was nun die Kerne betrifft, von denen bisher noch nicht die Rede gewesen ist, so haben hier die weiter oben gemachten Bemerkungen erst recht ihre Geltung. Denn besonders durch das Auftreten der nucleolenähnlichen Körper hat sich die Durchsichtigkeit der Objekte stark vermindert. Immerhin konnte ich an allen dieser Periode angehörigen Totalpräparaten, in einzelnen Fällen sehr deutlich, zwei Kerne nachweisen, welche sich meist, vgl. Fig. 9 und 11—13, in der Mitte des Weichkörpers ziemlich dicht nebeneinander vorfinden. Mehr als zwei Kerne habe ich an Totalpräparaten nie wahrnehmen können. Schon an den letzteren lassen sich bedeutende Änderungen in der Kernkonstruktion gegen früher erkennen. Die Nucleoli sind nicht mehr so groß wie auf jüngeren Stadien. Die Mitte des von einer deutlichen Membran umgebenen Kernes wird von einer unscharf (flockig) begrenzten, stärker tingierten Masse gebildet, der die Nucleoli anliegen. Der Rest des Kernes ist fast ungefärbt (vgl. Fig. 8—13).

Zur näheren Beurteilung dieser Veränderung müssen wir aber die Schnittpräparate heranziehen. Dieselben sind alle nach HEIDENHAIN gefärbt. Auch sie zeigen meist zwei Kerne, das jüngste Stadium weist drei auf, ein älteres nur einen. Die Nuclei jener dreikernigen Arcelle (Fig. 10) haben ungefähr 0,015 mm Durchmesser und sind von einer deutlichen Membran umgeben, an der sich eine Menge kleinster Nucleoli von 0,0006—0,001 mm Durchmesser finden. Der Inhalt besteht aus einer dunkler als das Chromidialnetz gefärbten Masse, die man wohl am besten als in zum Teil untereinander zusammenhängenden Flocken angeordnet bezeichnen könnte. In und an diesen Flocken, die vielfach zusammenhängend, eine Art grobes Reticulum bilden, finden sich kleinste Nucleolen. Auch größere Nucleoli kommen hier vor. Sie zeigen sich stets in der Mitte heller. Manchmal kann man deutlich zwei Substanzen an ihnen unterscheiden (Fig. 14), von denen die hellere die Färbung des Kernreticulum hat und das Innere erfüllt, während die andre, schwarz gefärbt, die Ränder einnimmt und auch in einzelnen Klumpen im Innern des Nucleolus sich findet. Ein größerer unregelmäßig begrenzter Körper findet sich in dem Fig. 10 dargestellten Kern. Er wird durch einen helleren, von Strängen hier und da durchsetzten Hof vom Flockenwerk getrennt. Sein Inneres ist blasser als der Rand. Im allgemeinen

sind die stark färbbaren Teile des Reticulums mehr im Zentrum zusammengedrängt. Von ihnen gehen Stränge aus, um, den ziemlich breiten hellen peripheren Raum durchsetzend, zur Kernmembran zu ziehen. Bei älteren Objekten werden die Nucleolen undeutlicher und das Reticulum erscheint mehr in einzelne gröbere Stränge aufgelöst, die den Kern regellos durchsetzen.

Ebenso gebaut finden wir die zwei in der Mitte gelagerten Kerne der jungen Cysten. Nur sind in ihnen die Formen der Kerne bereits etwas unregelmäßig und das Reticulum, das sich jetzt meist als ein Haufen wirrer Stränge im Nucleus darstellt, ist dunkler gefärbt als das umgebende Chromidialnetz (Fig. 15).

Für das Alter der Cysten gibt uns die Schrumpfung derselben einen ungefähren Maßstab an die Hand, da mit dem Alter die Cysten-hülle, wenigstens in der ersten Zeit, stärker wird und daher für Reagentien weniger durchlässig.

Das nächste Stadium, das uns Fig. 16 darstellt, zeigt nun statt der Kerne in der Mitte der Cyste einen Haufen dunkel gefärbter Brocken ohne scharfen Kontur, von denen einige durch ihre Rundung das Aussehen von Nucleolen haben. Dieser Haufe lichtet sich mehr und mehr (Fig. 17), bis schließlich der innere Teil der Cyste nur noch durch etwas reichlichere dunkle Brocken sich von der etwas helleren nächsten Umgebung unterscheidet. Es werden somit die beiden noch übrigen alten Kerne in der ersten Zeit nach der Bildung der Cysten-hülle aufgelöst und verschwinden (Fig. 18 und 19). Über die feineren Vorgänge bei diesem Kernuntergang geben uns die wenigen einschlägigen Schnitte kaum eine Vorstellung, zum größten Teil dürfte ihr Material durch Resorption von der Umgebung, zum geringeren durch Verteilung in kleinere Brocken aus der Mitte der Cyste entfernt werden.

Wir müssen nun das Verhalten der nucleolenartigen Körper in dieser Periode betrachten. Schnitte durch Stadien vor der Encystierung zeigen uns, wie das Chromidialnetz völlig gleichmäßig den ganzen Weichkörper erfüllt. Die in ihm wie willkürlich zerstreut eingebetteten nucleolenähnlichen Körper sind von ihm oft kaum deutlich abgegrenzt und von verschiedenster Größe. Diese Unterschiede werden, wie erwähnt, mehr und mehr ausgeglichen. Beim Übergang in die Cyste ordnen sich nun die nucleolenähnlichen Körper an der Peripherie an (Fig. 13, 15—18). Außerhalb ihrer Zone findet sich noch eine schmale Schale Chromidialnetzes. Die größte Menge des letzteren dagegen wird von ihnen umschlossen. In der Mitte des

Ganzen liegen die Kerne. Zwischen den beiden Portionen des Chromidialnetzes bildet sich bald ein Unterschied aus. Die periphere Zone zeigt ein vielleicht durch viele hier eingelagerte unregelmäßige Körnchen bedingtes dunkleres Aussehen als die perinucleäre Portion, die längst nicht mehr den dunkeln Farbton des Kernes erreicht (Fig. 15, 16, 18). Erst nach dem Zerfall des Kernes (vielleicht infolgedessen) wird dieser Unterschied ein wenig ausgeglichen.

Über den feineren Bau der nucleolenähnlichen Körper lehren uns Schnitte, in denen einzelne derselben zerteilt und infolgedessen durchsichtiger und mehr entfärbt sind (Fig. 10, 14), daß dieselben aus einer helleren Grundsubstanz bestehen, die auf HEIDENHAIN-Bordeaux-Präparaten denselben rötlichen Ton wie das Chromidialnetz, nur viel dunkler annimmt. In dieser liegen besonders peripher eine Menge tief schwarzer Körperchen von verschiedener Größe, die oft Ballen und Klumpen bilden. Bei älteren Stadien ändert sich dies Verhalten dahin, daß bei starker Entfärbung die sonst ausgeprägte Kugelgestalt der nucleolenähnlichen Körperchen verloren geht, indem durch die Entfärbung eines peripheren Mantels im Innern ein unregelmäßig gestalteter großer, schwarzer Körper oder ein Haufen kleinerer sichtbar wird (Fig. 18). Diese nucleolenähnlichen Körperchen sind nach dem Zerfall der Kerne die einzigen besonders geformten Teile in der Cyste, die sich mit der HEIDENHAINschen Färbung nachweisen ließen. Sie trennen, gewöhnlich nur in einer Schicht angeordnet, das dunkle nur einen schmalen äußeren Rand bildende periphere Reticulum von dem helleren inneren.

An Boraxkarminpräparaten ist von den Strukturverhältnissen der nucleolenähnlichen Körper nichts wahrzunehmen. Dieselben erscheinen hier völlig homogen und sehr viel blasser als das umgebende Chromidialnetz. Auch in den Cysten macht letzteres nicht den Eindruck eines Wabenwerkes mit homogenen Wänden, sondern letztere scheinen, wie oben erwähnt, granuliert. Dadurch wird es vielleicht erklärt, warum der Charakter des wabigen Baues nicht mehr so deutlich hervortritt. Dieselben Verhältnisse zeigen die mit DELA-FIELDSchem Hämatoxylin gefärbten Schnitte.

Die eben geschilderten Zustände im Innern der Cyste bleiben jedoch nicht lange erhalten. Es beginnt nämlich, wie man schon an Fig. 19 sehen kann, der Zerfall der nucleolenähnlichen Körper in kleine, nach HEIDENHAIN blasser färbbare Gebilde. Dieser Zerfall geschieht nicht in der ganzen Cyste gleichzeitig. Daher kann man neben den kleinen noch große, ursprüngliche nucleolenähnliche

Körperchen vorfinden (Fig. 19). Während dieser Entwicklung verteilen sich die entstandenen Körperchen wieder durch den ganzen Inhalt der Cyste (Fig. 20), wenn mir meine zum Teil stark geschrumpften Schnitte richtige Vorstellungen von diesen Verhältnissen gegeben haben. Somit ist am Abschluß der Entwicklung der Cysten, so weit ich sie verfolgen konnte, ihr Inhalt ein Haufen gleichmäßig verteilter mehr oder weniger stark tingierbarer, meist rundlicher Brocken, wie es Fig. 21 zeigt. Über die feineren Vorgänge bei diesem Zerfall der nucleolenähnlichen Körper habe ich noch zu bemerken, daß es mir zweifelhaft ist, ob alle großen Körper gleich in die kleinsten zerfallen, ob nicht vielmehr bei allen oder doch wenigstens bei einzelnen eine wiederholte Zerfallteilung stattfindet. Auf letzteres scheint mir Fig. 18 zu deuten. Die bei dem Zerfall entstehenden Kugeln scheinen sich vorher in den nucleolenähnlichen Körperchen anzulegen, um erst durch den Zerfall der helleren Grundsubstanz selbständig zu werden.

Eine Erscheinung, die nur bei Färbung mit DELAFIELDS Hämatoxylin deutlich hervortrat, sei noch erwähnt. In solchen Präparaten trifft man äußerst intensiv gefärbte Körnchen in der peripheren Portion des Chromidialnetzes (chromatische Reste der untergegangenen Kerne?). Auf den späteren Stadien finden sie sich als gröbere Körner und Flocken durch den ganzen Cysteninhalte verteilt wieder.

Wir müssen jetzt noch zwei bisher dunkel gelassene Punkte, die Fragen nach der Herkunft der nucleolenähnlichen Körper und nach dem Verbleiben des größeren Teiles der sechs ursprünglichen Kerne erörtern. Für die letztere habe ich leider nichts Klärendes beibringen können. Ich habe an diesen Kernen weder auf Totalpräparaten noch auf Schnitten irgend etwas gefunden, was entweder auf ihre Auflösung im Weichkörper oder auf ihre Ausstoßung aus demselben hätte bezogen werden können. Da ich aber glaube annehmen zu dürfen, daß der Zerfall der Kerne außerhalb des Weichkörpers mehr Zeit in Anspruch nehmen würde als ihre Resorption durch das Plasma, die Stadien der letzteren im Totalpräparat auch schwerer zu erkennen sein dürften, so macht mir dies Fehlen aller Anhaltspunkte für beide Vorgänge den letzteren wahrscheinlicher.

Nicht ganz so ungünstig gestellt sind wir bezüglich des zweiten Punktes. Hier haben wir Präparate, die doch wenigstens etwas erkennen lassen. Das Totalpräparat der Fig. 9 veranschaulicht uns eine *Arcella*, in der bereits die ersten nucleolenähnlichen Körper gebildet sind, aber nur wenige und nicht in allen Teilen des

Weichkörpers gleichviele. An diesem Objekt haben wir Aussicht noch etwas über ihre Entstehung zu erfahren. Ein Stadium aus demselben, das mir besonders wichtig erschien, ist in Fig. 10 *b* bei stärkerer Vergrößerung dargestellt. Wir sehen hier das Wabenwerk direkt in den nucleolenähnlichen Körper übergehen, dessen Bau selbst noch deutlich die wabige Struktur zeigt, wenn auch seine Wabenwände bei weitem stärker sind und intensivere Färbung aufweisen als die des Chromidialnetzes. An andern Stellen erscheint das Netz nur dunkler, seine Waben kleiner, die Wände stärker gefärbt. Einen Schnitt durch ein Tier, bei welchem sich solche verdichtete Stellen im Chromidialnetz finden, zeigt Fig. 10 *a* nach einem HEIDENHAIN-Präparat. Mir scheinen danach die nucleolenähnlichen Körper sich aus dem Chromidialnetz durch lokale Verdichtung desselben zu bilden. Dies würde auch eine einfache Deutung der in Fig. 10 *c—f* wiedergegebenen Verhältnisse zulassen. Nehmen wir noch die Tatsache hinzu, daß, wie Fig. 8 zeigt, die Kernzahl bereits auf zwei reduziert sein kann, ohne daß sich Reste von den verschwundenen Kernen oder bereits nucleolenähnliche Körperchen entdecken ließen, so wird man zugeben, daß man die letzteren nicht wohl in genetischen Zusammenhang mit den Nucleolen der ersteren bringen darf.

