

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Die Fortpflanzung der Opalinen.

Von

Dr. Eugen Neresheimer,

Privatdozent an der kgl. technischen Hochschule
und Assistent an der kgl. biol. Versuchsstation für Fischerei in München.

(Hierzu Tafel I—III und 2 Textfiguren.)

Nachdem ich in meiner vorläufigen Mitteilung¹⁾ mich weitläufiger über die Sonderstellung ausgesprochen habe, die die Opalinen bisher unter den Ciliaten eingenommen haben, auch ohne daß man ihre vollständige Entwicklungsgeschichte kannte, habe ich zunächst auf die Morphologie dieser Tiere einzugehen. Auch hier kann ich mich kurz fassen, da bereits mehrere Untersuchungen über diesen Punkt vorliegen. Im ganzen kann ich mich der ausgezeichneten Darstellung H. N. MAIER's (1902) ganz anschließen. Nur in einem Punkte möchte ich seine Angaben ergänzen. S. 81 leugnet MAIER die Richtigkeit der von TÖNNIGES (1898) gegebenen Textfigur, auf der die Corticalschicht des Ektoplasmas als sehr grobvakuolär im Gegensatz zu dem feinwabigen Entoplasma dargestellt ist. MAIER fand auch „das Corticalplasma stets ebenso feinwabig gebaut, wie das Endoplasma, und von diesem lediglich durch den Mangel an Inhaltskörpern unterschieden.“ Ich fand im Gegensatz hierzu in vielen Präparaten Opalinen, die genau dem von TÖNNIGES gegebenen Schema entsprachen; allerdings nur in gewissen mit der Fortpflanzung zusammenhängenden Stadien, die MAIER wohl nicht vorlegen haben. Ich werde darauf noch zurückkommen. In neuerer

¹⁾ „Der Zeugungskreis von Opalina.“ Sitzungsber. d. Gesellsch. f. Morphol. u. Physiol. in München 1906.

Zeit sind von zwei Seiten Angaben über die feinere Struktur des Opalinaplasmas gemacht worden, die ich aber beide als durchaus haltlos zurückweisen muß. KUNSTLER und GINESTE (1902) beschreiben für *O. dimidiata* [STEIN] drei Schichten von Protoplasma, die aus in eine Grundsubstanz eingelagerten Alveolen („vésicules, formations vésiculaires“) bestehen, die in der Außenschicht am größten, in der innersten („axialen“) Schicht am feinsten sein sollen. In jeder dieser Alveolen wollen die genannten Autoren ein centrales Korn festgestellt haben, das durch radiär verlaufende Fäden mit der Wand der Wabe verbunden ist. Auf den beigegebenen Photographen, die diese Verhältnisse deutlich zeigen sollen, ist aber gar nichts zu sehen. Ebenfalls sehr merkwürdige Angaben macht K. C. SCHNEIDER (1905). Er will bei *O. ranarum* mit Eisenhämatoxylin schwärzbare Fäden nachgewiesen haben, die als Fortsätze der Cilien in das Entoplasma eindringen, sich hier zu mehreren vereinigen und als Stützfibrillen die ganze Zelle durchsetzen. An ihnen sollen die Kerne und die „scheibenförmigen Körperchen“ ZELLER's befestigt sein. (!) Wie gesagt, konnte ich mich von der Richtigkeit dieser Angaben in keinem Falle überzeugen und halte an der Darstellung MAIER's fest.

Auf die von ZELLER (1877) entdeckten und von TOENNIGES (1898) näher beschriebenen Plasmaeinschlüsse werde ich noch später eingehen haben.

Historisches über die Fortpflanzung der Opalinen.

Die ersten¹⁾ der spärlichen Angaben über die Fortpflanzung der in Rede stehenden Parasiten verdanken wir ENGELMANN (1876). ENGELMANN war zuerst auf die Idee gekommen, daß die Infektion erwachsener Frösche mit Opalina unwahrscheinlich sei, und untersuchte deshalb den Darminhalt der Kanlquappen. Bei diesen fand er runde, einkernige Cysten, sowie frisch ausgeschlüpfte, noch einkernige Tiere; ferner bemerkte er die Teilung dieses Kernes und verfolgte

¹⁾ Nachträglich fand ich noch als die wirklich erste Angabe die treffliche Beobachtung KÖLLIKER's (1864), die bisher nirgends erwähnt ist. Es heißt da (p. 24): „Zum Schluß endlich erwähne ich noch die Opalinen, die manche zu den Infusorien zählen. *O. ranarum*, die ich genau untersucht habe, enthält in ihrem Parenchyme viele durch Essigsäure leicht sichtbar zu machende echte Zellkerne, dagegen keine kontraktile Räume und sonst nichts, was auf ein Infusorium hindeutete. Ferner entwickelt sich dieselbe aus kleinen, in einer Hülle eingeschlossenen, ebenfalls schon mit mehrfachen Kernen versehenen Körpern, die Eiern ähnlich sehen.“

das Wachstum und Vielkernigwerden der jungen Tiere. Diese durchaus richtigen Beobachtungen machte er an *O. dimidiata* aus *Rana esculenta* (von ihm irrtümlich für *O. ranarum* gehalten). Jedoch konnte er über die Herkunft der Cysten nichts ermitteln. An diese Entdeckung knüpfte ZELLER (1877) an, in dessen hervorragender Abhandlung fast alle Tatsachen mitgeteilt sind, die nach dem damaligen Stande der Technik (ohne Färbung) überhaupt ermittelt werden konnten. Er verfolgte die sukzessive Längs- und Querteilung, durch die sich die großen Tiere zu Beginn des Frühjahr rasch vermehren, bis sie schließlich in sehr viele kleine, 2 bis 12 kernige Individuen zerfallen sind, die sich nun, noch im Mastdarm des alten Frosches, encystieren. Diese Cysten werden von den zur Copulation ins Wasser gegangenen Fröschen mit den Fäkalien entleert und von den Froschlarven wieder aufgenommen. Im Mastdarm dieser infizierten Kaulquappen fand ZELLER, wie er meinte, die Cysten wieder, jedoch, übereinstimmend mit der früheren Angabe ENGELMANN's, nunmehr einkernig. Im folgenden konnte er das Ausschlüpfen und Wachsen der Tierchen ganz in Übereinstimmung mit ENGELMANN's Befunden verfolgen. (Für *O. obtrigona* [STEIN], *O. dimidiata* [STEIN], *O. intestinalis* [STEIN] (*similis* ZELLER) und *O. caudata* [ZELLER] stellte dieser Forscher einen im wesentlichen gleichen Entwicklungsgang fest, wie den eben für *O. ranarum* beschriebenen; nur daß bei den letztgenannten beiden Arten die Cysten schon von Anfang an, oder wie wir nun richtiger sagen müssen, schon die Infektionscysten, einkernig sind.) Es war ZELLER aufgefallen, daß die in Mehrzahl vorhandenen Kerne der vor der Encystierung stehenden oder schon encystierten Tiere bedeutend kleiner waren als die Kerne großer Opalinen sowie der später vorhandene einzige Kern der in der Kaulquappe gefundenen Cyste. Wie aber der Zustand der Einkernigkeit aus der ursprünglichen Vielkernigkeit hervorgehen sollte, konnte er nicht entscheiden; doch hielt er Auflösung der ursprünglichen Kerne und Neubildung aus dem vereinigten Material für wahrscheinlicher als direkte Verschmelzung.

Diese Lücke schien später (1899) TÖNNIGES auszufüllen mit der lakonischen Bemerkung, daß die Kerne „unter sehr bemerkenswerten Erscheinungen“ verschmelzen. Zugleich gab er ebenso kurz an, daß die einkernigen Individuen nach dem Verlassen der Cystenhülle im Kaulquappendarm konjugieren und sich darauf lebhaft vermehren. Wir werden später sehen, daß diese Vorgänge alle wirklich stattfinden, jedoch von TÖNNIGES zu einer unrichtigen Reihenfolge verknüpft wurden.

Auf die Vorgänge am Opalinenkern zur Zeit der Cystenbildung bezieht sich ferner noch eine kurze Mitteilung von LÖWENTHAL (1904). Nach LÖWENTHAL nimmt der Chromatingehalt der gewöhnlich schwach färbbaren Kerne zur Zeit der Cystenbildung stark zu. Das Chromatin sammelt sich zunächst als eine mondsichelförmige Verdickung an der Peripherie des Kernes an, tritt aber dann in das Zentrum über, vermehrt sich weiter und bildet eine dichte zentrale Masse. Diese Kernform findet sich vielfach in den Cysten. Nun soll der zentrale Chromatinhauften einen dichten kugeligen, besonders mit Eisenhämatoxylin stark färbbaren Körper ausstoßen, der sich dem Kernrand anlegt und abplattet, wobei er über die Kernperipherie hervorragt, so daß es sich nicht entscheiden ließ, ob er noch im Inneren des Kernes oder außen an der Peripherie liegt. Hier teilt er sich in zwei, seltener drei derartige Gebilde. Unterdessen verkrümelt der centrale Chromatinrest und verschwindet schließlich ganz. LÖWENTHAL vergleicht nun diesen aus dem Kern stammenden Körper dem Micronucleus der Ciliaten, „der bei dem in der Folgezeit vorauszusetzenden Geschlechtsakt in Funktion zu treten hätte.“

In derselben Mitteilung erwähnt LÖWENTHAL auch noch eine gelegentlich vorkommende Zweiteilung des Tieres innerhalb der Cyste. Auch DOFLEIN (1901) verzeichnet kurz eine Mitteilung PRZESMICKI's, nach der ebenfalls die encystierten Opalinen sich teilen sollen. Ich selbst konnte derartiges nie bemerken. Vermutlich handelt es sich um eine ausnahmsweise verfrüht eingetretene Teilung, die der normalerweise gleich nach dem Verlassen der Cyste erfolgenden Teilung entsprechen dürfte. Dies ist alles, was meines Wissens bisher über die Fortpflanzungserscheinungen der echten Opalinen bekannt geworden ist. Ich gehe nun zur Darstellung meiner eigenen Untersuchungen über.

Material und Methoden.

Nach den Feststellungen ENGELMANN's und ZELLER's ist es leicht, sich das nötige Material für die einschlägigen Studien zu verschaffen. Man kann, wie allgemein bekannt, die vegetativen Formen der verschiedenen *Opalina*-Arten jederzeit in beliebiger Menge aus unseren einheimischen Batrachiern erhalten. Betreffs der Wirte der einzelnen Arten verweise ich auf die mehrfach citierte Arbeit

ZELLER's und auf die Tabelle, die BEZZENBERGER (1904) seiner Abhandlung beigegeben hat.

(In dieser Tabelle ist versehentlich als Wirt für *O. ranarum* *Rana esculenta* anstatt *R. temporaria* angegeben. Ich erwähne hier, daß in *R. esculenta* außer *O. dimidiata* noch eine weitere Art verbreitet ist, die ich *O. zelleri* zu nennen vorschlage. ZELLER hat diese Art bereits (l. c. p. 368) beschrieben und in Fig. 38 abgebildet, auch die Meinung ausgesprochen, daß es sich hier wahrscheinlich um eine neue Art handelt. Sie ist von *O. dimidiata* leicht zu unterscheiden, da sie viel plumper gebaut ist; ihre Breite beträgt $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ der Länge. Von *O. ranarum* unterscheidet sie sich dadurch, daß sie nicht, wie diese, abgeplattet, sondern mehr tonnenförmig ist. Die von ZELLER beschriebene und abgebildete in Falten gelegte Einziehung des Hinterendes ist kein konstantes Merkmal.)

In dieser Mitteilung möchte ich nur von *O. ranarum* und *O. dimidiata* sprechen, wobei gleich hinzugefügt sei, daß alles Gesagte im Prinzip ebenso für *O. obtrigona* und *O. Zelleri* zu gelten scheint, die ich aber nur gelegentlich zum Vergleich heranzog.

Herr Professor Dr. R. HERTWIG, mein hochverehrter Lehrer, hatte die Güte, mir aus seinem Material von Gras- und Wasserfröschen verschiedene Exemplare lebend, und von allen, die er im Verlaufe seiner Untersuchungen abtötete, die Enddärme zu überlassen. Ebenso erhielt ich von ihm eine Anzahl von Larven resp. Eiern zur Aufzucht. Ich möchte nicht versäumen, ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank für sein freundliches Entgegenkommen auszusprechen, ebenso seinem damaligen Privatassistenten, Herrn Dr. HANS PRANDTL, sowie Herrn Kollegen CHAMBERS, der mir gleichfalls eine Anzahl Frösche überließ. Herrn Dr. DOFLEIN habe ich herzlich zu danken für freundliche Überlassung einer Anzahl von ihm gehörigen *Opalina*-Präparaten, die mir besonders zum Studium der Kernteilungen gute Dienste leisteten.

Da ich mir außer dem oben Erwähnten selbst viel Material verschaffte, verfügte ich, — besonders für die im erwachsenen Frosch vorkommenden Stadien — über außerordentlich große Mengen. *O. ranarum* und *O. dimidiata* sind in ihren vegetativen sowie in ihren Fortpflanzungsstadien meist in ungeheurer Anzahl im Mastdarm ihrer respektiven Wirte zu finden;¹⁾ man braucht nur das Rectum aufzuschneiden und den gesamten Inhalt auf einen Objektträger auszudrücken. Häufig findet man dann die Hauptmasse der Opalinen als einen großen weißlichen oder grünlichen Klumpen an einer Stelle

¹⁾ Der Meinung TÖNNIGES', die Teilungsfähigkeit von *O. ranarum* sei weit größer als die von *O. dimidiata*, kann ich nicht beipflichten; ich fand oft *O. dimidiata* in mindestens ebenso großer Anzahl in einem Wirt.

angesammelt (*Balantidium* und *Nyctotherus* oftmals in einem gesonderten Klumpen vereinigt) und kann sie nach Zusatz von wenig Wasser leicht mit der Pipette abnehmen. Sind sie mehr gleichmäßig durch die ganze Kotmasse verteilt, so lassen sie sich leicht mit reinem Wasser heranspülen und in ein Uherschälchen sammeln.

Selten fand ich in einem Exemplar wenige Opalinen, in etwa 7 Proz. der untersuchten Frösche gar keine. Dies war immer der Fall, wenn der Mastdarm von anderen Parasiten übermäßig bevölkert war. In vielen Fällen war dies eine ungeheure Menge kleiner Nematoden, wohl junge *Nematoxys*, die offenbar eine tiefergehende Schädigung auf den Wirt ausübten; denn dann war meist die Darmwand schon äußerlich stark rot durchscheinend und das Lumen mit roten Blutkörperchen gefüllt. Hier schienen sich *Nyctotherus ovalis* und *Balantidium entozoon* gewöhnlich sehr wohl zu fühlen, die ja beide mit Vorliebe Erythrocyten fressen. Je stärker die Schädigung war, um so mehr trat *Nyctotherus* zurück und herrschte *Balantidium* vor; in besonders schlimmen Fällen waren nur Balantidien in erstaunlicher Menge zu finden. Der erwähnte Wurm wird vom Frosch mit dem Kote entleert, und zwar als Ei und schon ausgeschlüpft, und ist in beiden Fällen, wie ich öfters erprobte, zur Übertragung der Infektion auf Kaulquappen geeignet. Ich erwähne noch, daß uns eine Anzahl von Fröschen, besonders *R. esculenta*, im Frühjahr 1905 an solchen Darmblutungen zugrunde ging. In einigen Fällen fand ich auch Tiere frei von Opalinen, die keine Würmer (mehr?), sondern nur noch Balantidien in dem stark mit Blutkörperchen gefüllten Rectum beherbergten. Wenn ich auch die Angabe STEIN'S (1867), daß die Balantidien Opalinen fressen, aus mehrfacher eigener Anschauung bestätigen kann, so halte ich es doch für ausgeschlossen, daß die aus irgend einem Grunde besonders zahlreich vertretenen Balantidien die Opalinen auf diese Weise ausgerottet haben könnten. Vielmehr scheint der normale Aufenthaltsort der Opalina der Enddarm des gesunden Frosches zu sein, und mit jeder Schädigung des Wirtes, soweit sie auf den Enddarm von Einfluß ist, auch die Existenzbedingungen des Parasiten schlechter zu werden. Dies geht soweit, daß ich die Behauptung aufstellen möchte, das Fehlen von Opalinen im Enddarm sei ein sicheres Zeichen dafür, daß der Frosch nicht gesund war.¹⁾ In Einklang damit steht die Tatsache, daß in toten Fröschen immer erst die Opalinen, erst viel später *Nyctotherus* und *Balantidium* absterben.

