

(Aus dem Zoologischen Institut München.)

Über die Fortpflanzungserscheinungen bei *Arcella vulgaris* EHRLICH.

Von
Boris Swarczewsky.

(Hierzu Tafel XIV—XVI und 5 Textfiguren.)

Historisches.

Die sich unmittelbar auf die *Arcella*-Fortpflanzungsfrage beziehende Literatur ist verhältnismässig sehr unbedeutend.

BÜTSCHLI (1875), BUCK (1877) und CATTANEO (1879) beobachteten einen Austritt amöboider Körper aus den *Arcella*-Schalen; nach BÜTSCHLI's Aussage tritt diese Erscheinung nach einer zeitweisen Vereinigung zweier oder dreier Individuen, der von ihm so genannten Conjugation ein. Seine Beobachtungen waren an lebenden Objekten gemacht und daher blieb es unbekannt, was für Veränderungen bei diesem Verschmelzungsprozeß die daran beteiligten Individuen erleiden.

Im Jahre 1899¹⁾ ist eine Arbeit von R. HERTWIG „Über Encystierung und Kernvermehrung bei *Arcella vulgaris*“ erschienen. In ihr konstatiert der Verfasser bei den Rhizopoden (nämlich bei *Arcella*, *Diffugia* und *Echinopyxis*) die Anwesenheit frei im Plasma

¹⁾ Zum erstenmal hat R. HERTWIG auf die Anwesenheit eines Chromidialnetzes bei *Arcella* in seinem Artikel „Über Kernteilung der Infusorien“ (Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morph. u. Physiol. München Bd. III 1887) hingewiesen und die Bildung der Sekundärkerne aus demselben betont.

liegender Chromatinmassen, die er als Chromatinnetz bezeichnet.¹⁾ Ferner beschreibt R. HERTWIG bei *Arcella* die Bildung der Sekundärkerne aus diesen Chromatinmassen; diese Kerne sind nach der Annahme des Verfassers zum Ersatz der gewöhnlich bei diesem Tier vorhandenen zwei Primärkerne bestimmt, der Primärkerne, die allmählich im Laufe des Prozesses der Neubildung der Sekundärkerne degenerieren. Auf diese Weise wird *Arcella* aus einem zweikernigen zu einem vielkernigen Tier. „Aus den beschriebenen Befunden schließe ich, daß die vielkernigen *Arcellen* aus den zweikernigen hervorgehen, in dem sich aus dem Chromatinnetz eine neue Generation von Sekundärkernen entwickelt, während die beiden Primärkerne sich zurückbilden.“²⁾

In derselben Arbeit macht R. HERTWIG, auf die Beobachtungen BÜTSCHLI's und CATTANEO's über den Austritt der amöboiden Körper aus den *Arcella*-Schalen hinweisend, die Annahme, daß die Bildung der Sekundärkerne in Beziehung zu dieser Fortpflanzungsweise stehe.

Wie die späteren Untersuchungen von AWERINZEW (1906) und ELPATIEWSKY (1907) gezeigt haben, ist diese Annahme vollkommen gerechtfertigt gewesen.

AWERINZEW spricht von der Bildung von Macro- und Microamöben, die nach seiner Vermutung zur Ausübung der geschlechtlichen Fortpflanzung, nämlich der Copulation, bestimmt sind.

ELPATIEWSKY beschreibt sehr eingehend die Bildung dieser Gameten sowie auch die Entstehung der von ihm nach der LANG'schen Terminologie, als Pseudopodiosporen bezeichneten Körper, wobei er auf die Unterschiede in den Bildungsprozessen der einen wie der anderen eingeht.

Außerdem wird in der Arbeit des letzten Verfassers durch eine ganze Reihe von Zeichnungen der Prozeß der vegetativen Teilung von zweikernigen *Arcella* illustriert. Diese Teilung wird von ihm als eine Mitose primitivster Art aufgefaßt.

Im Zeitraum zwischen der Arbeit R. HERTWIG's und den letztgenannten zwei Autoren ist noch eine Arbeit: MARTINI, „Beobachtungen an *Arcella vulgaris*“ (1905) erschienen; dem Verfasser ist es, nach der vollkommen richtigen Bemerkung AWERINZEW's, nicht gelungen, die verschiedenen Fortpflanzungsstadien dieses Rhizopods in ihren gegenseitigen Beziehungen zu erkennen.

¹⁾ Die hier von R. HERTWIG als Chromatinnetz bezeichneten Gebilde wurden von ihm selbst, als auch noch von anderen Beobachtern (VERWORN, RUMBLER) schon vorher beschrieben.

²⁾ l. c. S. 373.

Wenn ich zu dieser kurzen literarischen Übersicht noch die kleine Mitteilung GRUBER's über „Die Teilung der Monothalamen Rhizopoden“ (1882), in der von einer mitotischen Kernteilung bei einer jungen einkernigen *Arcella* gesprochen wird, hinzufüge¹⁾ — und außerdem noch die Bemerkung DANGEARD's (1903) über denselben Gegenstand nenne, so ist die ganze Literatur in der uns interessierenden Frage erschöpft.

Vegetative Fortpflanzung.

Die vegetative Fortpflanzung von *Arcella vulgaris* geschieht auf dreierlei Weise:

- a) Zweiteilung,
- b) Bildung einzelner Knospen,
- c) Zerfall des ganzen *Arcella*-Körpers in Agameten (Pseudopodiosporen von ELPATIEWSKY)

a) Zweiteilung.

Die bei diesem Prozeß im Plasma und im Chromidium zu beobachtenden Vorgänge sind äußerst genau und eingehend von ELPATIEWSKY (13) beschrieben und ich will sie hier nicht weiter berühren. Was aber die Mitose anbelangt, so ist sie bei dem eben genannten Autor nicht ganz ausführlich dargelegt.

Dieser Prozeß verläuft, wie das auch DANGEARD (11) recht kurz erwähnt, folgendermaßen:

Vor dem Beginn der Teilung schwillt der Binneukörper, der im Ruhezustand in Form einer etwas kompakten Masse das Kernzentrum einnimmt, bedeutend an und füllt fast den ganzen Innenraum des Kernes aus (Fig. 10). Zwischen ihm und der Kernmembran bleibt ein verhältnismäßig enger im optischen Durchschnitt ringförmiger Raum übrig. Im Innern des Binneukörpers ist ziemlich deutlich das achromatische Netz mit den Anhäufungen von Chromatiokörpern an seinen Knotenpunkten zu bemerken.

Die allgemeine Färbung des Binnenkörpers (nach Anwendung von Boraxcarmin) ist in diesem Kernzustand viel schwächer als beim

¹⁾ In derselben Mitteilung spricht der Verfasser noch über das Ausschlüpfen der amöboiden Körper aus der *Arcella*-Schale, aber von dem Satz „omnis nucleus e nucleo“ ausgehend hält er die entschlüpfenden Amöben für Parasiten.

ruhenden Kern, so daß er verhältnismäßig chromatinarm aussieht. Da er jedoch bedeutend an Größe zugenommen hat, so kann man diese Chromatinarmut für eine scheinbare halten. Bei dem weiteren Verlauf des Prozesses wird der Binnenkörper von neuem etwas kleiner und sein Chromatin beginnt sich an beiden Polen des Kernes in Form von Halbmonden zu sammeln.¹⁾ Diese Bildungen entsprechen, meiner Ansicht nach, vollkommen jenen, die VAHLKAMPF (40) bei der Caryokinese bei *Amoeba limax* als Polkörper bezeichnet.

Diese polaren Gebilde sind stark vacuolisiert und lassen bei ihrer Bildung im Äquator des Binnenkörpers einen lichten Zwischenraum, in dem eine ganze Reihe paralleler Fäden bemerkbar wird, die von einem Polkörper zum anderen verlaufen (Fig. 11). Diese Fäden stellen die Spindel dar, doch bestehen sie nicht allein aus Achromatin. Nach ihrer mehr oder minder intensiven Färbung zu urteilen ist ihnen eine Menge kleinster Chromatinpartikelchen eingelagert.

Fig. 12 stellt solch ein von mir beobachtetes Stadium dar. Die Polkörper, immer noch vacuolisiert, kondensieren sich mehr und mehr an den Polen und werden halbkugelförmig. Diese Form, sowie die Vacuolisierung behalten sie bis zum Ende des Prozesses bei. Währenddem nimmt die Färbbarkeit der Spindel immer mehr und mehr ab und an ihrem Äquator ordnet sich eine ganze Reihe ziemlich stark sich färbender Chromatinkörnchen an. Diese Chromatinkörnchen entstehen allem Anschein nach durch den Zusammentritt der früher den achromatischen Fäden eingelagerten chromatischen Partikelchen. Dieses Stadium müssen wir als das Stadium der Äquatorialplatte mit einer großen Menge winziger Chromosomen betrachten. Die Zahl der Chromosomen festzustellen war mir wegen ihrer minimalen Größe unmöglich.

Das eben beschriebene Stadium entspricht, allem Anschein nach, der in der Arbeit ELPATIEWSKY's wiedergegebenen Zeichnung DOYLEIN's.

Fast dasselbe Bild gibt VAHLKAMPF für *Amoeba limax*, allein mit dem Unterschied, daß bei dem letzten Tiere die in der Äquatorialplatte der Spindel liegenden Chromatinkörnchen, später, in den weiteren Stadien, zu drei großen Chromosomen zusammenfließen. Bei *Arcella* ist dieser Vorgang nicht zu beobachten.

Beim weiteren Verlauf des Prozesses teilen sich die Chromosomen und dadurch entstehen die Tochterplatten (Fig. 13). Danach ver-

¹⁾ DANGEARD hatte wahrscheinlich diesen Prozeß am lebenden Objekt beobachtet, da er diese Polarbildungen für achromatische hält.

schwinden die Chromosomen und die Spindelfäden erlangen von neuem die Fähigkeit sich bis zu einem gewissen Grade Kernfarbstoffe anzueignen; gleichzeitig verdicken sie sich etwas. Zu dieser Zeit nimmt der ganze Kern allmählich eine stark gestreckte Form an. Die Polkörper behalten immer noch ihre mehr oder minder halbkugelige Form bei; von ihnen, der Spindel unmittelbar zugekehrten Oberflächen geht eine große Menge stark gefärbter Fortsätze aus, die sich längs der Spindelfäden hinziehen (Fig. 14).

Dieses Bild gibt mir Veranlassung zu behaupten daß das Chromatin der Chromosomen der Tochterplatten, welches vorher sich in den Spindelfäden verteilt hat zu den Polkörper hingezogen wird und schließlich mit ihnen verschmilzt.

Beim Auseinanderweichen der beiden Kernhälften wird die Spindel schmaler und länger und reißt schließlich. Die bis jetzt vollkommen einheitlich gebliebene Kernmembran platzt auch entzwei und schließt sich sofort um jeden der beiden Tochterkerne. Die Spindelfäden verschwinden, die Binnenkörper der Tochterkerne sind immer noch stark vacuolisiert und behalten eine Zeitlang die Form der halbkugeligen Polkörper. In der Nähe der Tochterbinnenkörper, an der Stelle, wo sich ihnen früher die Spindel anschloß, ist eine Anzahl kugelförmiger Chromatingebilde zu bemerken, welche sich wahrscheinlich aus abgerissenen Teilen der oben erwähnten Polkörperfortsätze gebildet haben (Fig. 15). Einige Zeit danach nehmen die Binnenkörper, sowie die ganzen Kerne die gewöhnliche Kugelform an.

Von neuem auf die Arbeit von VAHLKAMPF zurückkommend, finden wir, daß die Kernteilung bei *Amoeba limax* zwei Wege einschlagen kann, nämlich: den komplizierteren mit Bildung von drei großen Chromosomen oder den einfacheren mit Bildung einer in der Mitte der Spindel kompakten Chromatinmasse, das Mittelstück des Verfassers. Auf diese Weise werden für ein und dasselbe Tier zwei Modifikationen in der Kernteilung festgestellt.¹⁾ Es ist sehr möglich, daß wir auch bei *Arcella* mit denselben Erscheinungen zu tun haben, wobei die eben beschriebene Caryokinesis den einfacheren Prozeß der Kernteilung bei *Arcella* darstellt, während jener von

¹⁾ Noch früher, im Jahre 1903, hat LOEWENTHAL in seiner Arbeit „Beiträge zur Kenntnis des *Basidiobolus lacertae* EIDAM.“ bei diesem Algenpilz zwei Arten von Kernteilung beschrieben und die Vermutung ausgesprochen, daß man es hier mit einer vegetativen und einer generativen Teilung zu tun habe (Arch. f. Protistenkunde Bd. 2 1903).

GRUBER (20) beobachtete als der komplizierte erscheint, um so mehr als ich es für möglich halte, daß die caryokinetische Teilung der Sekundärkerne, wie sie von R. HERTWIG beschrieben wurde und von mir, wie aus dem weiteren ersichtlich sein wird, in einem Falle studiert wurde, einen vollkommeneren Prozeß als den eben beschriebenen darstellt.

In bezug auf die Gleichzeitigkeit in der Teilung der beiden *Arcella*-Kerne bei der Zweiteilung des Tieres, die ELPATIEWSKY festgestellt zu haben glaubt, bin ich anderer Meinung. Meinen Beobachtungen zufolge teilen sich die beiden Kerne nicht immer gleichzeitig. Außer, daß man sehr oft die beiden Kerne in verschiedenen caryokinetischen Stadien beobachten kann, hatte ich einmal in einem meiner Präparate die Gelegenheit, das folgende Bild zu beobachten: einer der Kerne hat sich schon vollständig geteilt und Tochterkerne gebildet, während der andere sich erst einzuschnüren beginnt.