Über das Wesen der nucleolenähnlichen Körper habe ich mir kein sicheres Urteil bilden können. Wollte man sie als aus dem Reticulum gebildete Sekundärkerne deuten, so wäre das Material kleiner Körper, das nach ihrem Zerfall die Cyste erfüllt, als eine große Menge Kerne aufzufassen, und man müßte das Ausschlüpfen zahlreicher Tochterindividuen aus der Cyste erwarten. Dem entsprechen aber, wie aus dem Folgenden ersichtlich sein wird, die wenigen von mir gemachten Beobachtungen nicht. Mit der Unmöglichkeit dieser Deutung scheint mir eine andre an Wahrscheinlichkeit zu gewinnen, daß dieselben nämlich den Eiweißkugeln, die SCHEEL (1899) aus den Cysten von *Amoeba proteus* beschrieben hat, entsprechen. Für diese Gleichsetzung spricht auch die Differenzierung in zwei Substanzen, die sich bei *Amoeba proteus* ebenfalls mit Eisenalaunhämatoxylin nachweisen ließ. Wollten wir diese Strukturen als Kernstrukturen auffassen, so hätten wir erwarten dürfen, dieselben auch mit Karmin und Hämatoxylin nachweisen zu können. Mit Boraxkarmin ist mir dies aber nur einmal gelungen (vgl. Fig. 9 *a* und *b*), und zwar bei dem jüngsten einschlägigen Stadium. Ich möchte daher in betreff der vorliegenden Frage auf dies Bild kein Gewicht legen. Wie nämlich die Fig. 10 *c—f* im Vergleich mit dem völlig

homogenen Aussehen der nuleolenähnlichen Körper auf späteren Stadien, die ebenso behandelt sind, zeigen, machen die Körperchen während ihrer Existenz eine Umbildung durch. Wichtig ist mir daher die oben angeführte Fig. 9 nur zum Vergleich mit von HERTWIG angeführten Angaben und Darstellungen (s. u.).

### 3. Das definitive Schicksal der Cysten.

Betreffend die Weiterentwicklung der Cysten habe ich wenig gefunden. In meinen Kulturen traf ich wohl hin und wieder leere Cysten. Da es mir aber nicht gelungen ist den Vorgang der Entleerung selbst zu beobachten, steht mir kein Urteil darüber zu, ob dieselbe in diesen Fällen überhaupt eine Folge des normalen Entwicklungsganges war. In einer sonst leeren Cyste fand ich einen kleinen gut tingierten Körper, der wohl ein kleiner Rhizopode sein konnte. Ich möchte ihn jedoch nicht nur à conto des Ortes mit *Arcella* in Beziehung bringen. Andererseits habe ich nie zweikernige normale Arcellen in meiner Kultur gefunden. Zur Beurteilung dieser Frage kann ich daher nur einige Präparate des Herrn E. SCHUSTER, sowie vergleichend die vorliegenden Beobachtungen an andern Rhizopoden heranziehen. Das in Fig. 22 dargestellte Totalpräparat des oben genannten Herrn zeigt eine Arcelle, bei der sich nur ein die Hauptmasse des Weichkörpers umsäumender gelblicher Schein, nicht aber eine deutliche Cystenhülle nachweisen ließ, vielleicht infolge der Schwierigkeit, welche der Betrachtung durch eine den Weichkörper rings umgebende aus Diatomeenpanzern gebildete Kugelschale erwuchs. Diese kugelige Hülle wird an einer Seite von einem Fortsatz des Weichkörpers durchbohrt, von dem sich an der Schale einzelne kleine Stücke abgelöst haben. Letztere zeigen einige dunkler gefärbte Stellen im Plasma, die ich jedoch nicht ohne weiteres als Kerne ansprechen möchte. Zwei kernartig dunkler färbare Körper finden sich dagegen in der Hauptmasse des Weichkörpers. Von ihnen ist der eine allseitig von einem hellen Hofe umgeben, während sich der andre in der Richtung des Plasmafortsatzes in einen Strang auszieht, der sich verästelnd in das Maschenwerk des chromatischen Reticulum übergeht. Diese Körper, die sich also wesentlich von den bisher beobachteten Formen des *Arcella*-Kernes unterscheiden, liegen im zentralen Teil des Weichkörpers, der einen lebhaft roten Farbton und eine nicht so deutlich reticuläre Struktur wie Fig. 13 aufweist. Ihm gehören auch dem Baue nach der die Diatomeenhülle durchbrechende Fortsatz und die von ihm abgelösten

Stücke an. Dagegen findet sich an dem übrigen Umfang der Cyste eine breite bräunlich gefärbte grob granulierte Zone vor.

Zur Ergänzung möchte ich noch einige andre, in Herrn E. SCHUSTERS Präparaten neben zahlreichen ungefärbten sich findende tingierte Cysten besprechen. Eine derselben, die kernlos war und nur einen zum Teil grobkörnigen nur an einigen Stellen undeutlich reticulären Inhalt aufwies, zeigt im ganzen Umfang den erwähnten gelben Schein und scharfe Begrenzung. Nur an einer Stelle findet sich beides nicht. Es ist das die Gegend, wo der etwas unregelmäßig ovale Weichkörper der Schale am nächsten kommt. Es scheint also diese kernlose Cyste nur wenig in der Entwicklung hinter Fig. 22 zurückzustehen. Darauf deutet auch, daß an einzelnen Orten an der Peripherie sich bereits die bräunliche grob granulierte Zone nachweisen ließ, die in Fig. 22 den Hauptteil des Weichkörpers völlig umgibt. Zur Deutung des gelben, diese Arcellenkörper umgebenden Scheines als Cystenhülle bestimmte mich ein zweikerniges Tier, das auch diesen Schein aufwies, an einer Stelle aber, wo die Diatomeenpanzer etwas vom Weichkörper entfernt lagen, deutlich ein Stück der Cystenhülle erkennen ließ. Dieselbe war glatt, während bei meiner Form die Hülle wie mit kleinsten kugelförmigen Knöpfchen dicht besetzt erscheint. Von der bräunlichen Außenzone fand ich bei dem letzt-erwähnten Objekt keine Andeutung. Seine Kerne entsprachen in ihrem Bau ganz dem hinteren Kern in Fig. 22.

Wir müssen jetzt rasch einen Blick auf HERTWIGS Angaben (1899) und Abbildungen werfen, die sich auf die Encystierung beziehen. Es geht aus dem Gesagten hervor, daß HERTWIGS ursprüngliche Deutung dieser Verhältnisse durch meine Beobachtungen bestätigt wird und seine Fig. 9 auf Taf. XXXVII in den Anfang der Entwicklungsreihe zu stellen ist. Sie entspricht meiner Fig. 8. Über die auf derselben Tafel abgebildeten Cysten ist das Urteil schwieriger. Fig. 11 möchte ich, in Rücksicht auf die Gestalt der äußeren Zone, die meiner Fig. 13*b* (vgl. Figurenerklärung) völlig entspricht, für eine ganz junge Cyste halten. Hier finden wir dementsprechend noch eine deutliche Kernmembran. Von den beiden andern kann ich nicht sagen, ob sie in den Anfang der Encystierungsreihe oder, entsprechend den SCHUSTERSCHEN Cysten, an deren Ende zu verweisen sind. Die von HERTWIG erwähnte vierkernige und einkernige Cyste wird uns nicht sehr verwundern, da wir in Fig. 10 bereits eine dreikernige Arcelle in einem Stadium kennen lernten, auf dem die Kernreduktion abgeschlossen zu sein pfllegt. Ebenso hatten wir in Fig. 14 bereits

eine einkernige Form vor uns. Das Schicksal dieser in ungewöhnlicher Zahl vorhandenen Kerne dürfte ebenfalls der Zerfall sein. Wir können somit HERTWIGS Gedankengang über die Vorgänge in der Cyste nicht folgen. Immerhin müssen wir uns doch wohl zu der Annahme entschließen, daß in der eine Zeitlang kernlosen Cyste, vielleicht in einigen Fällen auch erst während oder nach dem Ausschlüpfen, die Rekonstruktion zweier oder mehrerer Kerne stattfindet, also ein Proliferationsvorgang sich in der Cyste nicht abspielt.

Dies Endresultat erhält noch eine Stütze außer durch die eingangs erwähnte allgemeine Angabe PÉNARDS, durch die Mitteilungen anderer Forscher über ihre Beobachtungen an nahe verwandten Formen. So nimmt nach SCHAUDINN die aus der Cyste ausschöpfende *Centro-pyxis* unter Resorption der Hülle innerhalb der alten Schale ihre frühere Konfiguration wieder an (SCHAUDINN 1903). Das gleiche beweist für *Diffugia elegans* Fig. 19, Taf. IV, aus RHUMBLERS Arbeit von 1896, die Darstellung zweier eben die Cysten verlassender konjugierender Tiere. Sonst habe ich keine direkte Beobachtung über die Entwicklung der Cysten gefunden.

Weitere Vermutungen über die Rekonstruktion des Kernes in der kernlosen Cyste auszusprechen, scheint mir wertlos, ehe weiteres Tatsachenmaterial vorliegt. Die Tatsache selbst darf uns aber nicht wundernehmen. Hat doch der Satz *omnis nucleus e nucleo* bereits durch HERTWIGS (1899) Beobachtung der Bildung von Sekundärkernen aus dem Chromidialnetz eine Einschränkung erfahren. Immerhin waren in diesen Zellen noch jederzeit Kerne vorhanden. Ein Beispiel der Nucleusbildung in kernloser Zelle beschreibt SCHAUDINN (1903) bei *Entamoeba coli* für die Cyste. »Die Tochterkerne (des ursprünglichen Cystenkernelnes) lösen sich ganz auf, das Plasma ist nur mit chromatischen Körnchen und Strängen erfüllt, von denen die Hauptmasse resorbiert wird, während aus einem Teile die neuen Kerne rekonstruiert werden.« Die hier vorübergehend auftretende Kernlosigkeit braucht man sich nur verlängert zu denken, um zu den Verhältnissen bei *Arcella* einen Vergleich zu erhalten.

Daß auch sonst bei den Rhizopoden bedeutende Ähnlichkeiten bei der Cystenbildung bestehen, darauf möchte ich noch hinweisen. Eine Figur bei PROWAZEC (1900 b) zeigt eine *Euglypha*-Cyste, in der sich um den Kern erst eine dunklere Plasmaschicht, dann eine hellere mit rundlichen von ihm als Exkretkörper gedeuteten Einschlüssen und zu äußerst eine stärker gekörnte Schicht finden. Es läßt dies wohl sicher darauf schließen, daß die Cysten bei *Euglypha* jedenfalls

zeitweise beinahe denselben Bau des Weichkörpers aufweisen, wie die junge Arcellenecyste. Fast genau ebenso stellt derselbe Autor (1900 a) eine Cyste von *Nebela* dar und zeichnet auch einen deutlichen Kern ein. Dagegen gibt (1882) TARÁNEC von den Nebeliden ganz allgemein an: »Die Cyste ist zuerst vollkommen nackt, frei von einer Umhüllung, welche das Tier erst später sehr langsam aus der Sarkode ausscheidet. Dadurch gelangt das Tier in einen Ruhezustand. Die kontraktile Vacuolen verschwinden vollkommen. Auch Nucleus ist nicht mehr sichtbar, bloß die gelben Fettkörper füllen die ganze Cyste aus.« Diese »größeren oder kleineren, glänzenden stark lichtbrechenden oft gelb gefärbten Fett- und Ölkugeln« sind Produkte des Entoplasma aus der Umwandlung der Nährstoffe. Die Reste der Nahrung selbst werden später ausgestoßen. Nimmt man dies zusammen, so sieht man, daß die Vorgänge, soweit sie bei den Nebeliden bekannt sind, genau mit denen von *Arcella* übereinstimmen. Dies fällt noch mehr bei Betrachtung der Figuren, besonders Fig. 15, Taf. V, und Fig. 17 und 19 auf Taf. IV ins Auge. Präzise Reaktionen über die chemische Natur dieser Fettkugeln sind übrigens ebenso wenig angestellt wie an meinen nucleolenartigen Körperchen. Das Vorhandensein ähnlicher Körper finde ich bei RHUMBLER nur bei der unteren Cyste der Fig. 20, Taf. IV, angedeutet. Auch von den zahlreichen, bei PÉNARD dargestellten Cysten (1890) (3 *Vampyrella*-, 1 *Cochliopodium*-, 1 *Diffugia*-, *Centropyxis*-, 2 *Arcella*-, 8 *Nebela*-, 1 *Hyalosphenia*-, 3 *Heleopora*-, 1 *Cryptodiffugia*-, *Pseudodiffugia*-, *Assulina*-, 4 *Euglypha*, 1 *Trinema*-Art) stimmen bis auf *Vampyrella* fast alle recht gut mit Arcellenecysten überein, wenigstens ebensogut wie seine Darstellungen der letzteren mit den meinen, was allerdings nicht viel besagen will. Deutliche kugelförmige Gebilde, von mir als Nahrungsstoffe gedeutet, fand ich auf PÉNARDS Tafeln bei 1 *Cochliopodium*-, 5 *Nebela*-, 1 *Hyalosphenia*-, 2 *Heleopora*-, 1 *Assulina*-, 1 *Trinema*-Art, bei mehreren in der Erklärung hervorgehoben. Von *Diffugia lanceolata* ist dies Verhalten nur im Text erwähnt. Eine eigenartige Umbildung zeigt der Kern einer Euglyphencyste, der mich an SCHAUDINNS Angaben für *Entamoeba* erinnert.