¹⁾ Auch dies kann nur für *R. esculenta* und *R. temporaria* gelten.

Kehren wir nach dieser Abschweifung wieder zu den angewandten Untersuchungsmethoden zurück. Nach vielfachen Versuchen fand ich für die Stadien aus dem erwachsenen Frosch folgende einfache Technik am zweckentsprechendsten: Die im Uhrsälchen gesammelten Tiere wurden in Formol-Pikrin-Essigsäure nach BOUIN fixiert und ca. 6 Stunden in dieser Flüssigkeit belassen, dann gut (1—2 Tage) in 70proz. Alkohol ausgewaschen, hierauf in stark mit Alkohol verdünntem Boraxkarmin einen Tag lang gefärbt, in salzsaurem Alkohol differenziert und schließlich in Nelkenöl übergeführt. Tiere, die einzeln untersucht werden sollten, wurden mit möglichst wenig Flüssigkeit auf einen Objektträger gebracht, mit einem Tropfen Chloroform-Alkohol-Eisessig nach CARNOY zugleich fixiert und angeklebt und dann wie Schnittpräparate weiter behandelt. Auch hierfür zeigte sich Boraxkarmin als vorzügliches Färbemittel, für kleinere Exemplare auch DELAFIELD'sches Hämatoxylin. Paraffinschnitte wurden in großer Zahl hergestellt und mit DELAFIELD'schem Hämatoxylin, Safranin, Eisenalaun-Hämatoxylin u. a. gefärbt, jedoch ließ sich alles Wesentliche schon an Totalpräparaten studieren. Für das Studium der Cysten eigneten sich am besten Ausstriche, die gleichfalls mit BOUIN'scher oder CARNOY'scher Lösung angeklebt und mit Boraxkarmin gefärbt wurden. Für die im Kaulquappendarm befindlichen Stadien weiß ich leider keine befriedigende Methode anzugeben. Wie die Abbildungen zeigen, färben sich hier die Kerne meist schwächer als das Plasma, und ihre Struktur ist stets schlecht zu erkennen, so daß mir einige Details nicht klar geworden sind. Mit Ausstrichpräparaten ist nicht viel anzufangen; am besten ist es noch, den ganzen Enddarm zu fixieren und mit Boraxkarmin zu färben, und schließlich in Nelkenöl zu zerzupfen. Das Meiste erkennt man hier am lebenden Objekt,¹⁾ obwohl auch dies seine Nachteile hat. Die kleinen Tierchen fühlen sich offenbar nur im dicken breiartigen Darminhalt wohl und zwar in Mengen durcheinander schwimmend, so daß einzelne Individuen längere Zeit im Auge zu behalten schwer, und oft ganz unmöglich ist. Zusetzen von Flüssigkeit wirkt immer ungünstig; die Prozesse laufen nicht mehr normal ab und die Tiere sterben bald ab, nachdem sie zum Teil vorher agglomeriert haben.²⁾ Zusatz von verdünnter Essigsäure ist in vielen Fällen sehr günstig.

¹⁾ Das frische Präparat muß sofort, um die Verdunstung der spärlichen Flüssigkeit zu verhindern, mit einem Wachstrand umgeben werden.

²⁾ Sehr störend sind die Rotatorien, die oft massenhaft von den Kaulquappen aufgenommen werden, aber ganz ungeschädigt den Darmkanal passieren, jedenfalls

Ähnliches gilt auch für die Stadien aus dem Darm erwachsener Frösche. Freischwimmende Exemplare in verschiedenen Stadien ließen sich öfters mehrere Tage außerhalb des Wirtstieres am Leben erhalten, am besten (einmal sogar 9 Tage lang) in gewöhnlichem Wasser, dem reichlich Froschkot zugesetzt war. Physiologische Kochsalzlösung wirkte rasch schädigend auf die Tiere ein. Aber auch das längere Züchten in Wasser hat wenig Wert. Eine Stunde ungefähr schienen die Tiere sich ganz wohl zu fühlen; angefangene Teilungen wurden zu Ende geführt und neue begonnen. Aber bald stockten diese Vorgänge, die Tiere wurden träge und sanken zu Boden, wo sie mit den Wimpern arbeiteten, ohne sich fortzubewegen. Ich habe oft isolierte Längsteilungsstadien drei oder vier Tage am Leben erhalten, ohne daß der Teilungsprozeß bis zu Ende gedieh. Schließlich sterben die Tiere unter Verquellungserscheinungen ab. Man gewinnt also für die Erkenntnis der Fortpflanzungsvorgänge eigentlich gar nichts durch eine solche Züchtung außerhalb des Wirtes.

Cysten halten sich in reinem Wasser gut zwei bis drei Wochen und bleiben infektiösfähig.

Spezieller Teil.

Die agamogene Generation.

Während des ganzen vegetativen Lebens findet man die Opalinen im Froschrectum immer annähernd gleich aussehend, wie sie ZELLER und TÖNNIGES beschrieben haben. An gefärbten Tieren fällt der geringe Chromatingehalt der Kerne sofort auf (Taf. II Fig. 1). Ein wabiges achromatisches Gerüst der Kerne ist stets gut zu erkennen, dem wenige minimale Chromatinpartikelchen eingelagert sind. Nur bei der Kernteilung erkennt man etwas größere, gut differenzierbare chromatische Gebilde, die fadenförmigen Chromosome. Vor und nach der Kernteilung, die TÖNNIGES (1899)¹⁾ vollständig richtig beschreibt, findet sich eine Art von Spiremstadium, (Taf. II Fig. 3c), das auch BEZZENBERGER für *O. macronucleata* Bezz. abbildet (Fig. 15c). Mit Recht hebt auch TÖNNIGES hervor, daß die

in encystiertem Zustand. Im frischen Präparat leben sie dann wieder auf und treiben durch das lebhaftes Spiel ihrer Räderorgane die kleinen Stadien von Opalina fortwährend durcheinander. Ein Gametenpaar, das sich eben, offenbar zur Kopulation, verbinden wollte, wurde mir auf diese Weise getrennt.

¹⁾ Schon vor ihm PRITZNER (1885), der aber insofern schematisierte, als er eine typische Äquatorialplatte abbildete, die hier so schön ausgebildet nie vorkommt.

Kernmembran während des ganzen Vorganges erhalten bleibt. Im übrigen verzichte ich auf eine genaue Beschreibung dieses Prozesses, von dem ich in Fig. 3a—e einige Stadien wiedergegeben habe, da ich nur die Angaben PFITZNER's und TÖNNIGES' wiederholen könnte. Ebenso wenig wie der letztgenannte Forscher konnte ich die Längsspaltung der Chromosome sehen; ebenso wie er konstatierte ich das Fehlen jeglicher centrosomähnlichen Differenzierung. Die Zahl der Chromosome an jedem Pol ließ sich in vielen Fällen annähernd sicher, in einem Falle¹⁾ ganz sicher auf zwölf bestimmen; ein Umstand, auf den ich noch zurückkommen werde. Nach der Teilung nehmen die Tochterkerne bald wieder das blasse, chromatinarme Aussehen des bläschenförmigen Mutterkernes an. ZELLER spricht mehrfach von Kernkörperchen, deren jeder Kern eines besitzen soll. Sie sollen sich nicht mitteilen, sondern ganz in einen der Tochterkerne übergehen, während der andere Tochterkern einen neuen bildet. TÖNNIGES erwähnt mehrere Nucleolen in einem Kern, die während der Teilung erhalten bleiben, eventuell vorher zu einem einzigen verschmelzen. Gebilde, die ich als Nucleolen ansprechen möchte, habe ich eigentlich nie gesehen, sondern nur hier und da, aber keineswegs konstant, größere unregelmäßig konturierte Chromatinbrocken, die allerdings auch in die Spindel übergehen können. Häufiger fand ich diese Gebilde bei der zweikernigen *O. caudata* aus *Bombinator pachypus*, wo Bilder entstehen können, wie sie BEZZENBERGER in Fig. 16a—e für *O. lanceolata* [BEZZ.] zeichnet.

Auch Opalinen, die aus dem im Winterschlaf liegenden Frosch entnommen wurden, zeigten kein anderes Aussehen, als die Sommer- und Herbstformen. Kern- und Zellteilungen finden (bekanntlich unabhängig voneinander) jederzeit statt; doch sind Zellteilungen nicht gerade sehr häufig zu finden. Ich fand sowohl Längs- wie Querteilungen, und glaube, daß sie auch während der vegetativen Periode in derselben Reihenfolge ablaufen wie die von ZELLER geschilderten Teilungen vor der Cystenbildung. Von diesen unterscheiden sie sich (abgesehen von den später zu besprechenden Kernveränderungen) nur durch ihr seltenes Vorkommen und dadurch, daß die Teilsprößlinge jeweils zu ihrer ursprünglichen Größe wieder heranwachsen. Diese Fortpflanzung ist direkt zu vergleichen der multiplikativen Fortpflanzung (DOFLEIN) Schizogonie (SCHAUDINN (1899) oder Agamogonie (HARTMANN 1903) anderer Protozoen. Sie

¹⁾ Dies gilt für *O. ranarum*, wie überhaupt diese ganze Schilderung. Doch scheint auch *O. dimidiata* 12 Chromosome zu besitzen.

dient ausschließlich zur Vermehrung der Individuenzahl innerhalb des einmal infizierten Wirtstieres. Irgendwelche geschlechtliche Vorgänge kommen im Sommer, Herbst und Winter nicht vor.

Die Chromidienbildung bei *O. ranarum*.

Mit Beginn des Frühjahrs, und damit der Fortpflanzungszeit von *Rana temporaria*, nehmen die Zellteilungen einen anderen Charakter dadurch an, daß sie ohne Unterbrechung aufeinander folgen, so daß der Tochterzelle keine Zeit verbleibt, wieder zur vollen Größe heranzuwachsen, ehe eine neue Teilung eintritt. Diesen Zerfall in kleine Sprößlinge durch rasch wiederholte Teilungen hat ZELLER eingehend beschrieben. Zu gleicher Zeit nimmt auch die Teilungsenergie der Kerne ganz auffallend zu, so daß sich diese Kerne, die wir den Prinzipalkernen SCHAUDINN's vergleichen müssen, bis zu ihrem Verschwinden unaufhörlich in rascher Folge vermehren. Und zwar schien es mir, als ob diese Teilungsenergie, je näher ihr Ende heranrückt, um so mehr zunähme. In kleineren Individuen, die noch keine Geschlechtskerne gebildet haben, ja selbst in solchen, die neben den neuen Geschlechtskernen noch dem Untergang geweihte Prinzipalkerne zeigen (Taf. II Fig. 10), sieht man letztere noch fortwährend in Spirem- und Spindelstadien. Ich glaube, daß ein geringes Wachstum der Tochterzellen nach jeder Teilung mit dieser beständigen Vermehrung der Prinzipalkerne Hand in Hand geht, so daß dadurch noch eine oder zwei Zellteilungen mehr stattfinden können, als wenn dies nicht der Fall wäre. Dafür spricht auch die geradezu riesige Menge von Teilprodukten, die man in einem Frosch findet. Wie schon ZELLER hervorhob, macht ein gewisser Prozentsatz von Opalinen in jedem Frosch den ganzen Prozeß nicht mit oder teilt sich nur einige wenige Male. Diese Individuen bilden sozusagen den eisernen Bestand, der nach Ablauf der ganzen Fortpflanzungserscheinungen und Ausstoßung der Cysten im Froschdarm zurückbleibt und im Sommer und Herbst durch einfache Agamogonie wieder die Infektion auf die frühere Stärke zurückbringt.

Gleich zu Beginn dieser Teilungen, die also als der Anfang der Sporogonie (Gamogonie) aufgefaßt werden müssen, treten auch die von ZELLER natürlich nicht beobachteten Erscheinungen auf, die zur Chromidienbildung führen. Ich gebrauche den Ausdruck Chromidien im weiteren Sinne, da, wie wir sehen werden, hier wie bei mehreren Protozoen eine Mischung von Sporetien und Chromidien (im engeren Sinne) vorliegt.

Der Prozeß beginnt an einem Ende des Tieres, gewöhnlich dem breiteren, und schreitet allmählich gegen den anderen Pol zu vor, ^{so} daß man oft in der Lage ist; an einem und demselben Tiere eine ganze Anzahl verschiedener Stadien zu sehen und über ihre Reihenfolge dadurch größere Sicherheit zu gewinnen (Taf. II Fig. 2). Man sieht zunächst (Taf. II Fig. 4 a—c) im Inneren der Kerne Chromatin in größerer Menge, gleichmäßig fein verteilt, auftreten, so daß schließlich ganz intensiv gefärbte Kerne entstehen (Taf. II Fig. 2, stumpfer Pol). Meist bleibt ein schmaler Rand innerhalb der deutlich sichtbaren Kernmembran schwach färbbar (Taf. II Fig. 4 a, c, d). Woher die nun auftretenden größeren Chromatinmengen eigentlich stammen, ist mit Sicherheit nicht zu eruieren; die Umgebung des Kernes zeigt sich in nichts verändert. Ich glaube wohl annehmen zu dürfen, daß das Chromatin im Kern selbst, in einer irgendwie gebundenen, färberisch nicht darstellbaren Form vorhanden war.

Während nun, nachdem die meisten Kerne am stumpfen Pol chromatinreich geworden sind, der Prozeß gegen die Mitte zu fortschreitet, beginnt an den Ersteren Chromatin zunächst in geringerer Menge durch die Kernmembran hindurch auszutreten (Taf. II Fig. 4, d, e), hierauf in großen kompakten Klumpen. Sehr vielfach liegen die Austrittsstellen an zwei sich gegenüberliegenden Seiten des Kernes (Fig. 4, h) jedoch kann dies auch nur an einem Pol (g) oder fast um die ganze Peripherie herum gleichmäßig stattfinden (f). Es scheint etwa ebensoviel Chromatin auszutreten, als neu gebildet wurde resp. frei wurde; so daß die Kerne selbst hernach wieder gerade so schwach färbbar sind wie vorher, aber von einer Zone sehr intensiv gefärbter Substanz umgeben. Dieser Chromatinmantel, der dem Kern anfangs dicht anliegt, beginnt dann sich aufzulockern und in größeren und kleineren unregelmäßig konturierten Brocken das Plasma zu durchsetzen (Taf. II Fig. 4 i, k, l).¹⁾

Ein gewisser kleiner Prozentsatz der Kerne scheint nun den ganzen Prozeß nicht mitzumachen, wie ich wenigstens aus dem Umstand entnehme, daß man auch an den Stellen, wo die Chromatinisierung der Kerne oder die Ausstoßung von Chromidien gerade am lebhaftesten vor sich geht, stets einige wenige Kerne finden kann, die das Aussehen, das sie z. B. während des Winterschlafes der Frösche

¹⁾ Auf vorgeschrittenen Stadien der Chromidienbildung findet man vielfach eine Zone kleiner Chromatinkörnchen an der ganzen Peripherie des Tieres, während im Innern noch neue Chromidien gebildet werden oder erst in großen Klumpen aus dem Kern ausgetreten sind.

zeigten, unverändert beibehalten. Dieser Umstand dürfte vielleicht bedeuten, daß die Kerne während der Chromidienbildung nicht imstande sind, ihre frühere, dem vegetativen Leben der Zelle dienende Funktion auszuüben, und daß daher ein unbedingt notwendiges Minimum von Kernen diese Funktion und die damit verbundene Struktur beibehalten muß. Andererseits läßt sich natürlich die Möglichkeit nicht ausschließen, daß alle Kerne den Prozeß der Chromidienbildung durchzumachen haben, nur eben, aus der oben angeführten Ursache, nicht alle zugleich (auch nicht alle in einem Bezirk der Zelle zugleich). Da nämlich die an der Chromidienbildung beteiligten Kerne nach Ablauf dieses Vorganges ganz ihr früheres Aussehen wieder annehmen, wenigstens für eine Zeitlang, und da diese Kerne auch nachher noch funktionsfähig zu sein scheinen, wie ich aus ihren fortgesetzten Teilungen schließe, so wäre es immerhin möglich, daß z. B. die am stumpfen Pole des in Fig. 2 abgebildeten Tieres liegenden wenigen farblosen Kerne nur eben warten, bis die anderen wieder funktionsfähig geworden sind, um dann ihrerseits in den Prozeß einzutreten. Dieselben Erwägungen lassen sich, wie schon angedeutet, an den Umstand anknüpfen, daß eben der ganze Prozeß so von einem Ende des Tieres zum anderen fortschreitet, so daß nie alle Regionen zugleich ganz von der Chromidienbildung in Anspruch genommen sind. Allerdings habe ich nie Tiere gesehen, bei denen schon in allen Regionen die Chromidien gebildet waren, während nun die vorher unbeteiligten Kerne das Versäumte nachholten, wie zu erwarten wäre, wenn die zuletzt geäußerte Meinung die richtige wäre. Ich glaube also, daß unter den Prinzipalkernen sich eine Anzahl von rein vegetativen „Reservekernen“ befindet, die von dem ganzen Prozeß dauernd ausgeschlossen bleiben, aber zugleich mit den übrigen zugrunde gehen; und daß die Teilungsstadien, die man während und nach der Chromidienbildung noch findet, eben diesen Reservekernen angehören. Welches ist nun das Schicksal der Chromidien?

