

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Zwei parasitische Infusorien aus *Discoglossus pictus*.

Von

Dr. Ludwig Cohn (Greifswald).

(Hierzu Tafel IV.)

Aus dem Enddarme von *Discoglossus pictus* sammelte ich in größerer Anzahl zwei von diesem Fundort bereits bekannte Opalinen, *Discophrya gigantea* und *Opalina intestinalis*. Sie kamen vergesellschaftet mit einer *Trichomonas*-Art (*ranarum*?) und mit *Nyctotherus cordiformis* vor; unter vier untersuchten Fröschen waren alle mit der *Opalina* infiziert, während sich *Disc. gigantea* bei dreien fand. Zur entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung erwies sich *Op. intestinalis* immerhin noch brauchbarer, obgleich sie sich in der feuchten Kammer nur höchstens 48 Stunden hielt; *Disc. gigantea* bleibt zwar weit länger am Leben, führt aber im Hängetropfen selbst bei wochenlanger Beobachtung ein rein vegetatives Dasein, führt sogar hier die im Darm begonnene Teilung nicht zu Ende. Wenn ich also im folgenden einiges über die Vermehrung zusammenstellen kann, so geschieht es in der Hauptsache auf Grund der fertig vorgefundenen verschiedenen Stadien, die sich aber allerdings mit genügender Sicherheit ihrer Reihenfolge nach ordnen lassen.

***Discophrya gigantea*.**

Disc. gigantea ist in ihrem äußeren Habitus genügend bekannt, unterscheidet sich hierin ja auch nur wenig von *Disc. planariarum*. Bemerkenswert ist nur die, wenn auch bloß bei der Bewegung kenntliche, Differenzierung in der Bewimperung. Die

Cilien schlagen durchaus nicht immer am ganzen Körper, was nur bei in rascher Progression begriffenen Tieren der Fall ist. Bei langsamer Schwimmbewegung flimmert nur die vordere Körperhälfte, deren Cilien dafür auch beim ruhenden Tiere nie stillstehen; die Cilien am hinteren Körperende liegen dann der Pellikula längs an. Auch im Saugorgan sind sie, solange das Tier lebt, in Bewegung, und zwar erfolgt die Bewegung vom äußeren Rande nach einem Punkte hin, der in der Mittellinie wenig vor dem Hinterrande des Saugorgans liegt. Im letzteren ist die Flimmerbewegung dabei langsamer als an der Körperoberfläche; wenn sich solche Geschwindigkeiten auch nur sehr annähernd schätzen lassen, so möchte ich das Verhältnis etwa wie 1 : 2 schätzen. Auch sind die Cilien im Saugorgan, wenn auch nicht länger, so doch entschieden derber, als die der Körperoberfläche. Das lebenskräftige Tier benutzte seinen Saugapparat selten und nur vorübergehend zur Anheftung, doch starben endlich alle Exemplare an die Glaswand oder an Gewebefetzen angesaugt.

Der Makronukleus der *Disc. gigantea* bildet, wie der der anderen Arten der Genus, bekanntlich unter den einkernigen Opalininen die Ausnahme, daß er im Verhältnis zur Körpergröße klein bleibt. Er ist immer langoval mit breit abgerundeten Enden, doch wechselt sein Verhältnis von Länge zu Breite bedeutend; ich maß als Extreme im ruhenden Zustande 0,36 : 0,085 und 0,31 : 0,098 mm. Bei der überwiegenden Mehrheit der eben dem Darne entnommenen Exemplare liegt er ganz weit vorn, wenig hinter dem Saugorgan, hinter welchem er manchmal noch vorreicht, und in der Längsachse. Wenn er weiter hinten lag, so stand das immer mit Teilungserscheinungen oder der Vorbereitung zu solchen in Verbindung. Auf welche Weise solche Verlagerungen des Kernes stattfinden, ist mir nicht klar geworden. Plasmastörungen sind kaum das Agens, da ich sie vielfach sehr lebhaft um den völlig unbeweglichen Kern herum sah; selbst starke Deformationen des Vorderendes, wie sie beim schnell schwimmenden Individuum beim Auftreffen auf ein Hindernis vorkommen, konnten den Kern nicht aus seiner Lage bringen, — er muß also irgendwie befestigt sein, — vielleicht sind die Plasmafäden, die zum Boden des Saugorgans ziehen, daran beteiligt. Eine Kontraktilität des ganzen Körpers ist nicht vorhanden; veränderlich ist nur die Tiefe des Saugorgans, an welchem sich die von der Rückenfläche herantretenden Fäden anheften, — Fäden, die am lebenden Tiere gut sichtbar und wohl nur der Ausdruck einer geradlinigen Anordnung der Plasmaalveolen sind.

Der Kern, der im lebenden Zustand ein ganz gleichmäßig granuliertes Aussehen hat und stets heller durchs Plasma schimmert hat einen recht komplizierten, deutlich alveolären Bau, wie stark mit Hämatoxylin gefärbte und dann mit Salzsäure-Alkohol differenzierte Tiere zeigen. Seine Masse bildet ein stark sich tingierendes, grob leistenrörmiges Netzwerk, das die einzelnen Alveolen umgrenzt. Im Innern dieser einzelnen Höhlungen liegt dann je ein einzelnes Kernkörperchen, das den Hohlraum lange nicht ausfüllt. Eine gemeinsame Kernmembran konnte ich nicht nachweisen; die äußere Umgrenzung schien vielmehr von der gleichen Netzsubstanz gebildet, ist auch nicht immer ganz geradlinig. Ein solcher Bau erinnert lebhaft an die dunkler färbbaren Stellen in den Kernen anderer Infusorien, die BÜTSCHLI (1887—89 S. 1510) allgemein für „lokale Verdichtungen des Kerninhaltes“ halten möchte. Im Anschlusse an die Beschreibung solcher dichter Stellen im Kerne von *Paramaecium bursaria* bemerkt er: „Ähnlich den Verhältnissen von *P. bursaria* erscheint zuweilen der Nukleus von *Holophrya discolor* (LIEBERKÜHN, uned. Tafeln), *Frontonia acuminata* (LIEBERKÜHN) und *Discophrya planariarum* (LIEBERKÜHN). Auch die von AIMÉ SCHNEIDER für *Anoplophrya branchiarum* beschriebenen größeren oder kleineren und verschieden zahlreichen Binnenkörper gehören wohl sicher hierher,“ — also unter die Verdichtungen, welche sich vom umgebenden Inhalt nur durch die engeren Waben unterscheiden. Wenn ich auch annehme, daß die Kerneinschlüsse von *Disc. gigantea* mit denen von *Disc. planariarum* gleicher Natur sein werden, so kann ich mich für die von mir untersuchte Art dieser Deutung nicht anschließen. Es liegen hier keine Verdichtungen vor, sondern geradezu Einschlüsse, in einem wohl mit Flüssigkeit gefüllten Hohlraume; ihrer Natur nach sind sie von dem Netzwerk verschieden. Viel eher könnten auch hier, wie BÜTSCHLI es selbst für die Kerneinschlüsse der *Actinobolus*, *Stephanopogon* und *Dysteria* tut, die seltsamen Kerneinschlüsse, die namentlich bei den Oxytrichinen so gut entwickelt sind, zum Vergleiche herangezogen werden, wenn es mir auch an dem zu anderen Zwecken stark gefärbten Material nicht gelang, einen vakuolenartigen Hohlraum im Innern der Einschlusskörper aufzufinden. Vielleicht stehen die letzteren mit einer Eigenschaft des Nukleus in Zusammenhang, auf die ich weiter unten zurückkomme.