Endlich muß ich noch auf eine Stelle in HERTWIGS Arbeit (1899) eingehen, wo er bei Besprechung der Kernvermehrung schreibt: »Inmitten des Chromatinnetzes entstanden kernartige Körperchen, von ganz merkwürdigem Bau: homogene Kugeln mit eingestreuten kleinen Chromatinstücken. Zunächst bilden sich homogene Kugeln.« »Die Kugeln beziehen ihr Chromatin offenbar aus dem Netzwerk; denn es

gibt alle Übergänge von chromatinfreien Kugeln zu Kugeln, in denen wenig Chromatinbröckchen eingebettet sind, bis zu Kugeln, welche mit roten Körperchen ganz durchsetzt sind.« Es drängt sich mir hier die Frage auf, ob es sich nicht ebensowohl um Äquivalente der von mir bei *Arcella* beschriebenen nucleolenähnlichen Körperchen handeln könnte. Die tatsächlichen Angaben HERTWIGS stimmen genau mit dem überein, was ich für meine nucleolenähnlichen Körper feststellen konnte (vgl. besonders die Fig. 9 a, b, 11). Wenn sich HERTWIG hier auf VERWORN (1888) bezieht, so entspricht doch dessen Angabe intensiver Färbbarkeit der von ihm beobachteten Körper und deren Abbildung so wenig der Darstellung und Schilderung, die HERTWIG über seine Beobachtung gibt, daß ich jene »dunkelrot gefärbten« Kerne von normaler Struktur nicht für identisch mit den anfangs chromatinfreien Kugeln bei HERTWIGS Diffflugien halten kann. BLANCS Arbeit habe ich, wie oben bemerkt, leider nicht erhalten können.

### Über Degenerationsvorgänge.

In denselben Kulturen, welche mir die zahlreichen Übergänge zur Encystierung lieferten, traf ich gelegentlich Objekte, deren Aussehen mich sehr überraschte. Nach der geringen Größe des unregelmäßig von der Schale zurückgezogenen Weichkörpers hatte ich auf Encystierungsvorgänge geschlossen, fand aber nach der Färbung, daß diese Arcellen durchaus nicht in die oben geschilderte Entwicklungsreihe paßten, sondern höchst auffallende Abweichungen im Bau zeigten, die besonders das extranucleoläre Chromatin betrafen. So ist dasselbe bei dem in Fig. 26 dargestellten Objekt, wenn auch überwiegend randständig, doch in einzelne Klumpen zerfallen, die sich außerordentlich intensiv färbten. Von einer reticulären Struktur war nichts mehr wahrnehmbar. Nur bei starker Vergrößerung erkannte ich einzelne hellere Blasen. Die Kerne zeigen außer einer etwas unregelmäßigen Form und einer bedeutenden Vergrößerung der Nebennucleoli keine Besonderheiten. Beides tritt in Fig. 26 b besonders deutlich hervor.

Bald fand ich Stadien, die auf diesem Wege weiter fortgeschritten waren. So ist in den durch die Fig. 27 und 28 veranschaulichten Objekten vom Weichkörper nur noch ein kleiner Rest vorhanden, der, abgesehen von den hier besonders stark veränderten Kernen, nur noch wenige Klumpen Chromatin enthielt, die in Fig. 27 mehr geballt erscheinen, in Fig. 28 mehr die Form von Strängen haben. Sie zeigen in Fig. 27 dieselbe Struktur wie in

Fig. 26, in Fig. 28 machen sie den Eindruck, als ob sie aus einzelnen zum Teil kugelförmigen Ballen zusammengesetzt wären. An den Kernen fällt wieder die Größe der zum Teil der Kernmembran halb abgeplattet aufsitzenden Nebennucleoli auf.

Ein ähnliches Bild ist meines Wissens von Rhizopoden noch nicht geschildert. Vielleicht kann ich HERTWIGS Fig. 3, Taf. XXXVII, hierherziehen (l. c.). Eine ganz auffallende Ähnlichkeit mit diesen meinen Bildern zeigt die Darstellung, die RHUMBLER (1896) in Fig. 21 auf Taf. IV von zwei konjugierten *Diffugia globulosa* gibt.

Ich versuchte natürlich jüngere Stadien dieser Art zu finden, die mir die Entstehungsweise so merkwürdiger Zustände klar machen sollten. Dabei kam ich aber auf zwei verschiedene Reihen. Der einen gehören die Fig. 23—25 an. Fig. 23 zeigt die ersten Veränderungen, welche ich in dieser Richtung wahrgenommen habe. Während die Kerne noch völlig normal sind (Fig. 23 b) zeigt der Chromidialring sich stärker als gewöhnlich gebuchtet, und einzelne Stränge reichen bis weit in das Innere des Weichkörpers. Einige von ihnen dürften sich bereits vom Ringe gelöst haben und die frei im Plasma liegenden Klumpen und Körner der Fig. 23 bilden. Am wichtigsten ist die Veränderung in der Struktur aller dieser chromatischen Körper, die nicht mehr ein reticuläres, sondern ein mehr blasiges Aussehen aufweisen und bereits stärker als normal tingierbar sind. Eine schon sehr grobblasige Umwandlung des Netzes zeigt Fig. 25, in welcher die Kerne (Fig. 25 b) noch normal sind, der Chromidialring aber bereits an mehreren Stellen unterbrochen ist. Das Präparat der Fig. 24, das im feineren Bau des Chromidialringes zwischen den beiden vorigen Arcellen steht, und bei dem letzterer, wenn er auch schmal war, doch noch keine Unterbrechung aufwies, zeichnet sich durch breite chromatische Stränge und Bänder aus, die den Weichkörper nach allen Richtungen durchsetzen. Von Fig. 25 zu Fig. 26 ist der Schritt nur ein so kleiner, daß mir diese Präparate zweifellos eine von Fig. 23 bis Fig. 28 aufsteigende Entwicklungsreihe darzustellen scheinen, der ich allerdings einen hohen Grad der Variabilität zugestehen muß.

Schwieriger liegen die Verhältnisse bezüglich der andern Reihe, die in den Fig. 30—34 vorgeführt wird. Fig. 30 zeigt nicht das früheste Stadium. Ein hier nicht wiedergegebenes Objekt besitzt noch einen vollständigen, wenn auch entsprechend der Fig. 30 stark wulstartig umgebildeten Chromidialring, doch ist die Kernanordnung bereits unregelmäßig. Damit ist auch erwähnt, was über Fig. 30

bezüglich des größeren Baues zu sagen ist. Von dem feineren ist zu bemerken, daß die Kerne zwar noch normal sind, das Aussehen des Chromidialnetzes dagegen schon grobkörnig bis krümelig genannt werden muß. Dieselbe feinere Struktur finden wir in Fig. 31 wieder. Hier ist jedoch bereits die Ringform des extranucleolären Chromatins zerstört und die Stellung der Kerne unregelmäßig. Dazu hebt die abnorme Kleinheit des Weichkörpers die Anomalie des Objektes besonders hervor. Ist letzteres in Fig. 32 auch weit weniger stark ausgeprägt, so ist dafür in den drei verschieden dicht geballten Klumpen grobkörnigen Chromatins keine Ähnlichkeit mit dem ursprünglichen Chromidialring mehr zu bemerken. Es tritt vielmehr in Form und Intensität der Färbung eine Ähnlichkeit mit den Figuren der vorigen Serie auf. Diese wird bei den folgenden Abbildungen noch deutlicher. Während nämlich Fig. 33 nur im Innern der dicksten und am intensivsten gefärbten Chromidialklumpen Andeutungen jener blasigen Struktur aufweist, beherrscht dieselbe in Fig. 34 das Bild völlig, und nur an den Rändern der Klumpen und an dünnen Stellen lassen sich noch die Chromatinkörner erkennen. Ebenso entspricht die Kernstruktur in beiden, besonders der letzten Figur, der der vorigen Serie.

Somit scheint mir erwiesen, daß auch die mit Fig. 30 anhebende Entwicklungsreihe zu Zuständen, wie sie Fig. 28 zeigt, führen kann. Ob dies aber stets der Fall sein muß, bleibt mir fraglich. So sehen die Kerne der Fig. 32 *b* bedeutend anders aus als die der bisher erwähnten Stadien. Denn die Mitte der Kerne wird stets nur von einem kleinen Nucleolus eingenommen (Fig. 32 *b* und *c*, *Nkl*), den einige von den zum Teil der Kernmembran entsprechend abgeflachten Nebennucleolen (*Nkl'*) bedeutend an Größe übertreffen. Eben solche Kerne fand ich wieder bei dem in Fig. 35 *a* vorgeführten Präparat, das nur noch einen kleinen Restkörper darstellt, also wohl annähernd das Ende der Entwicklungsreihe. In ihm zeigen aber die Chromidialklumpen noch deutlich denselben Bau wie in Fig. 30—32 *a*. Übrigens fand sich hier außer dem in Fig. 35 *a* dargestellten fünf deutliche Kerne enthaltenden Teile des Weichkörpers ein anderer mit ihm in Zusammenhang stehender vor der Schale, der völlig ebenso gebaute Chromidialklumpen aufweist. Neben denselben fanden sich vier etwa eirunde Objekte, von denen drei sicher kleine Protozoen waren. Das vierte könnte der stark veränderte sechste Kern sein. Handelt es sich hier nun um junge Arcellen oder um Parasiten, die einen in den letzten Stadien der Degeneration befindlichen Arcellenkörper verzehren? Ich habe mich für das letztere entschieden,

besonders deswegen, weil ich unter ähnlichen Umständen Protisten, die ich im Leben als kleine Nuclearien erkennen konnte, bei den Resten eines Arcellenkörpers in dessen Schale vorfand.

Es ist mir auch fraglich, ob sich gegenüber den Fig. 27 und 28, deren Objekte mir als degenerierte Reste erscheinen wollen, Präparate wie das in Fig. 29 dargestellte, das sich sicher jener Serie anschließen läßt, auf eine Neubildung von Kernen zwecks ausschließender Vermehrung deuten lassen. Die kernartigen Körper haben dieselbe Farbe und Struktur wie die großen Klumpen Chromatins und gehen wohl auf Zustände zurück, in denen wie in Fig. 28 die stark gefärbten Stränge aus einzelnen Kugeln und Knollen zusammengesetzt erscheinen. Ein Präparat, das beide Bildungen vereint, habe ich aus Raumrücksichten nicht wiedergegeben. Einzelne Objekte, die sich allenfalls auf eine weitere Entwicklung dieser Stadien beziehen ließen, sich aber an die letzten hier geschilderten durchaus nicht unmittelbar anschließen, lassen sich ebensogut, wenn nicht besser als Parasitismus- denn als Vermehrungserscheinungen deuten. Immerhin bedürfen die Verhältnisse zu ihrer Klärung noch eingehenderer Untersuchungen.

Etwas mehr Klarheit konnte ich mir über eine andre Reihe von Degenerationserscheinungen verschaffen, die in mancher Beziehung von den oben geschilderten Vorgängen abweichen. Ich fand sie in den SCHUSTERSCHEN Präparaten. Aufmerksam wurde ich bei der Durchsicht letzterer durch einige Schalen, die von Diatomeenpanzern fast ganz erfüllt waren und nur spärliche Reste eines schwach färbaren Weichkörpers ohne Kerne, oder nicht einmal einen solchen Rest enthielten. Bei der genaueren Untersuchung des Materials fanden sich nach und nach alle Übergänge von den normalen, in diesem Falle stets vielkernigen Arcellen zu den leeren Schalen. Die erste Abweichung von der Norm habe ich auch hier nicht abgebildet. Sie spricht sich in einer körnigen Lockerung des Chromidialnetzes aus, das gegen die sauberen Netzbilder, welche man unter normalen Verhältnissen zu sehen gewohnt ist, einen merkwürdig unordentlichen Eindruck macht. Zugleich setzt das Netz sich in unregelmäßigen Strängen und Ausläufern zwischen die Nahrungsreste fort. Fig. 36 ist schon insofern fortgeschritten, als sich im Chromidialringe bereits zwei Unterbrechungen finden. Die zahlreichen Kerne entsprechen noch dem normalen Aussehen derselben in dieser Kultur. Sie sind bläschenförmig. Der Zwischenraum zwischen dem dunkeln, fein granulierten, stets nur in Einzahl vorhandenen Nucleolus und der