Ein verhältnismäßig geringer Teil davon geht sicher unter Pigmentbildung zugrunde. Man sieht oft auf vorgeschrittenen Stadien der Chromidienbildung größere Chromatinklumpen, in denen sich verschieden geformte Stäbchen und Körnchen einer sehr stark lichtbrechenden, schwarzen glänzenden Substanz ansammeln (Fig. 4 m). Eine große rundliche Anhäufung solchen Pigmentes fand ich auf etwas späteren Stadien oft in den Tieren, einmal sogar in fast sämtlichen Individuen eines Froschdarmes; jedoch ließ sich dieses Pigment, im Gegensatz zu dem in Bildung begriffenen, noch in den

Chromatinklumpen eingeschlossenen, in den konservierten und gefärbten Tieren nicht mehr nachweisen. Eine ähnliche Bildung von Pigment aus Chromidien ist für *Actinosphaerium Eichhorni* bereits bekannt (HERTWIG 1904). Dieser Teil des ausgestoßenen Chromatins stellt also Chromidien im engeren Sinne (GOLDSCHMIDT 1904) oder Somatochromidien (SCHAUDINN 1905) dar.

Die Bildung der Geschlechtskerne.

Der übriggebliebene Teil der Chromidien, den wir nunmehr als Sporetien (GOLDSCHMIDT 1904) oder Gametochromidien (SCHAUDINN 1905) anzusprechen haben, verteilt sich zunächst in Gestalt kleiner rundlicher Körnchen durch das ganze Plasma (Taf. II Fig. 6). Unterdessen ist die fortwährende Quer- und Schrägteilung der Opalinen ohne Unterbrechung weiter gegangen und hat zur Bildung schon wesentlich kleinerer Individuen mit weniger Kernen geführt.

Bevor ich nun mit der Schilderung der Kernveränderungen fortfahre, muß ich noch eines anderen Vorganges gedenken, der jetzt einsetzt. ZELLER entdeckte im „Körperparenchym“ der *O. ranarum* wie der übrigen Opalinen „neben einer außerordentlichen Menge ganz kleiner glänzender Kügelchen“ etwas „größere eigentümliche scheibenförmige Körperchen“, die er Taf. XXIII Fig. 3 abbildet. Ich bin mir nicht völlig darüber klar geworden, ob er mit den „Kügelchen“ nur die in jedem Plasma vorhandenen Körnchen meint, oder ob er unter den auffallenden, für die Opalinen charakteristischen Plasmaeinschlüssen diese beiden Kategorien unterscheidet. Die späteren Untersucher, wie TÖNNIGES und MAIER, scheinen der ersteren Ansicht gewesen zu sein und reden nur von den „scheibenförmigen Körperchen“. Vorausgreifend will ich gleich bemerken, daß ich es nicht fertig brachte, an den vegetativen Stadien zweierlei Einschlüsse, „Kügelchen“ und „scheibenförmige Körperchen“, sicher voneinander zu unterscheiden, daß ich aber, wie aus dem folgenden hervorgehen wird, diesen Dingen zweierlei verschiedene Funktion zuerkennen möchte. Ich betone aber gleich hier, daß meine diesbezüglichen Beobachtungen mich zu keiner vollständigen Klarheit geführt haben und mit einiger Reserve aufzunehmen sind.

TÖNNIGES untersuchte die scheibenförmigen Körperchen genauer, konnte aber durch mikrochemische Reaktionen nichts Sicheres über ihre Natur ermitteln. Dagegen sah er häufig Teilungen der scheibenförmigen Körperchen. Auf Grund dieses Befundes hält er zwei Möglichkeiten für gegeben: entweder handelt es sich um parasitische

Organismen oder nm den in kleine Teilstücke aufgelösten Macro-nuc lens. Auch schreibt er den Körperchen eine wabige Struktur zu, „die jedoch infolge der Kleinheit des Objektes nur wenige Waben umfaßt“. Hierin widerspricht ihm MAIER, der die Gebilde stets ganz homogen fand. Von wabiger Struktur dieser Gebilde sah auch ich nichts. Auch die von TÖNNIGES angegebenen Teilungsstadien sah ich nicht, bis auf einige annähernd biskuitförmige Stadien, die mir nicht direkt beweisend schienen; jedoch will ich deshalb die Richtigkeit der Beobachtungen TÖNNIGES' durchaus nicht in Zweifel ziehen. (CONTE und VANEY (1903) beschreiben für *O. intestinalis* (EHRBG.) [?] aus *Triton taeniatus* die Entstehung dieser Plasmaeinschlüsse aus Körnchen, die aus dem Kern ausgestoßen werden und sich anfangs stark mit Chromatinfarbstoffen tingieren. Vielleicht haben sie Stadien der Chromidienbildung gesehen?)

Gleichzeitig nun mit der oben beschriebenen Chromidienbildung sah ich Veränderungen eines Teiles dieser scheibenförmigen Körperchen vor sich gehen. Diejenigen Einschlüsse, die diese Veränderungen nicht mitmachen, will ich Kügelchen nennen, in der Voraussetzung, daß diese Unterscheidung mit der ZELLER's zusammenfällt. Bei Tieren, die noch vor oder im Beginn der Chromidienbildung stehen, sind die Scheiben kaum von den Kügelchen zu unterscheiden, da die Dimensionen beider etwas schwanken. (Durchmesser 1,5—3 μ .) Im Verlaufe dieses Prozesses aber beginnen die Scheiben zu wachsen und eine unregelmäßige Gestalt anzunehmen, bis sie als große, bis zu 12 μ lange und breite Körper im Plasma liegen. Ob hier nicht auch Verschmelzungen mehrerer Scheiben mitspielen, vermag ich nicht zu sagen. In meinen Totalpräparaten waren sie vom Karmin ungefärbt geblieben und hatten einen leicht gelblichen Ton von der Pikrinsäure-Fixierung her beibehalten, so daß sie sehr deutlich ins Auge fielen (Taf. II Fig. 5). In mit Eisenhämatoxylin gefärbten Schnittpräparaten sind sie stark geschwärzt und durch den Mangel einer Struktur sofort von den Kernen zu unterscheiden. Ungefähr zu dieser Zeit hat auch das Ectoplasma das grobvakuoläre, von TÖNNIGES richtig abgebildete Aussehen gewonnen.

Im nächsten Stadium nun sind diese vergrößerten Scheiben nicht mehr nachweisbar; doch finden sich an ihrer Stelle im Plasma verteilt knigelige bis eiförmige Gebilde von anderer Konsistenz, die sich etwa wie große Alveolen ausnehmen (Taf. II Fig. 7.) Das Sporetium, das sich vorher in Form kleiner Teilchen frei im Plasma befunden hatte, findet sich nun zum größten Teil in diese Alveolen eingelagert; meist sieht man einen größeren Chromatinbrocken, manchmal auch

mehrere in einer Alveole (Taf. II Fig. 8). Anfangs findet man noch einzelne Chromatinteile frei im Plasma (Fig. 7), später sind alle in Alveolen untergebracht; jedoch bleibt ein Teil der letzteren leer (Taf. II Fig. 10) und verschwindet später. Diese Alveolen oder plasmatischen Kugeln erinnern mich an die von M. ZÜLZER (1904) in den Cysten von *Diffugia urceolata* und von SCHEEL (1899) in *Amoeba proteus*-Cysten gefundenen Plasmakugeln, in die gleichfalls chromatische Substanz eingelagert ist. Jedoch scheint das Schicksal dieser Gebilde ein völlig anderes zu sein.

Bei *Opalina* verteilt sich zunächst das Chromatin in Form feiner Körnchen regelmäßig durch die ganze, immer kompakter werdende Plasmakugel; man sieht eine Kernmembran auftauchen und ein Kerngerüst sich bilden. Taf. II Fig. 9 zeigt neben alten verblassenden Prinzipalkernen junge Kerne in verschiedenen Bildungsstadien; in Fig. 10 sehen wir die kleinen chromatinreichen Geschlechtskerne regelmäßig im Plasma verstreut, dazwischen chromatinlos gebliebene Plasmakugeln sowie Prinzipal- und Reservekerne. Letztere zeigen noch immer Spirem- und Teilungsstadien.

Ich habe nun die Vermutung, daß die vergrößerten Scheiben und die plasmatischen Kugeln oder Alveolen ein und dieselben Gebilde sind, und zwar daß sie das achromatische Substrat der Geschlechtskerne darstellen. Die scheibenförmigen Körperchen ZELLERS würden also nicht, wie TÖNNIGES vermutet, den in kleine Teilstücke aufgelösten Macronucleus darstellen, sondern die Nucleolarsubstanz¹⁾ der Geschlechtskerne, die natürlich dem Micronucleus der echten Ciliaten entsprechen, während die Prinzipal- und Reservekerne das Äquivalent des Macronucleus sind. Die von TÖNNIGES behauptete Teilbarkeit der scheibenförmigen Körperchen würde nicht schlecht zu dieser Ansicht stimmen. Wie schon gesagt, handelt es sich hier um eine Hypothese, für die ich den Beweis schuldig bleiben muß. Die chromatinlos gebliebenen Alveolen verschwinden bald; auch die Kügelchen verschwinden im Verlaufe der folgenden Vorgänge spurlos, so daß die Tiere vor der Encystierung völlig frei von ihnen sind. Ich bin geneigt, diese Kügelchen für Reservenahrung zu halten.

¹⁾ Legt man solche, mit Boraxkarmin gefärbte Präparate in Nelkenöl, in dem etwas Methylgrün gelöst ist, so erhalten die vergrößerten Scheiben eine grünliebe Färbung, ohne sich jedoch so stark grünblau zu färben, wie dies R. HERTWIG für die Nucleolarsubstanz von Infusorienkernen bei derselben Behandlung erzielt hat.

Die Cystenbildung.

Die Tiere, in denen die neuen Kerne fertig gebildet sind, sind schon ganz erheblich kleiner als die Normalen; doch haben sie bis zur Encystierung gewöhnlich noch einige Zellteilungen durchzumachen. Man findet sie mit ein bis zwei Dutzend neu gebildeter Geschlechtskerne; dazwischen liegen noch spärliche Prinzipal- oder vielleicht nur noch Reservekerne. Auch diese sind nun unbrauchbar geworden, sie werden blasser und undeutlicher und sind bald ganz verschwunden. Unterdessen sind die neugebildeten Geschlechtskerne etwa zur halben Größe der Prinzipalkerne herangewachsen und nehmen nun eine eigenartige Struktur an. Während sich im Zentrum ein geringer Teil des Chromatins, in Form feiner Körnchen dem achromatischen Wabenwerk eingelagert, erhält, tritt der größere Teil an die Peripherie, wo er sich in Form mehrerer halbmondförmiger Calotten ansammelt. Anfangs kann man deren manchmal drei oder vier kleinere unterscheiden (Taf. II Fig. 11 b), doch fließen sie bald in zwei ungefähr gleichgroße Ansammlungen zusammen, die erst ziemlich weit ins Kerninnere hineinragen (Fig. 11 a), dann aber sich zu einer dünnen, der Kernmembran immer dicht anliegenden Schicht ausbreiten, so daß die charakteristische, mondsichelförmige Figur entsteht, die LÖWENTHAL (l. c.) beschrieben hat. Wenn LOEWENTHAL meint, wo zwei solche Körper vorhanden sind, so seien sie durch Teilung aus einem entstanden, und eines der Teilstückteile sich oft noch einmal, so glaube ich umgekehrt, daß die zwei kleinen in Fig. 11 b zu einem größeren verschmelzen werden. Sicher ist, wie wir sehen werden, daß das Stadium mit zwei Calotten dem mit einer zeitlich vorangeht, also nicht durch Teilung aus diesem entstanden sein kann. Die Lage der beiden Gebilde gegeneinander ist sehr verschieden; sie können sich gerade gegenüber liegen (Fig. 11 c), oder dicht nebeneinander (Fig. 11 d). Man sieht sie beinahe stets im Profil; in den seltenen Fällen, wo man sie von der Fläche zu sehen bekommt, erkennt man, daß es sich um flache, schwach konvexe Scheiben handelt, die der Kernmembran dicht anliegen und eben meist senkrecht auf der breiten Fläche des Tieres stehen (Fig. 11 c).

Während dieser Zustand sich ausbildet, teilen auch die Geschlechtskerne sich lebhaft. Jedoch sieht die Kernspindel ganz anders aus als die der früheren Kerne. Sie ist viel rundlicher, plumper und gedrungener als jene, so daß sie, am lebenden Tier beobachtet, fast aussieht wie eine einfache, amitotische Durch-

schnürung des Kerns. Wenn TÖNNIGES (1899) von gelegentlichem Vorkommen amitotischer Teilungen spricht, haben ihm vielleicht solche Bilder vorgelegen. Diese Spindeln zeigen sich auch auf den ersten Blick als viel chromatiureicher als die früheren. Die Zahl der Chromosome, die denselben Charakter und dieselbe Anordnung zeigen, ist wesentlich größer. Es ist mir hier nicht gelungen, diese Zahl unzweifelhaft festzustellen. Doch ergaben viele Zählungen (bei *O. ranarum*) die Zahlen 21, 22 und 23, so daß ich mit großer Wahrscheinlichkeit annehme, daß diese Spindeln die doppelte Chromosomenzahl der früheren, 24, aufweisen.

Sonst ist der Charakter dieser Caryokinesen derselbe wie der früher beschriebenen; auch sie zeigen keine Centrosomen und keine typische Äquatorialplatte (Taf. II Fig. 12). Auch hier konnte die Spaltung der Chromosome nicht beobachtet werden.