Über den Mikronukleus konnte ich, trotzdem ich ihn auffand, zu keinem endgültigen Resultate kommen. Bei zweien der einkernigen Opalininen, *Hoplitophrya falcifera* und *Anoplo-*

phrya branchiarum sind ja Mikronnklei nachgewiesen, so daß BÜTSCHLI (l. c. S. 1517) meint, diese Befunde gestatten wohl „den sicheren Schluß, daß bei allen mit einfachem MaN. versehenen Opalinen Mikronnklei vorhanden sind.“ Daß auch *Disc. gigantea* einen solchen, und zwar von gar nicht geringen Dimensionen, besitzen kann, konnte ich bei Teilungsstadien nachweisen, was bei Besprechung derselben erörtert werden soll; bei dem rein vegetativen Stadium ist aber neben dem großen Kerne keine Spur eines Mikronukleus nachzuweisen, während er bei seiner bedeutenden Größe, die er bei der Teilung hat, besonders im gefärbten Präparat unmöglich entgehen kann. Ich kann hier in bezug auf dies Dilemma nur auf meine Schlußbetrachtungen über die Kernverhältnisse der Opalinen im allgemeinen verweisen.

Unsicherheit bestand bisher über die Genese des Längskanals, welcher bei *Discophrya* die zahlreichen kontraktile Vakuolen anderer Opalinen vertritt. Eine diesbezügliche Zusammenstellung der Literaturangaben findet sich bei BÜTSCHLI (l. c. S. 1437—38). Meist zieht der Kanal in gerader oder wenig geschlängelter Linie hin, vorn und hinten die Körperenden fast erreichend; gelegentlich ist die Schlängelung aber sehr stark und kann bis zur Schleifenbildung gehen (Fig. 2), was weder auf den Füllungszustand, noch bei der Starrheit des ganzen Körpers, auf Kontraktionserscheinungen sich zurückführen läßt. Es ist nun die Frage, ob der Kanal eine einheitliche Bildung ist, oder aus einer Reihe aneinander gelagerter Vakuolen entstand. BÜTSCHLI schreibt hierüber, für die letztere Annahme spreche „namentlich CLAPARÈDE'S Angabe (1858), daß das Längsgefäß des *Hoplitophrya recurva* sich zuweilen in eine Reihe von Vakuolen zerschnüre, eine Wahrnehmung, die wahrscheinlich in umgekehrtem Sinne zu deuten ist. Ferner dürfen wir auch BALBIANI'S (1885) Beobachtung anführen, daß bei *Anoplophrya branchiarum* zuweilen zwei benachbarte Vakuolen der Längsreihe „eine Zeitlang“ kommunizieren. Ich kann dies nur darauf beziehen, daß gelegentlich schon einzelne benachbarte Vakuolen zusammenfließen, nicht jedoch, daß sich die zeitweise vereinigten etwa wieder trennen. Ebenso dürfte sich die birnförmige Gestalt der in Bildung begriffenen Vakuolen wohl auf ihre Entstehung aus Verschmelzung mehrerer beziehen lassen.“ Die Entleerungsweise der Kanalvakuole, welche von beiden Seiten gleichmäßig zusammenfällt, bis sie schließlich ganz verschwindet, bedingt die Anwesenheit zahlreicher Poren, die als Poren der ursprünglich zahlreichen Einzelvakuolen (oder doch einer Zahl derselben) zu betrachten wären. Indem BÜTSCHLI dann

noch bemerkt, daß MAUPAS (1879) bei *Disc. gigantea* 7—8 solcher in einer Reihe gelegener Poren von 3 μ Länge nachgewiesen habe, schließt er: „auch diese Beobachtung spricht entschieden dafür, daß der Kanal der *D. gigantea* der Längsreihe gesonderter Vakuolen anderer Opaliunen entsprechen dürfte.“ Über *Disc. gigantea* war aber dies bisher nur als Annahme möglich, denn es fehlten „genauere Mitteilungen über Füllung resp. Entstehung des Kanals von *D. gigantea*; MAUPAS ging sogar noch 1879 von der Ansicht aus, daß er sich von außen fülle, was jedenfalls unrichtig ist. Eine zweite mögliche Auffassung des sog. Kanals der *D. gigantea* wäre: denselben als eine Art Reservoir zu betrachten, in welchen sich ähnlich wie bei den Vorticellinen die eigentlichen Vakuolen ergössen; doch halte ich dies für unwahrscheinlich.“

Meine Beobachtungen an lebenden Exemplaren zeigten mir nun, daß BÜTSCHLI mit seiner Annahme, es handle sich hier um das Zusammenfließen einer Längsreihe von Vakuolen, vollständig im Rechte war. Diese Einzelvakuolen selbst entstehen durch den Zusammenfluß von reihenförmig angeordneten Bildungsvakuolen. An Tieren, die seit einigen Tagen in der feuchten Kammer gelebt haben und deren Plasma, wohl aus Nahrungsmangel, heller geworden ist, läßt sich die ganze Entstehungsgeschichte des Exkretionskanales ohne Mühe bei stärkerer Vergrößerung verfolgen.

Zur Frage über die Wandung des Kanals kann ich mich der zweiten Auffassung von MAUPAS (1883) anschließen: eine Membran ist nicht vorhanden; der Hohlraum bildet sich innerhalb eines feiner granulierten, doch ohne bestimmte Grenze in die Umgebung übergehenden Plasma, wenn auch stets strikte an derselben Stelle. Die Poren, welche MAUPAS gesehen hat, konnte ich nicht wiederfinden, doch sind sie, wie aus dem Folgenden mit Sicherheit folgt, zweifellos vorhanden und zwar auch in der oben genannten Zahl. Die Entleerung erfolgt aber nicht, wie bei den anderen Opaliunen mit Exkretionskanal, durch gleichmäßiges Zusammenfallen der Wände in der ganzen Länge desselben, beginnt vielmehr stets an dem einen Ende (wechselnd vorn oder hinten), um dann nach dem anderen Ende hin langsam fortschreiten. Sobald die Entleerung bis zum anderen Ende fortgeschritten ist, hat an dem Ende, wo der Zusammenfall begann, bereits weder die Neubildung, die ebenso langsam vorrückt, begonnen.

Verfolgen wir einen Bildungszyklus des Kanals, wie er sich unverändert wochenlang an den Tieren zeigte. Fig. 8 zeigt das erste Stadium der Füllung des Kanals. Es treten innerhalb der

belleren Plasmalinie, welche die Lage des eben verschwundenen Kanals kennzeichnet, äußerst feine runde Tröpfchen auf, — die Bildungsvakuolen. Sie liegen in nicht ganz gleichen Abständen von einander und wachsen langsam an. Dann sieht man ruckweise eine Serie derselben zusammenfließen, und es entstehen auf diese Weise langgestreckte Lakunen, deren Breite noch nicht der vollen Kanalfüllung entspricht. An dem Zeitpunkte, wo am Bildungsende die Lakunen bereits zustande gekommen sind, ist gewöhnlich am anderen die Entleerung soeben erst beendet. Verfolgt man die Bildungsvakuolen und deren Zusammenfließen progressiv dorthin, so kann man feststellen, daß es im ganzen 7—8—9 Lakunen sind, die auf diese Weise entstehen, — das wären also die eigentlichen primären Vakuolen der Längsreihe, weshalb ich eben die oben zitierte Angabe von MARRAS, betreffend die Zahl der Poren, als zutreffend annehme. Während nun diese Lakunen (Vakuolen) allmählich an Breite zunehmen, bilden sich anfangs enge, dann langsam sich erweiternde Spalten zwischen ihnen, von der Bildungsstelle zum anderen Ende fortschreitend; es resultiert erst eine perschnurartige Kette, dann, durch Erweiterung der Verbindungsstücke, ein gleichmäßig weiter Gang, der nun noch weiter durch Flüssigkeitsaufnahme sich in die Breite dehnt. Nachdem das Maximum erreicht ist, tritt für kurze Zeit Stillstand ein, — dann schreitet der Gang, von dem einen Ende beginnend, zur Entleerung (die Richtung wechselt ganz unregelmäßig). Es entleeren sich nacheinander die einzelnen Vakuolen, wobei die nächste mit der Kontraktion beginnt, während die benachbarte noch nicht ganz kollabiert ist. Jede einzelne Vakuole kontrahiert sich von ihren beiden Enden her durch die ihr zukommende Öffnung, so daß hierbei die Zusammensetzung des Ganges aus Einzelsvakuolen wieder ebenso deutlich zum Ausdruck kommt, wie bei der Füllung. Die Entleerung ist hierbei keine stoßweise, sondern eine langsame und andauernde. Nach einer kurzen Pause treten dann an dem zuerst entleerten Ende die Bildungsvakuolen auf, so daß der Richtungswechsel von der Entleerungsrichtung abhängt, während die Füllungsrichtung vorausbestimmt ist.

