© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Untersuchungen einiger an den Kiemenblättern des Gammarus pulex lebenden Ektoparasiten.

Von

Dr. **Ludwig Plate**, cand. rer. nat. aus Bremen.

Mit Tafel VI und VII.

Aus dem zool. Institut der Universität München.

An den Kiemenblättern des Gammarus pulex leben eine Anzahl mikroskopischer Thierchen, die ich im Sommersemester 1885, unter der Leitung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Professor Richard Hertwig, im zoologischen Institut der Münchener Universität einer näheren Untersuchung unterworfen habe. Dieselben sind theils Protozoen, wie Dendrocometes paradoxus St., Spirochona gemmipara St. und Lagenophrys ampulla St., theils gehören sie zur Klasse der Rotatorien. Alle diese Thiere sind keine echten Parasiten, welche von der Körpersubstanz ihres Wirthes leben, sondern sie halten sich auf dem Flohkrebs nur desshalb auf, weil sie durch die Bewegungen desselben beständig mit frischem Wasser und mit Nahrung versorgt werden. Leider sind die folgenden Beobachtungen noch nicht in allen Punkten zum völligen Abschluss gekommen; da ich jedoch gezwungen bin, dieselben zu unterbrechen und auch in der nächsten Zeit kaum Muße zu ihrer Fortsetzung finden werde, mögen sie schon jetzt der Öffentlichkeit übergeben werden. Sie enthalten immerhin Manches, was auch für andere Forscher von Interesse sein dürfte.

I. Dendrocometes paradoxus Stein.

Der Dendrocometes paradoxus ist zuerst von Stein im dritten Bande dieser Zeitschrift beschrieben und später von demselben Forscher eingehender in seinen Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Infusorien[1] geschildert worden. Obwohl seitdem

[1] Stein, Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. p. 210 bis 216.

BRITISH MUSEUM Z S D

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mehrere namhafte Zoologen, wie Bütschli [1], Wrześniowski [2] und Maupas [3] dasselbe Thier zum Gegenstand ihrer Beobachtungen gemacht haben, sind wir doch weit davon entfernt, über alle Lebens- und Organisationsverhältnisse dieser eigenthümlichen Acinete unterrichtet zu sein, und da ferner die Angaben der genannten Forscher vielfach in Widerspruch mit einander stehen, schien eine erneute Untersuchung wohl angemessen.

Die glashelle Cuticula, welche den ganzen Körper nach außen abschließt, ist in der Regel, wenn wir von den Armen absehen, überall gleich stark und bildet eine doppelt kontourirte Membran. Zuweilen trifft man jedoch Thiere, bei denen die Cuticula auf der einen Seite des Körpers viel zarter ist. Sie kann so dünn werden, dass man selbst mit starken Vergrößerungen kaum wahrnimmt, wo der Körper aufhört und das darunter liegende Kiemenblatt neben demselben anfängt. Ein derartiges Verhalten habe ich namentlich bei solchen Individuen gefunden, deren helles, wenig körnerreiches Protoplasma auf eine längere Hungerperiode hinwies.

Die Körpersubstanz des Dendrocometes zeigt überall dieselbe Beschaffenheit und ist nicht, wie Fraipont [4] für eine Anzahl Acineten nachgewiesen hat, in eine Rindenschicht und eine innere Markmasse gesondert. Enthält das Thier nicht allzuviel jener glänzenden, rundlichen Körnchen, welche bei allen Acineten vorkommen, so finden sich dieselben freilich ausnahmslos in den mittleren Körperpartien; aber eine scharfe Grenze zwischen den hellen, peripheren und den central gelegenen Protoplasmatheilen ist nicht vorhanden. Da sich diese Körnchen bei Anwendung dünner Osmiumsäure schwarz färben, darf man wohl schließen, dass sie fettähnliche Assimilationsprodukte sind. Sie scheinen die Bedeutung von Reservesubstanzen zu haben und für ungünstige Zeiten aufgespeichert zu werden, denn bei Thieren, welche Hunger leiden, verschwinden sie allmählich.

Außer diesen Gebilden finden sich im Protoplasma des Dendrocometes noch Körner, die in Zahl und Größe außerordentlich variiren und den geschilderten fettähnlichen Granula äußerlich so sehr gleichen, dass man sie nur durch Anwendung von Farbstoffen von ihnen unter-

[1] Bütschli, Diese Zeitschr. Bd. XXVIII. 1876. p. 51.

[2] Wrześniowski, Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Diese Zeitschr. Bd. XXIX. 1877.

[3] Maupas, Contributions à l'étude des Acinétiniens. Arch. de Zoologie exper. et gen. Vol. IX. p. 328.

[4] Fraipont, Recherches sur les Acinétiniens de la Cote d'Ostende. 1878. Bulletin de l'Académie des sciences de Belgique. T. XLV.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