Durch diese beständigen Teilungen der Geschlechtskerne wird die Anzahl der Tiere, die schließlich zur Encystierung kommen, noch weiterhin vermehrt. Bis zur Fertigstellung der typischen zweikappigen Kerne sind nun sehr kleine Individuen mit etwa einem Dutzend Kernen entstanden (Taf. II Fig. 13). Es beginnt jetzt ein auffallender Vorgang, der nicht völlig gleichzeitig bei allen Kernen eines Tieres eintritt. Man sieht eine der beiden chromatischen Kappen sich über die Kernmembran vorwölben, von ihr ablösen, und schließlich als eine kleine, stark tingierbare Kugel außerhalb des Kernes liegen. Der Vorgang muß sehr rasch erledigt werden, da man Übergangsstadien sehr selten findet; auch im Leben konnte ich ihn nie beobachten. Nur kurze Zeit sieht man die Chromatinkügelchen im Plasma liegen; dann verschwinden sie spurlos, offenbar werden sie resorbiert. Fig. 13 zeigt einige Kerne noch zweikappig, einen in Teilung, der also auch die Ausstoßung der ersten Kappe noch nicht hinter sich hat (denn nachher finden keine Caryokinesen mehr statt) und einige einkappige Kerne mit danebenliegender Chromatinkugel. Im folgenden Stadium, Fig. 14, sind bereits alle Kerne einkappig, die Chromatinkügelchen aber bereits nicht mehr zu sehen. Diese Figur zeigt auch, daß während dieses Vorganges sich das in den Kappen nicht enthaltene Chromatin diffus im ganzen Kerne verbreitet hat, während es vorher mehr die zentrale Partie einnahm, wo es in Gestalt größerer Partikelchen lag. Ähnliche Verhältnisse zeigen auch LOEWENTHAL's Bilder; vgl. seine Fig. 9 und 10. Es kann direkt vor, während oder nach diesem Vorgang noch eine, eventuell zwei Zellteilungen stattfinden, so daß die von ZELLER beschriebenen, zur Encystierung fertigen kleinsten Individuen des

Froschdarms resultieren. Ihre Länge beträgt 40—50 μ im Durchschnitt, die Zahl ihrer Kerne meist 3—6. Auch etwas größere Individuen mit bis 12 Kernen können sich schon encystieren, wie auch ZELLER angibt. Seine Mitteilung, daß sich Tiere, die eine letzte Teilung begonnen, aber nicht vollendet haben, gleichfalls encystieren können, kann ich zwar aus eigener Anschauung nicht bestätigen, doch paßt es sehr gut zu den später mitzuteilenden Beobachtungen. In solchen Fällen fanden vermutlich die oben erwähnten von LOEWENTHAL und PRZESMICKI beobachteten Teilungen innerhalb der Cyste statt.

Die Encystierung erfolgt genau so wie sie ZELLER, (p. 359 f.) beschreibt: . . . „dann werden sie zusehends langsamer in ihren Bewegungen, ziehen sich kugelförmig zusammen und scheiden, indem sie sich dabei schneller oder langsamer drehen, eine farblose, glashelle Cyste um sich ab.“ . . . „Ist die Cyste fertig, so liegt das Tierchen still. Es füllt zunächst den Raum völlig aus und läßt keine Cilien mehr erkennen. Bald aber zieht es sich stark zusammen und nimmt eine in eigentümlicher Weise zusammengerollte Stellung an, zeigt dann auch wieder deutlich seinen Besatz langer, langsam schwingender Cilien.“

Fig. 15, a, b, c zeigt solche Cysten. Das gefärbte Präparat läßt erkennen, daß die im Leben sichtbare Cystenhülle nicht die einzige ist, vielmehr ist sie noch von einer ziemlich breiten Zone durchaus glasheller und durchsichtiger, vermutlich gallertiger Substanz umgeben, die man weniger sieht, als daran erkennt, daß alle im Präparat enthaltenen, aus dem Froschdarm oder dem Wasser stammenden Gebilde, Schmutz, Algen, Flagellaten usw. in ihrem Umkreis verdrängt sind. Ihre äußere Kontur ist aber manchmal schwach gefärbt. In der Reihenfolge a, b, c zeigen diese Figuren auch, wie das nicht in der Kalotte enthaltene Chromatin, das, wie gesagt, diffus durch den ganzen Kern verteilt war, sich wieder mehr in das Centrum zurückzieht und in distinkten Partikelchen sammelt. Wie Fig. 16 erkennen läßt, kann man in den Kernen der Cyste die Kalotte auch im Leben an ihrer anderen Lichtbrechung deutlich erkennen. Daß nicht alle hier und in Fig. 15 abgebildeten Kerne die Kalotte zeigen, liegt einfach daran, daß sie nicht in der eingestellten Ebene liegt; vorhanden ist sie immer. Daß diese vier Cysten alle je drei Kerne zeigen, ist Zufall oder vielmehr der Übersichtlichkeit wegen getroffene Auswahl; übrigens liegen eventuell in anderen Ebenen noch mehr Kerne. Die meisten Cysten, die ich sah, hatten 4, 5 oder 6 Kerne. Zweikernige Exemplare

sind schon selten. ZELLER gibt an, nie eine einkernige Cyste im Froschdarm gesehen zu haben. Ich habe einige gesehen, aber äußerst selten, unter mehreren Tausenden nur 10 oder 12. Auch LOEWENTHAL hat offenbar einkernige Individuen gesehen, wie ich aus seiner Bemerkung schließe: „Einkernige Cysten mit solchem Kern können ausnahmsweise mit *Basidiobolus ranarum* verwechselt werden.“ Immerhin sind aber diese einkernigen Cysten so außerordentlich selten und ihre Kerne so klein, daß sie unmöglich die von ENGELMANN und allen folgenden Beobachtern beschriebenen Cysten des Kaulquappendarmes sein können.

In dem beschriebenen Zustand findet man die Cysten lange Zeit hindurch stets im Froschdarm wie im frisch abgelegten Froschkot. Nach einigen Wochen wird der Froschdarm wieder ganz frei davon, da sie alle mit dem Kot ins Wasser entleert worden sind. Liegen diese Infektionscysten einige Tage im Wasser, so wiederholt sich der Prozeß der Chromatinausstoßung von neuem, wie Taf. II Fig. 17 u. 18 zeigen. Fig. 17 zeigt eine Kalotte bereits abgestoßen und kugelförmig geworden, die andere hebt sich eben vom Kern ab, ein Fall, den man, wie gesagt, äußerst selten sieht. Die Kerne sind dabei etwas länglich geworden, nehmen aber (Fig. 18) sehr rasch ihre ursprüngliche Kugelform wieder an. Wie beim erstenmal, hat sich auch hier wieder das Chromatin diffus durch das ganze Kerninnere verteilt. Fig. 19 zeigt eine der wenigen einkernigen Cysten dieses Stadiums, Fig. 20 zeigt den Prozeß vollendet, auch die zweite abgestoßene Chromatinkugel resorbiert und verschwunden. Dieser Zustand ist, wie gesagt, nach einigen Tagen, die die Cyste im Wasser gelegen hat, erreicht; ich will sie in diesem Stadium als reife Cyste bezeichnen.

Die Infektion der Kaulquappen.

Verfüttert man nun solche Cysten an Kaulquappen, die ja begierig den Kot der alten Frösche verzehren, so sieht man zunächst die Kerne bestimmte Veränderungen eingehen (die übrigens auch an Cysten beginnen, die einige Zeit im Wasser gelegen haben). Der ganze Kern verliert seine fest umgrenzte Gestalt, er wird größer und am lebenden Objekt immer undentlicher zu sehen. Diese Stadien sind es jedenfalls, die ZELLER gesehen hat, bei denen „in einzelnen Fällen die mehrfachen Kerne bei Zusatz von verdünnter Essigsäure ganz anfallend blaß und undentlich sich zeigten, hin und wieder aber auch gar keine Kerne, weder mehrfache noch einfache, nachgewiesen werden konnten“ (l. c. p. 361). Im letzteren Falle mögen

ihm auch abgestorbene Cysten untergekommen sein, wie sie öfters auch nach verhältnismäßig kurzem Liegen im Wasser in Menge auftreten — vielleicht infolge zu starker Fäulnis im umgebenden Medium. ZELLER zog daraus den Schluß, die einkernigen Cysten entstanden vermutlich durch Auflösung der Kerne und Neubildung des einen; eine Ansicht, die ich mir, beeinflusst durch die ganze bisherige Literatur, vollständig zu eigen machte. Ich verbrachte daher das ganze vorige Frühjahr mit dem Aufsuchen der Stadien dieses Prozesses. Auch die gefärbten Präparate solcher frisch verfütterter Cysten schienen diese Meinung zu bestätigen. Sie zeigten (Taf. III Fig. 21) die Kerne etwas vergrößert, ohne deutlich nachweisbare Kernmembran, das Chromatin in größeren Brocken regellos verteilt. Meist war der Kern dabei auch ziemlich stark in die Länge gezogen, wie in den Fig. 27, 29, 31. Öfters sah ich Bilder, in denen die einzelnen Kerne so vergrößert, ihre Chromatininseln so aneinandergezerrt waren, daß die einzelnen Kerne sich nur schwer gegeneinander abgrenzen ließen, so daß ich wieder eher an Kernverschmelzung ohne vorherige Auflösung — im Sinne TÖNNIGES' — zu glauben geneigt war. Die Schwierigkeit, zu einem Verständnis der Vorgänge zu gelangen, wurde noch durch mehrere Umstände vermehrt. Einmal fand ich fast stets größere und kleinere neu ausgeschlüpfte Individuen im selben Kaulquappendarm durcheinander, so daß ich meinte, die Versuchstiere müßten schon vorher infiziert gewesen sein; das mag ja wohl oft zutreffend gewesen sein, mußte aber, wie wir sehen werden, keineswegs mit Notwendigkeit aus dem erwähnten Befund gefolgert werden. Ich vergeudete also zunächst viel Zeit und Arbeit damit, mir sicher parasitenfreies Ausgangsmaterial zu verschaffen, zunächst durch Anzucht von Froschlärven aus Laich, dann aus künstlich befruchteten, aus frisch abgetöteten Fröschen entnommenen Eiern, um schließlich vor derselben Erscheinung zu stehen. Sodann schlüpften mir regelmäßig die Opalinen vielkernig aus vielkernigen Cysten aus, was ja nach meiner vorgefaßten Meinung nicht geschehen durfte. Ich glaubte also zunächst, die Kerne hätten sich schon geteilt, und suchte durch beständiges Verkürzen der Zeit zwischen Infektion und Untersuchung die einkernigen Individuen zu finden. Als auch dies nicht zu dem erwarteten Resultat führte, hielt ich mich an die Bemerkung ZELLER's (p. 361 f.):

„Nicht gerade selten geschieht es, daß die Tierchen noch mit den ursprünglichen mehrfachen Kernen ihre Cysten verlassen, und daß erst im Verlaufe der nächsten Tage der einfache Kern sich

bildet. Dies scheint mir hauptsächlich dann der Fall zu sein, wenn die Opalincysten nicht schon längere Zeit im Wasser gelegen haben, sondern sowie sie aus dem Mastdarm eines erwachsenen Frosches kommen, auch rasch in eine Kaulquappe übergeführt werden.“ Auch diesem Fehler suchte ich vorzubeugen durch Liegenlassen der Cysten im Wasser bis zur Grenze des Zulässigen — wieder ohne das gewünschte Resultat. Wie ZELLER zu dieser Ansicht gekommen sein mag, weiß ich nicht; es wird wohl nur ein zufälliges Zusammentreffen gewesen sein. Ein anderer verwirrender Übelstand ergibt sich tatsächlich durch den von ZELLER gerügten Fehler. Läßt man die Cysten nach ihrer Entleerung aus dem Froschdarm nicht lange genug im Wasser liegen, daß sie hier den oben beschriebenen und in Fig. 17—20 abgebildeten Prozeß der Ausstoßung der zweiten Chromatinkappe vollenden können, so tritt er erst im Kaulquappendarm auf, wobei er sich mit dem eben erwähnten Prozeß der Kernauflockerung verbindet. Man findet dann in den ausschlüpfenden und frisch ausgeschlüpften Tieren Kerne, wie sie in den Fig. 22, 26, 27 abgebildet sind.

Obgleich nun dieser Vorgang sich auch in der Natur unter normalen Verhältnissen oft genug abspielen mag, sobald eben Kaulquappen über frisch entleerten cystenhaltigen Froschkot geraten, werde ich doch der besseren Übersichtlichkeit halber diesen Prozeß als eine Anomalie behandeln und als Verfütterung unreifer Cysten dem normalen Vorgang, der Infektion durch reife Cysten (siehe oben p. 19) gegenüberstellen. Im Schema (Taf. I) habe ich demgemäß nur den normalen Verlauf dargestellt, bei dem also Fig. 9 unbedingt im Wasser, außerhalb des Wirtstieres, auftritt.

Über diesen Schwierigkeiten und Versuchen war mir der Frühling 1905 dahingegangen. Nach Ablauf der Fortpflanzungsperiode von *Rana temporaria* resp. *Opalina ranarum* hatte ich mich zur Beobachtung von *O. dimidiata* gewendet, ohne ein anderes Resultat zu erzielen als die Erkenntnis, daß die bisher geschilderten Vorgänge auch bei dieser Art ebenso verlaufen wie bei *O. ranarum*.

Im Laufe des heurigen Frühjahrs war ich anfangs durch Krankheit an weiterer Beobachtung verhindert, so daß ich erst gegen Ende der Fortpflanzungszeit von *O. dimidiata* die Arbeit wieder in Angriff nehmen konnte.

Und nun gelang es mir gleich durch einen glücklichen, fast zufälligen Fund das Rätsel zu lösen und den Zeugungskreis zu schließen. Herr Dr. PRANDTL hatte mir Ende Juni in lebenswürdiger Weise eine Anzahl Kaulquappen von *Rana esculenta* überlassen, die ich

infizieren wollte. Um mich zu überzeugen, ob sie schon infiziert wären, untersuchte ich zunächst eine und fand ihren Mastdarm bereits mit einer Unzahl junger Opalinen angefüllt. Unter diesen fand ich sofort die in Taf. III Fig. 39 dargestellten Copulationsstadien sowie einige Teilungsstadien, wie sie in Fig. 32 wiedergegeben sind. Offenbar hatten sich die Kaulquappen vor ganz kurzer Zeit infiziert. Selbstverständlich tötete ich nun eine Anzahl von Tieren ab und stellte mit den übrigen Infektionsversuche an. Als ich hier bei *O. dimidiata* zu einem Verständnis der Vorgänge im Kaulquappendarm gelangt war, wurde es mir auch möglich, in den Präparaten von *O. ranarum*, die ich noch vom vorigen Frühjahr her hatte, eine Anzahl in den Cyklus passender Stadien zu finden. Es gehört hierzu ein sehr großes Material, da die entscheidenden Prozesse sich offenbar außerordentlich rasch abspielen.

Ich beginne nun die fraglichen Vorgänge der Reihe nach zu schildern. Die oben beschriebene Auflockerung der Cystenkerne ist nicht, wie ich zuerst dachte, ein Vorbote der Kernauflösung oder Kernverschmelzung, sondern dieser Vorgang leitet offenbar die Bildung der Befruchtungsspindel ein. Man findet solche Kerne fast immer bei ausschlüpfenden und ausgeschlüpfen Tieren. Nur selten findet man Kerne in diesen Stadien, wie sie Taf. III Fig. 24¹⁾ zeigt: die Kernauflockerung hat noch nicht begonnen; offenbar ist die Cyste etwas verfrüht oder direkt nach der Ausstoßung der zweiten Chromatinkappe von der Froschlarve aufgenommen worden.²⁾ Häufiger, wie gesagt, findet man „verfrüht“ ausgeschlüpfte Tiere, siehe Taf. III Fig. 22, 26, 27.

Das Ausschlüpfen selbst habe ich einige Male beobachten können, allerdings nicht den ersten Anfang, die Durchbrechung der Cystenhülle; diese war in allen Fällen schon erfolgt, so daß ich über die Art dieses Vorganges nichts mitteilen kann. Taf. III Fig. 23 zeigt zwei Stadien des Ausschlüpfens von *O. dimidiata*, die etwa 10 Minuten auseinander liegen. Hat das Tierchen ein Ende aus der durchbrochenen Cystenhülle herausgestreckt, so beginnt es außerordentlich lebhaft mit den Wimpern zu arbeiten; zunächst jedoch längere Zeit, ohne erhebliche Fortschritte zu machen. Offenbar be-

¹⁾ Alle Stadien von *O. dimidiata* sind, wie auch die erwachsenen Tiere, viel länger und schlanker als die von *O. ranarum*.