Der ganze Zyklus von Entleerung zu Entleerung dauert (am Tage) 10—13 Minuten. Bei Gasglühlicht-Beleuchtung, welche auf die Tiere überhaupt durch ihre höhere Intensität eine deutliche Reizwirkung ausübt, beschleunigt sich der Vorgang um 1—2 Minuten. Diese Reizung durch höhere Lichtintensität scheint übrigens allen parasitischen Infusorien aus dem Froschdarm eigen zu sein. Ich hielt die feuchten Kammeru dauernd im Dunkeln; brachte ich sie

am Tage unters Mikroskop, so sah ich gleich die meist in Haufen zusammengedrängten *Op. intestinalis* durcheinander drängen und auseinander schwimmen. Bei *Nyctotherus cordiformis* wieder beobachtete ich eine Beschleunigung der Pulsationen an der kontraktile Vakuole bei Gasglühlicht gegenüber der Frequenz bei Tagesbeleuchtung. — genau wie bei *Disc. gigantea*. Ganz normal, wie sie im dunklen Froschdarm ist, wird also auch die oben angegebene Frequenz bei Tageslicht für *Disc. gigantea* nicht sein, sondern bereits erhöht. Ist schon ein Zeitraum von 13 Minuten lang genug, so würde *Disc. gigantea* alsdann noch mehr zur Bestätigung der Regel dienen können, daß die Frequenz der Vakuolentleerung bei parasitischen Infusorien (ebenso wie bei den marinen) eine geringe ist im Vergleich mit derjenigen freilebender Süßwasserarten.

Die Verteilung der Gesamtzeit auf die einzelnen Phasen ist, wie ich einer notierten Beobachtungsreihe entnehme, die folgende:

Vormittags 11^h 51^m Entleerung am Vorderende.

11^h 53^m Auftreten der Bildungsvakuolen daselbst.

11^h 55^m Die Bildungsvakuolen des Vorderendes fließen zu Lakunen zusammen.

11^h 57^m Homogener Schlauch im ganzen Tier, doch noch nicht maximale Füllung.

12^h 3^m Entleerung am Vorderende (Beginn).

Betreffend die Vermehrung von *Disc. gigantea* kann ich nur über die Teilung in beweglichem Zustand Angaben machen, da, wie gesagt, die Tiere in der feuchten Kammer weder in Ruhezustände übergangen, noch zur Kopulation schritten, trotzdem ich sie wochenlang beobachtete. Und auch die Teilung konnte ich nur durch Nebeneinanderstellung fertig gefundener Stadien verfolgen, da in der Kammer weiter vorgeschrittene Teilungsstadien unverändert blieben, frühe sogar zurückgebildet wurden. Es herrsche im kleinen Tropfen jedenfalls bald Nahrungsmangel, wie auch das Hellerwerden der Tiere beweist, so daß Teilungserscheinungen, die ja eine Begleiterscheinung des Prosperierens sind, nicht auftreten konnten.

Als Einleitung des Teilungsaktes ist ein Hinabwandern des Kernes in die hintere Körperhälfte anzusehen. Der Kern stellt sich so ein, daß die später durch den Plasmakörper durchschneidende Furche auch ihn halbiert. Über die zur Kettenbildung führenden Teilungen hat BÜTSCHLI (l. c. p. 1578—79) das bisher Bekannte zusammengestellt, so daß ich mich auf seine Ausführungen beziehen kann. Er betrachtet die Teilungen bei den verschiedenen langgestreckten

und Ketten bildenden Opalininen nicht für gleichwertig. Bei *Anoplophrya*, *Benedenia* und *Hoplitophrya* spricht er sie als „typische Knospung“ an, bei *Disc. gigantea* hingegen bemerkt er, da ihre Glieder (bis zu 8) ziemlich gleich groß sein sollen: „Kettenbildung kann aber . . . auch das Resultat einfacher Querteilung sein.“ Ich glaube nicht, daß die Unterscheidung aufrecht zu erhalten ist. Einerseits fand ich Exemplare wie in Fig. 3, wo durch die Durchschnürung zwei etwa gleich große Individuen entstanden, andererseits aber auch Formen wie in Fig. 4, welche eine ganz massenungleiche Teilung, i. e. Knospung, wie bei den zitierten anderen Genera, aufwiesen. Dann aber kann auch das bei der ersten Teilung größer bleibende Vorderende durch weitere Abschnürungen sich so verkleinern, daß es den „Knospen“ an Größe nicht mehr überlegen ist, wie in Fig. 6 und 7, — denn wenn wir von der modifizierten, nicht teilungsfähigen Saugorganstrecke absehen, haben wir hier gleichlange Glieder. Ich würde daher auch für *Disc. gigantea* die Kettenbildung so auffassen, dass sie nach gleichem Prinzip, wie bei den anderen langgestreckten Opalininen vor sich geht, da hier Knospung und Teilung wirklich nicht streng voneinander geschieden werden können und einfach miteinander abwechseln. Der geringe Größenunterschied an sich zwischen den beiden Teilstrecken genügt, meines Erachtens, nicht zur Definition einer echten Knospung. Knospung ist erst eingetreten, wenn 1. das abgetrennte Stück das kleinere ist, 2. seine Längsachse einen Winkel zur Längsachse des Muttertieres bildet, — was hier nicht der Fall ist. Erst bei Anwendung dieser beiden Kriterien ist eine reine Scheidung zwischen Teilung und Knospung möglich.

Auf welche Weise die Ketten der *Disc. gigantea* zustande kommen, zeigt die Reihe meiner Abbildungen. Es standen sich hierüber zwei Meinungen entgegen: MAUPAS führte die Entstehung der Ketten auf sukzessive Zweiteilung zurück, während EVERTS (1879) simultane Teilung in mehrere Sprößlinge für wahrscheinlich hält. Meine Abbildungen zeigen, daß MAUPAS recht hat. Fig. 7 gibt auch eine Antwort auf die bisher strittige Frage, ob die „Knospen“ weiterer Teilung fähig sind oder nur vom Vorderende her vermehrt werden: die Knospen teilen sich weiter. Die größte Zahl von Gliedern, die ich an einer Kette beobachtete, war 6, doch sollen auch 8 Glieder vorkommen.

Nachdem das erste, hintere Individuum abgeschnürt ist, bleibt der Kern des vorderen nahe der Teilungsstelle liegen, ohne an seine frühere Stelle am Saugorgan zurückzukehren; er bereitet bereits die

nächste Teilung des Vorderendes vor, — doch tritt das abgeschnürte Individuum früher in die nächste Teilung ein, als das Vorderende, und hat sie auch früher beendet (Fig. 4 und 5). So sind daher auch in Fig. 7 die beiden aus der Teilung der ersten hinteren Knospe entstandenen Glieder bereits in die tertiäre Teilung eingetreten, während das Vorderende eben erst sein zweites Teilstück, das noch unverändert ist, abgeschnürt hat.