dünnen schwach sichtbaren Kernmembran ist fast ungefärbt und weist nur eine feine Granulierung auf. — Fig. 37 zeigt, wie nun der Zerfall des Chromidialringes fortschreitet. Es finden sich nur noch Stücken desselben, die die Kerne zwar noch in normaler Weise umfassen, aber schon stark in ihrem feineren Bau verändert sind. Zugleich erscheint ein Teil gelockerter Chromidialmasse, feiner oder gröber verteilt, in einzelnen Partien des sonst fast ungefärbten Plasma und zwischen den Nahrungsresten. Dabei weist die Kerngröße bedeutende Schwankungen auf. Dies erläutert Fig. 38 genauer, die einem etwas weiter vorgerückten Stadium entnommen ist. Kern *a* hat noch fast normale Bedingungen, da er seine Lage in der Nische des Chromidialnetzes beibehalten hat und letzteres sich in seiner Umgebung erst ein wenig lockert. Dementsprechend zeigt er ein völlig normales Aussehen. Der Kern *b* dagegen ist auffallend klein. Er liegt zwar auch noch in einer Nische des Chromidialnetzes, doch ist dasselbe in seiner Umgebung stark gelockert. Kern *c* endlich fand sich frei im Plasma mitten zwischen den Diatomeenpanzern. Er zeigt ein auffallendes Mißverhältnis der perinucleolären Zone gegenüber dem Nucleolus. Dieselbe ist schmaler, dunkler und homogener, als dies bei normalen Kernen der Fall ist. Das Chromidialnetz wie der Gesamtkörper zeigten einen noch stärkeren Zerfall als in Fig. 37. In Fig. 39*a* finden wir den Weichkörper noch mehr zerstört und in getrennte Massen und Stränge aufgelöst, die fast ganz von mehr oder minder gelockerten und zerfallenen Teilen des Chromidialnetzes erfüllt sind. Noch geringer sind die Reste des Weichkörpers in Fig. 40 und dabei völlig von den Resten des Chromidialnetzes durchdrungen. Die Kerne zeigen sehr verschiedenen Bau. Zwei finden sich bereits völlig außerhalb der Weichkörperreste frei in der Schale. Von hier führt ein Schritt zu den kernlosen Überbleibseln der Fig. 43, die zum Teil völlig homogen blaß oder wenig rötlich gefärbt erscheinen, zum Teil noch die Struktur der lockeren Chromidialtrümmer der vorigen Stadien erkennen lassen. Nur einige dunkle Massen könnten vielleicht als Kernreste gedeutet werden.

Diese Kernlosigkeit, die den größten Unterschied zwischen beiden Figuren bildet, findet ihre Erklärung durch die erwähnte Fig. 39. In derselben treffen wir sicher (bei *n'* und *n''*) zwei, vielleicht drei (auch bei *n'''*) untergehende Kerne. Es erhellt daraus, daß ihr Untergang durch Austreten des Nucleolus durch die Kernmembran erfolgt. Das erschien mir wenigstens als die einzige mögliche Deutung dieser, sowie der in Fig. 42*a* und *b* nach einem andern Präparat

gegebenen Bilder. Die Kernform vor dem Untergang dürfte der in Fig. 40 bei  $n'$  gezeichneten entsprochen haben. Drei Kerne, einen heilen und zwei absterbende, habe ich endlich aus dem dritten von mir aufgefundenen einschlägigen Präparat hier abgebildet (Fig. 41). (Was der aus Fig. 39 *a* in *b* stärker vergrößert wiedergegebene Körper für eine Bedeutung hat, vermag ich nicht zu erklären.) Von Fig. 43 leiten Objekte mit noch geringeren Resten und ohne Spuren von Kernen zu leeren, nur mit Diatomeenpanzern erfüllten Schalen über.

Vergleicht man nun diese Degenerationserscheinungen mit den oben von den sechskernigen Arcellen beschriebenen, so fällt sofort die große Verschiedenheit auf, wenn auch einige Ähnlichkeiten nicht zu verkennen sind. In beiden Fällen spielen sich die ersten sichtbaren Veränderungen am Chromidialnetz ab, das seine ursprüngliche Gestalt und Struktur verliert, während die Kerne noch unverändert bleiben. Daraus darf natürlich noch nicht der Schluß gezogen werden, daß sich die Degeneration nicht unter dem Einfluß der Nuclei vollzöge. In beiden Fällen wird der Weichkörper vermindert. Dabei zeigt jedoch schon die Form des letzteren einen bedeutenden Unterschied. Sehr ins Auge fallen dieselben aber, soweit sie das definitive Verhalten der Kerne und des extranucleären Chromatins betreffen. Während sich letzteres bei den SCHUSTERschen Arcellen immer mehr körnig umbildete und schließlich diffus das Plasma durchdrang, ballte es sich bei meinen schließlich immer zu umgrenzten dichten Haufen von stärkster Färbbarkeit, wobei die des Protoplasma nur wenig zunahm. Dieselbe entgegengesetzte Tendenz fällt an den Kernvorgängen auf. Bei den sechskernigen Arcellen eine beträchtliche Vergrößerung zahlreicher, der Membran anliegender, Nucleolen auf Kosten des ursprünglich größten in der Mitte des Kernes gelegenen, so daß man sehr wohl an die Vorbereitung zu einer multiplen Kernvermehrung denken könnte. Bei den SCHUSTERschen Objekten erhält sich dagegen der einzige in der Mitte des Kernes gelegene Nucleolus allein, bis er aus dem kleiner werdenden Kerne ausgestoßen wird, so daß schließlich keine Spur von Kernen mehr zu finden war. Was ebenfalls an letzteren Präparaten auffiel, ist die oft sehr bedeutende Menge von gefressenen Diatomeen.

Es lag daher nahe, entsprechend den von HERTWIG (1903) geäußerten Anschauungen, über die Ursachen der Degeneration, die Gründe derselben bei den Arcellen aus der SCHUSTERschen Kultur in einer Überfütterung zu suchen. Es fällt dann sofort auf, daß, gerade

wie HERTWIG dabei auch Cystenbildung erzielt hat, so auch in den SCHUSTERSCHEN Präparaten nicht selten Cysten vorkamen. Daß sich nun in meinen Kulturen umgekehrt viele Encystierungen und weit weniger Degenerationserscheinungen eingestellt hatten, stimmt auch mit HERTWIGS Angaben für *Actinosphaerium* überein, wenn meine Kulturen Hungerkulturen waren. Nun hatte ich im allgemeinen für Zufuhr neuer Nahrung nicht Sorge getragen, außer bei der Abzweigung einiger Kulturen nach Beendigung der Encystierungsperiode. Daß die lebhaft sich vermehrenden Arcellen mit den ursprünglich reichlich vorhandenen Diatomeen bald fertig werden mußten, ist ja klar, und das verhältnismäßig seltene Vorkommen von Schalen der letzteren im Weichkörper unsrer Rhizopoden, wie es aus den Präparaten hervorging, scheint den Verdacht einer unzureichenden Ernährung der Arcellen zu bestätigen. Auf diesen Unterschied in den Ursachen und Bedingungen der Degeneration ist vielleicht auch die Verschiedenheit im Verlauf dieser Vorgänge bei beiden Kulturen zurückzuführen.

## Über die Bildung von Sekundärkernen.

### 1. Beobachtungen.

Da Anfang August meine Kulturen sechskerniger Arcellen bis auf die Cysten völlig ausgestorben waren, suchte ich nach neuem Material und entdeckte dann auch in den im Eingange der Arbeit erwähnten Gläsern zahlreiche Arcellen. Beide Stämme wiesen, wie oben bereits erwähnt, einen charakteristischen Unterschied auf. Der eine bestand nämlich ausschließlich aus zweikernigen Arcellen, der andre weit zahlreichere nur aus vielkernigen, unter denen ich ein einziges zweikerniges Exemplar antraf.

Über den Bau der zweikernigen Arcellen brauche ich nicht viel Worte zu verlieren. Wie aus Fig. 44 erhellt, stimmt derselbe genau mit den Angaben und Darstellungen HERTWIGS (1899) überein. Zu bemerken ist nur, daß meine zweikernigen Arcellen bis 0,15 mm Durchmesser erreichten, während die von HERTWIG beobachteten nicht über 0,1 mm herauskamen. Dabei fanden sich für den Kern 0,013 mm, für den Nucleolus 0,008 mm durchschnittlicher Durchmesser. Letzterer wies auch hier einen deutlich vacuolisierten Bau auf. In einem Kern habe ich bei dieser Kultur nie mehr als einen Nucleolus beobachten können.

Das Chromidialnetz bildete einen schmaleren, dunkler gefärbten Ring als bei den oben geschilderten, sechskernigen Arcellen. Nur

ein einziges zweikerniges Exemplar habe ich mit Sekundärkernen angetroffen. Es ist in Fig. 45 dargestellt, soll aber erst, damit Wiederholungen vermieden werden, bei den vielkernigen Tieren gleichen Entwicklungsstadiums besprochen werden.

Objekte letzterer Art waren es, die mich zuerst auf die hier zu besprechenden Vorgänge aufmerksam machten. Ich fand nämlich bei dem vielkernigen Stamm reichlich Exemplare, wie sie z. B. in Fig. 68 und 69 dargestellt sind, deren Weichkörper die Schale nur teilweise ausfüllte. Zunächst lag natürlich der Gedanke nahe, ob es sich hier nicht um Vermehrungserscheinungen handeln könne. Ich beobachtete solche normal aussehende Arcellen dieser Kultur deswegen längere Zeit, konnte aber keine wesentliche Veränderung wahrnehmen. Daraufhin tötete ich eine Reihe solcher Objekte ab und färbte sie mit Boraxkarmin (s. o.).

Von den so behandelten Tieren fielen mir nun sofort einige auf, deren Chromidialring nicht das normale Aussehen zeigte, sondern in große und kleine Brocken zerfallen war, die sich bei stärkerer Vergrößerung zumeist als runde Körperchen herausstellten. Da diese Beobachtung in die Tage meiner Abreise nach Rostock fiel, tötete ich die Kulturen in kurzen Zwischenräumen nach und nach ab und behandelte das ganze Material in der oben beschriebenen Weise. Jetzt habe ich endlich Zeit gefunden, die über dreihundert in diesen Präparaten enthaltenen Arcellen genau durchzusehen und teile die Ergebnisse im folgenden mit.

Was zunächst die normale oder Ausgangsform betrifft, so haben wir es mit Arcellen zu tun, die bis 0,15 mm Durchmesser erreichen, wenn auch die durchschnittliche Größe etwas geringer sein dürfte als bei dem zweikernigen Stamm. Die Objekte zeigen 5 bis 15 Kerne, die durchaus dem von HERTWIG für die zweikernigen Exemplare angegebenen Bau entsprachen. »Jeder Kern ist ein ovales, selten kugeliges, von einer deutlichen Kernmembran umgebenes Bläschen.« Sein Durchmesser beträgt 0,005—0,009 mm. Im Inneren enthält er stets nur einen Nucleolus, »der gewöhnlich nahezu homogen aussieht; immerhin deutet dann eine undeutliche Körnelung auf eine reticuläre Struktur hin. Seine Färbungsfähigkeit ist nicht sehr bedeutend.« Dieselbe ist jedenfalls geringer als die des umgebenden Chromidialnetzes. Oft ist die Mitte ein wenig heller als die Peripherie. Die Größe der Nucleolen schwankt zwischen 0,003 und 0,0045 mm. »Der Raum zwischen Kernmembran und Nucleolus ist von einem äußerst zarten Reticulum durchsetzt. Dasselbe ist frei

von Chromatin und macht daher an Kanadabalsam-Präparaten, welche in Karmin gefärbt wurden, den Eindruck einer fast farblosen körnigen Masse.« Auch hier zeigt sich jedoch ab und an die periphere Partie etwas dunkler.

Das extranucleäre Chromatin (Fig. 46) zeigt im allgemeinen das von HERTWIG beschriebene Verhalten, wie es auch Fig. 44 für die zweikernige Arcelle darstellt. Es bildet einen Ring, der, nicht ganz peripher gelegen, den Stellen stärkster Schalenkrümmung folgt. Er ist gelappt und gebuchtet und enthält in ausgesparten Nischen die Kerne, unter und über denen natürlich noch Teile des Chromidialnetzes hinwegziehen können. Die reticuläre Struktur ist bei der Intensität der Färbung nicht so deutlich wie vielfach bei den sechskernigen Arcellen. Immerhin ist sie zu erkennen, wenn auch nicht an allen Stellen und bei allen Individuen gleich gut. Hier möchte ich nun darauf aufmerksam machen, daß die Breite des Chromidialringes beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist. Wir können zwei Typen unterscheiden, von denen der eine durch die besprochene Fig. 46, der andre durch Fig. 47 repräsentiert wird. Die Ringbreite des letzteren beträgt über das Doppelte von der des ersteren. Auch kann man bei den Exemplaren mit breitem Chromidialnetz kaum noch von Kernnischen sprechen. Die Nuclei liegen vielmehr in Höhlungen im extranucleären Chromatin, die oft nur durch dünne Kanäle mit dem übrigen schwach gefärbten Protoplasma verbunden sind, oft sogar allseitig abgeschlossen erscheinen. Natürlich sind beide Typen nicht immer scharf zu trennen.