scheiden kann. Dieselben besitzen nämlich die Eigenschaft, sich mit Safranin ganz intensiv zu färben und sollen desshalb im Folgenden als »Tinktinkörper« bezeichnet werden (Fig. 1, 8, 10, *t*). Bei Anwendung von Osmium schwärzen sie sich nicht, sondern behalten ihren ursprünglichen, etwas ins Grünliche spielenden Glanz. In der Größe sind sie vielfachen Schwankungen unterworfen; bald sind sie nur ganz kleine, selbst beim Gebrauch starker Linsen punktgroße Kügelchen, bald erreichen sie einen Durchmesser von 0,006 mm. In der Regel kugelrund, liegen sie überall im Protoplasma zerstreut. In seltenen Fällen hingegen nehmen sie eine wurstförmige, unregelmäßig längliche Gestalt an (Fig. 1 *t*) und erreichen dann auch eine viel beträchtlichere Größe. An solchen Tinktinkörpern lässt sich zuweilen ihre Entstehung aus der Verschmelzung mehrerer kleinerer noch erkennen. Mit Karmin färben sich die in Rede stehenden Gebilde stärker als das Protoplasma, in dem sie liegen; sie behalten jedoch diesen Farbstoff viel schlechter als das Safranin. Zieht man nach Anwendung von Borax- oder Pikrokarmin so stark aus, dass das Protoplasma wieder weiß erscheint, so wird auch aus jenen Körpern aller Farbstoff entfernt, und dieser erhält sich nur im Kern. Lässt man den Salzsäurealkohol jedoch nur so lange auf überfärbte Dendrocometen einwirken, bis das Protoplasma blassroth aussieht, so erkennt man deutlich, dass die Tinktinkugeln und der Kern das Karmin in reichlicherer Menge aufgenommen haben als die übrige Körpersubstanz. Ganz selten traf ich Tinktinkörper, bei denen sich eine Zusammensetzung aus zwei verschiedenen Bestandtheilen erkennen ließ. Dieselben zeigten einen farblosen, äquatorialen Streifen, während die übrigen Partien sich wie gewöhnlich intensiv mit Safranin gefärbt hatten (Fig. 1 *t'*). Die Zahl der bei einem und demselben Individuum vorhandenen Tinktinkörper ist bei den verschiedenen Thieren sehr ungleich. Sehr selten fehlen sie völlig oder sind nur in wenigen Exemplaren vertreten, meistens finden sich gegen 20—30 derselben in allen Größen, zuweilen wird jedoch ihre Zahl viel bedeutender, so dass sie dicht bei einander zwischen den fettähnlichen Körnchen liegen. Tödtet man mit Osmium-Chromsäure, härtet dann in 60%igem und absoluten Alkohol, färbt eine Stunde in Safranin und zieht darauf zuerst mit absolutem Alkohol und sodann mit einem Gemisch von absolutem Alkohol und Bergamottöl aus, um schließlich aus reinem Bergamottöl in Dammarharz zu übertragen, so kann man sehr schöne Präparate herstellen, in denen sich Kern und Tinktinkörper scharf durch ihr intensives Kolorit von dem Protoplasma abheben.

Über die Bedeutung der eben beschriebenen Gebilde lässt sich schwer etwas Sicheres angeben. Ich bin lange Zeit der Ansicht ge-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wesen, dass man sie für gleichwerthig mit den Nebenkernen der Ciliaten halten könnte, zumal sie in der Gestalt und dem glänzenden Aussehen ganz mit diesen übereinstimmen. Zwar spricht schon die Variabilität in der Zahl der vorhandenen Tinktinkörper gegen eine solche Deutung; aber hierauf wäre allenfalls kein großes Gewicht zu legen, da ja auch die Nebenkerne der Infusorien manchmal in der Zahl, wenn auch in viel beschränkterer Weise, schwanken. Aber der Umstand, dass die Tinktinkörner sogar völlig fehlen können, und dass sie ferner nie Theilungsfiguren, Spindelbildungen oder ähnliche Veränderungen, — auch bei der Konjugation, auf die ich weiter unten eingehen werde —, aufweisen, lässt es rathsamer erscheinen, sie vor der Hand nur als eigenartige Produkte des Stoffwechsels anzusehen.

Außer den fettähnlichen und den Tinktinkörnern kommen im Protoplasma des Dendrocometes vielfach noch gelbbraune oder grüne Granula vor, zwischen denen kein substantieller Unterschied zu bestehen scheint. In der Regel freilich besitzen die Acineten, welche man an den Gammari einer bestimmten Lokalität fängt, alle die gleichen Farbkörnchen. Zuweilen trifft man jedoch auch Thiere, in denen alle Übergänge zwischen den braunen und den chlorophyllgrünen Pigmenttheilchen gleichzeitig vorkommen. Dass die ersteren, welche auch bei anderen Acineten häufig beobachtet werden, nicht von außen her aufgenommen, sondern durch den Verdauungsprocess im Protoplasma erzeugt werden, ist wohl unzweifelhaft, da dieselben einerseits sich nicht im Körper der Amöben, die vornehmlich dem Dendrocometes zur Nahrung dienen, finden, andererseits auch vielfach breiter sind als die Röhren, welche von der Spitze der Armzinken in das Innenparenchym führen. Bei der Hemiophrya gemmipara Hertw. ist R. Hertwig zu derselben Ansicht über die Entstehung der rostbraunen Pigmentmassen gelangt. Weiter unten werde ich bei Besprechung der Embryonenbildung noch einmal auf eine Beobachtung zurückkommen, die einiges Licht auf die Natur dieser braunen Farbkörnchen wirft. Wenn die Kiemenblätter des Gammarus im Begriffe sind sich zu häuten, pflegen alle Dendrocometen dieselben zu verlassen. Zu diesem Zwecke durchlaufen die Thiere die gleichen Veränderungen, wie bei der Bildung eines mit Cilien versehenen Embryo, nur mit dem Unterschiede, dass fast das gesammte Protoplasma in die davonschwimmende Knospe übergeht und vom Mutterthier nur eine kleine, allseitig geschlossene Blase zurückbleibt. Letztere ist dicht gefüllt mit den sämmtlichen braunen Körnchen, welche im festsitzenden Dendrocometes vorhanden waren. Ich habe diesen Vorgang wiederholt beobachtet und jedes Mal die davoneilenden Thiere frei von jenen Pigmentmassen gefunden. Es