Es erscheint mir auch zweifelhaft, daß die beiden Kerne des Tochtertieres unbedingt von der Teilung der beiden Kerne des Muttertieres abstammen. Wenigstens in einzelnen, vielleicht in äußerst seltenen Fällen kann man das direkt entgegengesetzte Verhalten beobachten, nämlich, daß die beiden Kerne der Tochter-*arcella* aus der Teilung eines der Kerne des Muttertieres hervorgehen, während der andere Kern des Muttertieres, das noch in der Verbindung mit dem Tochtertiere sich befindet, gar keine Spuren einer Teilung anweist.

Was die Bedeutung des Zweiteilungsprozesses bei *Arcella* anbetrifft, so spielt er bei der Vermehrung des Tieres eine wichtige Rolle.

In den Kulturen trifft man immer eine große Anzahl Individuen mit kaum gefärbten Schalen, die zweifelsohne aus der Teilung der alten Tiere hervorgegangen sind. Es ist ja wahr, daß man in den Tagesstunden den Teilungsprozeß äußerst selten zu beobachten bekommt — jedoch in dem spät abends fixierten Material trifft man eine große Anzahl in Teilung begriffener Individuen.

AWERINZEW (2) weist auf die Tatsache der nächtlichen Teilung der Rhizopoden hin, doch gibt er nicht an, an welchen Rhizopoden er seine Beobachtungen gesammelt hat. Auch SCHEWIAKOFF (38) macht über die Teilung von *Euglypha alveolata* die Angabe, daß sie nachts vor sich gehe; aus dem Vorgehenden ist ersichtlich, daß *Arcella* sich in dieser Hinsicht ebenso verhält.

b) Knospenbildung.

Die Knospungabtrennung kann bei *Arcella*, so weit ich aus meinen Beobachtungen schließen darf, während des ganzen Lebens der *Arcella* als beschalter Wurzelfüßler vor sich gehen.

Bei diesem Prozeß trennen sich von der ganzen Chromidiummasse größere oder kleinere Teilchen ab. Sie liegen im Plasma, in der Mehrzahl der Fälle in seiner oberflächlichsten Schicht, ich möchte sagen an der Peripherie des Tieres (Fig. 16).

Die innere Struktur der abgetrennten Chromidialteile ist anfangs mit derjenigen der übrigen Chromidialmasse identisch, d. h. sie stellt ein deutlich ausgeprägtes Netz dar, in dessen Maschen eine Menge intensiv sich färbender Chromatinkörnchen eingelagert ist. Allmählich aber verschwindet diese Netzstruktur, der Umfang der Chromidiumklümpchen nimmt ab, ihre Masse wird kompakter und rundet sich ab. Auf diesem Wege entstehen die Anlagen der Sekundärkerne, welche später sich zu den Kernen der amöboiden Knospen umbilden.

Die Zahl der auf diese Weise entstehenden Sekundärkerne, sowie folglich die Zahl der zukünftigen Knospen kann bei verschiedenen Individuen recht verschieden sein, so hatte ich Gelegenheit, Tiere mit einem, zwei, sowie auch Individuen, in denen deren 5, 6 oder mehr waren, zu beobachten.

Auch die Größe dieser Gebilde kann bei ein und demselben Tier in gewissen Grenzen schwanken (der kleinste von mir gemessene Durchmesser betrug 3, der größte 5 μ).

Bei dem weiteren Verlauf des Kernbildungsprozesses werden um die Anlagen der Sekundärkerne helle Räume sichtbar, die sich schwächer tingieren als das sie umgebende Plasma.

Hiermit endet eigentlich der Prozess der Bildung des Knospenkernes im Muttertiere.

Um jede der entstandenen Chromatinkugeln differenziert sich ein Teil des Plasmas. Dieser Vorgang besteht darin, daß das um die Kugeln gelagerte Plasma sich anscheinend verdichtet und seine wabige Struktur feiner und zarter wird. Sodann trennt sich diese differenzierte, die Anlage des sekundären Kernes enthaltende Plasmamasse von dem übrigen Körper des Muttertieres und tritt nach einiger Zeit in Form einer kleinen Amöbe aus der Schalenöffnung heraus (Fig. 17).

Die weitere Differenzierung des Kernes, die in dem Auftreten einer deutlichen Kernmembran ihren Abschluß findet, geht schon im

Körper der freien Amöbe vor sich. Das weitere Schicksal dieser Amöben habe ich nicht verfolgt. Doch zweifle ich nicht daran, daß ihr Schicksal demjenigen anderer amöboider Körper, wie der Agameten und Gameten, nach der Copulation identisch ist.

Das Lehen des erwachsenen Tieres, welches eine größere oder kleinere Zahl solcher Knospen erzeugt hat, wird scheinbar durch diesen Prozeß gar nicht beeinträchtigt.

c) Agamogonie.

W. ELPATIEWSKY (13) beschreibt im Arcellakörper die Bildung der von ihm Pseudopodiosporen genannten Gebilde. Die von mir beobachteten Tatsachen bestätigen vollkommen sowohl das Vorhandensein dieses Vorganges als auch den von ELPATIEWSKY geschilderten Verlauf. Um den Prozeß der Agametenbildung zu illustrieren, gebe ich in Fig. 18 eine Abbildung eines Präparats, aus der vollkommen deutlich zu ersehen ist, wie in den einzelnen Chromidiumstücken durch eine Verdichtung ihrer Centralteile die Sekundärkerne der Agameten-generation entstehen. In dieser Figur ist eine *Arcella* dargestellt, deren Chromidium restlos in 6 Einzelstücke zerfallen ist; in 4 von ihnen sind kugelige Chromatinansammlungen zu bemerken, die die Anlagen der Sekundärkerne darstellen. Auch hier wie in dem früher beschriebenen Prozeß der Knospenbildung geht die endgültige Differenzierung der Kerne nicht im Körper des Muttertieres vor sich, sondern in den schon frei gewordenen jungen Amöben. Fig. 19a gibt ein solches Amöbchen wieder. Ihr Kern besteht, so zu sagen, aus zwei Teilen, einem zentralen vollkommen runden und dichten und einem peripheren, der wie aus einer Menge kleinster Chromatinkörnchen zusammengesetzt, erscheint. Bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 19b) wird zwischen der zentralen Chromatinkugel — dem zukünftigen Caryosom — und der sie umgebenden Chromatinmasse ein heller Raum sichtbar. Von der Centralkugel gehen radiär angeordnete chromatinhaltige Fäden durch diesen hellen Raum und verbinden sie mit der umgehenden Chromatinmasse. Auf diese Weise erhalten wir hier ein Bild, das mit dem seinerzeit von R. HERTWIG für die in dem erwachsenen Tier entstehenden Sekundärkerne beschriebenen (22. Taf. XXXVIII Fig. 8, 9 und 10a) vollkommen identisch ist.

Bei der Beschreibung der Bildung und des Austrittes der Amöben aus der Schale weist ELPATIEWSKY darauf hin, daß sie nicht alle gleichzeitig, sondern eine nach der anderen gebildet werden und

daß sie noch einige Zeit nach dem Verlassen der Mutterschale auf der Schalenoberfläche herumnkriechen; sie verlassen nur selten die Schale sofort nach ihrem Austritt.

Meine eigene Beobachtungen bestätigen die Angabe ELPATIEWSKY's für gewisse Einzelfälle. Sowie ich aber die Gelegenheit hatte, eine Agametenbildungsepidemie zu verfolgen, so stellte es sich heraus, daß der ganze Vorgang äußerst schnell verläuft und daß in der Mehrzahl der Fälle fast alle neugebildeten amöboiden Körper gleichzeitig die Mutterschale verlassen. Figuren 1—4, die ich nach ein und demselben lebenden Individuum gezeichnet habe, illustrieren fast den ganzen Prozeß des Agametenantritts. Aus der Schalenöffnung tritt die Plasmamasse als verschieden große kolbenförmige Fortsätze heraus. Die Stiele, an denen diese Verdickungen sitzen, werden immer dünner und dünner und reißen schließlich durch.

Die frei gewordenen Agameten bilden sofort 2—3 dicke kurze spitzauslaufende Plasmafortsätze und kriechen davon. Dabei kann es selbstverständlich vorkommen, daß manche auf die Schale des Muttertieres gelangen und sich dort noch einige Zeit aufhalten. In dem in meinen Abbildungen wiedergegebenen Fall sind gleichzeitig 5 verschieden große Agameten aus der Schale herausgetreten und ein von ihnen hat sich sofort daselbst geteilt. Etwa 5 Minuten nach dem Antritt dieser Agameten lieferte das Muttertier ein zweites Mal junge Tierchen, doch diesmal nur zwei. Die Dauer des ganzen Vorganges betrug nicht mehr als 15—20 Minuten. Nach dem Antritt der Agameten blieb im Schaleninneren nur ein geringes Häufchen Plasma. Ob es Kerne enthielt, war wegen der Undurchsichtigkeit der alten dunkelbraunen Schale unmöglich festzustellen.

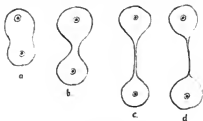
Solcher Agametenaustritt erfolgte in einigen meiner Kulturen Ende September und Anfang Oktober epidemisch. Während dieser Zeit war es schwer, eine *Arcella* zu finden, die nicht im Zerfall in Agameten begriffen war.

In denselben Kulturen verlief parallel dem eben beschriebenen Prozeß noch ein anderer ihm vollkommen gleichwertiger: Der ganze Schaleninhalt von *Arcella* tritt heraus und schwillt dabei stark an. Er stellt dann eine ziemlich große formlose, wenig durchsichtige und körnchenreiche Masse dar. Einige Zeit nach dem Antritt bildet dieser Körper Knospen (Fig. 5). Die entstehenden Knospen können verschieden groß sein (5—15—25 μ im Durchmesser). Das Plasma der Knospen wird während des Knospungsprozesses immer durchsichtiger, es treten in ihm Vacuolen auf und die Kerne werden sichtbar, — meistens je ein Kern in jeder Knospe. Außerdem werden noch mehr

oder minder formlose Körperchen, die ebenso grünlich und lichtbrechend wie die Kerne sind, bemerkbar.

Die Knospen trennen sich, nachdem sie ausgebildet sind, vom Muttertier und bilden plasmatische Fortsätze. Sehr viele von ihnen treten sodann selbst in Teilung, d. h. auch hier kommt derselbe Prozeß vor, wie derjenige, den ich bei der ersten Art von Agametenbildung beschrieben habe.

Die Teilung verläuft äußerst schnell. In 2—3 Minuten hat sich die junge Knospe, ohne jegliche Vorbereitung plötzlich, inmitten lebhafter Bewegung, wie es die Textfigur A zeigt, durchgeschnürt und in zwei Tochterindividuen gesondert.



Textfig. A.



Textfig. B.

Ich glaube darauf hinweisen zu müssen, daß außer der Zweiteilung manchmal eine Teilung in drei Individuen vorkommt. Textfigur B gibt einen solchen Fall wieder.

So läßt sich der Vorgang an lebenden Objekten beobachten. Das Studium der entsprechenden Präparate gibt eine Reihe von Bildern, die die inneren Erscheinungen bei diesem Vorgang uns vor Augen führen. Fig. 20 gibt eine *Arcella* wieder, die im Begriff ist, ihre Schale zu verlassen. Der größere Teil des Plasmas liegt schon draußen und in ihr sind Sekundärkerne sowie verschieden große kugelförmige oder unregelmäßig geformte kompakte Chromidialbrocken eingebettet. Die hier vorhandenen Sekundärkerne befinden sich nicht alle im gleichen Entwicklungsstadium. Einige haben schon ihre endgültige Form angenommen, während andere sich noch im Stadium der kugelförmigen, mit einem hellen flach umgebenen Chromatintropfen befinden. Im Schaleninneren befindet sich noch ein ganzes Quantum Plasma, das durch eine Anzahl Epipodien an die Wände der Schale befestigt ist und beide Primärkerne, sowie Überreste des fast gar nicht veränderten Chromidiums enthält. In diesem Fall sehen wir, daß der ganze *Arcella*-Körper die Schale verläßt.

In anderen Fällen wird ein nur partielles Heranstreten beob-

achtet. In diesen Fällen tritt nur ein mehr oder minder großer Teil des Plasma heraus, welches entweder nur einen verhältnismäßig großen Sekundärkern und eine Menge verschieden großer Chromidiumbrocken enthält (Fig. 21), oder es finden sich außer dem größeren Sekundärkern auch noch andere kleinere Sekundärkerne; wie in dem ersten der oben beschriebenen Fälle befinden sich auch hier die Sekundärkerne in den verschiedensten Entwicklungsstadien. In Fig. 22 ist eine *Arcella* dargestellt, aus deren Schale ein Teil ihres Plasmas austritt, dem ein großer Sekundärkern sowie ein viel kleinerer und außerdem eine ganze Reihe Sekundärkernanlagen in verschiedensten Entwicklungsstadien eingelagert sind. Die eine von ihnen kann man in den kompakten kugeligen Chromidiumbrocken nur erst vermuten (a), um die anderen ist schon der helle Hof im Entstehen begriffen (b).

Diese Beobachtungen können denjenigen von R. HERTWIG und ELPATIEWSKY über die nicht gleichzeitige Ausbildung der Sekundärkerne im Inneren des in der Schale befindlichen *Arcella*-Körpers an die Seite gestellt werden.

Auf diese Weise haben wir in den bis jetzt von uns beschriebenen Fällen den Austritt aus der Schale nicht einzelner fertiger Amöbchen, sondern entweder den Austritt des ganzen *Arcella*-Körpers oder nur eines Teiles von ihm sehen können. In dem austretenden Plasma liegen teilweise schon fertig geformte Sekundärkerne oder solche, die erst in Bildung begriffen sind.