In der Nähe dieses Ringes treffen wir nun in einzelnen Fällen, die ich in den Anfang der zu besprechenden Reihe stellen möchte, einige wenige runde Körperchen von verschiedener Größe, die zwischen 0,0015 und 0,0045 mm schwankt, vgl. Fig. 48, welche ein Exemplar mit fast typisch schmalem Chromidialring darstellt. Diese runden Körperchen, die an Intensität der Färbung etwa mit dem übrigen extranucleären Chromatin übereinstimmen, finden sich zum Teil in Buchten des letzteren, als wenn sie sich dort soeben aus ihm herausgeschält hätten, zum Teil schon weiter im Plasma, doch anfangs nur in dessen peripherer Zone. Über ihre Bildung habe ich nichts feststellen können und verweise daher auf HERTWIGS genaue Darstellung derselben. Die runden Körperchen zeigen keine deutlich wabige Struktur, sondern sind nur undeutlich granuliert. An den Nucleolen der Primärkerne fällt in der vorliegenden Figur ein zentrales Bläschen auf, welches in Fig. 49 noch deutlicher hervortritt.

Auf dieser erscheinen die Nucleolen zum größten Teil im optischen Durchschnitt wie blaß gefärbte, innen und außen scharf begrenzte Ringe, nur zwei derselben zeigen deutlich ein grob vacuolisiertes Aussehen. Diese eigenartige Form der Primärkerne, die auch von HERTWIG in seinen Fig. 5 und 6 auf Taf. XXXVII und Fig. 3 und 8 auf Taf. XXXVIII zur Darstellung gebracht wird, ist der Grund, weswegen ich hier die Fig. 49 bringe. Was die Zahl der gebildeten roten, runden Körperchen betrifft, schließe ich an Fig. 48 die Fig. 50 und 51 an. Die Zahl der in beiden vorhandenen roten, runden Körperchen ist ungefähr gleich. Sie sind jedoch in dem großen Objekt der Fig. 50 sehr viel kleiner als in dem Fig. 51 und ebenso finden sich dort nur noch magere Reste des Chromidialnetzes, das in Fig. 51 noch breit und kaum an einigen Stellen zerrissen ist. Besonders schön sind hier einige frisch im extranucleären Chromatin gebildete und noch völlig in demselben gelegene Rundkörperchen zu sehen, sowie die verschiedenen Stellungen, die sie im Laufe ihrer Verschiebung ins innere Plasma durchlaufen. Im allgemeinen scheint mir der Unterschied dieser beiden Figuren dem der Fig. 46 und 47 zu entsprechen. Bemerken möchte ich endlich noch, daß in beiden Figuren die Kerne keine ringförmig erscheinenden oder vacuolisierten Nucleolen enthalten, obwohl sie mir weiter vorgeschritten erscheinen als das Objekt der Fig. 48. Ebenso zeigt die Fig. 52, die sowohl mehr runde Körperchen, als auch einen stärker aufgelösten Chromidialring aufweist als in Fig. 49, also wohl als ein älteres Stadium angesehen werden darf, durchaus normale Nucleolen. Dasselbe werden wir bei fast all den noch zu besprechenden Präparaten finden. Übrigens ist an Fig. 52 noch darin ein Fortschritt gegenüber den früheren zu bemerken, daß die runden Körperchen nicht mehr durchaus peripher angeordnet sind, sondern sich im Plasma oberhalb der Schalenmündung bereits sehr zahlreich vorfinden. Dasselbe zeigt Fig. 53 für ein Objekt mit großen runden Körperchen und breitem kaum zerfallenen Rand. Überhaupt fand ich nicht selten einzelne, sehr häufig zahlreiche rote Körperchen oberhalb der Schalenmündung, hin und wieder auch eine diffuse Verbreitung derselben durch den ganzen Weichkörper (vgl. Fig. 52 ff.).

Hier mag nun auch die bisher aufgeschobene nähere Besprechung der Fig. 45 stattfinden. Die in derselben vorgeführte Arcelle unterscheidet sich von den entsprechenden Stadien vielkerniger Tiere nicht nur durch ihre Zweikernigkeit und die Anwesenheit eines anomalen Nucleolus, sondern vornehmlich durch das Verhalten des

Chromidialnetzes. Dasselbe bildet noch einen breiten, geschlossenen Ring und zeigt weit blässere Färbung als die ziemlich großen runden Körperchen, die ihm zum großen Teil eingelagert sind, sich aber auch sonst gleichmäßig in der oberen Plasmaschicht verteilt finden. Besonders deutlich tritt auf diesem Bild der wabige Bau des extranucleären Chromatins hervor. Dasselbe ist in seinen peripheren Teilen am dicksten, und nimmt von da gleichmäßig nach der Mitte hin ab, gegen die es in undeutlichen Rändern ausläuft. So zeigt das Objekt in dieser Hinsicht deutliche Übereinstimmung mit HERTWIGS Fig. 4, Taf. XXXVII, während es sich durch den Kernbau, sowie die Anordnung und Struktur der runden Körperchen von ihr unterscheidet. Letztere differieren bei meinem Präparat durchaus nicht von dem sonst beobachteten Verhalten. Über die Folgerungen aus diesen Tatsachen werde ich weiter unten sprechen.

Bei einigen Objekten, die in diesen Kreis gehören, fand ich endlich noch einige Besonderheiten. Fig. 54 zeigt eine Arcelle mit großen roten Körperchen und, wenn auch stark zerteilten, so doch für die Menge der letzteren recht beträchtlichen Ringresten. Das Tier war besonders intensiv gefärbt, und zeigt an einer Menge besonders der am weitesten zentralwärts verschobenen runden Körperchen eine Veränderung, nämlich die Bildung einer sehr scharf hervortretenden Membran. Sie umzieht bei einzelnen derselben den rot gefärbten Teil in überall gleichem Abstand. Bei andern liegt dieser Teil der Membran eine Strecke weit oder an mehreren Stellen an. Wie aus den in Fig. 54 *b* bei stärkerer Vergrößerung gegebenen Bildern ersichtlich, ist dabei der Gesamtkontur nicht immer kreisförmig, so daß es den Eindruck macht, als höbe sich die Membran blasenförmig von dem roten Körper ab. Letzterer zeigt meist die normale fein granulierten Beschaffenheit, aber oft bei den Objekten, bei denen sich die Membran erst teilweise abgehoben hat, merkwürdig unregelmäßige Gestalt. Der Zwischenraum zwischen der sehr deutlichen Membran und dem roten Körper zeigte keine Färbung. Nur in einzelnen Fällen glaubte ich feinste Stränge wahrnehmen zu können, die von der Zentralmasse zur Peripherie zogen. Unter den runden Körperchen, die noch an keiner Stelle eine derartig abgehobene Membran aufwiesen, fielen mir einige durch das schärfere Hervortreten ihrer Konturen auf. Ich möchte daher annehmen, daß bei ihnen die Membran bereits vorhanden oder in Bildung begriffen war, dem dunkel gefärbten Körper aber überall dicht anlag, so daß ich sie bei der intensiven Färbung des Ganzen nicht von ihm

unterscheiden konnte. Die Verschiedenheiten in der Größe haben auf diesem Stadium selbst die am weitesten entwickelten runden Körperchen bewahrt. Ich kann darin nur HERTWIGS Angabe bestätigen. Neben diesen Formen der roten Körperchen finden sich, besonders am Rande des hellen zentralen Plasma auch solche, die keine Verschiedenheit von den in den vorigen Figuren dargestellten aufweisen. Ebenso scheint an mehreren Stellen in dem vorliegenden Objekte noch die Neubildung dieser Körperchen aus dem Chromidialnetz anzudauern.

Noch manche andre Präparate zeigten dieselbe Abweichung von den früheren Figuren wie das eben beschriebene. Aus einem derselben stammen die in Fig. 56 gezeichneten runden Körperchen. Von ihnen weist einer, der im optischen Durchschnitt dargestellt ist, bei dieser Betrachtung eine ähnliche Ringform auf wie die Nucleolen in den Fig. 48 und 49. Dieselbe dürfte auch hier wohl auf eine helle, im Innern des Rundkörperchens gelegene Blase deuten. Dagegen spricht zwar, daß gerade das Zentrum des Ringes wieder etwas dunkler gefärbt ist. Doch könnte diese Erscheinung von einer umschriebenen Verdickung in der äußeren roten Schicht herrühren, in dem über oder unter unserm optischen Schnitte gelegenen Teile des Körperchens. Solche Verdickungen treten ja auch auf unsrer Figur hervor. Sie geben dem Ringe eine eckige äußere Begrenzung, die ein ähnliches Aussehen der Membran bewirkt. Eine Deutung für das Auftreten dieser Form von runden Körperchen habe ich nicht finden können.

Die Membranbildung finden wir auch in Fig. 55 hier und da wieder, doch sind es andre Eigentümlichkeiten derselben, die uns hier interessieren. Das Objekt besitzt bei starker Auflösung des Chromidialringes eine außerordentlich große Anzahl von runden Körperchen. Von diesen erscheinen einige besonders große im ganzen blasser, machen aber zum Teil nicht den gewöhnlichen homogenen Eindruck. Es sind nämlich in ihnen dunklere Partien erkennbar, die stets durch hellere völlig voneinander getrennt werden. Jeder peripher gelegenen dunkleren Stelle entspricht auch eine Vorwölbung am Rande des Körperchens. So entsteht denn eine rosettenartige Figur, die den Anschein macht, als sei sie aus mehreren rundlich eiförmigen Teilstücken zusammengesetzt, deren Mitte von einer stärker tingierbaren Substanz eingenommen wird als die Ränder. Die meisten derart gebauten Rundkörperchen schienen mir sieben periphere Ovoide zu enthalten, denen meistens nicht genau in der

Mitte ein achttes wohl entsprechend seiner Stellung mehr kugelig erscheinendes aufgelagert war. Die Fig. 56 und 57 zeigen diese Rosetten bei stärkerer Vergrößerung. Über die Gesamtzahl der sie zusammensetzenden Körperchen, deren mir hier und da zwölf vorhanden zu sein schienen, sowie über deren feinere Struktur habe ich mit den mir zur Verfügung stehenden Linsen an Totalpräparaten keine sicheren Erfahrungen mehr sammeln können. Ich möchte jedoch annehmen, daß sie nach allen Richtungen des Raumes gleichartig gebaut sind, da sie aus den runden Körperchen entstanden sind, deren Kugelform mir aus zufällig auf der hohen Kante stehenden Arcellen bekannt ist. Eine Verteilung der Körperchen in einer Weise, daß alle Richtungen des Raumes einander gleichwertig erscheinen, und die Anordnung selbst nur durch die Zahl der Teilstücke bestimmt erscheint, wie es bei einer aus innern Gründen erfolgenden Differenzierung aus der Kugelform zu erwarten wäre, wird erreicht, wenn die entstehenden Körper entsprechend den Ecken oder den Flächenmittelpunkten eines regulären Vielfächners angeordnet sind. Eine Stellung, wie sie die Teilstückchen in unserm Fall zeigen, würde etwa den Flächenmittelpunkten des regulären Zwölfächners (bzw. den Ecken des regulären Zwanzigflächners) entsprechen. In diesem Falle ließen sich leicht Bilder gewinnen, die sieben deutlich randständige Körperchen und ein nicht genau in der Mitte gelegenes zeigen. Vier Körperchen, die tiefer lägen, wären bei dieser Stellung verdeckt. Dem entsprechen die Bilder, die ich erhalten habe, durchaus.

Über die Entstehung und das spätere Schicksal dieser Ovoide muß ich noch einige Andeutungen, die ich gefunden, nachtragen. Es finden sich nämlich runde Körper, bei denen ein Zerfall in einzelne Teilstücke nur schwach angedeutet ist. Einen solchen mit Membran zeigt uns Fig. 56 *a*. Andererseits treffen wir, wie in Fig. 55, auf Haufen von kleinen roten Körperchen, die mehr oder weniger dicht aufeinander gepackt sind und der Größe nach mit den oben beschriebenen, die Rosettenfiguren zusammensetzenden Ovoiden ungefähr übereinstimmen. Mir scheint also, daß sich diese Rosettenformen aus großen bereits frei im Plasma befindlichen Rundkörperchen durch Differenzierung bilden, um später in einen Haufen kleinerer Teilstücke zu zerfallen. Dabei müßte allerdings eine Umformung insofern statthaben, als die nach dem Zentrum zu stark ausgezogene Form der Teilstückchen in den Rosetten bei deren Zerfall in die runde übergangen, da ich nie Eiform bei den kleinen freien roten Körperchen bemerkt habe.

Weitere Entwicklungsstadien der runden Körperchen habe ich bisher noch nicht gefunden. Niemals habe ich ein Objekt getroffen, das keine Spuren des Chromidialnetzes mehr enthalten hätte. Auch die Kerne waren gerade bei den meiner Meinung nach am weitesten fortgeschrittenen Individuen völlig normal, höchstens mochte die perinucleoläre Zone bei einigen etwas dunkler gefärbt sein als bei den in der Einleitung beschriebenen normalen Kernen. Auch der Unterschied zwischen Objekten mit breitem und solchen mit schmalen Chromidialring habe ich nur bis zu dem den Fig. 52 und 53 entsprechenden Stadien verfolgen können.