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

geht hieraus hervor, dass dieselben für den Stoffwechsel von keiner Bedeutung sein können. Ich glaube vielmehr, sie entsprechen den Fäkalien der Ciliaten, die sich beim Verdauungsprocess doch jedenfalls, wie bei allen anderen Protisten, bilden müssen, und die der Dendrocometes in Ermangelung einer Afteröffnung periodisch auf diese etwas umständliche Weise entfernt. Wahrscheinlich werden sich auch die grünen Körnchen beim Ortswechsel des Dendrocometes eben so verhalten wie die braunen; Beobachtungen habe ich hierüber freilich nicht sammeln können. Dass dieselben ebenfalls nicht von außen aufgenommen werden, sondern Produkte des Assimilationsprocesses sind, scheint mir mit Nothwendigkeit daraus hervorzugehen, dass sie lange Zeit, oft 36 Stunden, unverändert ihre grüne Farbe behalten, während doch echte Chlorophyllkörner im Protoplasma anderer Protozoen sehr bald gelb werden. Ferner sind sie häufig so groß, dass sie unmöglich einen der Längskanäle der Arme passirt haben können. Auch Bütschli hält es für wahrscheinlicher, dass die chlorophyllartigen Körper ein Erzeugnis des Plasmas sind, als dass sie von außen in dasselbe eingeführt werden.

Der eben genannte Forscher hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass die Ventralseite des Dendrocometes nicht direkt dem Kiemenblatt aufsitzt, sondern noch von einer dünnen Basalmembran bedeckt wird. Die Existenz derselben habe ich wiederholt bestätigen können. Häufig kommt es vor, dass die Thiere, wahrscheinlich in Folge von Nahrungsmangel, etwas schrumpfen und einen kleineren Durchmesser annehmen. Dann tritt der Rand der Basalmembran als ein Ring, welcher parallel den Kontouren des Körpers verläuft, sehr deutlich hervor (Fig. 9 *b*); noch besser wird man derselben ansichtig, wenn sich die Dendrocometen in der oben geschilderten Weise von dem Kiemenblatt entfernen. Einige Male habe ich freilich gerade in diesem Falle vergebens nach jener Membran gesucht, obwohl keine ungünstigen Verhältnisse das Erkennen erschwerten; sie scheint daher unter Umständen fehlen zu können.

Über keinen Körpertheil unserer Acinete weichen die Angaben der verschiedenen Forscher mehr von einander ab, als über den Bau und die Funktion der Arme. Stein hielt dieselben für Ausstülpungen der Körpersubstanz, welche an jeder Stelle sich bilden könnten und nur zum Aufsaugen flüssiger Nahrung bestimmt seien. Bütschli erkannte zuerst feinere Strukturverhältnisse; er schreibt dem Armplasma eine Zusammensetzung aus Fibrillen zu, die sich eine Strecke in das Innere des Körpers fortsetzen sollen. Die Zinken der Arme hingegen werden nach ihm von einer homogenen Masse gebildet. Wrześniowski führte

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ein Jahr später den Nachweis, dass die kleinen Tentakelchen einen inneren Kanal besitzen, und dass ihre Spitzen willkürlich handschuhfingerartig ein- und ausgestülpt werden können; die streifige Struktur der Arme vermochte er jedoch nicht zu erkennen. Endlich verdanken wir noch Maupas (l. c. p. 328) einige wenige, aber treffliche Bemerkungen über die Arme des Dendrocometes. Derselbe sah, dass der sogenannte fibrilläre Bau durch ein Bündel feiner Kanäle hervorgerufen wird, deren jeder in eine Zinke aufsteigt und an der Spitze derselben ausmündet. — Hinsichtlich der Zahl der Arme giebt Stein an, dass in der Regel fünf, in seltenen Fällen auch sechs an demselben Individuum vorhanden seien. Trotzdem ich wohl mehrere Hunderte von Dendrocometen habe Revue passiren lassen, vermochte ich nie mehr als vier Arme zu finden, die aber stets in einer ganz bestimmten Stellung zu einander und zur kontraktilen Vacuole standen. Denkt man sich nämlich die Fußpunkte der vier Arme durch Linien verbunden, so erhält man ein Parallelogramm, das je nach der Gestalt des Dendrocometes bald mehr einem Quadrat, bald mehr einem Rechteck gleicht. Die kontraktile Vacuole liegt nun stets über der Mitte der einen Seite des Parallelogramms, so dass man, wenn nur ein Arm vorhanden ist, ungefähr die Stellen angeben kann, an denen die drei übrigen hervorsprossen werden. Die Angabe Stein's, dass mehr als vier Arme vorkommen, ist sicherlich richtig, doch deuten seine Abbildungen darauf hin, dass der fünfte und sechste Arm zwischen den vier in der oben geschilderten Weise gestellten auftreten, ohne dass an der gesetzmäßigen Anordnung dieser etwas geändert wird. — Die Arme des Dendrocometes sind nicht, wie Stein und Bütschli angeben, völlig starr; sie vermögen sich wie die Tentakeln der anderen Acineten ganz in das Körperparenchym zurückzuziehen, nur geschieht dieser Vorgang sehr langsam und lässt sich, da er oft drei bis vier Stunden bei einem Arm in Anspruch nimmt, nur dann verfolgen, wenn man dasselbe Thier längere Zeit hindurch beobachtet. Da die Dendrocometen leicht absterben, wenn man sie einfach auf dem Objektträger in der feuchten Kammer hält, so thut man gut, ihnen die natürlichen Existenzbedingungen dadurch einigermaßen zu ersetzen, dass man die Kiemenblättchen in ein Glasröhrchen, das an beiden Enden durch Gaze verschlossen ist, bringt und dieses in ein Gefäß legt, durch welches beständig frisches Wasser fließt. In einem solchen Schwemmapparate, der unerlässlich ist, falls man die Embryonenbildung oder die Konjugation von Anfang bis zu Ende beobachten will, halten sich die Thiere ungefähr zwei Tage. Das Einziehen der Arme erfolgt immer dann, wenn die Dendrocometen ihren Wohnsitz wechseln wollen. Auch