Wenn ich über die Kernverhältnisse auch nur zum Teil ins Klare kommen konnte, so ist doch das eine sicher, daß auch hier keine einfache Durchschnürung des Kernes bei der Teilung vorliegt, sondern eine tiefgehende Umwandlung der ganzen Kernsubstanz damit Hand in Hand geht. Bei seiner Einstellung in die Teilungsebene weist der Kern noch die Struktur des Ruhezustandes auf (s. oben), kehrt auch nach der Teilung wieder in ihn zurück, wie aus Fig. 5 ersichtlich ist.¹⁾ Während der Teilung aber geht seine differente Struktur in eine gleichmäßige über. In den sich teilenden Kernen ist keine Spur mehr von dem wabigen Bau und den charakteristischen Kerneinschlüssen zu sehen: die letzteren sind in der übrigen Masse aufgegangen, wenn ich auch nicht angeben kann, ob die chromatische Substanz dann auch hier die Form eines aufgeknäuelten Fadens angenommen hat. In Fig. 4 sehen wir dann das nächste Stadium, welches bereits einen Übergang zum different gebauten Kerne zeigt. Die Trennung der beiden Kernhälften ist fast ganz durchgeführt; sie hängen nur noch durch einen dünnen Faden zusammen, der in der Abbildung verhältnismäßig zu dick geraten ist. In der hinteren Hälfte zeigt der Kern dabei noch eine homogene dunkle Färbung. — in der vorderen hingegen sehen wir einen am hinteren Rande verdickten Ring einer sehr intensiv (mit Hämatoxylin) gefärbten Substanz, in dessen Innerem eine Kugel einer schwächer, aber immerhin deutlich kernmäßig gefärbten Masse liegt. Ich möchte die allerdings noch unbewiesene Annahme aussprechen, daß diese Sonderung bereits den beiden Substanzen des fertigen, ruhenden Kernes entsprechen: der Netzsubstanz und den stärker tingierbaren Kerneinschlüssen. Für mehr als eine Vermutung möchte ich dieses aber nicht ausgeben.

Seltsam ist das Verhalten des Mikronukleus: man bekommt ihn nur während und nach den Teilungen, solange der Kern noch nicht

¹⁾ Bei Individuen, die mit bereits eingestelltem Kerne in die abnormen Verhältnisse der feuchten Kammer kamen, wanderte er daher einfach wieder nach dem Vorderende in seine Ruhestellung zurück.

in den Ruhezustand zurückgekehrt ist, zu Gesicht. In meinen Abbildungen ist er nur auf Fig. 6 und 7 zu sehen, doch habe ich ihn unter solchen Verhältnissen häufiger aufgefunden, konnte ihn mehrfach in mehreren Gliedern einer Kette zugleich sehen. Er liegt dann im Plasma vom Makronukleus verschieden weit entfernt, doch nie ihm anliegend, als stark färbbares kugliges Körperchen, das sich dem Hämatoxylin gegenüber wie die stärksten färbbaren Teile des ruhenden Kernes verhält. Über die mir einzig möglich scheinende Deutung dieser seltsamen Unmöglichkeit, den Mikronukleus in den Individuen zu sehen, wenn sie sich nicht teilen, s. die Schlußbemerkungen dieses Aufsatzes.

Solange die Teilstücke einer Kette noch selbst weiter in Teilung begriffen sind, bilden sie das fürs erwachsene Tier charakteristische Saugorgan nicht aus. Nur ein einziges Mal fand ich an einer Kette von vier Individuen (Fig. 5) das dritte (dessen Vorderende also durch die allererste Durchschnürung des Muttertieres entstand) mit einem noch wenig vertieften Saugorgan versehen, das sich dabei auch deutlich als nicht der Bauchfläche, sondern der Seitenfläche angehörig kennzeichnete.

Die Einheitlichkeit des Exkretionskanals bleibt in den Ketten sehr lange erhalten. Der Kanal teilt sich erst, wenn die Durchschnürung des Plasmakörpers bereits sehr weit vorgeschritten ist, und hört erst dann auf, sich einheitlich zu füllen und zu entleeren. Ich beobachtete die Pulsationen an Ketten von vier Individuen, die unter meinem Material die ganz überwiegende Mehrheit bildeten — ungerade Zahlen fand ich nie; waren es drei, so hatte das Vorderstück wenigstens schon einen deutlichen Ansatz zur Teilung, und aus dem Viererstadium geht, wie Fig. 7 zeigt, das Stadium mit sechs Individuen durch simultane Teilung zweier Teilstücke hervor; — nach der eingetretenen Teilung des Exkretionskanals sah ich, daß die einzelnen Teilkanäle nicht mehr synchronisch arbeiteten, was sich aus dem verschiedenen Verhältnis zwischen Körpermasse und dem maximalen Kanallumen der einzelnen Teile erklären läßt. In den Teilstücken einer Kette blieb der Kanal übrigens nie geradlinig, sondern zeigte an beiden Enden eine Abknickung, die vorn und hinten um den Kern herumgriff.

Frei schwimmend fanden sich im Darminhalt als jüngste Individuen kleine Teilstücke, die der Größe nach etwa einem Gliede einer sechsgliedrigen Kette entsprachen, vielleicht auch etwas kleiner waren, also von einem mir nicht zu Gesicht gekommenen achtgliedrigen Endstadium ihren Ursprung genommen haben mögen. Ein

Saugorgan war an diesen fast kugligen kleinen Diskophryen noch nicht vorhanden. Der Kern hatte genau denselben Bau, wie bei erwachsenen Individuen.

***Opalina intestinalis* (EHRBG sp.) STEIN.**

Viel empfindlicher gegen einen Wechsel des Mediums als *Discoglossus gigantea* ist *Op. intestinalis*, die ich ebenfalls in größeren Mengen in *Discoglossus pictus* fand. Sie geht selbst in mehrfach durchlüfteter feuchter Kammer viel früher zugrunde; die Aufhellung ihres Plasmas als Hungererscheinung tritt bedeutend rascher — schon nach 24 Stunden — ein, und über 48 Stunden blieb mir keine am Leben. Teilungen ging sie nicht ein; doch konnte ich immerhin etwas von ihrer Entwicklung feststellen und verdanke dem Zufall hauptsächlich die Möglichkeit, die erste zweifellose Konjugation unter den Opalinen zu beschreiben.

Auch hier brauche ich von Körperform, Streifung etc. nicht viel zu sagen, da ja sogar ganz gute Abbildungen von ZELLER (1870) vorliegen. In ihren Bewegungen unterscheidet sich *Op. intestinalis* bedeutend von *Op. ranarum*. Ihr Schwimmen ist mehr ein Kriechen, etwa wie bei den Turbellarien; nie beobachtet man die bei *Op. ranarum* gewöhnliche Drehung um die Längsachse bei voll ausgebreiteten Tieren. Doch ist das Tier nicht immer flach, wie jenes. Voll ausgebreitet ist *Op. intestinalis* hinten breit abgestutzt, so daß es lang dreieckig erscheint (Fig. 9), doch schlägt es meist die Seitenränder ein, hinten mehr als vorne, so daß die Mehrzahl der Individuen hinten zugespitzt ist. Sobald sie sich nicht mehr wohl in der neuen Umgebung fühlen, sieht man die Tiere den Körper auch spiralig aufrollen; er bildet dabei 6—8 Umgänge, so daß man den Rand der Falten als zwei sich kreuzende Spiralsysteme sieht, — ein Bild, das anfangs nicht leicht zu deuten ist. Im Hängetropfen sind die einzelnen Individuen leicht zu verfolgen und wiederzufinden, da sie die Gewohnheit haben, das Hinterende leicht seitlich abzubiegen; dieses dient dann als Steuer; so daß sie sich stundenlang in engem Kreise herumdrehen. Spiralig aufgerollt zeigen sie auch eine rotierende Bewegung an derselben Stelle um ihre Längsachse. Ich habe solches Rotieren in loco bei zwei Exemplaren während 24 Stunden beobachtet, — und es war nicht etwa eine präletale Erscheinung, da sie sich endlich doch wieder munter fortmachten.

Im frischen Tiere, so wie es eben dem Darne entnommen ist, ist wegen der starken Granulation des Plasma der Kern wenig zu

sehen; meist sieht man nur die Kerneinschlüsse als helle Punkte durch das Plasma glänzen. Hellen sich die Tiere aber erst, wie erwähnt, ans Nahrungsmangel auf, so ist auch die Kernmembran sowie der beide Kernhälften verbindende Faden deutlich zu sehen. Wohl eins der schönsten Objekte zur Demonstration der Wabenstruktur des Plasma sind solche hungrige Infusorien, bei denen die stark lichtbrechenden, das ganze Plasma sonst füllenden Körnchen verschwunden sind. Man sieht deutlich eine Verengerung der Wabenzellen nach den Rändern zu, sowie auch in der Umgebung des Doppelkernes, sieht auch kleine Einschlußkörner des Plasma, die bis zum Schluß erhalten bleiben, mit aller wünschenswerten Deutlichkeit in den Knotenpunkten des Wabennetzes liegen.