Endlich möchte ich hier aber doch noch zwei Präparate erwähnen. Das eine derselben ist in Fig. 58 dargestellt. Die Zeichnung *a* dieser Figur zeigt uns den innerhalb der Schale befindlichen Teil des Weichkörpers. Derselbe entspricht etwa den Stadien der Fig. 51 und 52, zeigt geringe Reste des Chromidialnetzes und völlig normale Kerne. Auffallend war bei dem Tier nur, daß das Protoplasma vor der Schalenmündung einen Klumpen bildet. Er ist in Fig. 58 *b* dargestellt und enthält einige teils kleinere, teils größere etwas aufgelockert erscheinende runde Körperchen. Zwei Deutungen liegen hier nahe. Entweder handelt es sich um das Auswandern eines Teiles des Plasma mit runden Körperchen, der vielleicht in Gestalt einer großen Amöbe sich entfernen, vielleicht aber vorher in kleine Amöben mit je einem Rundkörperchen zerfallen soll, vielleicht auch dem Untergang geweiht ist, oder es könnte der erste Beginn eines Teilungsvorganges sein, indem ein Teil des Protoplasma mit runden Körperchen auszuströmen anfängt.

Daß ein solcher Vorgang möglich ist, darauf hat mich das zweite Präparat geführt. Anfangs hielt ich das Bild, das Fig. 59 darstellt, für das Endstadium der oben geschilderten Bildung von runden Körperchen. Es zeigt einen allseitig von der Schale zurückgezogenen Weichkörper, in dem sich keine Spur eines deutlich differenzierten Chromidialnetzes mehr nachweisen ließ. Dabei ist es ganz und gar von roten Körperchen in den verschiedensten Stadien erfüllt. Es lassen sich in ihm deutlich zwei Partien unterscheiden. Eine, die mittlere, sieht besonders dunkel aus, entsprechend ihrer bedeutenden Dicke. Sie quillt aus der Schalenmündung hervor und zeigt bei hoher und besonders bei ganz tiefer Einstellung des Mikroskops dicht gehäufte, rote Körperchen. Dieser dicke, mittlere Klumpen geht, über den inneren Rand der eingestülpten Schalenmündung in dünner Schicht hinwegziehend, rings in die wieder dickere und

daher stärker gefärbte periphere Partie über. Dieselbe ist der die Schalenmündung umgebenden tiefsten Stelle des Gehäuses eingelagert. Sie läßt am Rande Stellen verschiedener Dichte erkennen. Ich deutete mir dies Verhalten anfangs so, daß eine Arcelle nach Vollendung der Rundkörperchenbildung ihre Schale verläßt, um in Fortpflanzungskörper zu zerfallen. Bei dem zunächst vergeblichen Suchen nach den Primärkernen fielen mir jedoch einige Gebilde auf, die ich im Anfang auch für Rundkörperchen gehalten hatte. Sie lagen alle nur wenig auswärts von der dünnen Übergangszone in der peripheren Portion des Weichkörpers. Sie sind in Fig. 59b stärker vergrößert wiedergegeben und machen mir den Eindruck von Kernspindeln. Sie weichen in ihrem Aussehen allerdings etwas von den Abbildungen HERTWIGS ab und zeigen etwas, wenn auch nur sehr wenig, mehr Ähnlichkeit mit der deutlichen Chromosomenbildung der höheren Formen. Dabei erreichen sie aber nicht annähernd ein Verhalten, wie es SCHEWIAKOFF (1888) für *Euglypha* schildert. Somit mußte ich annehmen, daß die vorliegende Arcelle in Teilung begriffen sei und es fiel mir nun sofort die Ähnlichkeit mit HERTWIGS Fig. 1 auf Taf. XXXVIII auf. Ob in beiden Portionen des Weichkörpers die gleiche Anzahl roter Körperchen vorhanden war, konnte ich nicht feststellen. Dieselben waren von sehr verschiedener Größe, und die Anwesenheit rosettenförmiger Körperchen sprach gegen die Annahme, daß sie soeben eine Teilung durchgemacht hätten. Im allgemeinen schienen mir die Rundkörperchen des peripheren Teils durchschnittlich kleiner als die des zentralen. Ist somit die Möglichkeit eines Teilungsvorgangs bei Arcellen mit zahlreichen Rundkörperchen erwiesen, wobei letztere auf beide Individuen verteilt werden, während an den Primärkernen wie gewöhnlich eine Karyokinese abläuft, so ist auch für die vorige Figur eine entsprechende Deutung plausibel.

## 2. Theoretische Erörterungen.

Gehen wir nun zur theoretischen Besprechung dieser Ergebnisse über, so ist zunächst die Frage zu beantworten, ob wir es hier mit demselben Vorgang zu tun haben, den HERTWIG (1899) als Bildung zahlreicher Sekundärkerne zwecks Übergang der Arcella aus dem zwei- in den vielkernigen Zustand aufgefaßt hat. Hierbei ist zu beachten, daß meine Beobachtungen bis auf eine sämtlich an vielkernigen Individuen angestellt sind. Wir wollen daher zunächst die einzige zweikernige Form, die ich bei dieser Serie beschreiben konnte,

besprechen im Vergleich mit HERTWIGS Fig. 4 auf Taf. XXXVIII. Dabei fällt uns sogleich die Ähnlichkeit beider in Form, Bau und Begrenzung des Chromidialnetzes in die Augen. Auch das Färbungsverhältnis der Sekundärkerne zum letzteren ist genau dasselbe. Das Fehlen runder Körperchen mit heller Blase im Zentrum bei meinem Präparat halte ich für unbedeutend, da sich auch in HERTWIGS Abbildung eine größere Zahl von homogenen Sekundärkernen findet, es also unwahrscheinlich ist, daß dieser Unterschied ein Kriterium für zwei verschiedene Entwicklungsreihen sein sollte. Dasselbe gilt von dem einen anomalen Kern meiner Arcelle. Somit bleibt als wesentlichster Unterschied die verschiedene Verteilung der roten Kugeln in beiden Objekten und ich trage daher kein Bedenken, dieselben als sehr ähnliche Stadien derselben Entwicklungsreihe einzuordnen.

Für die Bedeutung der Vacuolisation des Nucleolus durch ein oder mehrere helle Bläschen als Anfangsstadium der Kernentartung habe ich nichts Positives beibringen können. Meine Beobachtungen, wie sie oben diesbezüglich bereits angegeben sind, scheinen mir dieser Auffassung nicht günstig. Doch könnte bei der kleinen Zahl einschlägiger Präparate sehr wohl der Zufall seine Hand im Spiele haben.

Denselben Unterschied nun, den ich zwischen meiner zweikernigen Arcella und den übrigen ähnlichen Stadien vielkerniger beobachten konnte, nämlich, daß bei letzteren die runden Körperchen dieselbe und keine dunklere Färbung als das Chromidialnetz aufweisen, und dessen abweichenden Bau im ersteren Falle, denselben Unterschied finde ich auch zwischen HERTWIGS Fig. 4, Taf. XXXVII, und den folgenden Figuren derselben Tafel. Nichtsdestoweniger zieht dieser Forscher beide Formen zu derselben Entwicklungsreihe.

Ich möchte nun gleich hier die Fig. 5—7, Taf. XXXVII, sowie 3 und 8 bis 10 auf Taf. XXXVIII mit meinen entsprechenden Figuren vergleichen (die Fig. 3, Taf. XXXVII, scheint mir völlig anders und eher meinen Fig. 26—29 vergleichbar). Den Unterschied zwischen HERTWIGS und meinen Präparaten, den ich in der diffuseren Verteilung der runden Körperchen bei mir finde, habe ich bereits erwähnt. Ein zweiter betrifft das extranucleäre Chromatin und besteht darin, daß dasselbe bei meinen Objekten seinen Platz während der Rundkörperchenbildung nicht ändert, sondern, wenn es durch die Differenzierung immer neuer roter Körperchen völlig in kleine Brocken zerfallen ist, diese selbst dann noch deutlich in ihrer Gesamtheit die

ursprüngliche Ringfigur erkennen lassen, während höchstens einzelne feine Brocken sich, mit den runden Körperchen mehr zentralwärts verschieben, im Plasma finden. Dies Verhalten ist bei HERTWIG nur angedeutet in Fig. 6, Taf. XXXVII, während Fig. 5 derselben Tafel gerade umgekehrt die stärksten Chromidien in unmittelbarer Nähe der Schalenmündung zeigt, was ich bei meinen Objekten nie konstatieren konnte. In Fig. 7 der zitierten Tafel sind die Ringreste gleichmäßig durch den von den Sekundärkernen eingenommenen Raum verteilt. Auch solche Bilder sind mir nicht vorgekommen. Dieser Unterschied erscheint mir kein prinzipieller, und es dürfte wohl schon ein Rassenunterschied der beobachteten Arcellen genügen, um ihn zu erklären.

Ein weiterer Differenzpunkt ist die Struktur der runden Körperchen selbst. Im Gegensatz zu den von HERTWIG in Fig. 9 und 10, Taf. XXXVIII, gegebenen Sekundärkernen fand ich dieselben bei meinen Arcellen stets nur gleichmäßig granuliert. Dies kann vielleicht darauf zurückgeführt werden, daß ich die von HERTWIG gezeichnete Struktur mit den schwächeren optischen Hilfsmitteln, welche ich angewandt, übersehen habe. Daß HERTWIG die von mir beobachteten Membranen und Rosettenformen nicht beschreibt, dürfte vielleicht so zusammenhängen, daß mir zum Teil schon weiter entwickelte Stadien vorgelegen haben.

Es scheinen mir also die besprochenen Unterschiede nicht bedeutend genug, mich zu verhindern, die von HERTWIG und mir zur Darstellung gebrachten Zustände unsers Protisten derselben Entwicklungsreihe einzuordnen, gestützt besonders auf die in beiden Fällen völlig gleiche Entstehung der roten Körperchen aus dem Chromidialnetz. (Vgl. meine Fig. 51 mit HERTWIGS Fig. 8a auf Taf. XXXVIII.) Auch will es mir nicht wahrscheinlich vorkommen, daß sich bei derselben Gattung zwei in den Bildern, die sie ergeben, so außerordentlich ähnliche Entwicklungsreihen von grundverschiedener Bedeutung finden sollten.

Nun kann ich dann leider nicht mit HERTWIG in der Bildung der runden Körperchen den Übergang von der Zwei- in die Vielkernigkeit erblicken. Denn, wenn ich auch die Bildung deutlicher Membranen, die in HERTWIGS Kultur noch nicht entwickelt waren, gesehen habe, so waren die Sekundärkerne auf diesem Stadium doch noch von sehr ungleicher Größe, und ich habe mich ebensowenig wie HERTWIG durch Augensein von ihrem Übergang in normale Kerne überzeugen können. Umgekehrt scheint mir durch die Bil-

dung der rosettenförmigen Körper wenigstens ein Teil derselben einen Weg in anderer Richtung einzuschlagen.

Ferner habe ich gerade auf den letzten Entwicklungsstadien dieser Reihe die Primärkerne stets von normalem Aussehen gefunden. Wie wenig sie bei diesen Objekten degeneriert sind, beweisen sie am besten dadurch, daß sie, wie aus Fig. 59 ersichtlich, noch einer richtigen karyokinetischen Teilung fähig sind. Warum sollten sie also durch neue Kerne ersetzt werden.

Da übrigens meine Arcellen schon von Anfang an vielkernig sind, kann die Ausbildung dieses Zustandes nicht wohl als der Zweck der Sekundärkernbildung betrachtet werden. Ich möchte dazu noch bemerken, was sich aus dem Größenverhältnis meiner zwei- und vielkernigen Arcellen ergibt, daß dieser Unterschied nämlich mit der Größe des Weichkörpers nicht in einem so einfachen Zusammenhang steht, wie ihn AUERBACH (1856) angibt. Überhaupt kann ich nach dem bisher Gesagten einen leicht verständlichen Grund für den Übergang eines Zustandes in den andern nicht sehen. Auch ist mir nicht klar geworden, warum HERTWIG die drei Kerne der Fig. 2 auf Taf. XXXVII als primäre, die fünf der Fig. 2, Taf. XXXVIII, aber als sekundäre bezeichnet. (Das Chromidialnetz zeigt in letzterer Figur übrigens Ähnlichkeit mit den in den ersten Vorbereitungsstadien für die Encystierung zur Beobachtung kommenden Zuständen.) Warum ich Zweifel habe, ob HERTWIGS auf S. 374 mitgeteilten Beobachtungen an *Echinopyxis* und *Diffugia* hierher zu ziehen sind, geht aus dem darüber bereits oben Dargelegten hervor. Eher könnte man vielleicht VERWORN'S Beschreibung vielkerniger Diffugien (1888) hierher ziehen, doch gibt dieser Forscher eine ganz andre Deutung der Verhältnisse, die durch die Übereinstimmung der zahlreichen Kerne mit normalen stark gestützt wird.