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

während der Konjugation und überhaupt bei Individuen, welche lange im Schwemmapparat gehalten wurden, habe ich den Vorgang oft verfolgt, und es liegt nahe, die weniger günstigen äußeren Verhältnisse, namentlich den Nahrungsmangel, als Ursache desselben anzusehen. Dort, wo die Arme in das Körperplasma aufgegangen waren, habe ich nie eine Spur der Röhrchen wahrnehmen können, auch an Thieren, die ein für solche Beobachtungen sehr günstiges, körnerfreies Parenchym besaßen. Ich glaube daher, dass im Gegensatz zu den eingezogenen Tentakeln der Podophryen die ursprünglichen Strukturverhältnisse beim Einziehen völlig verloren gehen und bei der Ausstülpung der Arme jedes Mal von Neuem wieder gebildet werden. Hierfür spricht auch die Art und Weise, in der die Saugorgane des Dendrocometes zuerst auftreten: ein kleiner, zungenförmiger und mit einer sehr dünnen Cuticula bekleideter Fortsatz des Protoplasmas erhebt sich über der Körperoberfläche und kann entweder schon den Bau annehmen, welche die Endzinke eines ausgebildeten Armes aufweist (Fig. 2), oder er erhält eine cylindrische Gestalt, wird etwas größer und bildet gleichzeitig mehrere Tentakelchen. Im ersteren Falle sehen wir nur einen Kanal durch die Armanlage hindurch ziehen, während im letzteren, der Zahl der Zinken entsprechend, mehrere vorhanden sind (Fig. 3). Erhielte sich das ganze Bündel der eingezogenen Röhrchen, so ließe sich diese Art der Neubildung der Arme schwer erklären.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung des feineren Baues der Arme. Wrześniowski hat zuerst erkannt, dass die Endzinken ihre Spitzen nach innen einstülpen können, wodurch sie eine cylindrische, vorn quer abgestutzte Gestalt annehmen. Es ist jedoch nicht richtig, wenn er angiebt, dass nur in letzterem Zustande ein Achsenkanal vorhanden ist, dieser aber in der zugespitzten Endzinke verloren geht. Derselbe erhält sich nach wie vor und lässt sich an guten Präparaten, zuweilen schon an lebenden Thieren, von seiner winzigen Mündungsöffnung am äußersten Ende der Zinke an durch den ganzen Arm bis in das Körperparenchym verfolgen. Mit starken Objektiven erkennt man noch eine weitere Eigenthümlichkeit der Zinken. Das äußerste Ende derselben setzt sich nämlich als ein besonderes Tentakelchen (Fig. 4, 5 *te*) von der eigentlichen Zinke durch seine etwas geringere Breite ab; ein leichter Querring markirt die Übergangsstelle beider. Dies Tentakelchen ist sehr empfindlich und wird bei allen Störungen sofort eingezogen, um oft schon nach wenigen Augenblicken wieder hervorgestreckt zu werden. Sind dieselben leichter Art, so wird nur die Endspitze einer Zinke eingestülpt; meist aber vollzieht sich dieselbe Erscheinung synchronisch bei allen Zweigen eines Astes. Beunruhigt

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

man das Thier stark, so werden nicht nur die Tentakelchen, sondern auch der vorderste Theil der eigentlichen Zinke eingezogen; die letzteren verkürzen sich etwas, nehmen eine querrunzelige Beschaffenheit an und beugen sich außerdem alle nach innen einander zu, während sie im normalen Zustande im flachen Bogen nach außen gekrümmt sind. Die feinen, von den Tentakelchen auslaufenden, und, wie es scheint, mit einem wasserklaren Fluidum gefüllten Kanäle der verschiedenen Äste verschmelzen nicht im Hauptstamm des Armes, sondern laufen neben einander, nur durch sehr schmale körnige Protoplasmastreifen von einander getrennt, eine Strecke weit in das Körperparenchym hinein (Fig. 5). Während die Granula des letzteren nur sehr geringe Bewegungen ausführen, verändern dieselben in den Plasmastreifen der Arme weit häufiger und lebhafter ihre Stellung. Bütschli vermuthet, das die Achsenkanäle der verschiedenen Arme auf einander zulaufen und sich vereinigen; ich habe nie eine Andeutung hiervon wahrnehmen können. Einer Eigenthümlichkeit der Arme muss ich hier noch gedenken, die auffallenderweise von keinem der früheren Untersucher erwähnt wird. Sieht man von oben auf einen Dendrocometes hinauf, so bemerkt man häufig nahe dem einen Seitenrande eines Armes einen homogenen, glänzenden, zuweilen auch etwas körnigen Streifen im Protoplasma verlaufen, der sich scharf abhebt (Fig. 8, 14, *p*). Derselbe beginnt an der Wurzel des Armes und steigt, von der Cuticula immer durch einen schmalen Spalt getrennt, ungefähr bis zur Basis eines der Endzinken, wobei er allmählich immer feiner wird. Eine Verwechslung mit einer Längsfalte der Körpermembran ist unmöglich, da ich diesen Streifen zu oft genau betrachtet und einmal auch ein abgestorbenes Exemplar mit halb eingezogenem Arm gefunden habe, bei dem derselbe bis tief in das Protoplasma des Körpers herein reichte. Die meisten Arme besitzen diese Differenzirung nicht, mustert man aber eine größere Zahl von Dendrocometen, so wird man sie sicherlich auffinden. In einigen wenigen Fällen traf ich diesen Längsstreifen an jeder Seite eines Armes entwickelt. Über die Funktion desselben lässt sich schwer etwas angeben; vielleicht dient er beim Einziehen der Arme als eine Art Leitband.