Der Kern besteht bekanntlich aus zwei Teilen, die durch einen recht langen Faden miteinander verbunden sind. Der letztere nimmt nur sehr schwer Farbe an, und auch am Kern selbst färben sich vornehmlich die Einschlußkörperchen, die meist nicht zentral in dem als helles Bläschen erscheinenden Teilkerne liegen, sondern dem breiten Rande des birnförmigen Bläschens angelagert erscheinen. Vielfach fiel es mir auf, daß beide Kernhälften nicht ganz gleichartig aussehen. Die eine, welche meist auch mehr Einschlüsse zu enthalten scheint, hat ein spitzes, ausgezogenes, mediales (mit dem Verbindungsfaden zusammenhängendes) Ende. Das bei den Teilungserscheinungen nur eine der Kernhälften in Tätigkeit tritt, kommt weiter unten zur Sprache; ob es aber stets die eine der beiden ist, oder ob beide dazu fähig sind, läßt sich nicht entscheiden. Der Doppelkern liegt, solange keine Teilungen beabsichtigt sind, stets weit nach vorne, im vordersten Körperdrittel.

Wie auch a priori anzunehmen war, besitzen die jüngsten Stadien nur einen einzelnen, noch ungeteilten Kern. Es sind gestreckt-ovale Infusorien mit breit abgerundeten Enden und einem kleinen bläschenförmigen Nukleus etwa in der Mitte der Körperlänge, dessen chromatische Substanz im Ringe um den hellen Mittelraum angesammelt ist (Fig. 11 a). Die sämtlich bei derselben Vergrößerung gezeichneten Abbildungen 11 a, b und 12 a—d zeigen die Fortschritte der Kernentwicklung parallel der Größenzunahme des Infusors. Fig. 12 a und b zeigen die nächsten Stadien. In dem schon etwas größeren Tiere hat der Kern seine bläschenförmige Gestalt verloren; die chromatische Substanz hat sich in 12 a in einen kompakten Ballen zusammengezogen, — da dies der Vorläufer einer Teilung ist, wird sie wohl Knäuelstruktur haben, doch konnte ich dies nicht sehen. Fig. 12 b zeigt, daß hierauf eine Teilung der Kernsubstanz eintritt;

und deutlich tritt hier neben den Hauptkernmassen ein kleines rundes Körperchen auf, das zwischen den Kernhälften liegt und sehr stark Farbe aufnimmt. Über seine Bedeutung später. In Fig. 12 c und d ist dieses Körperchen verschwunden. Bei zunehmender Größe des Infusors haben die Kernhälften, die früher unregelmäßig konturiert waren, rundliche Form angenommen; in c liegen sie noch dicht beieinander, — in d sind sie bereits voneinander weit abgerückt und der Verbindungsfaden ist schwach zu sehen. Wie dann die Umwandlung der noch kompakten Kernhälften bei weiterem Wachstum zum fertigen Tiere (Fig. 11 b) in den bläschenförmigen Kern vor sich geht, wie das Chromatin nach dem Rande der Bläschen wandert, habe ich nicht konstatieren können, da ich keine Zwischenstadien fand. Die genannten Umwandlungen des Kerns habe ich ja auch nicht an einem einzelnen Individuum durch verfolgt; die Stadien sind nach Zeichnungen verschiedener Exemplare zusammengestellt. Doch ist, meines Erachtens, die parallel verlaufende Größenzunahme der Tiere ein genügender Beweis, daß die einzelnen Stadien eben in der Reihenfolge aneinander zu ordnen sind, wie ich es getan habe. Nie finden sich kleinere Exemplare mit Doppelkern, nie erwachsene mit kompaktem Einzelkern usw.

Teilungsstadien vermißte ich in meinem Material. Die einzige Andeutung habe ich in Fig. 10 (nach frischem Material gezeichnet) wiedergegeben: eine Opaline von recht bedeutender Größe, wie sie, wenn auch seltener, so doch nicht vereinzelt vorkam, die aber vier Kerne, d. h. zwei Kernpaare besaß; die Verbindungsfäden waren leider nicht zu unterscheiden. Auch ZELLER bildet ein solches Stadium ab, oder vielmehr ein etwas früheres, wo sich beide Kernhälften eben erst hantelförmig eingeschnürt haben, so daß bald ein Bild wie das meine entstehen mußte. Er deutet es auch als Längsteilungszustand und gibt eine Einkerbung am breiteren Körperende als Andeutung einer bevorstehenden Teilung wieder. BÜRSCHLA, der überhaupt an Längsteilungen nicht recht glauben will, bemerkt dazu in der Tafelerklärung zu Taf. LXV: „angeblicher Längsteilungszustand; jedenfalls Konjugation.“ Hier irrt er, denn die Konjugation sieht, wie ich weiterhin nachzuweisen in der Lage bin, ganz anders aus. Ein Teilungszustand ist es jedenfalls, — ob aber gerade eine Längsteilung bevorsteht, scheint mir immerhin nicht erwiesen, da solche Einkerbungen auch an sonst normalen Tieren auftreten. Andererseits halte ich aber eine Längsteilung durchaus nicht für ausgeschlossen oder auch nur für eine solche Seltenheit unter den Opalinen, daß ich deshalb veranlaßt wäre, ZELLERS Deutung

anzuzweifeln. Auch hierfür waren Andeutungen schon bekannt, wurden von BÜTSCHLI aber konstant als wahrscheinliche Konjugationen umgedeutet. ZELLER war es ebenfalls, der eine *Op. ranarum* mit parallel zur Streifung einschneidender Furche abbildete; BÜTSCHLI reproduziert die Figur, bemerkt aber dabei: „angeblich schiefe Teilung nach ZELLER; höchst wahrscheinlich Konjugationszustand.“ Schiefe Teilung ist hier eigentlich nicht der richtige Ausdruck, denn die Furchung geht genau parallel der Streifung, und man könnte also nur von Längsteilungszustand sprechen. Und meine Fig. 18 gibt nun, glaube ich, den unumstößlichen Beweis, daß eine solche Längsteilung bei *Op. ranarum* vorkommen kann, wenn sie auch immerhin eine Seltenheit ist, so daß ich unter sehr zahlreichen Teilungsstadien aus einem Froschdarme nur ein einziges solches Exemplar isolierte; vielleicht ist sie sogar anormal, — doch kommt sie vor. Die Teilungslinie verläuft parallel der Streifung, — daß aber hier keine Konjugation, keine Verschmelzung zweier Individuen vorliegt, dafür spricht klar, daß die Streifung an dem einen Ende, wo die Furche noch nicht durchgeschnitten hat, von der einen Hälfte ununterbrochen auf die andere übergeht, was ja bei einer Konjugation ein Ding der Unmöglichkeit wäre.¹⁾

Wenn die *Op. intestinalis* unter den ungünstigen Verhältnissen im Hängetrophen nicht zur Teilung schritt, so zeigte sie da-