In frischen, d. h. vor verhältnismäßig kurzer Zeit aus den natürlichen Wasserbehältern abgezweigten Kulturen zerfällt die aus der Schale ausgetretene Plasmamasse fast unmittelbar in einzelne amöboide Körper. Ich hatte öfter die Gelegenheit, in solchen Kulturen den Austritt dieser Plasmamassen, sowie den erwähnten, ihm nach wenigen Minuten folgenden Zerfall derselben zu beobachten.

Fig. 5 stellt ein solches „Pseudoplasmodium“ dar, welches vor kurzer Zeit die *Arcella*-Schale verlassen hat und sich gerade in Begriff befindet, in kleine Amöben zu zerfallen.

Präparate solcher Pseudoplasmodien untersuchend, finden wir, daß jede sich abtrennende kleine Amöbe einen Kern und außerdem eine größere oder kleinere Menge kompakter Chromatinbrocken — Chromidiumreste, kugelige oder formlose — enthält. Um einige der kugeligen Chromatinmassen sind helle Räume zu bemerken, welche auch bei der Bildung der Sekundärkerne beobachtet werden.

Wir sehen hier also ebenfalls, daß nicht alle Sekundärkerne gebildet sind. Die Fortsetzung dieses Prozesses der Neubildung der

Sekundärkerne wird noch in den schon abgetrennten Amöben vor sich gehen. Außerdem muß ich noch darauf hinweisen, daß bei diesem Prozeß des Pseudoplasmodiumzerfalles, ganz wie in dem Falle des Austrittes der einzelnen Agamenten, die sich von der ausgetretenen Plasmamasse abtrennenden Amöben in der Größe stark variieren und daß die kleineren, den Kern ausgenommen, meistens keine Chromatineinschlüsse enthalten.

Die Fig. 23, 24 und 25 stellen solche in Amöben zerfallende Pseudoplasmodien dar. Auf den ersten Blick schon fällt der Unterschied zwischen den in den Fig. 23, 24 abgebildeten Pseudoplasmodien und dem, das die Fig. 25 wiedergibt.

In den beiden ersten finden wir keine großen Chromidiumreste sowie auch keine Spuren von Primärkernen. In dem in den Fig. 25 abgebildeten Fall sehen wir die einen wie die anderen. Zur selben Zeit erblicken wir in den beiden ersten je einen verhältnismäßig großen Sekundärkern. Hieraus wird, meiner Meinung nach, vollkommen logisch zu schließen sein, daß auch die Herkunft dieser drei Pseudoplasmodien eine verschiedene ist. Das letzte ist durch den Austritt aus der Schale des ganzen *Arcella*-Körpers entstanden, stellt damit die Folge des in Fig. 20 abgebildeten Prozesses dar und enthält daher Reste der Primärkerne und um sie herum Anhäufungen von Chromidiumüberresten. Die zwei anderen (Fig. 23, 24) sind auf dem Wege des Austrittes von Teilen des *Arcella*-Körpers entstanden und entsprechen in früheren Stadien den Fig. 21 und 22.

In anderen Fällen tritt die Auflösung der Pseudoplasmodien in Amöben nicht sofort nach dem Austritt aus den Schalen ein, sondern sie können vorher noch stumpfe Pseudopodien erzeugen und einige Zeit herumkriechen. Die Fig. 28, 29 und 30 geben gerade diese Pseudoplasmodien wieder, die eine größere oder kleinere Anzahl Sekundärkerne enthalten. In Fig. 28 sind auch die stumpfen Pseudopodien gut zu sehen.

Wie es aus dem Gesagten ersichtlich ist, können manche Knospen auch vielkernig sein — das sind, sozusagen, Tochterpseudoplasmodien, die ihrerseits nach einiger Zeit in einkernige amöboide Körper zerfallen. Ich habe schon oben darauf hingewiesen, daß einige der Knospen schon zu einer Zeit sich zu teilen beginnen, wo sie noch in Verbindung mit dem Mutterkörper sich befinden (Fig. 1—4). Außerdem, wie schon erwähnt, hatte ich öfters Gelegenheit zu beobachten, daß die abgetrennte Knospe fast unmittelbar nach dem Austritt aus der Mutterschale sich in zwei, ja drei kleine Amöben teilen kann. Diese Erscheinung kann ich nur auf die Weise erklären, daß die

anfangs gebildete Knospe nicht einen, sondern zwei oder noch mehr Kerne enthält, wie wir das z. B. in den Fig. 29 und 30 bestätigt sehen. Es ist aber auch möglich, daß in einigen der Knospen, die zuerst nur einen Kern enthalten, sich später noch einer oder mehrere differenzieren, und mit einem Teil des sie umgebenden Plasmas von der übrigen Knospenmasse sich abtrennen. Fig. 27 gibt einen amöboiden Körper wieder, der nur einen vollständig ausgebildeten Kern und eine Anzahl kugeligler Chromidiumbrocken enthält. Drei von ihnen sind vollkommen kugelförmig und stellen möglicherweise die noch nicht ganz ausgebildeten Kerne weiterer Knospen dar, welche sich später von diesem amöboiden Körper abtrennen werden.

Auf alle Fälle erscheint es mir vollkommen klar, daß der Prozeß einer solchen Knospendurchschnürung so lange andauern muß, bis die amöboiden Körper, welche sozusagen das Endziel der agamogenen Entwicklung von *Arcella* darstellen, alle einkernig werden.

Der Austritt des ganzen oder nur eines Teiles des Körpers aus der Schale mit dem darauf folgenden Zerfall in einkernige amöboide Körper stellen keine ausschließlich bei *Arcella* vorkommenden Prozesse der agamogenetischen Fortpflanzung dar.

SCHAUDINN hat zu verschiedenen Zeiten eine ganze Reihe ähnlicher Vorgänge bei den verschiedensten Formen des Süßwassers und bei den Meeresrhizopoden beschrieben. Bei *Echinopyxis* (37) z. B. hat er den Austritt des ganzen Körpers aus der Schale und seinen weiteren Zerfall in einkernige amöboide Körper gesehen. Bei *Calci-tuba* (34) geht die Abtrennung von größeren oder kleineren Plasmateilen von dem noch in der Schale befindlichen Mutterkörper vor sich. Die abgetrennten Plasmateile enthalten entweder einen oder eine große Anzahl von Kernen. Derselbe Prozeß wurde von ihm auch bei *Patellina corrugata* und *Miliola* beobachtet.

Der eben betrachtete Vorgang steht jenen Erscheinungen derselben Ordnung am nächsten, die von F. SCHAUDINN bei *Echinopyxis* beschrieben wurden, da in beiden Fällen die Kerne der amöboiden Körper aus dem Chromidium entstehen. In anderen von ihm beschriebenen Fällen entstehen diese Kerne aus den Mutterkernen. Es muß allerdings hervorgehoben werden, daß in allen solchen Fällen das Chromidium fehlt. Die Besonderheit von *Arcella* im Vergleich mit allen betrachteten Beispielen besteht darin, daß wir bei diesem Tier eine Anzahl verschiedener Wege kennen gelernt haben, auf denen dasselbe Ziel, nämlich die Bildung eines einkernigen Agameten, erreicht wird.

R. HERTWIG (23) gibt eine ganze Reihe von Bildern, die die Teilung der Sekundärkerne betreffen. Er setzt dabei voraus, daß das Endresultat dieses Prozesses die Zweiteilung des Tieres sei. Es handelt sich hier um jene Tiere, bei denen nach HERTWIG's Meinung die Sekundärkerne die degenerierenden Primärkerne zu ersetzen bestimmt seien. Ich selbst hatte keine Möglichkeit, diese Vertretung der Primärkerne durch die Sekundärkerne zu verfolgen. Nach genauem Studium der HERTWIG'schen Zeichnungen glaube ich annehmen zu dürfen, daß seine diesbezüglichen Beobachtungen nicht an *Arcella vulgaris*, sondern an der irrtümlich für sie gehaltenen *Arcella discoides*, die in der Mehrzahl der Fälle eine große Anzahl kleiner, regelmäßig in Chromidiumscheiden gelegener Kerne besitzt, gemacht wurden. Mir lagen aber ausschließlich Tiere der ersten Form vor, die normalerweise nur zwei Primärkerne enthalten und nur in seltenen Fällen eine größere Anzahl derselben aufweisen — diese entstehen, wie ELPATIEWSKY das gezeigt hat, durch ungleichzeitige Teilung der zwei Primärkerne.

Jedenfalls ist ungeachtet dessen, ob die Erzeugung von Sekundärkernen zur Bildung einkerniger Knospen oder erwachsener vielkerniger Formen führt, die Teilung der Sekundärkerne nach einem etwas anderen Typus als die Caryokinese der Primärkerne bei der Zweiteilung des Tieres, eine feststehende Tatsache.

Mir selbst ist es allerdings nur einmal gelungen, das Teilungsbild dieser Sekundärkerne in der aus der Schale ausgetretenen Plasmamasse zu Gesicht zu bekommen. In groben Zügen ist diese Caryokinese (Fig. 26) derjenigen seinerzeit von R. HERTWIG beschriebenen äußerst ähnlich.

Es ist wohl möglich, daß wir hier mit einer Reduktionsteilung der zukünftigen Macroamöbenkerne (ELPATIEWSKY's) zu tun haben.

Das weitere Schicksal der Agameten.

Die auf die eine oder andere Weise entstehenden Knospen enthalten außer einem Kern auch noch, wie oben schon darauf hingewiesen wurde, im Plasma eine größere oder kleinere Quantität von Mutterchromidiumsbrocken. Diese Brocken erscheinen in verschiedener Form und Größe. In den einen Fällen sind sie mehr oder weniger kugelförmig, in den anderen ist ihre Form ganz un-

regelmäßig. Das Schicksal dieser Chromidiumüberreste ist, soweit es mir zu ermitteln gelungen, dreierlei Art.

1. Einige von ihnen, nämlich diejenigen, die kugelig sind, werden ihrerseits allmählich zu Sekundärkernen und dann haben wir eine vielkernige Knospe vor uns, die, wie schon darauf hingewiesen wurde, nach der Zahl der Kerne, sich in einkernige Tochterknospen auflöst. Fig. 32 stellt eine Reihe solcher Knospen, die 1, 2, 3 oder 4 Kerne enthalten, dar.

2. Andere Chromidiumüberreste werden anscheinend vom umgebenden Plasma resorbiert, oder verwandeln sich allmählich in Reservestoffkörner (Kohlenhydrate-ZUELZER). So kann man an manchen Präparaten sehen, daß die Chromidiumstückchen sich schwächer mit Karmin tingieren, in anderen, daß ein Teil eines solchen Partikelchen, das schon vollständig deutlich scharf gezeichnete Konturen aufweist, sich noch, allerdings schwach, mit Karmin färbt, während sein anderer Teil ganz farblos bleibt. Ich habe bedauerlicherweise den Prozeß der Umbildung des Chromidiummaterials in Reservestoffe nicht verfolgt, doch ist diese Frage von ZUELZER (1904) schon recht eingehend studiert worden.

3. Schließlich weisen in manchen Fällen meine Präparate darauf hin, daß Stücke von Chromidiumresten direkt aus dem Plasma eliminiert werden. Fig. 31 ist nach einem solchen Präparat gezeichnet.

Auf diese Weise entsteht auf einem der eben beschriebenen drei Wege, oder auf allen drei zusammen, ein einkerniger amöboider Körper, der nur noch im Kern Chromatin enthält.

Fast sofort nach der Abtrennung vom Körper des Muttertieres verlieren die nach Art von Amöben herumkriechenden jungen Tiere der neuen Generation ihre amöboide Gestalt und bilden, wie das schon ELPATIEWSKY beschrieben hat, dünne äußerst lange Pseudopodien, die, wenn das Tier sich in Ruhe befindet, radiär angeordnet sind. Fig. 6 gibt die Ansicht eines solchen Tieres von oben wieder. Fig. 7 ist eine Profilzeichnung eines solchen Tieres. Beide Zeichnungen sind nach lebenden Exemplaren angefertigt. Aus diesen Abbildungen ist es ersichtlich, daß unsere Tiere als fast halbkugelige Scheibe erscheinen. Die Pseudopodien gehen hauptsächlich vom Rande der Scheibe aus und nur teilweise von der oberen, sozusagen, Rückenoberfläche. An der unteren ventralen Oberfläche fehlen die Pseudopodien vollständig. Die meisten der Pseudopodien sind einfach, jedoch kommen auch solche vor, welche an ihren Enden gegabelt sind. Das ganze Plasma, außer einer dünnen oberflächlichen

Lage, ist in der Mehrzahl der Fälle von verschiedenen großen lichtbrechenden Körnchen erfüllt. Außerdem trifft man im Plasma auch noch kleinere oder größere Brocken einer Substanz, die ebenso schwachgrünlich aussieht wie der nur in Einzeln vorhandene Kern. Nach den gefärbten Präparaten zu urteilen, erwiesen sich diese Brocken als Chromidienüberreste, die noch aus dem Muttertiere stammen (Fig. 41). Im Körperinnern befinden sich 2, 3, manchmal mehr pulsierende Vacuolen.

Bei recht rascher Fortbewegung bilden sich die Pseudopodien fast ausschließlich in der Richtung der Bewegung.

Unser Tier ernährt sich, ebenso wie die erwachsene *Arcella*, von Algen. Die öfters im Körper des jungen Tieres in Nahrungsvacuolen anzutreffenden Diatomeen sind ein Beleg dafür.

Die ganze Erscheinung dieser jungen Arcellen erinnert außerordentlich stark an ein schon öfters unter verschiedenen Namen beschriebenes Tier. — *Heterophris* (F. E. SCHULZE), *Heliophris* (GREFF) und schließlich *Nuclearia* (CIENKOWSKY). Alle diese unterscheiden sich nur dadurch von meinem Tiere, daß sie eine schleimige oberflächliche Lage, durch welche ihre Pseudopodien hindurchtreten, besitzen. Doch verschwindet in manchen Fällen auch dieser Gegensatz. Ich hatte Gelegenheit in einer Kultur, die ich zufällig einige Zeit der Wirkung direkter Sonnenstrahlen ausgesetzt hatte, eine Encystierung meiner Tiere zu beobachten.