²⁾ Um den Zustand der Kerne in dieser Figur zu erklären, muß wohl außerdem noch angenommen werden, daß das Ausschlüpfen aus der Cyste in diesem Fall ganz besonders rasch erfolgt ist.

reitet es ihm große Schwierigkeiten, sich aus seiner zusammengerollten Stellung zu befreien. Oft zieht es sich wieder zurück, dreht sich mehrfach in der Cyste um sich selbst, streckt wieder das gleiche Ende heraus und wiederholt dies Spiel mehrere Male, bis es mit einem plötzlichen Ruck einen weiteren Teil des Körpers durch die verhältnismäßig enge Öffnung hervorpreßt, wobei es sich als außerordentlich metabol erweist.

Auch die schon außerhalb der Cyste befindlichen Teile rollen sich oft noch spiral ein und wieder aneinander, die Cilienbewegung wird ganz exzessiv lebhaft, kurz, man hat den Eindruck, daß das Tierchen sich ganz außerordentlich anstrengen muß, um seine Freiheit zu gewinnen. Ist dies endlich geschehen, so streckt es sich gerade, wie in Fig. 24, und schwimmt sehr rasch davon, um gewöhnlich sofort im dichtesten Haufen der durcheinander sich drängenden Genossen zu verschwinden. Gefärbte Präparate von ausschlüpfenden Tieren sieht man nicht selten (siehe Taf. III Fig. 22); doch liegt da ja meist der Verdacht nahe, daß es sich um Cysten handelt, die bei der Anfertigung des Präparates zerquetscht wurden. LÖWENTHAL sagt (l. c. p. 389 f.): „Dagegen sah, ich nicht so ganz selten drei- und zweikernige Cysten, bei denen durch ein Loch in der Wandung ein Protoplasmapfropf hinausragte und ein in die Länge gezerrter Kern nach diesem Loch hinstrebte.“ Er bringt diese Bilder vermutungsweise in Zusammenhang mit dem Einkernigwerden der Cysten. Nach meiner Ansicht handelt es sich ganz selbstverständlich nur um ausschlüpfende Tiere oder um die Resultate von Quetschungen (welch letztere Möglichkeit er selbst offen läßt). LÖWENTHAL wäre jedenfalls gar nicht auf die oben erwähnte Idee verfallen, wenn er nicht, ebenso wie ich, unbedingt einen Modus hätte finden wollen, wie die vielkernige Cyste einkernig wird. Nachträglich ist es mir übrigens oft kaum begreiflich, wie sich alle Beobachter¹⁾ so fest in den von ENGELMANN unschuldigerweise inaugurierten Irrtum verbeißen konnten, daß sie überhaupt nur in dieser Richtung suchten. Man bedenke nur, daß in jedem Präparat, das ich untersuchte, ohne Ausnahme (und bei den anderen Beobachtern sicherlich auch!) weitaus der größte Teil der freien kleinen Opalinen mehrkernig war. Natürlich schob ich dies auf nachträgliche Kernteilung in den ursprünglich einkernigen Individuen, und in den Fällen, wo ich nicht das Gegenteil sicher wußte, auf frühere Infektion. Heute weiß ich übrigens (wenn anderes die wenigen dies-

¹⁾ Ich selbst natürlich nicht am wenigsten.

bezüglichen Beobachtungen nicht auf einen Zufall zurückzuführen sind), daß man die Kaulquappen nur etwa 3 Tage hungern zu lassen braucht, um sie parasitenfrei wiederzufinden. Dieselbe Beobachtung scheint auch ZELLER gemacht zu haben (vgl. l. c. p. 362).

Doch kehren wir zu den frisch ausgeschlüpften mehrkernigen Opalinen zurück. Ein fünfkerniges Individuum, das ich nach dem Ausschlüpfen im Auge behalten konnte, begann etwa nach $\frac{1}{4}$ Stunde sich quer zu teilen (Taf. III Fig. 28). Leider starben die Teilstücke bald danach ab. Jedoch sah ich ähnliche Teilungen dann häufiger, und konnte sie in den gefärbten Präparaten auch mehrfach wiederfinden (Taf. III Fig. 29, 30). An den Größenverhältnissen erkennt man nun auch leicht die Resultate dieser erstmaligen Teilung (Taf. III Fig. 31). Auf diese und die folgenden Zellteilungen, d. h. auf die Gametenbildung, bezieht sich jedenfalls die Mitteilung von TÖNNIGES (1899), daß auf die Conjugation folgend „eine lebhaftete Vermehrung der jungen Opalinen beginne“. Er hat nur die Reihenfolge der beiden Vorgänge gerade umgekehrt kombiniert.

Die Gametenbildung.

Die Zahl der Zellteilungen, die ein Individuum nach dem Verlassen der Cystenhülle durchzumachen hat, richtet sich natürlich ganz nach der Anzahl seiner Kerne. Wie auch sonst bei den Opalinen, findet man auch hier Quer- und Längsteilungen; nur scheinen die ersteren mehr bei den größeren, noch mehrkernigen, die letzteren bei den kleineren wenigkernigen Individuen vorzukommen. Mit ziemlicher Regelmäßigkeit offenbar entstehen die Endprodukte dieser Reihe von Teilungen, die einkernigen Gameten, durch Längsteilung. Mehrfach konnte ich diesen Vorgang am lebenden Tier verfolgen (Taf. III Fig. 32 a—d); einzelne Stadien sah ich ziemlich häufig. Fig. 29 zeigt eine Ausnahme: hier liegt eine Querteilung vor, die ein einkerniges Teilstück liefern wird. Daß dies bei dreikernigen Individuen nicht immer so zu verlaufen braucht, scheint mir Fig. 33 zu beweisen. Ich konnte das merkwürdige Teilungsstadium, bei dem sich die eine Hälfte noch vor Vollendung des Prozesses schon wieder längs zu spalten beginnt, eine Zeitlang beobachten, leider ohne die Kerne erkennen zu können. Aber ich kann es nicht anders deuten, wie als dreikerniges Individuum, dessen rechte Hälfte einen, die linke zwei Kerne mitbekommt. Es wäre also ein Stadium, das vollständig dem in Fig. 34 dargestellten entspricht; nur daß die nächste Längsteilung, die auch das zweikernige Stück in zwei einkernige Gameten spalten soll, hier etwas verfrüht

einsetzt. Lebend sah ich nur Gameten, denen man es gleich ansah, daß sie ihr Dasein einer Längsteilung verdankten, und zwar nur solche von *O. dimidiata*. Sie sind, wie alle anderen freischwimmenden Stadien dieser Art außerordentlich langgestreckt.¹⁾ Nach dem Hinterende zu verjüngen sie sich stark und ziehen sich in eine feine, oft sehr lange Spitze aus. Ihre Länge beträgt 30–40 μ ; die von *O. ranarum*, die ich nur gefärbt gesehen habe, sind nur etwa halb so lang, dafür aber viel breiter (Taf. III Fig. 38). Die lebenden Gameten von *O. dimidiata* sind äußerst charakteristisch und nicht leicht mit einem anderen Stadium zu verwechseln, höchstens mit zweikernigen Gametocyten, die aber natürlich merklich größer sind. Auffallend ist an ihnen die geringe Zahl von Cilien, die in weiten Abständen gleichmäßig über das Tierchen verteilt sind. Der Kern ist langgestreckt, oft direkt spindelförmig geworden (Taf. III Fig. 36). Seine Struktur ist infolge der geringen Färbbarkeit leider meist kaum zu erkennen, wie dies schon vorher bei den letzten Teilungen der Gametocyten der Fall war (Taf. III Fig. 34, 35). Im ganzen ist er sehr chromatinarm; nur selten ist ein nucleolusartiges Gebilde in ihm zu finden. Kernteilungen kommen von der Encystierung bis zur Copulation nie vor. Plasmaeinschlüsse finden sich, außer den gewöhnlichen Granulationen des Entoplasmas, selten; ab und zu sieht man im Innern einige stark lichtbrechende verschieden große Kügelchen, die sich dann in den jungen Agamonten immer häufiger finden. Auch der allgemeine Habitus der Gameten (und kleineren Gametocyten) ist sehr charakteristisch. Sie sind ganz platt; ein breiter Saum festereu hyalinen Ectoplasmas umgibt das granulierte, offenbar flüssigere Entoplasma, so daß dieser Umstand, zusammen mit ihrer Form und Bewegungsweise, ihnen eine auffallende Ähnlichkeit mit großen Trypanosomen verleiht. Wie ich schon in meiner vorläufigen Mitteilung erwähnte, wird diese Ähnlichkeit noch unterstrichen durch das gelegentliche Vorkommen von Agglomerationen

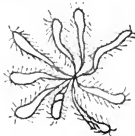


Fig. A. Agglomerationstern von Gameten von *O. dimid.*
Skizze nach dem Leben.

¹⁾ Einen typischen Gameten bildet ENGELMANN (1875) in seiner Taf. V Fig. 3, 4 nach dem Leben ab. Auch LEGER u. DUROSCQ (1904 b) bilden in ihrer Fig. 8 von *O. saturnalis* einen typischen Gameten nach einem Eisenhämatoxylin-Präparat ab, der auch den mir aufgefallenen schwachen Cilienbesatz zeigt. Er sieht genau aus wie ein Gamet von *O. dimidiata*, nur ist sein Kern gut gefärbt.

(siehe Textfig. A). Besonders in den Partien von Präparaten, in denen die Flüssigkeit ziemlich rein vom Darminhalt der Kaulquappe geblieben ist, findet man häufiger solche Rosetten. Die Agglomeration scheint mir stets ein sicherer Vorbote des Absterbens der betreffenden Form zu sein; ein Präparat, in dem diese Rosetten auftreten, kann man ruhig wegwerfen, da sich keine normalen ungestörten Prozesse mehr darin abspielen werden. Auch zweikernige Gametocyten und junge Agamonten scheinen an diesem Vorgang teilnehmen zu können.



Fig. B. Anormale Teilungen („Knospungen“) bei der Gametenbildung von *O. dimidi.* Skizzen nach dem Leben.

Bei der Gametenbildung sieht man nicht selten anormale Formen, wie sie in beistehender Abbildung skizziert sind. Sie erinnern fast an Knospungen; es wäre möglich, daß Tönniges, der vom Vorkommen von Knospungen spricht, solche Stadien vor Augen gehabt hat. Vielleicht sind sie so zu erklären, daß ein Geschlechtskern mit der zugehörigen Protoplasmaregion verfrüht, noch vor Ablauf der Zellteilungen, die eigentlich vorausgehen sollten, seine Selbständigkeit erlangt und sich vom Gametocyten löst. Da mir gefärbte Präparate von solchen Stadien nicht vorliegen, kann ich nichts Sicheres darüber mitteilen. Ob aus diesen vermeintlichen Knospungen lebensfähige Produkte hervorgehen, weiß ich nicht.

Die Copulation.

Wie bei dem Bildungsmodus der Gameten zu erwarten, zeigen sie immerhin merkbare Größendifferenzen. Jedoch müssen sie auf jeden Fall als Isogameten bezeichnet werden. In einigen günstigen Fällen sah ich sie in sehr großer Zahl in einem Präparat lebhaft herumschwimmen. Vielleicht infolge ihres spärlichen Cilienbesatzes sind sie sehr leicht in ihren Bewegungen zu beeinflussen; größere Agamonten und Gametocyten, Rotatorien usw. wirken schon auf ziemlich weite Entfernung so auf sie ein, daß sie anscheinend willenlos herumgetrieben werden. Besonders eben im Ausschlüpfen aus der

Infektionscyste begriffene Gametocyten, die ja sehr heftig mit den Cilien arbeiten, wirken in dieser Weise auf sie ein, so daß man sie oft in auffallender Weise von einem oder mehreren Gameten umschwärmt findet. Wo jedoch solche Störungen nicht wirken, bewegen sie sich sehr geschickt. Öfters sah ich sie paarweise, wie spielend, miteinander umherschwimmen, wie wenn sie voneinander (chemotaktisch?) angelockt würden. Beim Schwimmen bewegen sie sich stets mit dem breiteren Ende nach vorn.

Den Vorgang der Copulation im Zusammenhang zu beobachten, gelang mir nur einmal. Ich habe ihn in Taf. III Fig. 39a, b, c in nach dem Leben angefertigten Skizzen dargestellt. Häufiger sah ich das Stadium der Fig. 39a, in dem die beiden Tierchen sich mit den Vorderenden gegeneinander legen und langsam in gleichem Sinne um ihre Längsachsen rotieren, wobei es aussieht, als ob sie stark gegeneinander drückten. In diesem Stadium können sie ziemlich lange auf einem Fleck verharren. In dem erwähnten Fall klappten sie dann ziemlich plötzlich scherenartig zusammen, so daß das in Fig. 39b dargestellte Bild entsteht, und schwammen dann langsam fort. Während des Schimmens nähern sich dann die Seitenränder immer mehr und verschmelzen allmählich immer weiter von vorn nach hinten (Fig. 39 c, d) bis einheitliche Individuen mit zwei getrennten Schwänzchen entstehen. Bis hierher nahm der Vorgang in meinem Falle etwas über eine halbe Stunde in Anspruch. Mit Längsteilungsstadien können solche Individuen, die ich öfters fand, nicht verwechselt werden, da sich bei diesen immer die breiten Vorderenden zuerst voneinander trennen. Die Kerne sind bei diesen Copulationsstadien nur undeutlich zu erkennen; man sieht, daß sie spindelförmig geworden sind und mit zunehmender Verschmelzung der beiden Gameten sich einander immer mehr nähern. Gefärbte Präparate derartiger Stadien fand ich nicht sogar selten, jedoch waren hier infolge der schon erwähnten mangelhaften Technik die Kerne meist auch nicht besser zu erkennen als am lebenden Objekt. Taf. III Fig. 40 stellt ein Stadium mit etwas distinkter gefärbten Kernen dar, das man eventuell auch für ein Längsteilungsstadium (letzte Phase der Gametenbildung) halten könnte, das ich aber wegen der bereits typisch spindelförmig gewordenen Kerne mit Bestimmtheit für ein frühes Copulationsstadium halte, deren beide Individuen beim Abtöten noch Zeit gefunden haben, sich zur Birnform zu kontrahieren. Ist die Verschmelzung perfekt geworden, so nimmt die Zygote rasch die in Fig. 42 dargestellte Birnform an, wobei die Cilien verschwinden. Am längsten bleiben einige Wimpern noch

am spitzen Ende erkennbar, doch ist die Zygote bereits unbeweglich geworden. Die beiden Befruchtungsspindeln sind sich in solchen Formen meist bis zur Berührung nahe gerückt. Fig. 41 zeigt eine solche Zygote, deren Kerne offenbar im Begriff sind, zu verschmelzen. In diesem Stadium verharrt die Copula meist längere Zeit; man findet sie verhältnismäßig recht häufig, vielfach im dichtesten Gewühl noch oder wieder frei beweglicher Formen, wo sie rastlos hin und her gestoßen und gedreht wird.¹⁾ Ganz allmählich geht nun, nach Verlust auch der letzten Cilien, die Birnform in die volle Kugelform über. In diesem Stadium tritt an der Zygote eine feine charakteristische Streifung auf, die annähernd konzentrisch der Peripherie verläuft, jedoch nicht überall gleichmäßig ist, sondern an der einen oder anderen Seite deutlicher hervortritt, so daß das Bild einer Längsstreifung entsteht (Taf. III Fig. 43). Vergleicht man hiermit die Bemerkung ZELLER's (S. 360): „Eine Längsstreifung des Körpers aber, welche ENGELMANN annimmt, habe ich nicht gesehen, dagegen eine meistens sehr deutliche Faltenbildung, welche leicht für Längsstreifung angesehen werden kann“, so ist dies ein Beweis mehr für meine Ansicht, daß ENGELMANN im Kaulquappendarm gar nicht die Infektionscysten, sondern erst die Copulationscyste gesehen hat. ZELLER spricht hier nämlich von der Cyste des Froschdarms, also der Infektionscyste, und hat also seinerseits auch Recht.