¹⁾ Bei dieser Gelegenheit möchte ich gleich noch eines merkwürdigen Fundes unter den Opalinen derselben *Rana temporaria* Erwähnung tun, der in Fig. 19 abgebildet ist. Der Form nach könnte man das Exemplar sowohl für ein Doppeltier, wie für ein eingerissenes Einzeltier halten, denn am eingerissenen Rande können sehr wohl auf vegetativem Wege neue Wimpern entstehen. Seltsam aber ist, daß die Streifung auf beiden Hälften verschieden verläuft, und zwar senkrecht zueinander gerichtet ist. In der Mitte, wo beide Streifungen aufeinander stoßen, ließ sich ihr Verlauf nicht klar erkennen. Liegt hier ein Kopulationsstadium vor oder sind es zwei abnorm verschmolzene Individuen? Daß die Kerne keinerlei Veränderung gegenüber gewöhnlichen Opalinen erkennen lassen, spräche nicht strikte gegen Konjugation, da es ein erstes Anfangsstadium sein könnte. Unglaublich aber erscheint es, daß sich beide Tiere mit differenten Körperregionen aneinander gelagert haben sollten, während es doch sonst immer mit gleichartigen Flächen geschieht. Oder ist es nur eine Abnormalität? Die Möglichkeit zur Bildung einer solchen ist ja gegeben. Die enzystierten Opalinen haben mehrere Kerne, die anschließenden jüngsten Stadien nur einen. — es tritt also, wie überall, nach der Enzystierung eine Teilung ein. — und im engen Zystenraume wäre eine Verschmelzung zweier Teiltiere gar nicht unmöglich, wenn auch solches unter erwachsenen Individuen nicht vorkommt. Mir scheint diese Deutung für das sonderbare Exemplar noch am annehmbarsten, da mir Konjugation gar zu unglücklich ist.

für in reichlicher Zahl eine Knospungserscheinung, die zur Bildung eines Ruhestadiums führte, — wohl eben wegen dieser Ungunst der äußeren Verhältnisse; die Nahrung mußte bald aufgebraucht sein, es traten ungeheure Bakterienmengen im Präparat auf, und auf die ganz veränderten Lebensverhältnisse wies auch die überaus rapide Vermehrung der Trichomonadinen hin, welche früher nur vereinzelt neben zahlreichen Zysten vorhanden gewesen waren. Ganz wie bei den Teilungen des *Disc. gigantea* rückte vorerst in den erwachsenen Opalinen der Kern nach dem Hinterende hinunter. Fig. 13–16 zeigen den weiteren Verlauf.¹⁾ Fig. 13 gibt ein Bild des Hinterendes einer solchen Opaline. Die beiden Kernhälften haben sich am Hinterende ganz nahe aneinander gelagert, bleiben aber gesondert, und selbst der Verbindungsfaden ist noch deutlich zu sehen. Die chromatische Substanz, die sonst als Einschlußkörnchen dem Rande innen anlag, ist in feinen Körnchen im ganzen Kerne zerstreut, der dadurch homogen aussieht; die eine Kernhälfte beginnt zugleich sich hantelförmig einzuschnüren. In Fig. 14 sehen wir nun, daß sich eine rundliche Masse vom Hinterende abgeschnürt hat, und in dieser finden sich zwei kleine, kompakte Kerne, während in der Hauptkörpermasse des Tieres nur ein Kern (eine Kernhälfte) erhalten ist. Man könnte dies so deuten, daß die beiden aus der hantelförmigen Einschnürung des Kerns in Fig. 13 resultierenden Kerne einfach in die Knospe eingewandert sind und sich von der anderen, intakten Kernhälfte getrennt haben.

Daneben bilde ich ein anderes Stadium in Fig. 15 ab, wo die Knospe ebenfalls die beiden kleinen, kompakten Kerne besitzt, im Hauptkörper aber neben der alten, noch diffus mit Chromatin gefüllten Kernhälfte sich ein zweiter kleiner Kern befindet. Da die Kerne in der Knospe noch nicht auseinandergerückt sind, so könnte man dies Stadium für das jüngere halten: dann würden die Knospkerne durch eine sekundäre Teilung nur aus einer Hälfte des in Fig. 13 hantelförmig eingeschnürten Kerns entstehen, so daß sie nur $\frac{1}{4}$ der gesamten Kernsubstanz enthielten. Dann müßte mir nur in Fig. 14 der zweite kleinere Kern im Opalinenkörper entgangen sein, und das scheint mir das Wahrscheinlichere, da ich damals, als ich die Exemplare lebend vor mir hatte, auf diesen Punkt noch nicht

¹⁾ Auch hier könnte man eigentlich, nach den von mir oben aufgestellten Grundsätzen, von einer Teilung statt einer Knospung sprechen; der Fall liegt aber insofern anders, als hier nicht gleichwertige Individuen durch den Teilungsprozeß entstehen, sondern Fortpflanzungskörper, Individuen, die nicht ein selbständiges freies Dasein antreten. Daher behalte ich hier den Terminus Knospung bei.

besonders acht gab. Ob nun aber die eine oder die andere Deutung richtig ist: die Knospe erhält ihr Kernmaterial nur von der einen Kernhälfte und enthält ihrerseits stets 2 Kerne.

Diese Knospen nun stellen die Dauerstadien der *Op. intestinalis* vor. Je länger der Aufenthalt in der feuchten Kammer dauerte, destomehr nahm die Zahl der knospenden Opalinen zu; eine Anzahl der Knospen lag frei umher. Die Wimpern an ihnen waren zerfallen und bildeten einen feinen Detritus rings um sie. Zuletzt, als alle Opalinen am dritten Tage ausgestorben waren, fand ich nur diese Kapseln, und zwar in größerer Zahl, als in dem einen kleinen Tropfen Opalinen vorhanden gewesen waren; es mußte also bei einigen eine mehrfache Abschnürung solcher Dauerknospen eingetreten sein. Ich versuchte die Knospen zur Entwicklung zu bringen, doch mißlang es. Sie schlüpften auch nach 24 stündigem Aufenthalte in Wasser nicht aus, ebensowenig als ich sie in Mitteldarmflüssigkeit einer *Rana temporaria* liegen ließ. Leider hatte ich keinen *Diskoglossus* mehr zur Verfügung, in dessen Darmsaft die Knospen am ehesten ausschlüpfen konnten.

Da die Knospen durchwegs zwei Kerne enthalten, die Jugendstadien aber, wie ich weiter oben darlegte, einkernig sind, so muß also vor dem Ausschlüpfen eine Teilung vor sich gehen.

Die letzte Beobachtung an *Op. intestinalis*, über welche ich zu berichten habe, ist die Konjugation. Von den großen Opalinen mit bandförmigem Kern waren bisher schon Konjugationen beschrieben worden; für die kleinen Opalinen mit geteiltem Kern oder zahlreichen Kernen lag bisher keine Beobachtung vor, da die von BÜTSCHLI als Konjugation gedeuteten Stadien sich, wie gesagt, als Teilungen erweisen. Auch mir liegt nur ein einziges Präparat vor, doch läßt sich an dem einen konjugierten Pärchen mit aller Sicherheit nachweisen, daß wenigstens für *Op. intestinalis* die Konjugation nach demselben Prinzipie vor sich geht, wie bei der Mehrzahl der Infusorien. Fig. 17 gibt eine Abbildung meines Präparates. Zwei mittelgroße Individuen sind es, die sich hier mit dem einen Seitenrande aneinander gelagert haben und bis zur Hälfte der Länge am hinteren Körperende miteinander verschmolzen sind, — die stets am Vorderende gelegenen Kerne vermitteln diese Orientierung. Zwischen beiden Individuen ist zwar noch eine Grenze zu sehen, der Verschmelzungsprozeß also noch nicht beendet, doch sind die beiderseitigen Pellikulae nicht mehr zu sehen. Rechts und links sehen wir die beiden Kernhälften zu je einem einzigen Kerne verschmolzen, wie ja auch bei den Infusorien mit noch stärker differenziertem, rosenkranzförmigem

Kerne dieser vor der Konjugation in kompakte Form übergeht. Der Kern ist homogen geworden, die Einschlüsse nicht mehr zu unterscheiden. In der hinteren Körperhälfte aber sind Mikronuklei aufgetreten, welche in beiden Individuen auf verschiedener Teilungsstufe stehen. Links hat der Mikronukleus erst seine erste Teilung beendet, — rechts ist jede Hälfte bereits auch die zweite Teilung eingegangen. Der Mikronukleus macht während der Teilungen eine Wanderung, denn während der linke noch mitten in dem Plasma liegt, sind die beiden $\frac{1}{4}$ Paare bereits dicht an die Verschmelzungslinie herangedrückt, um den Austausch mit dem anderen Individuum zu bewerkstelligen. Sobald auch das links liegende Exemplar seine zweite Mikronukleusteilung vollendet haben wird, haben wir also das typische Bild einer Infusorienkonjugation vor uns, und es ist anzunehmen, daß der Makronukleus dem Zerfalle entgegengeht.