Die Cystenhüllen waren aus einer ebensolchen Schleimlage entstanden. Eine dieser lebenden Cysten diente der Fig. 8 als Vorlage.

Die Cystenhülle besteht aus einer Anzahl von Lagen, die allerdings leicht zu übersehen sind. Ihre Oberfläche weist fast immer anhaftende Algen auf. Bei der Färbung konservierter Tiere ist ein starkes Mitfärben dieser Hülle immer zu beobachten. Der Farbstoff dringt durch sie in den Körper des Tieres vollkommen leicht ein. Bei der Entfärbung aber gibt die Hülle den Farbstoff vollständig wieder ab und im Glycerin, noch mehr aber im Nelkenöl ist es unmöglich, die Hülle zu sehen.

Diese Encystierung ist keine notwendige Erscheinung im Entwicklungsgang der jungen Arcellen. In einigen Fällen wurde die direkte Verwandlung der nucleariaähnlichen Tiere in *Arcella* nach Ausscheidung einer Schale beobachtet. Die Zeit, welche notwendig ist, damit ein eben vom Muttertier abgetrenntes Tier sich durch die Ausscheidung der Schale in eine junge *Arcella* verwandelt, beträgt etwa 3 Wochen. In dem Falle aber, wo von den Tieren die oben beschriebene schleimige Masse ausgeschieden worden ist, verläuft

der Umwandlungsprozeß etwas langsamer; so zum Beispiel beobachtete ich am 2. und 3. Oktober den Austritt amöboider Körper aus der Mutterschale; am 5. — 6. Oktober bildeten die Tiere, nachdem sie einige Zeitlang der Wirkung direkter Sonnenstrahlen ausgesetzt waren, die Schleimhülle; am 5. November endlich traten einige von ihnen aus ihren Cysten heraus und erzeugten strukturlose Schalen.

Vor dem Ausscheiden der kleinen Schale zieht das Tier die Pseudopodien ein und erlangt das Aussehen einer runden Scheibe. Ihre Konturen werden immer schärfer. Der Prozeß macht den Eindruck, als ob die oberflächlichste Plasmalage erhärte, doch geht das Erhärten nicht gleichzeitig an der ganzen Körperoberfläche vor sich. So kann der Körper an einer Seite schon scharf konturiert erscheinen, während zur selben Zeit an der entgegengesetzten Seite keine ebenso scharfe Grenze zu beobachten ist. Dieselbe tritt dort erst nach einiger Zeit auf.

Die auf diesem Wege entstandene Schale erinnert in ihrer Form an die Schale einer erwachsenen *Arcella* (Fig. 43, 44), doch unterscheidet sie sich von dieser dadurch, daß ihre untere Oberfläche mit der oberen einen spitzen Winkel bildet, während bei der ganz ausgebildeten Arcellaschale dieser Winkel durch einen allmählichen runden Übergang ersetzt ist. Außerdem ist die Schalenöffnung des jungen Tieres größer als die des erwachsenen und die Schale selbst weist noch jene Strukturen, welche den älteren Schalen eigentümlich sind, nicht auf. Sie besteht aus einer dünnen strukturlosen Membran (Chitium?). Kurze Zeit nach ihrer Entstehung wird die Schale gelblich (Fig. 9).

BÜTSCHLI (7) sagt in seiner Beschreibung von *Pseudochlamis*: „Schale in Gestalt und Farbe wie *Arcella*; orale, flache Wand jedoch sehr dünn. Oberseite mit *arcella*-artiger Gitterzeichnung. Tierkörper wie *Arcella* (gewöhnlich mit nur einem Kern). [Auch diese Form möchte ich für einen Jugendzustand von *Arcella* halten.]“¹⁾

Wenn wir uns der übrigen Literatur²⁾ zuwenden, so finden wir, daß die Schale dieses Tieres lange nicht immer in ihrem Oberteil die Struktur der Arcellaschale aufweist und PENARD (31) will daher die Tiere, welche diese Struktur in ihrem Schalenoberteil aufweisen als eine Varietät nämlich *var. arctica* auffassen. Außerdem beschreibt derselbe Verfasser unter dem Namen *Pseudochlamis arcelloides* ein

¹⁾ l. c. S. 183.

²⁾ CLAPARÈDE et LACHMANN (8), F. E. SCHULZE (36).

zweikerniges Tier. Es ist noch beizufügen, daß die Durchmesser von *P. patella* und var. *arctica* 0,036 — 0,050 mm, derjenige von *P. arcelloides* 0,040 bis 0,070 mm beträgt.¹⁾

Auf Grund dieses aufgestellten Vergleiches der von mir beobachteten Erscheinung der Bildung und des Wachsens der Schale der jungen Arcellen mit den sodann angeführten Beobachtungen an *Pseudochlamis* drängt sich von selbst der Schluß auf, daß die jungen Arcellen als *Pseudochlamis* beschrieben wurden. *P. patella* var. *arctica*, wie aus dem weiteren vollkommen ersichtlich sein wird, entspricht vollständig einer jungen *Arcella* zur Zeit der Verwandlung ihrer strukturlosen Schale in die Schale der erwachsenen Form, die eine Lage von Prismen an ihrer Oberfläche aufweist.

Beim Vergleich der Größen einer einkernigen *Pseudochlamis patella* (0,036—0,050 mm) und einer zweikernigen *P. arcelloides* (0,040—0,070) drängt sich unwillkürlich die Auffassung auf, daß wir es im ersten Falle mit einer jungen einkernigen *Arcella*, im zweiten ebenfalls mit einer jungen *Arcella* deren Kern sich schon geteilt hat und dadurch die für *Arcella*, so typischen zwei Primärkerne gebildet worden sind, zu tun haben.²⁾

Ich halte es für notwendig noch hinzuzufügen, daß die kurze Beschreibung von *Pseudochlamis patella*, welche wir bei den Begründern dieser Gattung und Species CLAPARÈDE et LACHMANN (10) finden, nicht ganz den von späteren Autoren gegebenen Beschreibungen dieser Form entspricht. Der Unterschied ist in der Form der Schale.

Bei der weiteren Entwicklung der jungen Arcellen verwandelt sich die primäre strukturlose Schale in die definitive Schale der erwachsenen *Arcella*, die, wie bekannt, aus zwei Lagen besteht: einer inneren, sehr dünnen und strukturlosen und einer äußeren; die aus einer Schicht miteinander verklebter Prismen besteht.

Die Versuche R. HERTWIG's und LESSER's (26), sodann jene von AWERINZEW (2), haben erwiesen, daß diese Prismen innen hohl sind. Außerdem gelang es AWERINZEW durch Einwirken mit Pepsin und nachmaliger Behandlung mit verdünnter Oxalsäure die einzelnen Prismen voneinander zu isolieren. Bei einer Bearbeitung mit starker Oxalsäure gelang diesem Untersucher die vollständige Zerstörung der Prismenschicht; es blieb nur die dünne strukturlose Lage von der Schale übrig. Aus diesen Beobachtungen zieht AWERINZEW die

¹⁾ Die Angaben über die Größe der Schalen habe ich aus der Arbeit von AWERINZEW (2) genommen.

²⁾ Ich nehme also an, daß wir in *Pseudochlamis arcelloides* eine junge schon zweikernige *Arcella* mit noch strukturloser Schale vor uns haben.

Folgerung, daß die Prismenschicht aus einzelnen kugelförmigen Elementen entsteht, die untereinander durch einen organischen Kitt verklebt sind. Nach seiner Anschauung entsteht die innere struktnrlose Lage der Schale gleichzeitig mit der äußeren prismatischen.

Meine Beobachtungen über die Bildung des strukturierten Schalenteils bestehen in folgendem. An der höchsten Stelle der Schalenwölbung wird eine Gruppe von Bildungen wahrnehmbar, die als dunkle Fleckchen erscheinen. Die Bildungen haben die Form kleiner unzusammenhängender Tröpfchen. Etwas tiefer an der Schalenoberfläche sind diese Tröpfchen kaum noch angedeutet und auf einen flüchtigen Blick machen sie den Eindruck von nach allen Seiten vom Apex der Schale divergierenden punktierten Streifen. Bei einer Betrachtung der Schale in Profillage sind an ihrer Oberfläche tatsächlich Tröpfchen zu sehen; sie scheinen aus einer dicken Flüssigkeit zu bestehen, welche durch die unstruktnrierte Schalenschicht hindurchsickert.

Aus dieser Beobachtung kann ich nur einen Schluß ziehen, nämlich den, daß die Prismenschicht der Schale von *Arcella* eine sekundäre Bildung ist, die auf der schon vorhandenen primären struktnrlosen Unterlage entsteht. Sie bildet sich allem Augenscheine nach als ein Exkret der plasmatischen Kügelchen, die auf die Oberfläche der struktnrlosen Hülle hindurchtreten. Die Beobachtung F. E. SCHULZE'S (39) an *Pseudochlamis patella* (später var. *arctica* [PENARD]), bei der er nur im obersten Teil der Schale eine Prismenschicht gesehen hat, scheint mir meine Annahme nur zu bestätigen.

Als der nächste Schritt zur Erlangung der endgültigen Form erscheint die Kernteilung. Wie dieser Prozeß vor sich geht, hatte ich zu verfolgen keine Gelegenheit. Es ist sehr möglich, daß die Beobachtung GRUBER'S (20) vollkommen richtig ist, wenngleich auch ELPATIEWSKY (13) sie bezweifelt.

Der Prozeß der Teilung der sekundären Kerne, wie er von R. HERTWIG dargestellt und auch von mir bestätigt wurde, unterscheidet sich erheblich von der Teilung der Primärkerne und nähert sich gleichzeitig in vieler Hinsicht demjenigen, welchen GRUBER beschreibt, jedoch, selbstverständlich, ohne die von jenem vorausgesetzten Centrosomen. Den Unterschied in der Beschreibung der beiden Prozesse kann man auf Rechnung der Beobachtungsmethoden setzen: GRUBER verfolgte die Teilung am lebenden Objekt, R. HERTWIG und ich am fixierten Material.

Wie ich glaube, kann die Teilung des Kernes sowohl vor, als auch nach der Ausscheidung der Schalenprismenschicht erfolgen.

Ich hatte öfters lebende Objekte mit strukturloser Schale und zwei Kernen gesehen, sowie, wenn auch seltener, kleine Arcellen mit vollständig ausgebildeter Schale und einem einzigen Kern. Der letzte Schritt in der Umwandlung der jungen *Arcella* in das erwachsene Tier besteht im Austritt des Chromidiums aus dem Kern, wie es auch ELPATIEWSKY (13) annimmt. Ich möchte noch die Ähnlichkeit dieses Prozesses mit dem von PRANDTL (32) bei *Allogromia* sp. beschriebenen hervorheben.

Chromidiogamie.

Im Frühjahr 1907 traten in meinen Kulturen, welche ich im Laufe von 5—7 Tagen der Wirkung einer Temperatur von 6—8° C aufgesetzt hatte, die Arcellen in paarweise Verbindung. Der Prozeß der Vereinigung der zwei Individuen geht, soweit ich nach den Beobachtungen an den lebenden Tieren feststellen konnte, auf folgende Weise vor sich: Eine *Arcella* kriecht an die andere heran, heftet sich an diesem Tier mit ihren Pseudopodien an und nimmt in bezug auf dasselbe eine vertikale Lage ein, d. h. das Tier stellt sich auf den Rand seiner Schale (Textfig. C).

Nach einiger Zeit fängt die zweite *Arcella*, die bis zu diesem Moment vollkommen ruhig verharrte, sich ebenfalls zu erheben an und nimmt zum Schluß eine ebenfalls vertikale Lage ein. Ihre Schalenöffnung ist der Schalenöffnung des anderen Tieres zugewandt.



Textfig. C.



Textfig. D.

Die Pseudopodien der beiden Tiere verschmelzen untereinander und die Schalen fügen sich mit ihren Öffnungen fest aneinander. Nach meinen Beobachtungen verharrten die Tiere in solchem Zustande 2—24 Stunden. Während dieser Zeit tritt fast das ganze Plasma des einen Tieres in die Schale des anderen hinüber und es verbleibt in der ersten Schale nur ein geringer Teil desselben, welcher die Schale noch festhält (Textfig. D).

Danach verteilt sich das Plasma wieder gleichmäßig auf beide Schalen und die Tiere kriechen aneinander. Solche Pärchen, getrennt von den anderen Tieren, zu kultivieren ist mir damals nicht gelungen. Die in den hängenden Tropfen zur Beobachtung gebrachten Tiere oder jene, welche ich unter ein mit Wachsrändern versehenes Deckglas setzte, gingen entweder schon zur Zeit der engen Verbindung miteinander, oder kurze Zeit nachdem sie auseinandergegangen waren, zugrunde. In manchen Fällen trat bei den auseinandergegangenen Tieren ein Prozeß ein, den ich als abnorm auffasse: das ganze Plasma des Tieres trat aus den Schalen heraus und zerfiel in formlose Stücke.

Im Herbst desselben Jahres hatte ich das Glück gehabt, denselben Vorgang an einer großen Quantität von Individuen zu beobachten. Die Tiere, an denen diese Beobachtungen gemacht wurden, stammten aus natürlichen Wasserbecken, in welchen ich sie Anfangs und Mitte Oktober in kolossalen Mengen vorfand. Nach einigen Tagen des Aufenthaltes in Zimmertemperatur wiesen die Tiere eine epidemisch auftretende Neigung zu paarweisen Verbindungen auf. Diesmal gelang es mir, die in Uhrschildchen versetzten paarweise vereinigten Tiere zu kultivieren und als Resultat dieses Prozesses 2—3 Tage nach der Vereinigung den Austritt amöboider Körper zu beobachten.