Dass die verästelten Körperfortsätze des Dendrocometes zur Nahrungsaufnahme dienen, ist von keinem Untersucher bezweifelt worden; jedoch hat nur Wrześniowski hierüber Beobachtungen gesammelt, die mir freilich nicht ganz frei von Irrthümern zu sein scheinen. Er sagt: »Zwischen den zugespitzten Zinken tummeln sich sehr häufig kleine Infusorien, ohne aufgefangen zu werden. Die cylindrisch verdickten« (d. h. diejenigen, deren Tentakelchen zurückgezogen sind) »sind da-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gegen offenbar für solche Gäste sehr gefährlich, weil man von Zeit zu Zeit Dendrocometen antrifft, die mit einer Zinke eines solchen Armes ein Infusorium festhalten und aussaugen. Die zusammengruppirten Endzinken krümmen sich nach der Beute zu und umfassen dieselbe von allen Seiten. Die Körnchen des gefangenen Thieres gehen in die dasselbe umfassenden Zinken über. In den von mir beobachteten Fällen wurde das Aussaugen so langsam bewerkstelligt, dass nach zwei Stunden das gefangene Infusorium noch immer zwischen den Zinken steckte, und seine Körnchen erst bis zur gemeinschaftlichen Basis derselben vorgedrungen waren.« Nach dem, was ich oben über den Bau der Zinken und das Verhalten der Tentakelchen bei Beunruhigung eines Thieres gesagt habe, ist es sehr unwahrscheinlich, dass die Zinken mit eingezogener Endspitze das Protoplasma ihrer Beute aufsaugen, im normalen Zustande dagegen nicht zur Ernährung befähigt sind. Ich habe zu wiederholten Malen Dendrocometen in Wassertropfen gebracht, in denen es von Protozoen mancherlei Art wimmelte. Die letzteren stießen alle Augenblicke sowohl gegen die Zinken mit ausgestreckten, als auch mit völlig eingezogenen Tentakelchen, ohne dass es der Acinete jemals gelungen wäre, eins der Thierchen festzuhalten. Da bei dem sehr geringen Querdurchmesser der Armspitzen es von vorn herein wahrscheinlich war, dass dieselben nur ganz kleine Protisten würden paralysiren können, so habe ich Dendrocometen mit außerordentlich winzigen Flagellaten zusammengebracht, wie sie sich zeitweise in faulendem Wasser zu Milliarden einzustellen pflegen. Aber auch diese vermochten sie nicht festzuhalten, wenn auch ihre Arme sehr häufig mit denselben in Berührung kamen. Ich glaube daher, dass die Dendrocometen nicht im Stande sind, lebhaft sich umhertummelnde Infusorien abzutödten und auszusaugen, mögen die Tentakelchen eingezogen oder ausgestreckt sein, eine Ansicht, deren wesentlicher Gedanke übrigens schon von Stein geäußert worden ist. Leider ist es mir nur zweimal gelungen, mich von der Ernährungsweise unserer Acinete durch direkte Beobachtungen zu überzeugen; in beiden Fällen waren kleine Amöben in das Bereich einiger völlig ausgestreckter Zinken gelangt und wurden von diesen in wenigen Augenblicken total ausgesogen. Die Dendrocometen befanden sich unglücklicherweise jedes Mal in einer nicht sehr günstigen Lage, so dass ich nicht entscheiden konnte, ob die Tentakelchen sich ganz ruhig verhielten oder nicht; es wäre immerhin wohl möglich, dass dieselben sich ein wenig vor- und zurückschieben, um so durch eine Art pumpender Bewegung ihre Beute auszusaugen. Während der Nahrungsaufnahme wurde die gewöhnliche Stellung der Zinken des betreffenden Armes nicht verändert. Die Abbildung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wrześniowski's, auf der eine Anzahl quer abgestutzter Zinken sich zusammengekrümmt und ein Infusor umfasst haben, erkläre ich mir dadurch, dass der russische Forscher ein stark beunruhigtes Thier vor sich gehabt hat. Wie schon oben angegeben wurde, neigen sich bei erheblichen Störungen die verkürzten Zinken einander zu und können bei dieser Gelegenheit leicht ein todtes Infusor zwischen sich festhalten.

Von der kontraktilen Vacuole des Dendrocometes geht ein schmaler Kanal aus, welcher an der Körperoberfläche durch eine Öffnung mit schwach wallartigem Rande ausmündet. Dieser Ausführgang ist zuerst von Bütschli gesehen, jedoch nachher von Wrześniowski nicht wieder gefunden worden. Die Zeit, welche zwischen zwei Systolen verstreicht, ist sehr verschieden. Bei lebenskräftigen Individuen zieht sich die Vacuole häufig in einer Minute mehrere Male zusammen, während bei schwachen Thieren die Diastole $^1/_2$ Stunde und länger währen kann.

Der Kern des Dendrocometes paradoxus hat eine eiförmige bis ovale Gestalt. Wie Bütschli habe ich die von Stein angegebene Differenzirung desselben in zwei Hälften, die durch einen Spalt getrennt sein sollen, stets vermisst. Eine Kernmembran ist deutlich erkennbar; die Struktur des Nucleus ist bald fein, bald grobkörnig. Manchmal findet man auch Vacuolen in ihm, die bei absterbenden Thieren so zahlreich werden können, dass der Kern ein maschenförmiges Aussehen erlangt. Ein solcher Kern ist von Bütschli abgebildet worden (l. c. Fig. 4). Dann und wann trifft man auch Nuclei, in deren Substanz eine Anzahl Nucleoli eingestreut sind (Fig. 6). Bei einem Thier meiner Präparate ist der ganze Kern dicht erfüllt von solchen Binnenkörperchen, deren jedes von einem hellen Hof umgeben ist (Fig. 7).