Über die Reduktion der Kernzahl möchte ich, da sie mit der Auffassung der Sekundärkerne im Zusammenhang steht, gleich hier noch einige Worte sagen. Ich selbst habe derartige Erscheinungen nicht beobachten können. Was HERTWIGS Fig. 1—3 auf Taf. XXXIX betrifft, so zeigen die Kerne größtenteils denselben Bau wie in meiner zuerst geschilderten Kultur, nur den beiden großen der Fig. 1 habe ich kein Gegenstück an die Seite zu stellen. Übrigens sieht in Fig. 1 und 2 kein Kern so aus, wie es die von HERTWIG beobachteten sonst gewöhnlich tun. Wenn sie deswegen alle dem Unterfang geweiht wären, könnte man doch nicht mehr von einer Reduktion der Kernzahl sprechen. Dabei erinnert mich das Aussehen des

extranucleären Chromatin sehr an die Bilder bei der nach den Präparaten Herrn SCHUSTERS beschriebenen Degeneration. Sollte es sich hier um einen der anscheinend so variablen Entartungsvorgänge handeln?

Wenn ich nun, wie aus dem Gesagten hervorgeht, nicht der Ansicht bin, es handle sich bei der Bildung der runden Körperchen um die Entstehung einer neuen Kernregeneration, welche bestimmt ist, die frühere abzulösen, so bleibt für mich nur die Möglichkeit, die vorliegenden Verhältnisse als Vorbereitung zu multipler Vermehrung aufzufassen, d. h. ich komme zu der Anschauung, die HERTWIG in seiner Arbeit von 1877 vertritt. Diese Bedeutung der geschilderten Vorgänge scheint mir um so sicherer, als SCHAUDINN (1903) bereits bei *Centropyxis* eine solche Vermehrungsweise mit nachfolgender Konjugation beobachtet hat. Über die näheren Umstände, bei den folgenden Vorgängen sind natürlich nur Vermutungen möglich. Ob die von BÜTSCHLI (1875), CATTANEO (1878) und von PÉNARD (1890) beobachtete Brutbildung mit dem Auftreten dieser Sekundärkerne in Zusammenhang steht, ist äußerst fraglich. Die vom letzteren geschilderten Embryonen stimmen auffallend in Bau und Benehmen mit den von mir in fast leeren Arcellenschalen beobachteten kleinen Nuclearien überein. Nur die *poche très mince* habe ich bei letzteren nie gesehen.

Aber selbst, wenn ich kleine einkernige Arcellen, die ich zahlreich in meinen Kulturen fand, in diesen Entwicklungskreis ziehen wollte, würde dadurch noch nichts klarer (vgl. Fig. 60).

Natürlich bleibt nun auch die Frage nach dem Verhältnis der Zwei- zur Vielkernigkeit bei *Arcella* offen. Daß die Zweizahl der Kerne eine besondere Rolle spielt und nicht auf dieselbe Stufe mit jeder beliebigen andern Zahl gestellt werden darf, geht, scheint mir, schon aus der größeren Häufigkeit jener Zahl jeder einzelnen andern gegenüber hervor. Daß auch Stämme stets sechskerniger Arcellen vorkommen, bestätigt zunächst nur HERTWIGS Angabe über die Zweiteilung dieser Form. Immerhin muß ich mich CARTER, LEIDY und GRUBER gegenüber an die Ansicht HERTWIGS und BÜTSCHLIS anschließen, daß Vielkernigkeit bei *Arcella* außerordentlich häufig ist, und selbst recht hohe Kernzahlen (größere, als PÉNARD für *Arcella polypora* angibt) durchaus nicht selten vorkommen. Ob solche höhere Kernzahlen stets mit Besonderheiten im Schalenbau Hand in Hand gehen, weiß ich nicht. Ob selbst dann diese Zahlen für eine besondere Rasse in Anspruch genommen werden können, scheint fraglich.

Ehe wir nicht den ganzen Lebenskreis unsres kleinen Rhizopoden kennen, wird die oben erörterte Frage wohl ungelöst bleiben.

Über die Verschiedenheit der Kerne möchte ich noch bemerken, daß die Einzahl oder Mehrzahl der Nucleolen vielleicht mit den Lebensbedingungen zusammenhängen dürfte, doch nicht direkt, als ob sich bei Hunger der eine, bei reichlicher Nahrung der andre Zustand herausbilde, sondern wahrscheinlich indirekt, indem das Auftreten mehrerer Nucleoli bestimmten Zuständen im Leben der Tiere entspricht, deren Eintreten seinerseits wieder durch entsprechende Gestaltung der Lebensbedingungen hervorgerufen wird.

Eine ähnliche Differenz im Kernbau wie bei *Arcella* dürfte bei *Cyphoderia* vorliegen. Für diese Form gibt PÉNARD nur einen Nucleolus, F. E. SCHULZE (1875) einen oder wenige an. Dem gegenüber gibt GRUBER (1896) mehrere Binnenkörper an, die »an beliebigen Stellen im Kerne suspendiert sind«. Immerhin zeigt seine Fig. 9A unter andern einen deutlich der Membran anliegenden Binnenkörper. Von in dieser Hinsicht verschieden gebauten Kernen bei demselben Rhizopoden bringt PÉNARD übrigens noch eine Reihe Darstellungen von andern beschaltten Formen.

Auch die sehr verschiedenen Bilder, die das extranucleäre Chromatin bietet, erscheinen mir nicht zufällig, sondern ich glaube, daß jeder bedeutende Unterschied in seinem Habitus typisch einem bestimmten Zustande des Gesamtkörpers entspricht. Daß wir noch weit entfernt sind, alle Bilder zu verstehen, die wir an diesem kleinen Rhizopoden sehen, brauche ich wohl nicht erst zu sagen. Ein Beispiel sind jene Exemplare mit sternförmig von der Schale zurückgezogenem Weichkörper, zu deren Kenntnis ich Fig. 61 und 62 beitragen möchte. Auch sonst sind mir manche Zustände vor die Augen gekommen, für welche mir bisher jede Deutung fehlt.

### Einige einzelne Beobachtungen.

Zum Schluß noch einige Einzelheiten. Unter den paarweise vereinigten Arcellen, die ich fixiert und gefärbt habe und die ich größtenteils entsprechend der Färbung der Schalen als Teilungsstadien gedeutet, möchte ich hier zwei Objekte erwähnen. Das eine, ein deutlicher Teilungszustand (Fig. 63), zeigt in der kleineren Schale einen normalen, sechskernigen Weichkörper, wie ich überhaupt bei den Teilungsstadien Kerne und Chromidien bereits wieder normal getroffen habe; in der größeren fanden sich dagegen dicht zusammengedrängt fünf Kerne mit sehr wenig Plasma. Auch an ihnen waren

Spuren einer vorhergegangenen Kernteilung nicht mehr zu sehen. Der beide Tiere verbindende Plasmastrang hatte sich bereits sehr verdünnt. Ich habe dies Bild als der von BLOCHMANN (1888) für *Euglypha* beschriebenen Reduktionsteilung entsprechend aufgefaßt, die von PROWAZEC (1900b) auch für *Nebela collaris* bestätigt wurde, also eine bei den Rhizopoden weiter verbreitete Erscheinung sein dürfte.

Das zweite Präparat zeigt im Innern der einen Schale eine normale sechskernige Arcelle, in der andern eine Cyste. Es handelt sich also weder um Konjugation noch um Teilung, sondern ein Zufall hat die beiden Vorgängen entsprechende Schalenanordnung herbeigeführt. Sollten ähnliche Erscheinungen besonders in dicht bevölkerten Kulturen, nicht auch sonst manchmal rein zufällig und ohne tiefere Bedeutung sein? SCHAUDINN hat über diesen Punkt bereits geäußert (1903), »daß diese häufig beobachtete Kernverschmelzung ebensowenig wie die Plasmogamie etwas mit der Befruchtung zu tun hat«.

Wie vorsichtig man sein muß, lehrt endlich Fig. 49. Wenn unsre Annahme, daß die Bildung der runden Körperchen der Beginn einer Zerfallteilung sei, richtig ist, so würde derjenige, welcher ein solches Objekt im Leben weiter verfolgte, vermutlich bald nach der völligen Trennung der Individuen, wenn nicht schon früher, eine multiple Vermehrung beider zu sehen bekommen. Wie nahe läge dann der Irrtum, diesen Vorgang als durch die voraufgegangene vermeintliche Konjugation bedingt, anzusehen. Da übrigens, nach den bisherigen Beobachtungen auf Konjugation Encystierung oder Embryonenbildung, oder keins von beiden folgen kann, vielleicht auch Degeneration (vgl. RHUMBLER 1896, Taf. IV, Fig. 21), so kann sich anscheinend alles das an diese Konjugation anschließen, was bei beschalteten Rhizopoden auch sonst passieren kann. Das scheint doch sehr für SCHAUDINNS Ansicht zu sprechen.

Am Schluß möchte ich noch eine andre Beobachtung bringen. Unter meinen Präparaten, die mir die Bildung der runden Körperchen zeigten, fand ich eine große Zahl von Objekten, deren Schale nur einen Rest des Weichkörpers mit Sekundärkernen und wenigen normalen Nuclei enthielt (vgl. Fig. 69). Andre erfüllten noch den größten Teil ihrer Schale, zeigten aber an einer Stelle einen, von einer bogenförmigen Linie ausgeschnittenen Defekt (Fig. 68). Zuerst glaubte ich, es habe hier zu Vermehrungszwecken ein Teil des Weichkörpers die Schale verlassen, doch machten mich bald Objekte stutzig, bei

denen noch kein einziger Sekundärkern gebildet war, wie in Fig. 67, bei denen vielmehr der größere oder kleinere Weichkörperrest, ganz normale Chromidial- und Kernverhältnisse aufwies. Immerhin unterschieden sich einige durch lebhafter rot gefärbte Stränge im Plasma an der bogenförmigen Defektgrenze von normal gebauten Tieren. So erschien mir dann eine andre Deutung als die oben bezeichnete plausibler.

Ich hatte nämlich bei einigen Arcellen, die einen derartigen Defekt aufwiesen, eine Zerstörung der Schale bemerkt, wie in Fig. 66 sehr auffallend zu sehen. Einmal darauf aufmerksam, konnte ich bei den meisten ähnlich veränderten Arcellen eine Schalenverletzung entdecken. Dieselbe war meist nur klein, befand sich an der Peripherie der Schale, etwa in der Mitte des Bogens, über welchem der Defekt im Weichkörper ausgespart war. Wenn man nun bedenkt, wie leicht ein kleinerer Riß oder ein kleines auf der Unter- oder Oberseite der Schale gelegenes Loch bei entfärbten Gehäusen im Balsam der Aufmerksamkeit des Beobachters sich entziehen kann, ist es wohl nicht unwahrscheinlich, daß alle diese Defekte im Weichkörper auf perforierende Verletzungen der Schale zurückzuführen sind, von denen sich das Plasma allseitig eine Strecke weit zurückgezogen hat. Daß hierbei der betroffene Teil des Chromidialringes nicht einfach gewissermaßen eingestülpt wird, zeigen die Figuren. Er scheint also mit den Kernen den intakten Partien zuzuströmen.

Daß eine Läsion der Schale solche Anomalie im Gefolge habe, ließ sich natürlich experimental leicht nachweisen. Vorher untersuchten und normal befundenen zweikernigen Arcellen wurde die Schale an einer Stelle verletzt, und ich erhielt z. B. das Bild Fig. 65. Demnach würde das Zusammentreffen solcher Defekte mit den verschiedenen Stadien der Sekundärkernbildung rein zufällig sein. Der Häufigkeit nach entspricht dasselbe auch durchaus dem Zahlenverhältnis dieser Stadien zu den normalen in meinen Präparaten. Natürlich ist damit nicht ausgeschlossen, daß sich ebensolche Bilder auch in anderm ätiologischen Zusammenhang ergeben könnten.

Über den Anfang des oben besprochenen Vorgangs gaben mir zwei Präparate noch folgendes Bild. An der der Perforation nächstgelegenen Stelle des Weichkörpers geht der Chromidialring auseinander, und es bildet sich hier zunächst eine Vorwölbung des Plasma, die eine Vacuole enthält (Fig. 53). Fig. 64 zeigt nun, daß sich Plasmafortsätze zu beiden Seiten des Weichkörpers anheften

können. Ob dies unter Entleerung der ersten Vacuole geschieht und die der Fig. 64 eine neugebildete ist, kann ich nicht angeben.

Ähnliche Plasmafortsätze, welche die Enden des mehr oder weniger mondsichelförmigen Weichkörpers älterer Stadien an die Schale heften, sind besonders deutlich in den Fig. 67 und 68, die zugleich die volle Übereinstimmung der Vorgänge an Objekten mit und ohne Sekundärkernen erläutern. Nicht zu sehen ist dies Verhalten in Fig. 66 und 65, von denen das letztere Exemplar sich sonst durch besondere Deutlichkeit der Epipodien auszeichnet.

Daß sich auch bei zwei Verletzungen die Vorgänge ganz analog abspielen, wie zu erwarten war, zeigten mir einige Präparate.

Bei dieser Sachlage ist natürlich eine Schalenregeneration ausgeschlossen, wie VERWORN dies 1888 bereits für *Diffugia* festgestellt hat. Im einzelnen stimmen aber meine einschlägigen Beobachtungen an *Arcella* nicht mit den Vorgängen bei *Diffugia* überein, bei der nach VERWORN eine Veränderung des Weichkörpers durch die Schalenverletzung nicht gesetzt wird.