BÜTSCHLI (8) hat denselben von ihm als Conjugation aufgefaßten Vorgang beobachtet und den nachherigen Austritt amöboider Körper beschrieben. Es ist bemerkenswert, daß seine Beobachtungen auch in den Monat Oktober fallen: das erstemal war es der 12., das zweitemal der 16. Oktober.

Die Tatsache, daß die Jahreszeit, in welcher meine und BÜTSCHLI's Beobachtungen über diesen Prozeß gesammelt wurden, in beiden Fällen dieselbe ist, gibt eine gewisse Veranlassung anzunehmen, daß die hier beschriebenen Vorgänge normalerweise im Herbst vor sich gehen.

Eine Reihe im Frühjahr sowie besonders im Herbst angefertigte Präparate gab mir das vollständige Bild der Vorgänge, welche im Inneren der verschmolzenen Tiere vor sich gehen.

Einige Zeit nach der Verschmelzung der Tiere beginnt in beiden eine Kerndegeneration; dabei geht dieser Prozeß in der Mehrzahl der Fälle in den beiden Individuen nicht gleichzeitig vor sich. Häufig trifft man solche Paare, in denen bei einem Tier an den Kernen noch keine Degenerationerscheinungen zu bemerken sind, während in dem anderen die Degeneration schon weit fort-

geschritten ist (Fig. 33). In der Mehrzahl der Fälle wird der Degenerationsprozeß dadurch eingeleitet, daß das Caryosom seine ursprüngliche Lage im Kern verändert. Im Normalzustand des Kernes liegt das Caryosom im Centrum desselben, bei beginnender Degeneration nähert es sich immer mehr und mehr der Kernmembran, legt sich schließlich dicht an dieselbe heran und tritt durch sie ins Plasma hindurch. In manchen Fällen kann man im Körper der verschmolzenen Tiere Kerne beobachten, die ihr Chromatin eingebüßt haben und wie blasse Blasen mit schwach angedeuteter wabiger Struktur aussehen. Das Chromatin der Kerne wird nach dem Austritt ins Plasma homogen, verliert seine Färbbarkeit und verschwindet allmählich.

In anderen Fällen verläuft der Prozeß der Kerndegeneration auf die Weise, daß der Binnenkörper in kugelförmige Brocken zerfällt, die ebenso, wie im ersten Fall das ganze Caryosom durch die Kernmembran in das Plasma hindurchtreten und hier verschwinden (Fig. 46, 47, 48).

Es gibt außerdem noch eine Art, auf die der Prozeß der Degeneration vor sich gehen kann: die Kernmembran verschwindet, das an der alten Stelle verbleibende Caryosom (Binnenkörper) quillt auf und löst sich allmählich im Plasma auf (Fig. 36, 37).

In anderen verhältnismäßig seltenen Fällen verläuft der Prozeß der Kerndegeneration in beiden vereinigten Individuen gleichzeitig. So gibt Fig. 35 ein Pärchen wieder, dessen Primärkerne sich im gleichen Degenerationsstadium befinden.

Fast gleichzeitig mit der Kerndegeneration, in manchen Fällen etwas früher, in manchen etwas später als diese beginnend, treten auch in den Chromidien Veränderungen auf. Ihre netzartige Struktur wird allmählich verwischt. Sie beginnen in Stücke zu zerfallen, verlieren an Umfang und Färbbarkeit. Zur selben Zeit beginnt das Plasma den Kernfarbstoff immer stärker zu binden, was darauf hinweist, daß es auf irgend eine Weise das Chromidiumchromatin aufnimmt.

Auch dieser Vorgang, wie der Kerndegenerationsprozeß, verläuft in den beiden verschmolzenen Individuen in der Mehrzahl der Fälle nicht gleichzeitig. Fig. 34 zeigt uns ein Pärchen, dessen Individuum A noch ein anscheinend unverändertes Chromidium, jedoch ein sich schon etwas intensiver färbendes Plasma aufweist; diese Plasmafärbung ist aber erheblich schwächer, als die des Individuums B, dessen Chromidium schon in eine Anzahl sich schwach färbender Partikel zerfallen ist.

In anderen Fällen geht die Auflösung des Chromidiums im Plasma auf andere Weise vor sich. Das Chromidium behält in diesen Fällen lange Zeit seine gewöhnliche netzförmige Struktur bei, nimmt an Umfang zu, so daß es manchmal fast das ganze Plasma ausfüllt und verliert währenddem allmählich an Färbbarkeit, bis wir es schließlich im Tier nicht wiederfinden können (Fig. 36).

Die Prozesse der Kerndegeneration und der Zerfall der Chromidien führen, mögen sie gleichzeitig oder ungleichzeitig verlaufen, immer zu dem Resultat, daß wir Tiere vor uns sehen, die kein geformtes Chromatin mehr enthalten. Fig. 37 stellt ein Pärchen dar, das am Ende des Prozesses angelangt ist und daher ein intensiv gefärbtes Plasma, jedoch keinen Chromatinkörper mehr aufweist. Im Individuum A fehlen die Kerne sowie das Chromidium vollständig. Im Individuum B sind die Kerne durch zwei große Blasen vertreten, die etwas mehr als das sie umgebende Plasma gefärbt sind.

Man hat vollen Grund, anzunehmen, daß bei dem Übertritt fast des ganzen Plasmas des einen Tieres in die Schale des anderen (Textfig. D), auf dem Stadium der gleichmäßigen Verteilung des Chromatins im Plasma, eine Vereinigung der chromatischen Substanzen der beiden Tieren stattfindet.

Den eben genannten Prozeß schlage ich vor als „Chromidiogamie“ zu bezeichnen.

Manche Autoren glaubten eine Conjugation vor sich zu haben, wenn sie eine zeitweise Verschmelzung von 2–3 Rhizopoden beobachteten.

Ich bin mir wohl bewußt, daß die Einführung eines neuen Terminus in die wissenschaftliche Literatur nur in dem Falle zulässig ist, wenn wir eine wirklich neue Tatsache oder Vorstellung kennzeichnen wollen. Im folgenden will ich darlegen, aus welchen Gründen ich die oben genannte Erscheinung als „Chromidiogamie“, aus dem bis jetzt allgemein mit Conjugation bezeichneten Vorgang ausscheiden möchte. Unter der Bezeichnung „Conjugation“ wird allgemein ein Vorgang verstanden, als dessen unerläßliche Bedingung die Caryogamie erscheint. Diese Bezeichnung wurde von BÜTSCHLI, MAUPAS und R. HERTWIG angewandt, um eine zeitweise Vereinigung zweier (in manchen Ausnahmefällen dreier) Individuen zu kennzeichnen.

Eine Erscheinung ganz anderer Art hat M. ZUELZER (42) unter dem Namen Conjugation bei *Diffugia urceolata* [CART.] beschrieben. Die Verfasserin hat drei miteinander verschmolzene Diffugien untersucht und abgebildet. In diesen Individuen ist eine Degeneration der Kerne und eine Chromidiumauflösung zu beobachten. „Die

Kerne, schreibt die Verfasserin, zeigen eine auffallend dünne Kernmembran bei Vergleich mit Kernen normaler Difflogien. An einzelnen Stellen der Kernoberfläche scheint die Membran sogar ganz geschwunden. An solchen Stellen bemerkt man deutlich, daß gut gefärbte Binnenkörper aus dem Kerne anstreten . . . Die Grundsubstanz der Chromidialsubstanz ist massig und läßt keinerlei feineren Bau erkennen. Durch die Strömung zieht sie sich oft in Fäden und Brücken aus. Dies deutet wieder auf ihre zähflüssige Konsistenz hin . . . Ich vermute vielmehr, daß es sich hier um eine Art Conjugationsvorgang handelt, der auf einen Austausch der Kerne resp. der Chromidialsubstanz abzielt.“¹⁾

Weiter wurde bei *Cyphoderia* von RHUMBLER (33) ein Vorgang, den er als Conjugation bezeichnet, beschrieben, bei welchem den Kernen überhaupt keine Rolle zukam. Er nahm an, daß im Conjugationsvorgang hier die im Plasma vorhandenen, sich stark färbenden Körnchen tätig sind, die er entweder für die Binnenkörpermassen oder für das aus den Kernen herausgetretene Chromatin ansehen möchte.

Zur Zeit dieser Beobachtungen RHUMBLER's existierte noch der Begriff des Chromidiums in der Literatur nicht.

Es ist ersichtlich, daß alle diese Erscheinungen in gleiche Linie zu stellen sind mit jenen, die ich bei der Verschmelzung zweier Arcellen beobachtet und hier beschrieben habe.

Es ist sehr leicht möglich, daß das von den degenerierenden Kernen ins Plasma ausgestoßene Chromatin auf irgend eine Weise an diesem Prozeß teilnimmt, doch ist bei dem Vorhandensein der ungeheuren im Plasma verteilten Chromidiummasse keine Möglichkeit vorhanden, das Schicksal des aus den Kernen ausgestoßenen Chromatins zu verfolgen.

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, daß wir auf unseren Beobachtungen fußend nur von der Rolle jenes Chromatins bei dem Prozeß sprechen können, das aus Chromidium bestand.

In allen solchen Fällen (*Difflogia*, *Cyphoderia*, *Arcella*) fehlt der Vorgang der Caryogamie bei diesem Prozeß vollständig; daher darf man ihn nicht mit dem Worte Conjugation bezeichnen. Dagegen spielt hier das Chromidium anscheinend die ausschlaggebende bedeutendste Rolle. Die von mir vorgeschlagene Bezeichnung — Chromidiogamie — trägt diesen Tatsachen Rechnung und hebt die Rolle des Chromidiums in diesem Prozesse hervor.

¹⁾ l. c. S. 258, 259.

Ans den angeführten Beispielen ist dentlich ersichtlich, daß der von mir bei *Arcella* als Chromidiogamie beschriebene Vorgang nicht von mir zum erstenmal beobachtet wurde. Außer an die oben erwähnten Autoren ZUELZER und RHUMBLER halte ich es für notwendig, hier daran zu erinnern, daß BÜTSCHLI (8) im Jahre 1875 dieselbe Erscheinung an der lebenden *Arcella* schon beschrieben hat und sie ebenfalls für eine Conjugation hielt. Jedoch die Vorgänge im Inneren der verschmolzenen Tiere sind ihm unbekannt geblieben.

Schließlich hat JAWOROWSKY (27) eine ähnliche Erscheinung bei *Diffugia globosa* beschrieben. Zu meinem Bedauern war mir diese Arbeit nicht zugänglich und ich muß mich darauf beschränken sie nach M. ZUELZER (27) zu citieren.

„JAWOROWSKY beobachtete viele einkernige *Diffugia globosa*, welche sich mit der Schalenöffnung aneinander legten. Zwischen den Paarlingen fand eine lebhafte Strömung statt. Was für Substanzen die beiden Tiere austauschen, konnte JAWOROWSKY der undurchsichtigen Schale wegen, nicht beobachten. Auf Präparaten machte es ihm den Eindruck, als wäre der ganze Weichkörper in lebhafter Umwälzung begriffen. Nach der Conjugation, wie man diesen Vorgang wohl bezeichnen muß, gehen die Tiere auseinander. Die Schalen beider sind gefüllt und weisen viele kleine Kerne auf. Wie die stets nach der Conjugation auftretende Vielkernigkeit aber zustande kommt, weiß JAWOROWSKY nicht. Der eine große Kern ist nicht mehr vorhanden. Er zeigte während des ersten Auftretens der kleinen Kerne Degenerationserscheinungen. Die kleinen, bläschenförmigen Kerne, deren Zahl schwankt, wird in den Weichkörper beider Schalen verstreut. Sie umgeben sich nun jeder mit einer Portion Plasma und die so gebildeten Plasmaportionen trennen sich schließlich voneinander und schwärmen aus.“¹⁾

Nach diesem Zitat zu urteilen enthält die Arbeit von JAWOROWSKY gar keine Angaben über das Chromidium, was erstaunlich ist, weil R. HERTWIG schon im Jahre 1899 [22. Taf. XXXVIII Fig. 4] die Anwesenheit eines Chromidiums bei *Diffugia* nachgewiesen hat. Ihrerseits behauptet M. ZUELZER von dem Vorhandensein eines Chromidiums bei *Diffugia* sich mehrmals beim Studium der hierher gehörigen Präparate überzeugt zu haben.

Ich halte es für notwendig auf *Echinopyxis acculeata* hinzuweisen. In R. HERTWIG's (23) Arbeit finden wir eine Zeichnung (Taf. XXXIX Fig. 12), die zwei miteinander zusammenhängende Tiere abbildet.

¹⁾ l. c. S. 283.

Von den Kernen, die gewöhnlicherweise in der Form einen größeren kompakteren Chromatinmasse vorhanden sind, ist in diesen verschmolzenen Individuen keine Spur zu sehen. Auch das Chromidinn, das normalerweise einen ziemlich kompakt aussehenden, mehr oder minder ganzen Ring darstellt, ist hier in Stücke zerfallen. R. HERTWIG sagt darüber wörtlich folgendes: „Es war aufgelöst in zahlreiche durch das ganze Protoplasma zerstreute, größere und kleinere, meist etwas verästelte Chromatinstränge. Dazwischen lagen kleine, völlig homogene und farblose Körperchen, welche an Nucleoli erinnerten und vielleicht Reste des aufgelösten Primärkernes waren.“¹⁾ Der Verfasser gibt diese Zeichnung zur Illustration des Teilungsvorganges bei *Echinopyxis*. Doch, wie bekannt, hat SCHAUDINN (37) später nachgewiesen, daß die Teilung dieses Tieres auf dem Wege einer Caryokinese vor sich geht, die in allen ihren Erscheinungen derjenigen von *Euglypha* (nach SCHEWIAKOFF) ähnlich ist. In bezug aber auf den Teilungsvorgang, wie ihn R. HERTWIG im Jahre 1899 beschreibt und später (24) auf Grund von Präparaten seines Schülers SCHUSTER bestätigt findet, sagt SCHAUDINN: „Die von einem Schüler HERTWIG's mit Eisenhämatoxylin gemachte Bestätigung der Befunde seines Lehrers an vielen Stadien ist mir rätselhaft geblieben.“²⁾

Dank der großen Liebesswürdigkeit von Prof. R. HERTWIG konnte ich die genannten Präparate durchsehen und fand in ihnen eine Ähnlichkeit mit manchen der von mir bei *Arcella* beobachteten Stadien. Für mich steht es fest, daß wir es hier nicht mit einer Teilung, sondern mit dem Vorgang der Chromidiogamie zu tun haben.