Häufig fand ich auch in diesen Cystozygoten die Befruchtungsspindeln noch nicht vereinigt (Taf. III Fig. 43). Wo sie aber bereits verschmolzen sind, haben sie, wider Erwarten, nicht eine Teilungsspindel, sondern einen großen runden bläschenförmigen Kern gebildet, der ganz auffallend chromatinarm ist (Taf. III Fig. 44). Manchmal fand ich im Kern zwei etwas chromatinreichere Klümpchen, wie sie Fig. 44 zeigt, wohl die von ZELLER und TÖNNIGES erwähnten

¹⁾ Die von LÉGER u. DUBOSCQ (1904b) beschriebenen, aber nicht abgebildeten „formes immobiles et complètement chauves“ von *O. saturnalis* sind jedenfalls solche Zygoten. 1904a sprechen diese beiden Autoren von zwei Modi der Cystenbildung, die ich mir nicht anders erklären kann als dadurch, daß sie vielleicht anormales Material vor sich hatten.

Sie beschreiben für *O. ranarum*

1. „Kystes schizogoniques endogènes“, bei denen im erwachsenen Tier sich einige Kerne mit zugehörigem Plasmabezirk mit einer Cystenbülle umgeben und aus dem Tier herausfallen sollen,

2. „Kystes de conjugaison“, bei denen sich zwei Tiere (in welchem Stadium?) mit einer gemeinsamen Hülle umgeben sollen.

Die von COHN (1904) beschriebene und abgebildete Conjugation dürfte wohl sicher keiner echten Opalina angehören.

Nucleolen. Im Leben läßt die Cystozygote keine besondere, vom Zelleib gesonderte Cystenhülle erkennen; doch tritt bei Zusatz von verdünnter Essigsäure die in Fig. 43 eingezeichnete Membran sehr deutlich hervor. Der Zwischenraum zwischen ihr und dem Zelleib ist ganz wesentlich geringer wie der zwischen der eigentlichen Infektionscyste und ihrer äußeren Kontur. Die Größe der eigentlichen Cysten ist jedoch, wie ein Vergleich der Fig. 20 u. 44 zeigt, ziemlich genau gleich.

Auch diese Cyste verhält sich ganz wie die Infektionscyste, insofern das Tier anfangs keine Cilien zeigt und seine Hülle vollständig ausfüllt, später aber wieder in Windungen im Innern der Cystenhülle aufgerollt liegt und seinen Cilienbesatz deutlich erkennen läßt. So geben wenigstens ENGELMANN und ZELLER übereinstimmend an, und ich habe keinen Grund, die Richtigkeit dieser Angaben zu bezweifeln, wenn mir auch bei meinem geringen Material dieses Stadium nicht zu Gesicht gekommen ist. Auch den Akt des Ausschlüpfens selbst habe ich nicht beobachtet. Jedoch fand ich häufig genug die jungen, noch einkernigen, also ganz frisch ausgeschlüpften Agamonten (Taf. III Fig. 45, 46, 47). Sie sind von den gleichfalls einkernigen Gameten leicht zu unterscheiden. Schon ihr dichter Cilienbesatz läßt sie sofort erkennen, ebenso ihre bedeutendere Größe und die Größe des Kerns (Syncaryons). Auch beginnen schon in diesen Formen die Kügelchen resp. scheibenförmigen Körperchen wieder reichlicher aufzutreten. Im Innern des Syncaryons bemerkt man oft den von ZELLER erwähnten „Nucleolus“ (siehe Fig. 47). Er kann auch wandständig gelagert sein (Fig. 46) oder, wie auch ZELLER angibt, in zwei bis mehrere Teile aufgelöst. Hierher gehört jedenfalls der in Fig. 45 dargestellte Kern, bei dem ein beträchtlicher Teil des Chromatins sich in Form von zwei wandständigen Kappen, ähnlich denen der noch unreifen Geschlechtskerne, differenziert hat. Auch hier wieder sind aber der oder die Nucleolen keineswegs konstante Gebilde. Man findet auch genug Kerne, die ganz wie die der älteren Agamonten gebaut sind.

Die jungen Agamonten der metagametischen Generation beginnen nun rasch heranzuwachsen. Zellteilungen konnte ich an ihnen nie feststellen, ebensowenig wie die früheren Autoren (abgesehen von der bereits erklärten unrichtigen Angabe TÖNNIGES). ENGELMANN und ZELLER schildern übereinstimmend und richtig, wie sich bei fortgesetztem Wachstum der jungen Opalina die Kerne allmählich vermehren, bis die normalen großen Agamonten des Froschdarmes resultieren. Der Zeitpunkt der ersten Kernteilung ist nicht ganz

konstant; d. h. das Tier kann zu einer verhältnismäßig beträchtlichen Größe herangewachsen sein, ehe diese eintritt, oder das Syncaryon teilt sich schon sehr bald nach dem Ausschlüpfen der Cystozygote. Bald treten dann sehr lebhaft Kernteilungen auf (Fig. 51) in deren Verlauf die Kerne, wie auch schon ENGELMANN und ZELLER angeben, kleiner werden als das Syncaryon. Wie dann allmählich die normale Form und Größe des Agamonten erreicht wird, hat ZELLER für *O. ranarum* (l. c. p. 363 f.) ausführlich geschildert. Nur ganz am Anfang bieten die Kerne noch ein abweichendes Aussehen (Taf. III Fig. 49, 50); sie zeigen noch vielfach Nucleolen in wechselnder Anordnung (Fig. 50). Auch in der ersten Teilungsspindel sieht man oft noch Chromatin in größeren Gebilden verteilt (Fig. 49), während bei anderen Exemplaren (Fig. 48, 51) schon die ersten Kernteilungen ganz wie die übrigen Mitosen der agamogenen Generationen aussehen. Jedenfalls aber sind bei Stadien mit etwa vier Kernen derartige Bilder schon nicht mehr zu sehen; sie gleichen in jeder Beziehung bis auf die Größe, den alten Agamonten des Froschdarmes. Auch die normale Menge von Kügelchen und scheibenförmigen Körperchen ist dann schon wieder erreicht (Fig. 52).

Aus dem geschilderten Verhalten der „Nucleolen“, das mir ganz unregelmäßig zu sein schien, in das sich aber bei Untersuchung sehr reichlichen Materials vielleicht doch auch Gesetzmäßigkeit bringen ließe, möchte ich den Schluß ziehen, daß wir es hier mit Chromatin zu tun haben, das in dieser Form in die Kerne der Agamonten eigentlich nicht hineingehört. Ich habe oben die Meinung ausgesprochen, daß das zur Chromidien- resp. Sporetienbildung austretende Chromatin in den Kernen vorher bereits vorhanden, aber färbereich nicht nachweisbar war. Mir scheint nun die Meinung wohl diskutabel, daß die in den Kernen und Kernspindeln der Gameten, Zygoten und ganz jungen Agamonten so auffällig und scheinbar regellos auftretende und verschwindende chromatische Substanz eben dieses Material darstellt, das erst gewisse, noch nicht näher zu präzisierende Umlagerungen und Umwandlungen innerhalb des Kernes durchzumachen hätte, bevor es im Kern in einer für uns zurzeit nicht nachweisbaren Form ruht, um eben erst bei der Chromidienbildung wieder in Erscheinung zu treten.

Ich habe nun noch auf den oben beschriebenen und Taf. II Fig. 11—20 dargestellten auffallenden Prozeß zurückzukommen, auf die zweimalige Ausstoßung der Chromatinkappen der neugebildeten Geschlechtskerne. Wenn man das weitere Schicksal dieser Kerne

kennt, so drängt sich vor allem die Vermutung auf, die ich durch die Anwendung der Ausdrücke „reife“ und „unreife“ Cysten schon angedeutet habe: daß es sich hier um Reifungsvorgänge handelt, die der Richtungskörperbildung der Eier zu vergleichen sind.

Reifungs- und Reduktionerscheinungen sind ja bei Protozoen nichts Unerhörtes mehr; es handelt sich nur darum, ob es statthaft ist, den beschriebenen merkwürdigen Modus der Chromatinausstoßung mit den gewöhnlich caryokinetisch verlaufenden Reifeteilungen zu vergleichen. SCHAUDINN stellte ohne Bedenken die bei den Macrogameten von *Coccidium schubergi* stattfindende Ausstoßung des Caryosoms aus dem Kern und die damit verbundene Verminderung des Chromatingehaltes den Reifeteilungen der Metazooeneier an die Seite. Er und seine Schule haben auch späterhin konsequent Verminderungen der Kernmasse bei den Gametocyten von Trypanosomen und anderen Protozoen als „Reduktion“ bezeichnet, ohne daß deshalb die betreffenden Vorgänge sich als typische Mitosen darzustellen brauchten.¹⁾

Gewiß würden also diese Forscher kein Bedenken getragen haben, die von mir beschriebenen Vorgänge an den Geschlechtskernen der Opalinen als Reduktionsteilungen in Anspruch zu nehmen. Ich selbst kann auch keineswegs in dem Fehlen der typischen Caryokinese ein schwerwiegendes Argument gegen diese Deutung erblicken. Denn wenn wir auch in dem komplizierten Apparat der Caryokinese ein Mittel zu erblicken pflegen, das eine peinlich genaue Verteilung des Chromatins auf zwei gleiche Hälften gewährleistet, so ist damit doch durchaus nicht gesagt, daß die bei niederen Organismen häufigen amitotischen Kernteilungen nicht dasselbe Resultat, wenigstens annähernd, erreichen. Es sind ja auch die von mir und anderen als Mitosen beschriebenen Kernteilungen der Opalinen noch weit entfernt, der typischen Caryokinese zu gleichen. Abgesehen von dem Fehlen der Centrosome, ist es auch nicht gelungen, eine Spaltung der Chromosome nachzuweisen; ich glaube auch, daß eine solche gar nicht stattfindet, sondern eher, daß sie sich gleich in ihrer vollen Zahl, d. h. 24 bei den Kernen der Agamonten, 48 bei den unreifen Gamontenkernen, aus dem Spirem sondern und gleichmäßig auf die beiden Spindelpole verteilen. Auch gehen ja in vielen Fällen noch größere oder kleinere Chromatinteile in die Spindel ein, ohne sich zu Chromosomen umzuwandeln. Auch der Umstand, daß die Chromatinausstoßung, wie die echte Reifeteilung der Geschlechtskerne z. B.

¹⁾ Siehe auch LÉGER 1904 p. 332/33, PROWAZEK 1902 p. 298f. u. a.

bei Metazoen, zweimal hintereinander erfolgt, spricht für meine Annahme. Jedenfalls gewinnt der Vorgang hier schon eine höhere Ähnlichkeit mit echten Reifungsvorgängen, wie bei *Coccidium schubergi*.

Ausschlaggebend aber für die Beurteilung seiner Bedeutung sind die Folgen des Vorganges. Um kurz zu rekapitulieren: Die Agamontenkerne zeigen bei der Teilung an jedem Spindelpole 12 Chromosome, die neugebildeten Geschlechtskerne je 24. Nach der zweimaligen Ausstoßung der Chromatinkappen teilen sie sich nicht mehr, sondern je zwei vereinigen sich zum Syncaryon. Die Teilspindeln, die dieses und seine Abkömmlinge bilden, sind aber genau so gebaut, wie die in Fig. 3 abgebildeten Spindeln der Agamonten. Wenn es mir auch nicht gelang, hier die Chromosomenzahl sicher festzustellen, so kann ich doch soviel mit Bestimmtheit behaupten, daß sie nicht 24, überhaupt nicht erheblich mehr betragen kann als 12 an jedem Pole. Die Chromosomenzahl ist ja bei den Opalinen überhaupt außerordentlich schwer festzustellen. Nachdem dies aber einmal geglückt ist, genügt die Betrachtung der Spindelform vollständig, um festzustellen, daß dies dieselben Spindeln sind wie die der Agamonten. Die jungen ausgeschlüpften Zygoten werden ja auch direkt wieder zu Agamonten. Daß die erste, eventuell auch die zweite Teilungsspindel durch eingelagerte Chromatinteile ein abweichendes Aussehen gewinnt, ändert hieran nichts. Wie sich dies Verhalten vielleicht erklären läßt, habe ich schon oben erörtert; außerdem ist es ja keineswegs konstant, sondern man findet in denselben Stadien auch ganz normal aussehende Spindeln (vgl. Fig. 48).

Bedauerlich ist es, daß die mir vorliegenden Befruchtungsspindeln keine Chromosome erkennen ließen. Jedoch läßt sich ihr Wert aus den bekannten Tatsachen leicht berechnen: er kann nur sechs Chromosome auf den Pol betragen, wenn das Syncaryon wieder die normale Chromosomenzahl der Agamontenkerne enthalten soll.

Wir haben demnach den höchst eigenartigen Fall vor uns, daß jeder Geschlechtskern zunächst die doppelte Normalzahl enthält, die darauf durch zwei aufeinander folgende echte Reduktionsteilungen auf ein Viertel, d. h. die halbe Normalzahl herabgesetzt wird. Diese Annahme, so einzigartig sie auch im Tierreich dasteht, scheint mir wenigstens immer noch wahrscheinlicher, als die andere Möglichkeit, nämlich daß nur eine der Reifungsteilungen eine Reduktion der Chromosomenzahl bewirkt, während die andere, überschüssige Hälfte (oder besser Viertel) diejenige chromatische Substanz darstellt, die im Kern unsichtbar wird und erst bei der Chromidienbildung wieder in Erscheinung tritt.

Schluß.

Der Zeugungskreis der Opalinen ist mit dem Heranwachsen der ausgeschlüpften Zygote zum Agamonten geschlossen. Überblicken wir ihn noch einmal kurz, etwa nach dem auf Taf. I dargestellten Schema, so sehen wir sofort, wie weit er sich in jeder Hinsicht von den für die Ciliophoren bekannten Erscheinungen entfernt. Der Übersichtlichkeit halber habe ich die agamogene und die gamogene Generation in Form zweier Kreise ineinander gezeichnet und die Stadien der ersteren mit großen Buchstaben, die der letzteren mit Ziffern bezeichnet. Die mit 1 und A bezeichnete Figur erweist sich demnach als der Ausgangspunkt für beide Kreise; d. h. man kann es von vornherein den großen Individuen des Froschdarmes nicht ansehen, ob sie Agamonten oder Gamonten den Ursprung geben werden. Natürlich ist diese Figur, wie auch die übrigen Agamonten, im Verhältnis etwa zu den in Fig. 7—17 dargestellten Stadien weitaus zu klein gezeichnet und mit viel zu wenig Kernen versehen. Fig. A, B, C, D stellen die agamogenen Individuen dar, die sich durch abwechselnde Längs- und Querteilung fast das ganze Jahr hindurch im Darm der Frösche vermehren und nach jeder Zellteilung erst wieder zu normaler Größe heranwachsen. Wieviele derartige Generationen aufeinander folgen, kann ich nicht schätzen.

Fig. 2, 3 und 4 stellt zunächst die sukzessive Teilung der Individuen zu Beginn der gamogenen Fortpflanzungsperiode dar, bei welchen die Teilsprößlinge immer kleiner werden. Hiermit Hand in Hand geht die Bildung, Ausstoßung und Zerstäubung der Sporetien, während die Reservekerne sich noch nach dem Modus der Kerne der agamogenen Generationen teilen (Spindeln mit spitzen Polen und 12 Chromosomen an jedem Pol). Fig. 5 zeigt die neugebildeten Geschlechtskerne nebst Reservekernen, die dann bald verschwinden, Fig. 6 unreife Geschlechtskerne mit je zwei Chromatinkappen und die Teilung dieser Kerne (Spindeln mit runden Polen und 24 Chromosomen an jedem Pol). Fig. 7—9 zeigt die zwei aneinander folgenden Reifeteilungen. Nach der ersten folgt die Bildung der Infektionscyste. Fig. 10 zeigt das Ausschlüpfen des Gametocyten, 11, 12 die Gametenbildung, 13 die fertigen Isogameten, 14 und 15 stellt die Copulation, 16 die Copulationscyste, 17 den frisch angeschlüpften und 18 den schon heranwachsenden Agamonten der ersten metagametischen Generation dar, der direkt wieder in die in Fig. A (1) abgebildete Form übergeht.