Die Fortpflanzung durch (sogenannte) Embryonen.

Über die Fortpflanzung des Dendrocometes durch innere, sich erst sehr spät abschnürende Knospen hat Bütschli zuerst eine Reihe wichtiger Beobachtungen gesammelt, wenn es ihm auch aus Mangel an geeignetem Material nicht gelungen ist, alle Stadien des Vorganges zu Gesicht zu bekommen. Er giebt an, dass der Kern auch länglich und längsstreifig werden könne, und in der That findet man nicht selten Nuclei von derartiger Beschaffenheit. Auf Grund vieler Beobachtungen vermag ich mit Sicherheit anzugeben, dass solche Kerne das erste Stadium der Embryonenbildung darstellen. Der faserige Kern hat meist eine länglich-ovale, an beiden Enden zugespitzte oder abgerundete Gestalt. Bei starker Vergrößerung erkennt man deutlich, dass die einzelnen Chromatinkörnchen eine längliche Form angenommen und sich hinter einander angeordnet haben, während die Achromatinsubstanz

in weniger stark tingirten Streifen zwischen denselben vertheilt ist (Fig. 8, 9, 10, *n*).

Das nächste Stadium der Embryonenbildung besteht in der Anlage einer zweiten kontraktilen Vacuole. Dieselbe erscheint auf der der Hauptvacuole gegenüber liegenden Körperseite, aber ungefähr in gleicher Ebene mit jener und ebenfalls ziemlich in der Nähe der Körperoberfläche. Beide Vacuolen sind daher bei einem oval geformten Thiere so ziemlich um den Querdurchmesser desselben von einander entfernt. Der neu entstandene Behälter besitzt zunächst noch keinen Ausführgang und zieht sich auch nicht, wie die Hauptvacuole, in der Richtung von innen nach außen zusammen, sondern verkürzt sich gleichmäßig von der Peripherie nach innen. Gewöhnlich pulsirt die Vacuole des in der Entstehung begriffenen Embryo viel rascher als die des Mutterthieres, doch ist ein solcher Unterschied zwischen beiden nicht immer zu beobachten. Erst die nun folgenden Vorgänge zeigen unleugbar, dass die eben beschriebenen Veränderungen in der That mit der Bildung eines Tochtersprösslings zusammenhängen. Es bildet sich nämlich in ganz ähnlicher Weise, wie bei der Podophrya quadripartita, eine von der Rückenfläche her ausgehende Einstülpung, die eine flaschenförmige Gestalt annimmt, indem ihr vorderstes Ende sich plötzlich verschmälert (Fig. 8 *e.h*). Diese Halspartie der Höhle liegt immer neben der neu entstandenen Vacuole, und an einigen Thieren schien mir auch ein feiner Kanal zwischen beiden zu bestehen. An den meisten Individuen war freilich nichts von einem solchen Ausführgang der kontraktilen Vacuole zu bemerken. Das Eigenthümliche in dem Verhalten jener Höhle besteht nun darin, dass sie sich allmählich völlig schließt und zwar schon zu einer Zeit, wo sie noch keineswegs ihre definitive Größe erlangt hat, sondern höchstens den halben Längsdurchmesser des späteren Embryonalraumes aufweist. Der Verschluss scheint in der Weise stattzufinden, dass sich die Wände der verschmälerten Partie an einander legen und verschmelzen; denn 1) fand ich den Hals der Einstülpungsöffnung öfters nur als eine schmale Linie angedeutet, und 2) liegt auch stets nach dem Verschluss zwischen der oberen Decke und der Körperoberfläche eine ziemlich breite Protoplasmaschicht. Das eben geschilderte Stadium ist sehr wahrscheinlich schon von Bütschli gesehen worden, da er eine kleine Höhle, die mit Öffnung, aber noch nicht mit Wimpern versehen war, erwähnt. Da man fast alle Dendrocometen von oben betrachten muss, so ist es, wie leicht erklärlich, sehr schwer, sich mit Sicherheit davon zu überzeugen, dass die Binnenhöhle allseitig geschlossen ist. Ich habe daher keine Mühe gescheut, um mir eine Anzahl Thiere zu verschaffen, die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

an dem Rande der Kiemenblätter saßen; sie ließen nie eine Öffnung jener Höhle erkennen, und auch von einer Andeutung der ursprünglichen Einstülpungsöffnung war nichts mehr zu sehen. Es folgt hieraus mit Nothwendigkeit, dass diejenige Öffnung, welche später dem Embryo zum Austritt ins Freie dient, mit der Mündung der Einstülpungshöhle nicht identisch ist, sondern sekundär durch Neubildung entsteht.