Ich gehe jetzt zu der weiteren Darlegung des Prozesses über. Wie ich schon oben erwähnt habe, haben BÜTSCHLI bei *Arcella* und JAWOROWSKY bei *Diffugia globosa* den Austritt amöboider Körper nach der Chromidiogamie beobachtet. Meine eigene Beobachtungen bestätigen die Angaben dieser Autoren. Schon zu der Zeit, wenn die Tiere sich in Verbindung miteinander befinden, erscheinen in ihrem Plasma Chromatinanhäufungen in Form mehr oder minder kugeligter Klümpchen. Manchmal beginnen diese Chromatinansammlungen, die ja die Anlage der Sekundärkerne darstellen, sich noch vor dem vollständigen Auflösen des ganzen Chromidiums in Plasma zu bilden. In einem solchen Stadium befindet sich das in Fig. 38 abgebildete Pärchen: hier fehlen die Primärkerne vollständig. Das Plasma ist

¹⁾ l. c. S. 375.

²⁾ l. c. S. 555.

ziemlich intensiv gefärbt. Das noch nicht aufgelöste Chromidium hat in seiner größeren Masse verschwommenes Aussehen angenommen und seine normalerweise deutlich sichtbare Netzstruktur ist sehr schwach ausgeprägt. Teilweise in den Chromididmresten, teilweise aber vollständig frei im Plasma liegen Chromatinansammlungen und um manche von ihnen helle im optischen Schnitt ringförmige Räume. Es sind das die Anlagen von Sekundärkernen. In anderen Fällen finden wir die Anlagen der Sekundärkerne in solchen Pärchen, in welchen gar keine Spuren irgend eines Chromidiums vorzufinden sind. Fig. 39 gibt uns ein Pärchen mit stark gefärbtem Plasma wieder. Degenerierende Primärkerne (NN) sind in beiden Individuen deutlich zu erkennen. Im Tier A besitzen sie noch die Form zweier stark gefärbter unregelmäßig konturierter Brocken, im Individuum B sehen sie nur noch wie zwei große Blasen aus, die kaum etwas dunkler gefärbt sind als das sie umgebende Plasma. Im Plasma liegen vollkommen frei ziemlich viele Sekundärkerne, die sich auf den verschiedensten Stufen ihrer Entwicklung befinden.

In vielen Fällen ist im Plasma der in der Chromidiogamie sich befindenden Arcellen eine ungeheure Menge von lichtbrechenden Körnchen zu sehen, die ich als Reservematerial deute (Fig. 38).

Ich habe schon darauf hingewiesen, daß in manchen Fällen die Sekundärkerne bei der Chromidiogamie sich noch vor der vollständigen Auflösung des ganzen Chromidiums bilden. Ich nehme an, daß jener Chromidiumrest, den wir gleichzeitig mit den sich neubildenden Sekundärkernen im Plasma der verschmolzenen Tiere antreffen, nicht weiter zur Bildung von Sekundärkernen verwandt wird, sondern sich im Reservestoffe umwandelt.

In Fig. 40 ist ein Tier, das eben die Chromidiogamie durchgemacht hat, abgebildet. Hier finden wir fast dasselbe Bild wieder, das wir schon in den beiden Tieren, die sich noch in Verbindung befinden, kennen gelernt hatten.

Wie schon im Anfang dieses Abschnittes gesagt wurde, erzeugen die Tiere, welche eine Chromidiogamie überstanden haben, amöboide Körper. Dieser Erscheinung geht selbstverständlich die Bildung von Sekundärkernen voraus.

Da die Darstellung der Chromidiogamie ausführlich ausgefallen ist, halte ich es für nützlich, zum Schlusse die wichtigsten Punkte nochmals aufzuzählen:

1. Degeneration der Primärkerne.
2. Verteilung des Chromidiums im Plasma.

3. Austausch der chromatischen Substanzen zwischen den zwei in körperlicher Verbindung sich befindenden Individuen.

4. Die Neubildung der Sekundärkerne aus dem im Plasma verteilten Chromidium.

Plasmogamie.

Die Erscheinung der Plasmogamie bei den verschiedensten Rhizopoden wurde schon von vielen Autoren beschrieben. Bei *Arcella* wurde dieser Vorgang sehr eingehend von ELPATIEWSKY (13) studiert, wobei der Verfasser diesen Vorgang in Beziehung zu der weiteren Bildung amöboider Körper bringen möchte. Ich hatte sehr oft Gelegenheit, die Plasmogamie, sowie an lebenden Tieren, als auch an Präparaten zu studieren. Die Quantität der verschmelzenden Individuen kann nach meinen Beobachtungen sowie nach Beobachtungen vieler Autoren sehr verschieden sein (2—15 und mehr). Diese Vereinigung, bin ich geneigt, in Beziehung zur chemotaktischen Wirkung zu bringen, welche von Nahrungsteilchen auf die Tiere ausgeübt wird. Ich halte diese Anschauung für um so wahrscheinlicher, weil ich sehr oft beobachten konnte, daß inmitten der verschmolzenen Tiere sich Fremdkörper befanden. Jedoch habe ich nie einen Austritt großer Plasmamassen aus den Schalen bei den in Plasmogamie befindlichen Arcellen beobachten können, eine Erscheinung, die ELPATIEWSKY (13) beschrieben und abgebildet hat (Taf. 22 Fig. 23). Es ist aber möglich, daß in manchen besonderen Fällen, in denen die Tiere mit großen Mengen Nährmaterial (Bakterien) zu tun haben, dieser Plasmaaustritt aus den Schalen vorkommt.

Ich halte es für angebracht, hier auf die bekannten Freßgesellschaften der Actinosphären hinzuweisen, in denen man Analogon für die Plasmogamie bei den anderen Rhizopoden erblicken kann. Auch habe ich selbst an *Actinophis sol* ähnliche Beobachtungen gesammelt. Hier umschließen die in Plasmogamie verschmolzenen Individuen einen in einer gemeinsamen Nahrungsvacuole enthaltenen Nahrungskörper.

Zu *Arcella* zurückkehrend, muß ich bemerken, daß die Ausscheidung von Gasbläschen¹⁾ im Plasma, die nach der Plasmogamie öfters beobachtet wurde, kaum in direkten Zusammenhang mit der

¹⁾ CO₂ nach BÜTSCHLI.

Plasmogamie gebracht werden dürfe. Vielmehr könnte man diese Erscheinung als Folge einer intensiven Nahrungsaufnahme betrachten. Außerdem kann das Auftreten von Gasbläschen im Plasma auch bei Tieren beobachtet werden, die keine Plasmogamie durchgemacht haben.

ELPATIEWSKY (13) hat die Bildung amöboider Körper unmittelbar nach der Plasmogamie beobachtet und bringt seine Beobachtungen in Parallele mit jenen von BÜTSCHLI an der *Arcella*-„Conjugation“ gemachten. Wie wir gesehen haben, ist der Prozeß der „Conjugation“ = Chromidiogamie ein Prozeß sui generis und kann auf keine Weise in Beziehung zur Plasmogamie gebracht werden. Was die Bildung amöboider Körper unmittelbar nach der Plasmogamie anbelangt, so ist diese von ELPATIEWSKY beobachtete Erscheinung mir vollkommen rätselhaft. Es ist ja möglich, daß die Tiere alle Vorbereitungen zur Bildung amöboider Körper schon vor der Plasmogamie getroffen hatten.

Gamogamie.

Der Prozeß der Anisogametenbildung ist, nach meiner Ansicht, von AWERINZEW (2) und ELPATIEWSKY (13) vollkommen ausführlich beschrieben und ich kann meinerseits nichts von Bedeutung hinzufügen.

Sekundärkerne und vielkernige Formen.

Arcella vulgaris [EHRB.] ist eine Form, die gewöhnlich zwei große Primärkerne aufweist. In manchen Fällen wächst die Zahl der Primärkerne von 2 auf 3, sogar auch 6. Von ELPATIEWSKY (13) wurde es nachgewiesen, daß die Zahlzunahme der Primärkerne auf die Weise vor sich geht, daß die Teilung der Kerne nicht zu gleicher Zeit eintritt und darauf keine Zweiteilung des Tieres folgt.

Andere Formen von *Arcella*, wie z. B. *A. discoides* werden, wie ich sagen möchte, in zwei Varietäten angetroffen: entweder haben sie die zwei, für die *Arcella*-Gattung typischen großen Primärkerne oder eine große Anzahl kleiner Kerne.¹⁾ Ob wir es in diesen beiden Fällen mit Primärkernen zu tun haben, erscheint mir fraglich.

¹⁾ Bei *A. discoides* kann die Zahl der Kerne 53 erreichen (AWERINZEW [2])

R. HERTWIG's Untersuchungen haben gezeigt, daß manche der Tiere, die eine große Anzahl kleiner Kerne aufweisen, sich teilen können, wobei die Kerne sich caryokinetisch teilen. R. HERTWIG bezeichnet diese Kerne direkt als Sekundärkerne. Nach seiner Meinung ist hier ein Ersatz der degenerierten Primärkerne durch die aus dem Chromidium neugebildeten Sekundärkerne erfolgt. Ich habe schon oben darauf hingewiesen, nämlich im Absatz dieser Arbeit, der über die Teilung der Sekundärkerne handelt, daß ich die Untersuchungen R. HERTWIG's, die vielkernigen Individuen betreffend, für an *A. discoides* gemacht erachte. Es ist sehr wahrscheinlich, daß bei solchen Formen, wie *A. discoides* ein Ersatz der Primärkerne durch die Sekundärkerne in Erscheinung tritt. Die Frage besteht nur darin, welches das weitere Schicksal dieser vielkernigen Individuen ist. Auf Grund der Beobachtungen AWERINZEW's kann man annehmen, daß sie nach mehr oder minder kurzer Zeit in amöboide Körper zerfallen, deren jeder einen der Mutterkerne enthält. In diesem Falle würde der Prozeß der Bildung der neuen Generation auf dieselbe Weise vor sich gehen, wie wir es bei *A. vulgaris* kennen gelernt haben. Der Unterschied würde nur in einer Verlangsamung dieses Prozesses bestehen: anstatt, daß nach der Degeneration der Primärkerne und der Bildung der Sekundärkerne, diese letzteren unmittelbar zu den Kernen der amöboiden Körper werden, würden sie eine ziemlich lange Zeit im Körper des Muttertieres verbleiben und auf diese Weise zum Entstehen von Individuen führen, die eine große Zahl kleiner Kerne besitzen.

Wenn wir nun die in dieser Arbeit dargelegten Beobachtungen mit denen, welche die Literatur enthält, einer Vergleichung unterziehen, so sind wir imstande, uns den Lebenslauf von *Arcella vulgaris* folgendermassen vorzustellen:

1. Die erwachsene Form, welche gewöhnlich 2 Primärkerne und ein gut entwickeltes Chromidium besitzt, vermehren sich von Zeit zu Zeit auf gewöhnliche Weise durch Zweiteilung.
2. Von Zeit zu Zeit zerfällt das Tier in einzelne Knospen, oder in eine ganze Reihe von Knospen, die durch Wachstum und Ausscheidung einer Schale zur Grundform zurückkehren (Agamogonie).
3. Nach einer ganzen Reihe von Teilungen und Agamogonien tritt eine neue Fortpflanzungsperiode ein — die Gamogonie. Die gebildeten Anisogameten copulieren. Die Copula kehrt durch Wachstum und Schalenbildung wieder zur Grundform zurück.

4. Im Herbst tritt die Periode des zweiten geschlechtlichen Prozesses der Chromidiogamie ein; als Resultat des Prozesses tritt wieder die Agamogonie auf.

Auf diese Weise haben wir hier einen ziemlich seltenen Fall des Vorhandenseins zweier Geschlechtsprozesse im Lebenscyclus eines Tieres vor uns.

Zwei Arten geschlechtlicher Prozesse wurden bis jetzt sehr selten beobachtet und ausschließlich bei parasitischen Formen.¹⁾

Weiter können wir auf Grund der in dieser Arbeit ausgesprochenen Gedanken annehmen, daß auch bei manchen anderen *Rhizopoda thalamophora* zwei geschlechtliche Prozesse, wie bei *Arcella vulgaris* [EHRBG.], nachgewiesen werden können. Nämlich es existiert bei *Diffugia urceolata* unzweifelhaft die Chromidiogamie (Conjugation — ZUELZER), und die Copulation der erwachsenen Formen ist auch bekannt (M. ZUELZER); bei *Echinopyxis aculeata* hat SCHAUDINN (37) die Copulation der Individuen der Generation von kleinen Tieren beobachtet; andererseits ist aus der Zeichnung R. HERTWIG's (Taf. XXXIX Fig. 12) und den Präparaten SCHUSTER's der Prozeß der Chromidiogamie bei diesem Tiere erwiesen.

Auf diese Weise haben wir im Lebenscyclus dieser Tiere eine komplizierte Aufeinanderfolge von Generationen.