Wir haben also einen typischen Generationswechsel vor uns.

eine Anzahl agamogenetischer Generationen gesetzmäßig mit einer gamogenetischen abwechselnd. Ich brauche nicht näher auszuführen, wie sehr der ganze Entwicklungszyklus von *Opalina* dem von verschiedenen Plasmodromen ähnelt. Wenn wir die Infektionscyste anschalten, die ja an jeden anderen Punkt des Kreises versetzt werden könnte, so haben wir hier einen vollständig typischen Plasmodromen-Zeugungskreis vor uns (vgl. z. B. SCHAUDINN 1903). Es ist nun natürlich sozusagen nur noch Geschmackssache, ob man den Zeugungskreis als maßgebend für die systematische Stellung der Opaliniden ansehen will und sie demgemäß unter die Plasmodromen aufnimmt, oder ob man dem einzigen, allerdings auffallendsten Merkmal, das sie mit den Ciliophoren teilen, dem Besitze von Cilien, entscheidenden Wert zubilligt und sie in dieser Gruppe belassen will. Im letzteren Falle sind aber gewiß die Unterschiede, die sie von allen ¹⁾ übrigen Vertretern der Gruppe trennen, so groß, daß sie die Aufstellung einer den Klassen der Ciliaten und Suctorien gegenüberstehenden neuen Klasse rechtfertigen würden.

Mir selbst erscheint der Wert dieses Merkmals in Übereinstimmung mit DOFLEIN (1902) nicht so wesentlich. Betreffs dieses Punktes verweise ich auf DOFLEIN'S Ausführungen (l. c. p. 172 ff.).

Nach meiner Überzeugung hätten wir also in den Opalinen sehr abgeänderte Vertreter der großen Gruppe der Plasmodromen zu sehen. Eine Erörterung darüber, welcher Ordnung der Plasmodromen, ja sogar welcher Klasse sie einzureihen, resp. anzuschließen wären, würde bei dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse von den Verwandtschaftsverhältnissen der Protozoen durchaus müßig sein.

Vielleicht würde eine genaue Untersuchung des Zeugungskreises der zweikernigen Formen, *O. caudata* [ZELLER] und *O. (Anoplaphrya) intestinalis* [STEIN], (*similis* [ZELLER]) aus *Bombinator* wesentlich zum Verständnis der hier beschriebenen Tatsachen beitragen; ferner wäre jedenfalls von größtem Interesse eine Bearbeitung der von LÉGER u. DUBOSCQ beschriebenen *Opalina saturnalis* aus *Box boops*, die in manchen Stadien wenigstens eine äußere Ähnlichkeit mit *Lophomonas*-Arten aufzuweisen scheint.

Ob die in Cephalopoden schmarotzenden Infusorien *Opalinopsis* und *Chromidina* überhaupt in die nähere Verwandtschaft der echten Opalinen gehören, ist zurzeit noch eine offene Frage. Der Nachweis

¹⁾ Die Ansicht ZELLER'S, daß die Fortpflanzung von *Nyctotherus* ganz der von *O.* entspreche, ist natürlich nicht richtig. Es findet sich nur Übertragung durch Cysten. *N.* verhält sich ganz wie ein echtes Ciliat.

GONDERS (1904), daß wenigstens in vielen Fällen bei *Chromidina elegans* ein mehr oder weniger rudimentäres Cytostom auftritt, läßt mir die bisher angenommene Verwandtschaft mindestens zweifelhaft erscheinen; die von diesem Forscher beschriebenen Kernveränderungen, Chromidien- und wohl auch Sporetienbildung, stellen einen Teil des Entwicklungszyklus dieser Organismen dar, aus dem bestimmte Schlüsse auf den weiteren Verlauf zurzeit noch durchaus nicht gezogen werden können. Die Anoplophryen und ihre Verwandten dürften wohl in keinem Verwandtschaftsverhältnis zu den echten Opalinen stehen. Siehe auch LÉGER u. DUBOSCQ (1904a). So scheint mir aus der Klarlegung des Zeugungskreises von *Opalina* für die Benrteilung ihrer systematischen Stellung unter den Protozoen nur so viel gewonnen, daß wir sie von den Ciliophoren entfernen und den Plasmodiomen näher rücken müssen, ohne ihnen unter den letzteren eine weniger isolierte Stelle anweisen zu können, als die, die sie bisher unter den Ciliophoren eingenommen haben.

Literaturverzeichnis.

- BALBIANI, E. G. (1885): Sur un infusoire cilié parasite du sang de l'Aselle aquatique. (Anoplophrya circinalis.) in: Recueil zoologique Suisse V. 2.
- BARFURTH, D. (1885): Vergleichend-histochemische Untersuchungen über das Glycogen. in: Arch. f. mikrosk. Anat. V. 25.
- BERNDT, A. (1902): Beitrag zur Kenntnis der im Darne der Larve von *Tenebrio molitor* lebenden Gregarinen in: Arch. f. Protistenk. V. 1.
- BEZZENBERGER, E. (1904): Über Infusorien aus asiatischen Anuren. in: Arch. f. Protistenk. V. 3.
- BORTOLOTTI, C. (1901/02): Sviluppo e propagazione delle Opalinine parassite del Lombrico. in: Monitore zool. Italian. V. 12 1901 u. V. 13 1902.
- BÜTSCHLI, O. (1887—89): Protozoa. III. Abt.: Infusoria und System der Radiolaria. in: BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Leipzig 1887—89.
- (1890): Über den feineren Bau der Bakterien und verwandter Organismen. Leipzig 1890.
- (1896): Weitere Ausführungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien. Leipzig 1896.
- CALKINS, G. N. (1903): The protozoan nucleus. in: Arch. f. Protistenk. V. 2.
- (1905): Evidences of a sexual cycle in the life-history of *Amoeba proteus*. in: Arch. f. Protistenk. V. 5.
- CAULLERY, M. et MESNIL, F. (1903): Sur la structure nucléaire d'un infusoire parasite des Actinies. in: Compt. rend. Soc. Biol. Paris V. 55.
- CERTES, A. (1879): Note sur l'Haptophrya gigantea MAUPAS, infusoire parasite des Batraciens anoures d'Algérie. in: Bull. Soc. Zool. France V. 4.

- CLAPARÈDE, E. (1861): Etudes anatomiques sur les Annélides, Turbellariés, Opalines et Grégaires observés dans les Hébrides. Mém. Soc. de physique et d'hist. natur. Genève V. 16.
- CLAPARÈDE, E. et LACHMANN, J. (1858/59): Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes. in: Mém. Inst. nat. Genevois V. 6.
- COHN, L. (1904): Zwei parasitische Infusorien aus *Discoglossus pictus*. in: Arch. f. Protistenk. V. 4.
- CONTE, A. et VANEY, C. (1902): Sur des émissions nucléaires observées chez des protozoaires. in: Compt. rend. Acad. Sc. Paris V. 135.
- CUÉNOT, L. (1897): Evolution des Grégaires céolomiques du Grillon domestique. in: Compt. rend. Acad. Sc. Paris V. 125.
- (1901): Recherches sur l'évolution et la conjugaison des Grégaires. in: Arch. d. Biol. V. 17.
- DÖFLEIN, F. (1900): Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. IV. Zur Morphologie und Physiologie der Kern- und Zellteilung. in: Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. V. 14.
- (1901): Die Protozoen als Parasiten und Krankheitserreger. Jena 1901.
- (1902): Das System der Protozoen. in: Arch. f. Protistenk. V. 1.
- DREZWECKI, W. F. (1904): Über vegetative Vorgänge im Kern und Plasma der Gregarinen des Regenwurmhodens. in: Arch. f. Protistenk. V. 3.
- DUJARDIN, F. (1841): Histoire naturelle des Zoophytes Infusoires. Paris 1841.
- ENGELMANN, TH. W. (1875): Over Ontwikkeling en voortplanting van Infusoria. I. Ontwikkeling van *Opalina ranarum* binnen het darmkanaal van den kikvorsch. in: Onderzoek. physiol. Laborat. Utrecht Hoogeschool. derde Reeks V. 3.
- (1876): Über Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. I. Entwicklung und Fortpflanzung von *Opalina ranarum* innerhalb des Darmkanals von *Rana esculenta*. in: Morphol. Jahrb. V. 1.
- EVERTS, E. (1879): Bijdrag tot de Kennis der Opalinen uit het darmkanaal van Batrachiers. in: Tijdschr. Nederl. Dierkund. Vereniging V. 4.
- FAURÉ, E. (1904): Sur la structure du protoplasma chez les infusoires ciliés. in: Compt. rend. Soc. biol. Paris V. 57.
- FÖTTINGER, A. (1881): Recherches sur quelques infusoires nouveaux parasites des Céphalopodes. in: Arch. de Biol. V. 2.
- GOLDSCHMIDT, R. (1904a): Der Chromidialapparat lehaft funktionierender Gewebezellen. in: Biol. Centralbl. V. 24.
- (1904b): Die Chromidien der Protozoen. in: Arch. f. Protistenk. V. 5.
- (1904c): Der Chromidialapparat lehaft funktionierender Gewebezellen. in: Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. V. 21.
- GONDER, R. (1904): Beiträge zur Kenntnis der Kernverhältnisse bei den in Cephalopoden schmarotzenden Infusorien. in: Arch. f. Protistenk. V. 5.
- GÖZE, J. A. E. (1787): Versuch einer Naturgeschichte der Eingeweidewürmer tierischer Körper. Leipzig 1787.
- GROS, G. (1850): Note sur le mode de génération et les transformations successives d'un animalcule que l'on rencontre chez les grenouilles. in: Compt. rend. Acad. Sc. Paris V. 31.
- HARTMANN, M. (1904): Die Fortpflanzungsweisen der Organismen, Neubenennung und Einteilung derselben, erläutert an Protozoen, Volvocineen und Dicyemiden. in: Biol. Centralbl. V. 24.

- HERTWIG, R. (1899a): Was veranlaßt die Befruchtung bei Protozoen? in: Sitz.-Ber. d. Gesellsch. f. Morphol. u. Physiol. München V. 16.
- (1899b): Über Encystierung und Kernvermehrung bei *Arcella vulgaris*. in: Festschr. f. C. v. KUPFFER. Jena 1899.
- (1902): Die Protozoen und die Zelltheorie. in: Arch. f. Protistenk. V. 1.
- (1904): Über physiologische Degeneration bei *Actinosphaerium eichhorni*. in: Festschr. f. E. HAECKEL. Jena 1904.
- KEFERSTIN, W. (1863): Untersuchungen über niedere Seetiere. in: Zeitschr. f. wiss. Zool. V. 12.
- KLEBS, G. (1896): Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896.
- KÖLLIKER, A. (1864): Icones histologicae. I. Bd. Der feinere Bau der Protozoen. Leipzig 1864.
- KUNSTLER, J. et GINESTRÉ, CH. (1902): Notice préliminaire sur l'Opaline dimidiata. in: Bibliographie anatomique V. 10.
- — (1905): Les spérules trophoplasmiques des infusoires ciliés. in: Compt. rend. Acad. Sc. Paris V. 141.
- LANG, A. (1901): Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. II. Aufl. 2. Lieferg. Protozoa. Jena 1901.
- LANKESTER, E. RAY (1870): Remarks on Opalina and its contractile vesicles, on Pachydermon and Annelidan spermatophores. in: Quart. Journ. of micr. Sc. N. Ser. V. 10.
- LÉGER, L. (1904): La reproduction sexuée chez les Stylorhynchus. in: Arch. f. Protistenk. V. 3.
- LÉGER, L. et DUBOSQ, O. (1904a): Notes sur les infusoires endoparasites. I. Les Astomata représentent-ils un groupe naturel. in: Arch. Zool. expér. et gén. Notes et revue V. 2.
- — (1904b): Notes sur les infusoires endoparasites. II. Anoplophrya brasili L. et D. III. Opalina saturnalis L. et D. in: Arch. Zool. expér. et gén. V. 2.
- LEIDY, J. (1877): Remarks on some parasitic Infusoria. in: Proc. Acad. natur. sc. Philadelphia Jahrg. 1877.
- LÖWENTHAL, W. (1903): Beiträge zur Kenntnis des Basidiobolus lacertae EIDAM. in: Arch. f. Protistenk. V. 2.
- (1904): Das Auftreten eines Mikronnklens-artigen Gebildes bei Opalina ranarum. in: Arch. f. Protistenk. V. 3.
- LÜHR, M. (1902): Über Befruchtungsvorgänge bei Protozoen. in: Schriften d. physikal.-ökon. Gesellsch. Königsberg i. Pr. V. 43.
- MAIER, H. N. (1903): Über den feineren Bau der Wimperapparate der Infusorien. in: Arch. f. Protistenk. V. 2.
- MAUFAS, E. (1879): Sur l'Haptophrya gigantea, Opaline nouvelle de l'intestin des Batraciens anoures d'Algérie. in: Compt. rend. Acad. Sc. Paris V. 88.
- MESNIL, F. (1905): Chromidies et questions connexes. in: Bull. Inst. Pasteur V. 3.
- NERESCHMEIER, E. (1905): Über vegetative Kernveränderungen bei Amoeba doffeini n. sp. in: Arch. f. Protistenk. V. 6.
- (1906): Der Zeugungskreis von Opalina. in: Sitz.-Ber. d. Gesellsch. f. Morphol. u. Physiol. München V. 22.
- NUSSBAUM, M. (1886): Über die Teilbarkeit der lebendigen Materie. I. Die spontane und künstliche Teilung der Infusorien. in: Arch. f. mikrosk. Anat. V. 26.

- PFITZNER, W. (1886): Zur Kenntniss der Kernteilung bei den Protozoen. in: *Morphol. Jahrb.* V. 11.
- PRANDTL, H. (1905): Reduktion und Karyogamie bei Infusorien. in: *Biol. Centralbl.* V. 25.
- (1906): Die Konjugation von *Didinium nasutum* O. F. M. in: *Arch. f. Protistenk.* V. 7.
- PROWAZEK, S. (1902): Zur Entwicklung der Gregarinen. in: *Arch. f. Protistenk.* V. 1.
- (1903): Flagellatenstudien. in *Arch. f. Protistenk.* V. 2.
- (1904a): Die Entwicklung von *Herpetomonas*. in: *Arb. a. d. kaiserl. Gesundheitsamte* V. 20.
- (1904b): Untersuchungen über einige parasitische Flagellaten. *ibid.* V. 21.
- (1904c): *Entamoeba buccalis* n. sp. *ibid.* V. 21.
- (1905): Studien über Säugetiertrypanosomen. *ibid.* V. 22.
- PURKINJE, E. u. VALENTIN, G. (1835): *De phenomono generali et fundamentali motus vibratorii.* Vratislaviae 1835.
- RHUMELIN, L. (1895): Beiträge zur Kenntnis der Rhizopoden. in: *Zeitschr. f. wiss. Zool.* V. 61.
- (1898): Zelleib-, Schalen- und Kernverschmelzungen bei den Rhizopoden und deren wahrscheinliche Beziehungen zu phylogenetischen Vorstufen der Metazoenbefruchtung. in: *Biol. Centralbl.* V. 18.
- SCHAUDINN, F. (1894): Die Fortpflanzung der Foraminiferen und eine neue Art der Kernvermehrung. in: *Biol. Centralbl.* V. 14.
- (1895a): Untersuchungen an Foraminiferen. I. *Calcituba polymorpha* ROBOZ. in: *Zeitschr. f. wiss. Zool.* V. 59.
- (1895b): Über den Dimorphismus der Foraminiferen. in: *Sitz.-Ber. d. Ges. naturf. Freunde Berlin* Jahrg. 1895.
- (1900): Untersuchungen über den Generationswechsel der Coccidien. in: *Zool. Jahrb., Abt. f. Anat.* V. 13.
- (1902): Beiträge zur Kenntnis der Bakterien und verwandter Organismen. I. *Bacillus bütschlii* n. sp. in: *Arch. f. Protistenk.* V. 1.
- (1903a): *Idem.* II. *Bacillus sporonema* n. sp. in: *Arch. f. Protistenk.* V. 2.
- (1903b): Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. in: *Arb. a. d. kaiserl. Gesundheitsamte* V. 19.
- (1904): Generations- und Wirtswechsel bei *Trypanosoma* und *Spirochaete*. *ibid.* V. 20.
- (1905): Neuere Forschungen über die Befruchtung bei Protozoen. in: *Verh. d. deutsch. zool. Ges. Breslau* 1905.
- SCHERL, C. (1899): Beiträge zur Fortpflanzung der Amöben. in: *Festschrift für C. v. KUPFFER.* Jena 1899.
- SCHMIDT, O. (1846): Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Naiden. in: J. MÜLLER's *Arch. f. Anat., Physiol. u. wiss. Med.* Jahrg. 1846.
- SCHNEIDER, ARNÉ (1885): Sur l'*Anoplophrya circulans*. in: *Compt. rend. Acad. Sc. Paris* V. 100.
- (1886): *Tablettes zoologiques.* V. 1. Poitiers 1885/86.
- SCHNEIDER, K. C. (1905): Plasmastruktur und Bewegung bei Protozoen und Pflanzenzellen. in: *Arb. a. d. Zool. Inst. Wien* V. 16.
- SCHOUTEDEN, H. (1905): Längsteilung bei *Opalina ranarum*. in: *Zool. Anz.* V. 28.
- SCHULTZE, M. (1851): Beiträge zur Naturgeschichte der Thierbellarien. Greifswald 1851.