Es sind also die typischen Vorgänge am Mikronukleus, welche sich hier bei der Konjugation abspielen. Bei der gar nicht geringen Masse der Mikronuklei muß es dabei wundernehmen, daß sich außerhalb der Konjugationszeit keine Spur desselben auffinden läßt. Bei der Helligkeit des Opalinenplasmas und der starken Tinktionsfähigkeit der Mikronuklei ist es ganz ausgeschlossen, daß mir der Mikronukleus in den zahlreichen gefärbten Exemplaren, die ich durchmusterte, entgangen sein könnte: ich kann mit aller Sicherheit behaupten, daß in der *Op. intestinalis* außerhalb der Konjugationszeit kein freier Mikronukleus vorhanden ist. Der scharf umgrenzte helle Kern ließe eine auch noch so enge Anlagerung des großen Gebildes absolut nicht übersehen.

Wo kommt denn dann aber der Mikronukleus her, wenn er endlich doch vorhanden ist? Es bleibt nur eine Antwort übrig: er kommt direkt aus dem Kerne her, er bildet sich erst im kritischen Moment aus dem Kerninhalte, in welchem er mit der Makronukleussubstanz zusammen enthalten war. Es wäre das auch keine Hypothese, welche eigens für diesen einzelnen Fall aufgestellt werden müßte; wenn wir von diesem Gesichtspunkte ausgehen, werden wir auch noch andere verwandte Fälle finden, welche die Hypothese durchaus stützen können.

Wenn wir auch bei der überwiegenden Mehrheit der Infusorien die Teilung in Makro- und Mikronukleus durchgeführt sehen und diese beiden Kerne sich funktionell total divergent entwickelt haben, indem der eine der geschlechtlichen, der anderen der vegetativen Funktion vorsteht, so sind sie doch beide von gleichem Ursprung. Hierüber kann meines Erachtens kein Zweifel bestehen: denn wir

sehen bei jeder Infusorienkonjugation den neuen Makronukleus zum Ersatz des verbrauchten aus einem Teilstücke des Mikronukleus entstehen, und was sich hier ontogenetisch immer wieder abspielt, muß auch den phylogenetischen Vorgang widerspiegeln. Beide Kerne sind aus dem gleichen Ausgangsmaterial entstanden, — und die Trennung beider Kernarten ist ein weiter vorgeschrittener Zustand, dem man schon rein theoretisch einen anderen voraussetzen kann, auf welchem beide Kernarten, noch nicht getrennt, wenn auch schon physiologisch different, in einer gemeinsamen Kernmasse vereinigt gewesen sind.

Und wir brauchen uns nicht einmal auf solche theoretische Erwägungen allein zu stützen, da ein bisher nicht erklärbarer Vorgang sofort an Klarheit gewinnt, sobald wir ihn von dem oben dargelegten Gesichtspunkte aus betrachten. Es ist dies die von AIMÉ SCHNEIDER (1885) beschriebene Konjugation von *Anoplophrya branchiarum*. Der eigenartige Vorgang findet schon bei BÜRSCHLI (l. c. S. 1615) volle Beachtung, veranlaßt diesen aber zu einer Annahme, die mir wenig überzeugend scheint. Ein Mikronukleus ist bei *Anopl. branchiarum* nicht bekannt. Scheint es schon erstens fraglich, ob einem so aufmerksamen Beobachter wie AIMÉ SCHNEIDER bei einer so großen Form ein Mikronukleus entgehen konnte, so spricht für sein wirkliches Fehlen vor allem, wenn wir den Fall der *Op. intestinalis* zum Vergleich heranziehen, daß dort auch bei der Konjugation kein Mikronukleus beobachtet wurde: daß bei der Konjugation aber kein Übersehen stattfand, wird dadurch bewiesen, daß ein Kernantausch stattfindet, wenn auch auf ganz andere Weise, als sonst, ein weiterer Anstansch von Mikronukleolen also gar nicht zu postulieren ist. Jeder der langgestreckten Kerne streckt nämlich bei *Anopl. branchiarum* die Hälfte seiner Substanz über die Verschmelzungszone in das andere Individuum hinein und schnürt sich dann durch: es wird also bei der Konjugation je eine Hälfte des Kernes ausgetauscht, desjenigen Kernes, der seiner Größe und Form nach dem sonst nach der Konjugation zerfallenden Makronukleus der meisten Infusorien entspricht. BÜRSCHLI bemerkt nun hierzu: „Obgleich ich nach dem Beobachteten nicht zweifle, daß beide Fragmente (also auch der ausgetauschte Teil! L. C.) später zugrunde gehen und ein neuer Makronukleus aus einem Mikronukleusprodukt entsteht, deutet das eigentümliche Verhalten der MaN. bei *Anoplophrya* doch vielleicht an, daß bei den Urformen des Ciliaten auch Teile der MaN. ausgetauscht wurden und der neue MaN. durch deren Fusion entstand. Seine völlige Elimination, wie sie

jetzt meist Regel ist, dürfte daher vielleicht erst später entstanden sein.“

Um also das Schema, wie es uns bei der Konjugation höher entwickelter Infusorien entgegentritt, zu wahren, daß nämlich selbständig differenzierte Mikronuklei ausgetauscht werden und der Makronukleus zerfällt resp. eliminiert wird, braucht BÜTSCHLI zwei Annahmen: 1. daß einst auch die Makronuklei teilweise ausgetauscht wurden, 2. daß SCHNEIDER daneben einen Mikronukleusaustausch übersehen hat. Wenn das zweite auch immerhin möglich wäre, so ist das erste eigentlich schon theoretisch unfaßbar. Wenn auch bei den untersten Ciliaten schon Makro- und Mikronukleus geschieden wären, so hatte der erstere doch auch vegetative Funktion, — BÜTSCHLI nimmt ja für *Anoplophrya* selbst mit Sicherheit die Ausstoßung resp. den Zerfall an. Welche Bedeutung aber ein Austausch rein vegetativer Organe haben könnte, — das wird wohl nicht nur mir unerfindlich sein. Die Konjugation ist ein geschlechtlicher Akt, — ausgetauscht werden können daher nur geschlechtliche Teile. Und die ganze Hypothese BÜTSCHLI'S, die von seinem Standpunkte aus ja nur eine notwendige Konsequenz war, sobald er neben dem Makronukleus unbedingt einen Mikronukleus voraussetzte, wird erledigt, sobald man diese letztere Scheidung nicht mehr als eine *conditio sine qua non* betrachtet. Ist diese Betrachtungsweise nicht zugleich auch das Natürlichere, indem man für jede Differenzierung eine Vorstufe annehmen muß, wo diese noch nicht abgeschlossen ist, wo die beiden später differenzierten Elemente zwar schon vorhanden, funktionell different sind, aber morphologisch noch nicht differenziert auftreten? Ich glaube, man würde umsonst bei *Anopl. branchiarum* nach einem Mikronukleus suchen, — nicht weil AIMÉ SCHNEIDER ihn vermüßte, sondern weil er nicht vorhanden sein kann. Eben dadurch, daß Teile des Nukleus ausgetauscht werden, halte ich es für angedeutet, daß die geschlechtliche Mikronukleussubstanz in dem großen Kerne mit enthalten ist, daß das ausgetauschte Stück direkt dem sonst ausgetauschten Mikronukleusstück homolog ist.