Dieser Cyclus wird noch dadurch verwickelter, daß manchmal, aus welchen Ursachen ist vollständig unbekannt, die Tiere sich encystieren; auf Grund der Angaben R. HERTWIG's und MARTINI's (29) geht in den Cysten von *Arcella* wiederum eine Degeneration der Primärkerne und möglicherweise eine Bildung der Sekundärkerne vor sich.

Alle diesbezüglichen, bisher bei *Arcella vulgaris* beobachteten

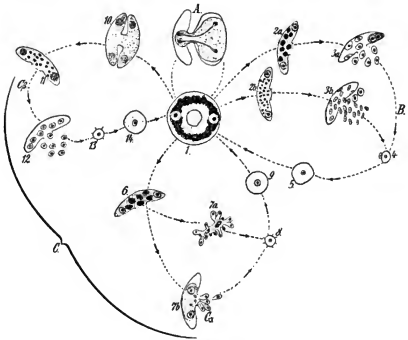
¹⁾ So ist diese Tatsache für *Bodo lacertae* (PROWAZEK) und für *Haemoproteus noctuae* (SCHAUDINN) bekannt.

Im ersten Falle (*Bodo lacertae*) haben wir 1. als normale Erscheinung die Autogamie des encystierten Tieres und 2. eine viel seltener vorkommende Copulation ungleich großer Individuen mit nachfolgender Encystierung und mit dem Zerfall der Copula in 2—16 Flagellaten vor uns.

Im zweiten Falle (*Haemoproteus noctuae*) erscheint als normaler Prozeß die Copulation der Anisogameten, der zweite geschlechtliche Prozeß tritt uns in Form einer Autogamie im weiblichen Individuum, das sich nachher entweder in ein indifferentes oder ein männliches Individuum umwandelt, entgegen.

Es ist wahr, wir haben es in diesen beiden Fällen mit Autogamie zu tun, doch hat dieser Prozeß, seit den Untersuchungen R. HERTWIG's an *Actinosphaerium* und jenen von F. SCHAUDINN an *Entamoeba coli*, unter den geschlechtlichen Prozessen alle Bürgerrechte erworben.

Tatsachen habe ich in dem folgenden Schema übersichtlich darzustellen versucht.



Textfig. E.

A. Das erwachsene Tier (1) vermehrt sich durch Zweiteilung. — B. Die geschlechtliche Fortpflanzung beginnt mit der Bildung in verschiedenen Individuen verschieden großer Sekundärkerne (2a, 2b), worauf die Bildung von Macro- und Microgameten erfolgt (3a, 3b); diese copulieren (4); die Copula wächst an, scheidet eine Schale aus (5); der Kern teilt sich und wir haben das erwachsene Individuum (1) vor uns. — C. Die Agamogonie kann zwei Wege einschlagen: — Ca. Im Sommer entstehen im Chromidinium Sekundärkerne (6) und es folgt darauf entweder der Antritt des ganzen Plasmakörpers (7a) oder einzelner junger Amöben (7b) aus der Schale. Der eine wie der andere Vorgang führen zur Entstehung *Nuclearia*-ähnlicher Individuen (8), die durch spätere Schalenausscheidung (9) und Kernteilung zur typischen *Arcella* werden (1). — Cs. Im Herbst geht der Bildung der Agameten die Chromidiogamie (10) voraus, worauf Sekundärkerne entstehen (11). Die *Nuclearia*-ähnlichen Tiere (12) verlassen die Schale und s. w. (13, 14) bis zur *Arcella* (1).

Wenn wir jetzt zur Rolle, welche die Primärkerne und das Chromidinium im Leben von *Arcella* spielen, übergehen, sehen wir, daß bei der Zweiteilung die Kerne eine Caryokinese durchmachen.

das Chromidium verteilt sich gleichmäßig im Plasma und wird dadurch jedem der neu entstehenden Individuen in gleicher Quantität zugeteilt.

Am Prozeß der Aneignung und Verdauung der Nährstoffe nimmt das Chromidium lebhaften Anteil (R. HERTWIG [25] und ELPATIEWSKY [13]). Weiter kann das Chromatin des Chromidiums auch in Reservestoffe umgewandelt werden (auch ELPATIEWSKY [13]; ZUELZER [42] bei *Diffugia*). Auf diese Weise erscheinen die trophischen Funktionen des Chromidiums als festgelegt.

Andererseits entstehen auch die Kerne der Anisogameten aus dem Chromidium. Das spricht, nach der Meinung der Anhänger der SCHAUDINN-GOLDSCHMIDT'schen Lehre von der Doppelnatur des Chromatins, für eine propagatorische Bedeutung des Chromidiums.

Ich halte es für notwendig, darauf aufmerksam zu machen, daß bei der Erzeugung der Gameten für die Bildung von Sekundärkernen das ganze Chromidium aufgebrancht wird. Das würde für die Abwesenheit vom trophischen Chromatin im Chromidien sprechen.

Ans den Chromidien entstehen auch die Sekundärkerne der Agameten, was wiederum ein Zeichen ist, daß die beiden in Frage stehenden chromatischen Substanzen im Chromidium gleichzeitig enthalten sind.

Bei der Chromidiogamie, die, meiner Meinung nach, der Conjugation der Infusorien gleichgestellt werden kann, beschränkt sich die Rolle der Primärkerne auf dieselben Funktionen, welche dem Macronucleus zukommen, das Chromidium tritt aber in Funktion, analog dem Micronucleus. Wiederum eine Erscheinung, die scheinbar zugunsten der SCHAUDINN-GOLDSCHMIDT'schen Anschauung spricht.

Wie wäre sodann solch ein Chromidium zu klassifizieren?

R. GOLDSCHMIDT (17) schlägt vor, die folgenden 3 Chromidiumarten zu unterscheiden:

„Chromidien im weiteren Sinne, ganz allgemein, wenn uns ihr Schicksal unbekannt ist.

Chromidien im engeren Sinne, wenn die betreffenden Substanzen für irgendwelche normale oder pathologische, formative oder funktionelle Leistungen verbraucht werden.

Sporetien, wenn die betreffenden Substanzen dazu dienen, zur Bildung von Gametenkernen verbraucht zu werden.“¹⁾

Es ist ersichtlich, daß die Chromidien in der Form, in welcher wir sie bei *Arcella*, *Diffugia* und *Echinopyxis* antreffen, gleichzeitig

¹⁾ l. c. S. 130.

nnter die beiden letzteren Definitionen passen. Sie erscheinen gleichzeitig als „Chromidien im engeren Sinne“, indem sie bestimmte, die Verdauung betreffende Funktionen in der Zelle ausüben und als „Sporetien“, indem sie Chromatin für die Geschlechtskerne liefern. Auf diese Weise ist es ersichtlich, daß für die angeführten Thalamophoren eine Einteilung des Chromatins in Idio- und Trophochromatin nicht durchgeführt werden kann.

Zum Schluß möchte ich einige Betrachtungen über die Natur des Chromidiums und die Bedeutung der Chromidiogamie anknüpfen.

Wir müssen anerkennen, daß die Kernsubstanz der Zelle in ihrer primitivsten Form als Chromidium (Chromidialnetz) in Erscheinung tritt.

Unter den tierischen Lebewesen sind uns wirkliche Moneren bis jetzt noch unbekannt. Doch weist die Welt der pflanzlichen Organismen solche Körper auf — das sind die Bakterien. Der innere Bau der Bakterien, wie es BÜTSCHLI und nach ihm andere Untersucher gezeigt haben, erscheint uns in Form eines mehr oder minder regelmäßig vacuolisierten Plasmas, das in zwei scharfgesonderte Lagen, Ecto- und Entoplasma zerfällt. Das Entoplasma besteht aus kleineren und weniger regelmäßig angeordneten Waben, die in ihren Knotenpunkten kleine Chromatinkörnchen enthalten. Während des vegetativen Lebens der Bakterien werden in ihnen keine geformten Chromatinanhäufungen beobachtet. Somit sehen wir bei diesen niedersten pflanzlichen Lebewesen das ganze Chromatin in Form eines Chromidialnetzes in der Zelle verteilt, worauf seinerseits schon R. HERTWIG und SCHAUDINN¹⁾ hingewiesen haben.

SCHAUDINN hat an *Bacterium bütschlii* den Geschlechtsprozeß studiert. Es hat sich dabei erwiesen, daß der ganze Vorgang in einer Autogamie der Chromidien (Chromidiogamie!) besteht.

Bei tierischen Organismen finden wir schon auf den tiefsten Stufen eine Herausbildung eines oder mehrerer Kerne aus dem Chromidialnetz. Die Untersuchungen von Rhizopoda Thalamophora zeigen uns das Chromidium in gleichzeitiger Existenz mit den Kernen während des ganzen vegetativen Lebens des Tieres.

Während die Chromidien dieser Tiergruppe sowohl die Funktionen der Ernährung als auch der Fortpflanzung ausüben, indem sie

¹⁾ SCHAUDINN, F.: Beiträge zur Kenntnis der Bakterien und verwandter Organismen. Arch. f. Protistenk. Bd. 1 1902.

durch die Bildung der Sekundärkerne der Agameten und Gameten hierbei die Hauptrolle spielen, nehmen die Primärkerne scheinbar nur an der Zweiteilung des Tieres teil. Bei dem Vermehrungsprozeß aber spielen sie nicht nur keine Rolle, sondern degenerieren in den meisten Fällen oder werden aus der Zelle, als bei dem Prozeß unnötige Elemente, eliminiert.

Gleichzeitig finden wir bei diesen Organismen zwei Formen des geschlechtlichen Prozesses: einerseits die Chromidiogamie, mit Primärkerndegeneration; andererseits die Copulation der Gameten mit Caryogamie der Sekundärkerne, die aus den Chromidien hervorgegangen sind. Die Primärkerne degenerieren auch in diesem zweiten Falle, oder aber sie werden eliminiert.

Die weitere Differenzierungsstufe im Chromidiumkernapparat finden wir in solchen Formen, wie *Polystomella*. Bei ihnen degenerieren lange noch vor der Bildung der Gameten die Kerne und es werden Chromidien gebildet, aus welchen die generativen Kerne entstehen.

Eine weitere Stufe im Sinne der Entwicklung der Kernfunktionen finden wir in Formen, wie z. B. von R. GOLDSCHMIDT als *Mastigella vitrea* und *Mastigina setosa* beschrieben. Hier werden während des ganzen vegetativen Lebenslaufes nur die Kerne beobachtet und es fehlen jegliche Spuren eines Chromidiums. Doch treten zur Zeit der geschlechtlichen Fortpflanzung die Chromatinmassen aus den Kernen ins Plasma aus d. h. nehmen den Charakter des Chromidiums — „eines Sporetinns“ — an. Aus diesem entstehen die Sekundärkerne der Anisogameten.

Hierher kann man auch *Entamoeba coli* rechnen, bei welcher, nach SCHAUDINN eine Autogamie mit Caryogamie der aus dem Chromidium entstandenen Sekundärkerne auftritt; die Primärkerne degenerieren hierbei.

In allen genannten Fällen nehmen an den Geschlechtsprozessen nur die Chromidien oder ihre Derivate — die Sekundärkerne teil.

Endlich kennen wir Formen, bei denen die Geschlechtskerne auf dem Wege einer Reihe mitotischer Teilungen des Mutterkernes entstehen. Als solche führe ich *Trichosphaerium sieboldi* und *Coccidium schubergi* (SCHAUDINN) an.

Somit haben wir die Möglichkeit, in der allmählichen Differenzierung des Chromidiumkernapparates sowie in Zusammenhang damit in der Komplizierung des Geschlechtsprozesses die folgenden Stadien zu unterscheiden.

(Thromidien immer vorhanden.	Primärkerne fehlen.	Sekundärkerne nur bei Sporenbildung.	(Thromidiogamie (Autogamie).	Bakterien.
(Thromidien immer vorhanden.	Primärkerne degenerieren.	Sekundärkerne entstehen aus (Thromidien.	(Thromidiogamie.	Gewisse Monothalamien (<i>Acrotia</i> , <i>Diffugia</i> , <i>Echinopyxis</i>).
(Thromidien immer vorhanden.	Primärkerne degenerieren	Sekundärkerne entstehen aus (Thromidien.	(Opulation der Gameten.	Dieselben Monothalamien.
Chromidien werden lange Zeit vor dem Geschlechtsprozeß gebildet.	Primärkerne degenerieren.	Sekundärkerne entstehen aus Chromidien.	(Opulation der Gameten.	<i>Polysiphonia crisp.</i>
(Chromidien werden nur zur Zeit des Geschlechtsprozesses gebildet.	Primärkerne degenerieren.	Sekundärkerne entstehen aus (Thromidien.	(Opulation der Gameten.	<i>Maatigella nitrea</i> , <i>Maatigella setosa</i> .
(Chromidien fehlen.	Primärkerne teilen sich.	Sekundärkerne entstehen durch Teilung des primären Kernes.	(Opulation der Gameten.	<i>Trichosphaerium sieboldii</i> , <i>Coccardium schubertzi</i> .

Aus allen angestellten Betrachtungen glaube ich die folgenden Schlüsse ziehen zu dürfen:

Das Chromidium erscheint als die primitivste Form, in der die chromatische Substanz im Plasma auftritt. Auf dieser Stufe ist der Geschlechtsprozeß durch die Chromidiogamie vertreten.

Hand in Hand mit der Differenzierung der Kerne aus den Chromidien geht auch die Komplizierung des geschlechtlichen Prozesses vor sich, die in der Copulation seinen Ausdruck findet. Gleichzeitig verlieren die Chromidien ihre Bedeutung, indem sie anfangs nur zeitweise in der Zelle fehlen und später, in der aufsteigenden Tierreihe vollständig verschwinden.

An dieser Stelle möchte ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Hofrat Professor Dr. RICHARD HERTWIG für seine liebenswürdige Anleitung meinen tiefempfundenen Dank ausdrücken.