Der im Inneren des Protoplasmas liegende und mit einer deutlichen Cuticula ausgekleidete, allseitig geschlossene Hohlraum, den wir im Folgenden als Embryonalhöhle zum Unterschiede von der Einstülpungshöhle bezeichnen wollen, vergrößert sich darauf allmählich, bis er ungefähr die doppelte Länge erreicht hat (Fig. 9). Ein Dünnerwerden seiner Membran während der Größenzunahme habe ich nicht direkt beobachten können; möglich wäre dies immerhin, zumal ich einmal wahrgenommen habe, dass eine Höhle, die ungefähr ihre definitive Länge erreicht hatte, beim Auflegen des Deckglases collabirte, während die noch nicht geschlossenen Einstülpungshöhlen den Druck desselben stets gut ausgehalten haben. Wie man in der Profillage, d. h. an Thieren, welche dem Rande der Kiemenblättchen ansitzen, sehen kann, hat die Embryonalhöhle im dorsoventralen Durchschnitt eine ovale Gestalt. Von oben aus betrachtet erscheint sie eben so, oder eiförmig oder auch kreisrund und hat einen Längsdurchmesser, der zwischen 0,025—0,049 mm schwankt. Die zunächst folgenden Veränderungen bestehen in dem Auftreten der Cilien, mit denen der Embryo sich später frei im Wasser umhertummelt; Anfangs legt sich ein einziger Kranz ziemlich langer Wimpern an, welcher der Unterseite des Dendrocometes parallel läuft und etwas tiefer als der Äquator der Höhle gelagert ist (Fig. 10). Es gewährt dann der Embryo ein eigenartiges Bild, da die Cilien selten alle gleichzeitig in Bewegung sind, sondern nur partienweise und häufig auch in verschiedenem Sinne hin- und herschlagen. Hat sich der junge Sprössling etwas weiter entwickelt, so sieht man, dass zu der ersten Cilienreihe noch drei andere hinzugekommen sind, und dass sämmtliche Wimpern vier scharf markirten Linien ansitzen, die dem optischen Durchschnitte der Höhlenwandung parallel ziehen und wohl als enge Furchen in der Cuticula der Embryonalhöhle anzusehen sind (Fig. 11).

Sind auf diese Weise die sämmtlichen Wimperkreise in der Embryonalhöhle angelegt worden, so wölbt sich ihre Basalfläche nach oben empor, und gleichzeitig entsteht eine kanalförmige schmale Ausstülpung, welche von ihrer oberen Decke in die Höhe steigt, allmählich die Cuticula des Dendrocometes erreicht und diese durchbricht. Durch die zuerst genannte Veränderung verliert natürlich die Embryonalhöhle im

© Biblioteka Narodowa | Biblioteka Nauki | http://rcin.org.pl | Digitized by Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA)

senkrechten Durchschnitt ihre ursprünglich ovale oder rundliche Gestalt. In der Profillage erhält man ein Bild, das in Fig. 12 wiedergegeben und schon von Bütschli in allen Einzelheiten erkannt worden ist. Auf diesem Stadium findet in der Regel die Kerntheilung vermittels einer einfachen Durchschnürung statt, während bis dahin, von der Entstehung der Einstülpungs- bis zur völligen Ausbildung der Embryonalhöhle, sich der Kern nicht verändert hat, sondern nach wie vor das längsfaserige Aussehen zeigt. Die Kerntheilung tritt jedoch nicht immer dann ein, wenn die sekundäre Öffnung der Embryonalhöhle angelegt wird. Der Dendrocometes bietet eins der schönsten Beispiele für die Unabhängigkeit dar, welche zwischen dem die Hauptmasse des Embryonalkörpers liefernden Protoplasma und dem Kern des Mutterthieres bestehen kann. Bei einem in Fig. 8 abgebildeten Individuum hatte sich die Theilung des Kernes schon vollzogen, während gleichzeitig noch die Einstülpungshöhle bestand, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass in diesem Falle erstere sogar vor dem Auftreten der letzteren stattfand, da der völlige Verschluss der Höhle erst ungefähr neun Stunden später eintrat, was nach meinen sonstigen Erfahrungen dafür spricht, dass sie erst seit Kurzem bestand. Dieser Dendrocometes war auch noch dadurch auffällig, dass die beiden Kerne über der Einstülpungshöhle lagen und sich erst im Laufe der genannten Frist neben jene verlagerten. Auf das andere Extrem im Eintritt der Kerntheilung, dass diese sich nämlich gleichzeitig mit der Abschnürung der Knospe vom Mutterthier vollzieht, werde ich weiter unten zurückkommen. Dieser Fall scheint verhältnismäßig selten zu sein, da er von Bütschli und mir nur je einmal beobachtet worden ist, während ich öfters Thiere angetroffen habe, die zwei Kerne und eine nur mit einem Cilienkranze versehene Embryonalhöhle besaßen. Von der Geburt eines reifen Embryo bin ich ungefähr sechsmal Augenzeuge gewesen und habe dabei stets dasselbe gefunden, was Bütschli zuerst an einem Thier aufgefallen ist, dass nämlich zunächst die emporgewölbte Basalfläche der Embryonalhöhle durch die Öffnung sich hindurchschiebt, und darauf erst die nach außen gelangte Knospe vom Mutterthier abgeschnürt wird. Von den Ecken jener Öffnung, die eine unregelmäßig viereckige Gestalt hat (Fig. 11 *o*), sah ich immer eine Anzahl kurzer Falten ausgehen, die wohl beim Durchbruch der Cuticula entstehen. Hingegen habe ich von einer Linie, welche nach Angabe des so vielfach von mir citirten Heidelberger Zoologen von der Öffnung über die Decke der Höhle hinstreichen soll, nichts entdecken können und halte sie daher für eine nur zufällige Bildung. Die Durchtrittsstelle des Embryo tritt stets nahe dem einen Ende der Embryonalhöhle auf, könnte daher möglicherweise dort liegen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wo die erste Einstülpung stattfand. Kurz vor der Geburt wird das Spiel der Wimpern lebhafter, die Öffnung stülpt sich etwas nach außen empor, der Embryo schiebt sich durch jene hindurch und schnürt sich gleich darauf vom Mutterthier ab. In dem von Bütschli beobachteten Falle hatte der Kern eine lange bandförmige Gestalt angenommen und zerriss gleichzeitig mit dem dünnen Protoplasmastrang, welcher Mutterthier und Knospe verband. Denselben Vorgang einer sehr verspäteten Kerntheilung habe ich mit geringen Modifikationen auch einmal wahrgenommen. Bei dem betreffenden Thiere war der Körper schon völlig vom Embryo getrennt, und beide hingen nur noch mit einem Theil des bandförmigen Kernes zusammen, bis schließlich auch dieser durchgeschnürt wurde, und die Knospe mit einem über ihre Körperoberfläche noch ein wenig hervorragenden Kern davonschwamm.