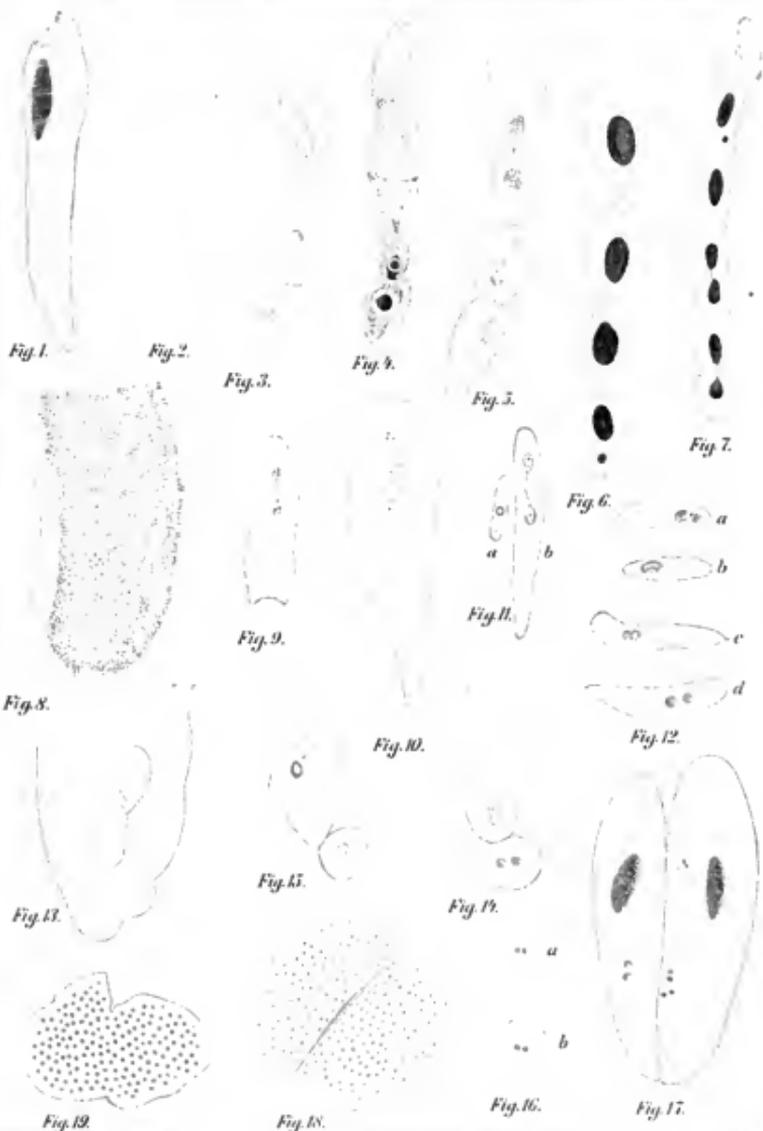
Stellen wir die bisher besprochenen Punkte zusammen, so kommen wir zu folgendem Resultate:

1. Bei *Anopl. branchiarum* wird direkt ein Teil des Kernes ausgetauscht, — er hat also doppelten Charakter als MaMiN., ohne daß der Mikronukleus sich jemals selbständig differenziert.

2. Bei *Opalina intestinalis* ist bei rein vegetativen Individuen kein Mikronukleus vorhanden, — ihr Kern ist also ebenfalls ein MaMiN. Bei der Konjugation findet aber bereits die Differenzierung des Mikronukleus statt.
3. Bei der Mehrzahl der Ciliaten ist der Vorgang noch weiter gediehen; der Mikronukleus hat sich für die ganze Lebensdauer herausdifferenziert und besteht als gesondertes Gebilde neben dem Makronukleus.

Gehen wir von dieser Auffassung aus, so erübrigt es auch, bei *Op. ranarum* überhaupt nach Mikronuklei zu suchen; wenn sie auch eine rückgebildete Form ist, so wird doch ihre Kernsubstanz sich nie bis zur Differenzierung in Makro- und Mikronukleus entwickelt haben. Hierfür spricht der eigenartige Charakter der Kerne, welche ein Mittelding zwischen beiden Kernarten bilden. Statt einer einfachen Durchschnürung (Makronukleus) oder einer karyokinetischen Teilung (Mikronukleus) sehen wir eine unvollkommene Karyokinese, wie sie zuletzt von BEZZENBERGER (1903) beschrieben worden ist.

Wenn mir auch vieles für meine Auffassung, die ich oben darlegte, zu sprechen scheint, so kann der absolute Beweis dafür, daß die Mikronukleussubstanz im Kerne mit enthalten sein kann, erst von einem glücklicheren Beobachter beigebracht werden, dem es gelingt, eine Kopulation von *Op. intestinalis* z. B. von Anfang an zu verfolgen und den Austritt der Mikronukleus aus dem Kerne zu beobachten. Eine spätere Wiederaufnahme dieser Untersuchungen habe ich auch selbst für die Zeit ins Auge gefaßt, wo mir wieder Material zur Verfügung steht. Andeuten möchte ich zum Schlusse nur, daß ich die in Fig. 12a und b abgebildeten Stadien in Verdacht habe, einen Ausgangspunkt hierfür zu bilden. Der kleine rundliche Körper, der, durch seine Färbung als Kernsubstanz gekennzeichnet, zeitweilig zwischen den beiden Hälften der sich zum hantelförmigen Doppelkerne teilenden Nukleus auftaucht, könnte vielleicht der Mikronukleus sein, der bei Abschluß der Teilung wieder in die allgemeine Kernmasse aufgeht. Sehen wir doch auch bei den Kernteilungen der *Disc. gigantea* zeitweilig den Mikronukleus frei erscheinen, um dann wieder spurlos aus dem Plasma zu verschwinden.



Gustav Fischer

Literaturverzeichnis.

1858. CLAPARÈDE et LACHMANN: Etudes sur les infusoires et les rhizopodes. Mém. inst. Gênévoise T. V.
 1879. EVERTS, E.: Bijdrag tot de Kennis der Opalinen uit het Darms. van Batrachiers. Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen Bd. IV.
 1879. MAUPAS, E.: Haptophrya gigantea etc. Compt. rend. Acad. Sc. Paris T. 88.
 1883 —: Contribution à l'étude morphol. etc. Arch. d. Zool. expériment. (2) T. 1.
 1885. BALBIANI, E. G.: Sur un infusoire parasite du sang de l'Aselle aquatique. Rec. Zool. Suisse T. II.
 1885. SCHNEIDER, A.: Anoplophrya circulans. Tabl. Zool. T. I.
 1887—89. BÜTSCHLI, O.: Protozoa. Bd. I in BRONN's Klassen u. Ordn. d. Tierr. Abt. III Infusoria.
 1903. BEZZENBERGER, E.: Über Infusorien aus asiatischen Anuren. Arch. f. Protistenk. Bd. III.

Tafelerklärung.

Tafel IV.

- Fig. 1—8. *Discophrya gigantea*.
 Fig. 1. Normales Individuum.
 Fig. 2. Individuum mit stark gewundenem Exkretionskanal.
 Fig. 3—7. Teilungsstadien.
 Fig. 4. Unvollendete Teilung des Kerns mit Sonderung zweier Kernsubstanzen.
 Fig. 5. Bildung des Sangorganes am dritten Individuum.
 Fig. 6 u. 7. Mikronuklei.
 Fig. 8. Beginn der Kanalfüllung am Hinterende. Auftreten der Bildungsvakuolen.
 Fig. 9—17. *Opalina intestinalis*.
 Fig. 9. Normales Individuum.
 Fig. 10. Beginn einer Teilung; Verdoppelung des Kerns.
 Fig. 11 u. 12. Entwicklung des Doppelkerns vom jüngsten Stadium bis zum erwachsenen Tier. Alle Abbildungen bei gleicher Vergrößerung.
 Fig. 13—16. Bildung der Dauerstadien.
 Fig. 13. Kernteilung.
 Fig. 14 u. 15. Zwei Individuen, im Abschnüren der Knospe begriffen.
 Fig. 16. Zwei Dauerstadien mit je 2 Kernen.
 Fig. 17. Konjugation zweier Individuen.
 Fig. 18 u. 19. *Opalina ranarum*.
 Fig. 18. Längsteilung.
 Fig. 19. Abnormes Individuum mit senkrecht zueinander stehender Strichelung beider Körperhälften (wahrscheinlich Verschmelzung).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [4 1904](#)

Autor(en)/Author(s): Cohn Ludwig

Artikel/Article: [Zwei parasitische Infusorien aus Discoglossus pictus](#)

43-63