München, Dezember 1907.

Literaturverzeichnis.

- 1) AWERINZEW, S.: Über die Teilung bei *Amoeba proteus*. Zool. Anz. Bd. 27. 1904.
- 2) —: Die Süßwasserrhizopoden. Trav. d. l. Soc. Imper. natur. St. Petersburg Bd. 34. 1906.
- 3) —: Die Struktur und die chemische Zusammensetzung der Gehäuse bei den Süßwasserrhizopoden. Arch. f. Protistenk. Bd. 8. 1906.
- 4) BLANC, H.: Les Diffugies de la Faune profonde du lac Léman. Recueil. inaug. d. l'Université Lansanne. 1892.
- 5) BLOCHMANN, F.: Zur Kenntnis der Fortpflanzung von *Englypha alveolata*. Morphol. Jahrb. Bd. 13. 1887.
- 6) BUCK, H.: Einige Rhizopodenstudien. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 30. 1877.
- 7) BÜTSCHLI, O. (BRONN): Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Protozoen. 2. Aufl. 1880—1882.
- 8) —: Zur Kenntnis der Fortpflanzung bei *Arcella vulgaris* EHREG. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 11. 1875.
- 9) CATTANEO, G.: Intorno all'ontogenesi dell'*Arcella vulgaris*. Atti del. Societ. Ital. del. scienze naturali. Bd. 21. 1878.
- 10) CLAPARÈDE et LACHMANN: Etudes sur le infusoires et les rhizopodes. (Extrait des mémoires de l'institut Genevois. T. V, VI.) Bd. 1. 1858—1859.
- 11) DANGEARD: Contribution à l'étude des Diplosoaires. C. R. d. Soc. d. l'Acad. d. Sciences Paris. Bd. 135. 1903.

- 12) DOFLEIN, F.: Fortpflanzungserscheinungen bei Amöben und verwandten Organismen. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morph. u. Physiol. München. 1907.
- 13) ELPATIEWSKY, W.: Zur Fortpflanzung von *Arcella vulgaris* EHRSO. Arch. f. Protistenk. Bd. 10. 1908.
- 14) ENGELMANN, TH.: Über Gasentwicklung im Protoplasma lebender Protozoen. Zool. Anz. Bd. 1. 1878.
- 15) ENTZ, G.: Zur Gasentwicklung im Protoplasma lebender Protozoen. Zool. Anz. Bd. 1. 1878.
- 16) GOLDSCHMIDT, R.: Die Chromidien der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 5. 1905.
- 17) —: Lebensgeschichte der Mastigamöben. Arch. f. Protistenk. Suppl. I. 1907.
- 18) GOLDSCHMIDT, R. u. POPOFF, M.: Die Caryokinese der Protozoen und der Chromidialapparat der Protozoen- und Metazoenzelle. Arch. f. Protistenk. Bd. 8. 1907.
- 19) GREEF, R.: Über Radiolarien und radiolarienartige Rhizopoden des süßen Wassers. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 11. 1875.
- 20) GRUBER, A.: Eine Mitteilung über Kernvermehrung und Schwärmerbildung bei Süßwasserrhizopoden. Ber. d. naturf. Ges. zu Freiburg Bd. 6. 1892.
- 21) HERTWIG, R.: Studien über Rhizopoden. Jen. Zeitschr. Bd. 11. 1878.
- 22) —: Über Kernteilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von Actinosphaerium eichhorni. Abh. bayr. Akad. d. Wiss. Bd. 19. 1898.
- 23) —: Über Encystierung und Kernvermehrung bei *Arcella vulgaris*. Festschr. zum 70. Geburtstag von C. v. KUPFFER. Jena. 1899.
- 24) —: Die Protozoen und die Zelltheorie. Arch. f. Protistenk. Bd. 1. 1902.
- 25) —: Über den Chromidialapparat und den Dualismus der Kernsubstanzen. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morph. u. Physiol. München. 1907.
- 26) HERTWIG u. LESSER: Über Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 10 (Suppl.). 1874.
- 27) JAWOROWSKY, A.: Przyczynek do znajomości Rozmnożenia Roznozek słodkowodnych. Kosmos Bd. 5. 1901 (nach ZUELLER).
- 28) LEIDY, J.: Freshwater Rhizopodes of North America. Report of the United States Geological Survey Bd. 12. 1879.
- 29) MARTINI, E.: Beobachtungen an *Arcella vulgaris*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 79. 1905.
- 30) MESNIL, F.: Chromidies et questions connexes. Bull. de l'Inst. Pasteur Bd. 3. 1905.
- 31) PÉNARD, EV.: Etudes sur les Rhizopodes d'eau douce. Mém. d. l. Soc. d. Physique e. d'Histoire natur. d. Genève Bd. 31. 1890.
- 32) PRANDTL, H.: Der Entwicklungskreis von *Allogromia* sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 9. 1907.
- 33) RHUMBLER, L.: Beiträge zur Kenntnis der Rhizopoden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 61. 1896.
- 34) SCHAUDINN, F.: Untersuchungen an Foraminiferen. I. Calcituba polymorpha ROB. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 59. 1895.
- 35) —: Über die Teilung von *Amoeba binucleata* GRUBER. Sitz.-Ber. d. Ges. naturf. Freunde Berlin Nr. 6. 1895.
- 36) —: Über Plastogamie bei Foraminifera. Ibid.
- 37) —: Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamte. Bd. 19. 1903.
- 38) SCHEWIAKOFF: Über die karyokinetische Kernteilung der *Euglypba alveolata*. Morph. Jahrb. Bd. 13. 1888.

- 39) SCHULZE, F. E.: Rhizopodenstudien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 11. 1875.
 40) VAHLKAMPF, E.: Beiträge zur Biologie und Entwicklungsgeschichte von *Amoeba limax*. Arch. f. Protistenk. Bd. 5. 1905.
 41) WINTER, F.: Zur Kenntnis der Thalamophoren. Arch. f. Protistenk. Bd. 10 Heft 1. 1907.
 42) ZUELLER, M.: Beiträge zur Kenntnis von *Diffugia urceolata* CARTER. Arch. f. Protistenk. Bd. 4. 1904.

Tafelerklärung.

Die Abbildungen sind mit ABBE'schen Zeichenapparat bei normaler Tubuslänge auf der Höhe des Mikroskopisches gezeichnet.

Tafel XIV.

- Fig. 1—4. Austritt amöboider Körper aus der *Arcella*-Schale; einer der ausgetretenen Körper teilt sich sofort in zwei. $\times 440$.
 Fig. 5. Pseudoplasmodium, das in Knospen zerfällt. $\times 990$.
 Fig. 6. *Nuclearia*-ähnliches Stadium. $\times 990$.
 Fig. 7. Dasselbe Tier in Profilsicht. $\times 990$.
 Fig. 8. Eine *Nuclearia*-ähnliche junge *Arcella*, die eine schleimige Hülle ausgeschieden hat. $\times 990$.
 Fig. 9. Junge einkernige *Arcella* mit unstrukturierter Schale — *Pseudochlamis*-Stadium. $\times 990$.

Tafel XV.

- Fig. 10—15. Caryokinese des Primärkernes. $\times 2250$.
 Fig. 16. Bildung der Sekundärkerne. $\times 750$.
 Fig. 17. Derselbe Vorgang. Zwei Knospen sind schon vollständig ausgebildet. $\times 750$.
 Fig. 18. Derselbe Vorgang. $\times 750$.
 Fig. 19 a. Eine Knospe mit dem sich differenzierenden Kern. $\times 750$.
 Fig. 19 b. Der Kern derselben Knospe. $\times 2250$.
 Fig. 20. Austritt des ganzen Schaleninhaltes, der eine Anzahl auf verschiedenen Stadien der Entwicklung befindliche Sekundärkerne enthält. $\times 750$.
 Fig. 21. Austritt eines Teiles des Plasmas aus der Schale; es enthält eine Menge Chromidiumbrocken und einen großen Sekundärkern. $\times 750$.
 Fig. 22. Austritt eines Teiles des Plasmas, das einen großen Sekundärkern und eine Anzahl kleiner, die auf den verschiedenen Entwicklungsstadien sich befinden, enthält. $\times 750$.
 Fig. 23. Pseudoplasmodium, das in verschieden große Knospen zerfällt. $\times 750$.
 Fig. 24. Dasselbe. Der Prozeß ist weiter fortgeschritten. $\times 750$.
 Fig. 25. Dasselbe. Im Mutterplasmarest Chromidium- und Primärkernreste. $\times 1000$.
 Fig. 26. Caryokinese eines Sekundärkernes. $\times 2250$.
 Fig. 27—30. Knospen mit verschiedener Zahl von Kernen und Chromidiumbrocken. $\times 750$.

Tafel XVI.

Fig. 31. Eukernige Kuospe mit Chromidiumbrocken. Ein großer Brocken wird aus dem Plasma eliminiert. $\times 750$.

Fig. 32. Kuospen mit verschiedener Kernzahl: *a* mit 4, *b* mit 3, *c* mit 2 und *d* mit 1. $\times 750$.

Fig. 33—39. Chromidiogamie. $\times 750$.

Fig. 40. Ein Individuum nach der Chromidiogamie. $\times 750$.

Fig. 41. *Nuclearia*-ähnliches Stadium mit einem Kern. Im Plasma ein Chromidiumrest und Reservematerialkörnchen. $\times 750$.

Fig. 32. Junge *Arcella*—*Pseudochlamis*-Stadium. *va* Nahrungsvacuole. $\times 750$.

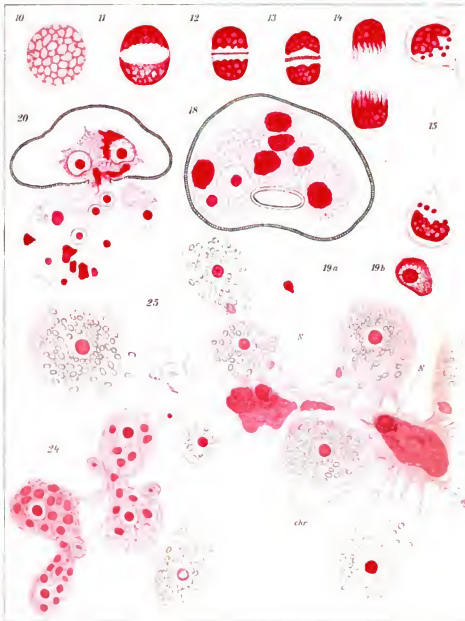
Fig. 43. Ventralansicht der strukturlosen Schale. $\times 750$.

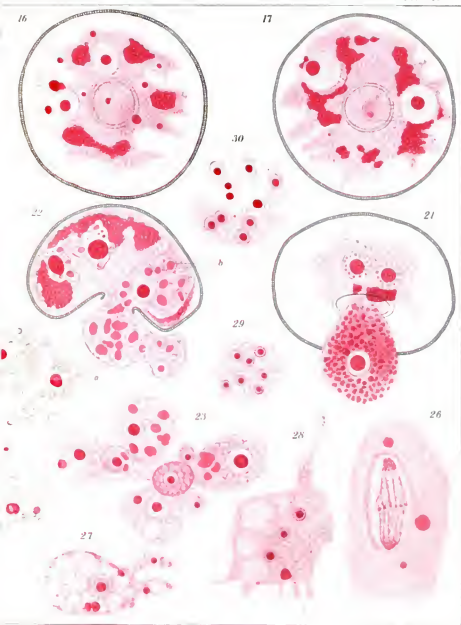
Fig. 44. Dieselbe in Profilansicht. $\times 750$.

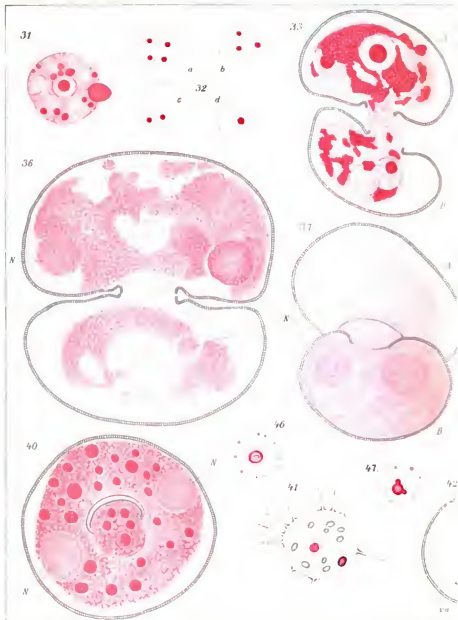
Fig. 45. Junge zweikernige *Arcella* mit schwach entwickeltem Chromidium. $\times 750$.

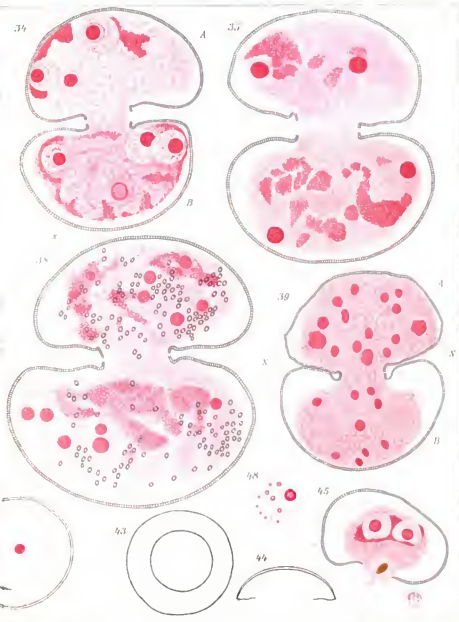
Fig. 46—48. Primärkerndegeneration. $\times 750$.











ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [12 1908](#)

Autor(en)/Author(s): Swarczewsky Boris

Artikel/Article: [Über die Fortpflanzungserscheinungen bei Arcella](#)

vulgaris Ehrbg. 173-212