Das definitive Verhalten des Weichkörpers nach Perforation oder Zertrümmerung der Schale habe ich nicht beobachtet.

Ich schließe meine Arbeit mit der Hoffnung, daß dieser Beitrag, der leider so unvollständig bleiben mußte, für einen andern mit Protozoenstudien beschäftigten Autor irgendwie von Nutzen sein möge, und so förderlich zur Klärung des Lebensganges bei unsern beschalten Süßwasserrhizopoden.

Rostock, im November 1904.

---

### Literatur.

1. AUERBACH, 1856. Über die Einzelligkeit der Amöben. Diese Zeitschr. Bd. VII.
2. H. BLANC, 1892. Les diffugies de la faune profonde du Lac Léman. Extr. de Récueil inaugural de l'Université de Lausanne.
3. BLOCHMANN, 1888. Zur Kenntnis der Fortpflanzung von *Euglypha alveolata*. Morphologisches Jahrb. Bd. XIII.
4. BÜTSCHLI, 1875. Zur Kenntnis der Fortpflanzung von *Arcella vulgaris*. Archiv für mikr. Anat. Bd. XI.
5. CATTANEO, 1878. Intorno all' Ontogenesi dell' *Arcella vulgaris*. Atti della Società Italiana di science naturali.
6. R. HERTWIG, 1877. Studien über Rhizopoden. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. Bd. XI.

7. R. HERTWIG, 1899. Über Encystierung und Kernvermehrung bei Arcella. Festschrift zum 70. Geburtstag von KARL v. KUPFFER.
8. — 1903. Über physiologische Degeneration bei Actinosphaerium Eichhorni. Festschrift für HAECKEL.
9. — u. LESSER, 1874. Über Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen. Archiv f. mikr. Anat. Bd. X. Suppl.
10. PÉNARD, 1890. Études sur les Rhizopodes d'eau douce. Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève. T. XXXI.
11. — 1902. Faune Rhizopodique du bassin du Léman. Genève.
12. PROWAZEC, 1900a. Cystenbildung bei Protozoen. Zeitschrift für angew. Mikroskopie. Bd. V.
13. — 1900b. Protozoenstudien. II. Arbeiten aus dem zool. Institut Wien.
14. RHUMBLER, 1896. Beiträge zur Kenntnis der Rhizopoden. IV. Diese Zeitschrift. Bd. LXI.
15. SCHAUDINN, 1903. Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. Arbeiten des Kaiserl. Gesundheitsamtes. Bd. XIX.
16. SCHEEL, 1899. Beiträge zur Fortpflanzung der Amöben. Festschrift zum 70. Geburtstag von KARL v. KUPFFER.
17. SCHEWIAKOFF, 1888. Über die karyokinetische Kernteilung von Euglypha alveolata. Morphol. Jahrb. Bd. XIII.
18. SCHNEIDER, 1854. Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. MÜLLERS Archiv. Bd. XXI.
19. F. E. SCHULZE, 1874 u. 75. Rhizopodenstudien. Archiv für mikr. Anat. Bd. X u. XI.
20. TARÁNEC, 1882. Monographie der Nebeliden Böhmens. Abhandl. der Kgl. Böhm. Ges. d. Wiss. 6. Folge. Bd. XI.
21. VERWORN, 1888. Biologische Protistenstudien. Diese Zeitschr. Bd. XLVI.

### Erklärung der Abbildungen.

Die Fig. 1—22 beziehen sich auf die Encystierung. Sie stammen bis auf Fig. 22 aus einer Kultur sechskerniger Arcellen. Fig. 1—9, 11—13 und 22 sind nach Totalpräparaten mit Boraxkarminfärbung, die Fig. 10 und 14—21 nach Schnitten mit HEIDENHAINscher Färbung gezeichnet.

#### Tafel XXVIII.

Fig. 1. Quadrant aus einer normalen sechskernigen Arcelle. *a*, Ansicht von der konvexen Seite aus optischen Schnitten kombiniert. *c*, Bild der Unterseite, *b*, etwas höher gelegener optischer Schnitt. 500/1. *d*, einzelner Kern mit Chromidialnetz, stärker vergrößert.

Fig. 2. Erstes Vorbereitungsstadium zur Encystierung. Darstellungsart wie Fig. 1*a*. 500/1.

Fig. 3 u. 4. Etwas ältere Stadien, ebenso. 500/1.

Fig. 5. Noch weiter vorgeschrittenes Objekt. 500/1. *a*, Darstellungsart wie die vorigen, *b*, optischer Schnitt durch den Weichkörper.

Fig. 6. Arcelle mit Kernverlagerung und Vacuolenbildung. 500/1.

Fig. 7. Weiter vorgeschrittenes Objekt. 500/1.

Fig. 8. Arcelle mit fast gleichmäßig verteilten Chromidien und nur noch zwei Kernen. 500/1.

Fig. 9. Arcelle mit erst wenigen nucleolenartigen Körperchen. *a*, Totalansicht, 500/1, *b*, ein einzelnes Körperchen, 1000/1.

Fig. 10. Schnitt durch eine Arcelle gleichen Stadiums. 500/1. *b*—*f*, einzelne Körperchen stärker vergrößert (zum Teil nach Boraxkarminpräparaten).

Fig. 11. Arcelle mit zahlreichen nucleolenähnlichen Körperchen und zwei Kernen. 500/1.

Fig. 12. Arcelle kurz vor Bildung der Cystenhülle, abgerundet, mit zwei Kernen. 500/1.

Fig. 13. Junge Cyste. *a*, größter optischer Schnitt (die Kerne sind aus mehreren optischen Schnitten kombiniert), volle Beleuchtung. *b*, Teil vom Rande desselben Objektes, ungenaue Einstellung der Körperchen, starke Abblendung. 500/1.

Fig. 14. Schnitt durch eine Arcelle vor der Encystierung mit nur einem Kern. 1330/1.

Fig. 15. Schnitt durch eine junge zweikernige Cyste, wenig älter als Fig. 13. 500/1.

Fig. 16. Wenig ältere Cyste, Kernzerfall. 500/1.

Fig. 17. Arcelle in der von den Kernen nur noch geringe Reste vorhanden sind. 500/1.

Fig. 18. Arcelle ohne Kernreste stark mit Eisenalaun ausgezogen.

Fig. 19. Arcelle mit bereits zerfallenden nucleolenähnlichen Körperchen weniger stark entfärbt. 500/1.

Fig. 20. Die Zerfallsprodukte der nucleolenähnlichen Körper nehmen die Cystenmitte ein. 500/1.

Fig. 21. Cyste mit kleinen gleichmäßig verteilten Körperchen. 500/1.

Fig. 22. Ausschlipfende Cyste nach einem Präparat Herrn E. SCHUSTERS. 500/1.

Die folgenden Fig. 23—43 beziehen sich auf Degenerationserscheinungen. Die Figuren sind nach Totalpräparaten mit Boraxkarminfärbung angefertigt.

Die Objekte der Fig. 23—35 stammen aus derselben Kultur wie die vorigen.

Fig. 23 *a*. Arcelle, deren besonders lebhaft gefärbtes Chromidialnetz anfängt blasige Struktur zu zeigen, 500/1, *b*, deren Kern, 1320/1.

Fig. 24. Ähnliches Objekt mit starken chromatischen Strängen im Plasma. 760/1.

Fig. 25. Arcelle mit grobblasigem Chromidialring, der zu zerfallen beginnt, 760/1, *b*, einer ihrer normalen Kerne, 1320/1.

Fig. 26. Weichkörper, der nur teilweise die Schale erfüllte, mit Ballen aus Chromidialsubstanz, 500/1, *b*, einer seiner veränderten Kerne, 1320/1.

Fig. 27 u. 28. *a*, kleine Restkörper mit grobblasigen Chromidialballen. Fig. 27 *a*, 500/1, Fig. 28 *a*, 1000/1, Fig. 27 *b* deren veränderte Kerne im Durchschnitt, und von der Oberfläche, 1320/1, Fig. 28 *b* die Kerne von Fig. 28 von oben, 1000/1.

Fig. 29. Arcelle mit geballtem Chromatin und kleinen ebenso gebauten Kugeln. 500/1.

Fig. 30, 31. Arcellen mit brockigem in Wülsten angeordneten Chromidialnetz. 500/1.

Fig. 32. Arcelle, in der das stark brockige extranucleäre Chromatin dichte Ballen bildet, 500/1, *b*, die stark anomalen Kerne, 1320/1.

Fig. 33 u. 34. Übergänge zum Verhalten der Chromidien wie in Fig. 26 ff. 780/1.

Fig. 35a. Rest des Weichkörpers mit grobkörnigen Chromidialklumpen in einer Schale, 500/1, b, Teil des Weichkörpers vor derselben mit Parasiten? 500/1.

#### Tafel XXIX.

Die Fig. 36—43 sind nach Präparaten Herrn E. SCHUSTERS angefertigt.

Fig. 36. Vielkernige Arcelle im ersten Beginn der Degeneration. 500/1.

Fig. 37. Arcelle mit zerfallenem und gelockertem Chromidialnetz und zerfallendem Weichkörper. 500/1.

Fig. 38. Drei Kerne eines ähnlichen Objektes mit nächster Umgebung, a, normal, b und c, anomal. 1320/1.

Fig. 39. *Arcella*, bei der die Chromidien fast den ganzen Weichkörper erfüllen. Kernuntergang. 500/1. b, dunkel gefärbter Körper aus demselben Objekt. 1320/1.

Fig. 40. Arcelle mit geringen Weichkörperresten. Kerne zum Teil frei in der Schale. 500/1.

Fig. 41 a—c und Fig. 42 a und b. Kerne vor und während des Unterganges von zwei verschiedenen Objekten. 1320/1.

Fig. 43. Kernlose Reste in einer Arcellenschale. 500/1.

Die Fig. 44—61 beziehen sich auf die Bildung der Sekundärkerne (runden Körperchen). Sie sind nach Totalpräparaten mit Boraxkarminfärbung gezeichnet. Die Objekte stammen aus zwei andern Kulturen als die bisherigen.

Fig. 44. Zweikernige normale Arcelle. 500/1.

Fig. 45. Zweikernige Arcelle mit zahlreichen runden Körperchen. 500/1.

Die Fig. 46—61 stammen von vielkernigen Arcellen.

Fig. 46. Normale vielkernige Arcelle mit schmalen Chromidialring. 500/1.

Fig. 47. Normale Arcelle mit breitem Chromidialring. 500/1.

Fig. 48. Arcelle mit schmalen noch geschlossenem Chromidialring und wenigen runden Körperchen. 500/1.

Fig. 49. Arcelle mit stark anomalen Nucleolen. 500/1.

Fig. 50. Arcelle mit geringen Resten des Chromidialringes und vielen peripher gestellten kleinen runden Körperchen. 500/1.

Fig. 51. Arcelle mit breitem, an einigen Stellen unterbrochenem Chromidialring und großen peripher gestellten runden Körperchen. 500/1.

Fig. 52. Arcelle mit geringen Chromidialresten und durchs Plasma verteilten kleinen runden Körperchen. 400/1.

Fig. 53. Arcelle mit großen Chromidialresten und zahlreichen verteilten großen runden Körperchen. 500/1.

#### Tafel XXX.

Fig. 54. Arcelle mit großen verteilten runden Körperchen, die zum Teil Membranen besitzen. 500/1. b, einzelne dieser Körperchen mit ihren Membranen.

Fig. 55. Arcelle mit großen und kleinen diffus verteilten roten Körperchen, von denen einige Membranen besitzen, andre ein rosettenähnliches Aussehen zeigen. 780/1.

Fig. 56 a—c und Fig. 57 a und b. Runde Körperchen aus zwei andern Objekten. 1320/1.

Fig. 58. Arcelle mit zahlreichen runden Körperchen. Von dem in der Schale befindlichen Weichkörper a ist ein Teil vor die Schale getreten, b. 500/1.

Fig. 59. Arcelle mit zahlreichen runden Körperchen in Teilung. 500/1. *b*, die Teilungsfiguren der Kerne, soweit dieselben aufgefunden wurden. 1320/1.

Fig. 60—69 beziehen sich auf Einzelheiten. Sie sind nach mit Boraxkarmin gefärbten Präparaten aus verschiedenen Kulturen angefertigt.

Fig. 60. Einkernige Arcellen. *a* 1320/1, *b* und *c* 500/1.

Fig. 61 u. 62. Arcellen mit sternförmig von der Schale zurückgezogenem Weichkörper. 500/1.

Fig. 63. Arcelle in Reduktionsteilung (tiefer gelegenes Objekt schematisch). 500/1.

Fig. 64. Arcelle mit eben erst verletzter Schale. 500/1.

Fig. 65. Arcelle, wenige Stunden nach experimentell erzeugter Schalenverletzung. 500/1.

Fig. 66 u. 67. Arcellen mit normalem Chromidialnetz bei Schalenverletzung. 500/1.

Fig. 68 u. 69. Arcellen mit runden Körperchen bei Schalenverletzung. 500/1.