- SIEBOLD, C. Th. v. (1848): Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. Berlin 1848.
- SIEDLECKI, M. (1898): Etude cytologique et cycle evolutif de la coccidie de la seiche. in: Ann. d. l'Inst. Pasteur Jahrg. 1898.
- (1902): L'Herpetophrya automa u. g. n. sp., infusoire parasite des Polymnies. in: Bull. intern. Acad. Sc. Cracovie Jahrg. 1902.
- STEIN, F. (1854): Die Infusionstiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. Leipzig 1854.
- (1860): Die Einteilung der holotrichen Infusionstiere. in: Sitz.-Ber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. Prag Jahrg. 1860.
- (1861a): Über ein neues parasitisches Infusionstier aus dem Darmkanal von Paludinen und über die mit demselben zunächst verwandten Infusorienformen. ibid. Jahrg. 1861.
- (1861b): Über ein von ihm im Darmkanal von Regenwürmern aufgefundenes neues Infusionstierchen. ibid. Jahrg. 1861.
- (1867): Der Organismus der Infusionstiere. Bd. II. Leipzig 1867.
- STEMPELL, W. (1905): Vegetatives Leben und Geschlechtsakt. in: Mitteil. d. naturw. Ver. f. Nenvorpommern u. Rügen V. 36.
- STOKES, A. C. (1884): Notices of some new parasitic Infusoria. in: Americ. Naturalist V. 18.
- TÖNNIGES, C. (1898): Die feineren Bauverhältnisse von *Opalina ranarum*. in: Sitz.-Ber. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturw. zu Marburg Jahrg. 1898.
- (1899): Nachtrag zu den Untersuchungen über die feineren Bauverhältnisse von *Opalina ranarum*. ibid. Jahrg. 1899.
- UNGER, F. (1843): Die Pflanze im Momente der Tierwerdung. Wien 1843.
- VIJDOWSKY, F. (1879): Monographie der Enchytraeiden. Prag 1879.
- VENZIANI, A. (1904): Über die physiologische Einwirkung des Radiums auf die *Opalina ranarum*. in: Centralbl. f. Physiol. V. 18.
- WARPASCHOWSKY, N. (1886): Eine neue Form von *Opalina* (*spiculata* n. sp.). in: Bull. Acad. impér. St. Pétersbourg V. 30.
- ZELLER, E. (1877): Untersuchungen über die Fortpflanzung und die Entwicklung der in unseren Batrachiern schmarotzenden Opalinen. in: Zeitschr. f. wiss. Zool. V. 29.
- ZIEGLER, H. E. (1904): Das zoologische System im Unterricht. in: Verhandl. d. deutsch. zool. Ges. Tübingen 1904.
- ZUELZER, M. (1904): Beiträge zur Kenntnis von *Diffugia urceolata* CARTER. in: Arch. f. Protistenk. V. 4.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Schema des Zeugungskreises von *Opalina ranarum*.

Fig. A—D = Agamogene (multiplikative) Fortpflanzung im Sommer, Herbst und Winter.

Fig. 1—18 = Gamogene (propagatorische) Fortpflanzung im Frühjahr.

Fig. 1—8 im Frosch.

Fig. 9 im Wasser.

Fig. 10—18 in der Froschlarve.

- Fig. 1. Indifferentes Individuum als Ausgangspunkt für beide Kreise.
 Fig. 2—4. Zerfall in Gametocyten; Chromidien- und Sporetienbildung.
 Fig. 5—9. Bildung und Reifung der Geschlechtskerne.
 Fig. 10—13. Isogametenbildung.
 Fig. 14—16. Copulation und Bildung der Cystozygote.
 Fig. 17 u. 18. Agamonten der ersten metagametischen Generation.

Tafel II.

(Alle Figuren sind mit dem Abbe'schen Zeichenapparat in Objekttischhöhe entworfen.
 Alle Figuren dieser Tafel beziehen sich auf *O. ranarum*.)

- Fig. 1. Teil eines indifferenten Individuums (Agamonten), entsprechend Taf. XVII Fig. A (1). ZEISS, Apochr. Imm. 2 mm, Comp. Oc. 4.
 Fig. 2. Ganzes Tier. Chromidienbildung, vom stumpfen Pol gegen den spitzen fortschreitend. LEITZ, Obj. 7, Oc. 0.
 Fig. 3a—d. Phasen der Caryokinese der Agamontenkerne. ZEISS, Apochr. Imm. 2 mm, Comp. Oc. 6.
 Fig. 3e. Spirem derselben Kerne. ZEISS, Apochr. Imm. 2 mm, Comp. Oc. 8.
 Fig. 4a—l. Bildung und Anstoßung der Chromidien. *m u. n* Pigmentbildung in den Chromidien (im engeren Sinne). ZEISS, Apochr. Imm. 2 mm, Comp. Oc. 6.
 Fig. 5. Teil eines Individuums mit vergrößerten „scheibenförmigen Körperchen“. Dazwischen ein Kern in Chromidienbildung und ein Reservekern (Spirem). Dieselbe Vergrößerung.
 Fig. 6. Teil eines Tieres mit fein verteilten Sporetien. Dieselbe Vergr.
 Fig. 7. Teil eines Tieres mit in Alveolen („Plasmakugeln“) eingelagerten Sporetien. Dieselbe Vergr.
 Fig. 8. „Plasmakugeln“ mit eingelagerten Sporetien. ZEISS, Apochr. Imm. 2 mm, Comp. Oc. 8.
 Fig. 9. Teil eines Individuums mit Agamonten-(Reserve-)Kernen und sich bildenden Geschlechtskernen. ZEISS, Apochr. Imm. 2 mm, Comp. Oc. 6.
 Fig. 10. Teil eines Tieres mit nengebildeten Geschlechtskernen und Reservekernen; dazwischen leer gebliebene Plasmakugeln. ZEISS, Apochr. Imm. 2 mm, Comp. Oc. 4.
 Fig. 11a—e. Unreife Geschlechtskerne mit Chromatinkappen. ZEISS, Apochr. Imm. 2 mm, Comp. Oc. 6.
 Fig. 12a—c. Teilung der unreifen Geschlechtskerne. Dieselbe Vergr.
 Fig. 13. Gametocyt. Erste Reifeteilung der Geschlechtskerne. ZEISS, Apochr. Imm. 2 mm, Comp. Oc. 4.
 Fig. 14. Gametocyt nach der ersten Reifeteilung. Dieselbe Vergr.
 Fig. 15a—c. Nengebildete Cysten aus dem Froschdarm mit noch unreifen Kernen. ZEISS, Apochr. Imm. 2 mm, Comp. Oc. 6.
 Fig. 16. Eben solche Cyste, nach dem Leben. Dieselbe Vergr.
 Fig. 17. Zwei Kerne aus einer bereits ins Wasser entleerten Cyste, Abstoßung des zweiten Reduktionskörpers. Dieselbe Vergr.
 Fig. 18. Eben solche Cyste nach der Abstoßung des zweiten Reduktionskörpers. Dieselbe Vergr.
 Fig. 19. Dasselbe Stadium bei einer ausnahmsweise einkernigen Infektionscyste. Dieselbe Vergr.
 Fig. 20. Reife Infektionscyste. Dieselbe Vergr.

Tafel III.

(Die Figuren beziehen sich teils auf *O. ranarum*, teils auf *O. dimidiata*. Sie sind mit dem Annä'schen Zeichenapparat in Objektischhöhe entworfen, mit Ausnahme der mit „Skizze nach dem Leben“ bezeichneten; diese sind ohne Zeichenapparat, schätzungsweise entsprechend der Vergrößerung von ZEISS, Apochr. Imm. 2 mm, Comp. Oc. 6 gezeichnet. Diese Vergrößerung ist auch für alle anderen Figuren gebräuchlich, nur bei Fig. 41 und 45 kam Comp. Oc. 8 zur Verwendung.)

Fig. 21. *Op. ran.* Reife Cyste aus dem Kaulknappendarm; die Kerne hegen sich zu Befruchtungsspindeln umzuformen.

Fig. 22. *Op. ran.* Unreife Cyste im Begriff auszuschlüpfen.

Fig. 23 a u. b. *Op. dim.* Zwei Stadien des Anschlüpfens einer Infektionscyste, b etwa 10 Minuten nach a. Skizze nach dem Leben.

Fig. 24. *Op. dim.* Frisch angeschlüpfter Gametocyt.

Fig. 25. *Op. ran.* Frisch angeschlüpfter Gametocyt.

Fig. 26. *Op. ran.* Unreif angeschlüpfter Gametocyt vor der Anstoßung des zweiten Reduktionskörpers.

Fig. 27. *Op. ran.* Unreif angeschlüpfter Gametocyt nach der Anstoßung des zweiten Reduktionskörpers.

Fig. 28. *Op. dim.* Gametocyt in Querteilung. Skizze nach dem Leben.

Fig. 29. *Op. ran.* Gametocyt in Querteilung.

Fig. 30. *Op. dim.* Gametocyt in Querteilung.

Fig. 31. *Op. ran.* Gametocyt vor der letzten Längsteilung.

Fig. 32 a—d. *Op. dim.* Letzte Längsteilung eines Gametocyten zu Gameten. Skizzen nach dem Leben.

Fig. 33. *Op. dim.* Vermutlich dreikerniger Gametocyt in Längsteilung; das zweikernige Teilstück beginnt verfrüht schon seine nächste Längsteilung. Skizze nach dem Leben.

Fig. 34. *Op. dim.* Dreikerniger Gametocyt in Längsteilung.

Fig. 35. *Op. dim.* Zweikerniger Gametocyt in Längsteilung.

Fig. 36. *Op. dim.* Gamet. Essigsäurepräparat.

Fig. 37. *Op. dim.* Gamet.

Fig. 38. *Op. ran.* Gamet.

Fig. 39. *Op. dim.* Copulation der Gameten. a, b, d innerhalb $\frac{3}{4}$ Stunden nach demselben Exemplar gezeichnet, c nach einem anderen Exemplar. Skizzen nach dem Leben.

Fig. 40. *Op. dim.* Gametencopulation.

Fig. 41. *Op. dim.* Zygote; Kerne im Begriff zu verschmelzen.

Fig. 42. *Op. dim.* Birnförmige Zygote mit Befruchtungsspindeln. Nach dem Leben.

Fig. 43. *Op. dim.* Cystozygote mit Befruchtungsspindeln. Nach dem Leben. (Die äußere Cystenhülle erschien erst nach Essigsäurezusatz.)

Fig. 44. *Op. dim.* Cystozygote mit Syncaryon.

Fig. 45. *Op. dim.* Frisch angeschlüpfter, noch einkerniger Agamont der ersten metagametischen Generation. Essigsäurepräparat.

Fig. 46. *Op. dim.* Ehensolcher Agamont. Eisenalaun-Hämatoxylin.

Fig. 47. *Op. dim.* Ehensolcher Agamont.

Fig. 48. *Op. dim.* Ebensolcher Agamont; erste Teilspindel. Eisenalaun-Hämatoxylin.

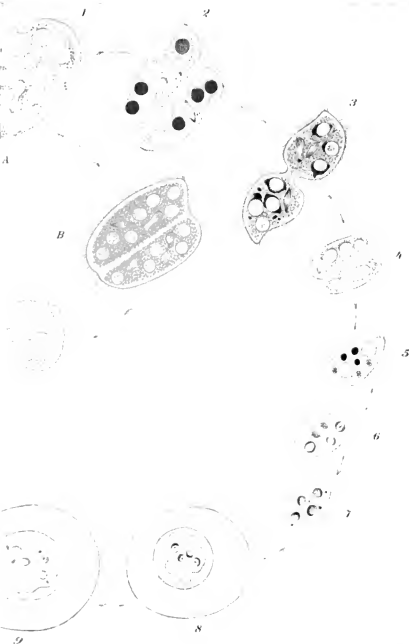
Fig. 49. *Op. dim.* Ebensolcher Agamont; erste Teilspindel mit noch erkennbarem Material für die künftige Chromidienbildung. (?)

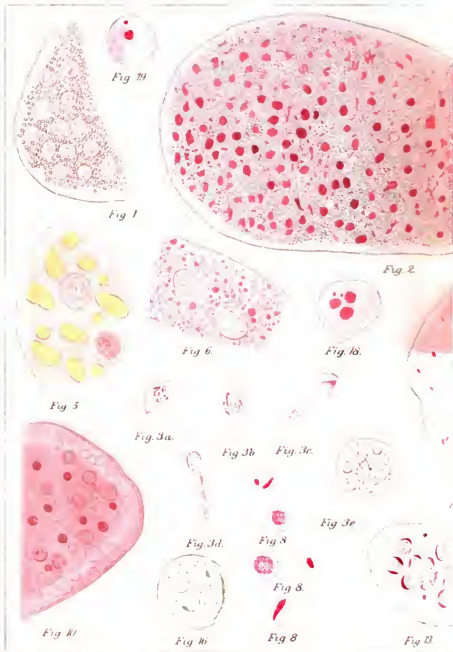
Fig. 50. *Op. dim.* Agamont, bereits zweikernig, gleichfalls mit noch erkennbarem Chromidienmaterial in den Kernen. (?)

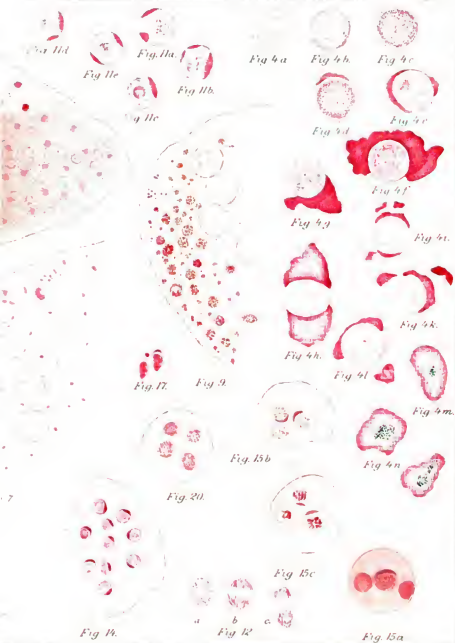
Fig. 51. *Op. dim.* Agamont in lebhafter Kernvermehrung. Essigsäurepräparat.

Fig. 52. *Op. van.* Junger Agamont. 48 Stunden nach der Infektion.









Archae. fil.

Taf. 3.

Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 24.

Fig. 25.

Fig. 26.

Fig. 27.

Fig. 28.

Fig. 29.

Fig. 30.

Fig. 31.

Fig. 32.

Fig. 33.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical
Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year:

Band/Volume: [supp. I](#)

Autor(en)/Author(s): Neresheimer Eugen

Artikel/Article: [Die Fortpflanzung der Opalinen. 1-42](#)