Die im Vorhergehenden geschilderte Art der Fortpflanzung ist die einzige, welche beim Dendrocometes paradoxus vorkommt. Ich habe sie leider nie an einem und demselben Individuum von Anfang bis zu Ende verfolgen können, weil dies nur dann möglich wäre, wenn man auch eine ganze Nacht beim Mikroskope verharren würde. Der Vorgang dauert nämlich nach den Beobachtungen, welche ich an den im Schwemmapparate gehaltenen Thieren gemacht habe, 24—30 Stunden, manchmal sogar noch etwas länger; hierbei habe ich als Ausgangspunkt das Stadium des faserig differenzirten Kernes angenommen. Da ich jedoch an verschiedenen Thieren jede Entwicklungsphase in die nächstfolgende habe übergehen sehen und außerdem vielfach beobachten konnte, dass aus einem Stadium nach einer Anzahl Stunden eins der späteren geworden war, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass im Vorhergehenden die Veränderungen, welche der Dendrocometes bei der Embryonenbildung durchmacht, in der richtigen Aufeinanderfolge geschildert worden sind. Die Zeitdauer könnte in natura noch etwas kürzer sein, da es öfters vorkommt, dass die Thiere bei aller Sorgfalt im Schwemmapparate schon nach einem halben Tage sterben, ein Zeichen, wie wenig dies künstliche Mittel die natürlichen Existenzbedingungen zu ersetzen vermag. Auffallenderweise vollziehen sich bei der Bildung der Embryonen einige tiefgreifende Veränderungen regelmäßig in viel kürzerer Zeit als solche, die dem Beobachter nur sehr geringfügig erscheinen. Hat z. B. der Kern die langgestreckte faserige Beschaffenheit angenommen, so verfließen gegen sieben bis neun Stunden, ehe die erste Spur der Einstülpungshöhle zu sehen ist, und während dieser langen Frist entwickelt sich nur die kontraktile Vacuole des jungen Thieres. Auch die Obliteration der Höhlenöffnung nimmt zuweilen (ob immer?) unverhältnismäßig viel Zeit in Anspruch. Bei

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einem gesunden Thiere wurde dieselbe um neun Uhr Morgens zuerst in völliger Entfaltung beobachtet und erst am nächsten Morgen um elf Uhr geschlossen gefunden.

Bei Schilderung der braunen Pigmentmassen, welche man häufig im Protoplasma der Dendrocometen findet, habe ich oben schon kurz erwähnt, dass diejenigen Acineten, welche sich auf in der Häutung begriffenen Kiemenblättern befinden, in der Regel sämmtlich in Stadien der Embryonenbildung angetroffen werden, dass die freigewordenen Knospen annähernd die Größe der Mutterthiere erreichen, fast alles Plasma der letzteren in sich aufnehmen und nur eine kleine, ungefähr 0,02 mm im Durchmesser große, allseitig geschlossene und dicht mit braunen Farbkörnchen gefüllte Blase zurücklassen. Bütschli, der diesen eigenthümlichen Vorgang auch einmal gesehen hat, hält ihn für eine Art Häutung; mir scheint es richtiger zu sein, hierin das Mittel zu sehen, dessen sich der Dendrocometes bedient, um bei Eintritt ungünstiger Verhältnisse seine festsitzende Lebensweise zeitweilig mit einer frei beweglichen zu vertauschen. Unsere Acinete erreicht so dasselbe, was die Podophrya fixa nach den Maupas'schen Untersuchungen durch Entwicklung eines Wimperkleides auf ihrer Körperoberfläche und durch Losschnürung vom Stiele erzielt.

Da das braune Pigment niemals mit in das Protoplasma der embryonenartigen Schwärmer herübergenommen wird, so kann es, wie schon oben angegeben wurde, für den Stoffwechsel des Thieres von keiner Bedeutung sein und lässt sich daher wohl mit den Fäkalien der übrigen Infusorien vergleichen, die ja meist auch eine bräunliche Färbung besitzen. Während sich die Einstülpungs- und die Embryonalhöhle bildet, werden die ursprünglich überall gleichmäßig durch das Protoplasma zerstreuten Körnchen in der Nähe der Basalfläche, unter dem Kern, angehäuft (Fig. 12 *pi*); auf diese Weise gelangt die ganze Masse derselben in die oben geschilderte Blase, welche noch einige Zeit als letzte Spur des Dendrocometes sich erhält und dann zerfällt. Besaß das fortwandernde Thier viele Tinktinkörper, so findet man häufig auch einige derselben in jener Blase, ein Umstand, der ebenfalls gegen die Gleichstellung dieser Gebilde mit den Nebenkernen der Infusorien spricht.

Schließlich verdient bei dem ganzen Processe der Schwärmerbildung nur noch der Kern Beachtung. Derselbe zeigt nicht immer das gleiche Verhalten: bei manchen Thieren bleibt er in der äußeren Gestalt und in den Strukturverhältnissen völlig unverändert, bei anderen hingegen streckt er sich und nimmt dieselbe längsfaserige Beschaffenheit an, wie bei der echten Embryonenbildung, ohne jedoch später sich zu theilen. Ich sehe hierin einen neuen Beweis für die Unabhängigkeit,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

welche bei Fortpflanzungsvorgängen der Protozoen zwischen den Veränderungen des Körperplasmas und der Kernsubstanz bis zu einem gewissen Grade bestehen kann (s. oben p. 187). Eine Umbildung des ersteren bedingt durchaus nicht eine bestimmte Umgestaltung der letzteren und umgekehrt. Da wir in der Streckung und der faserigen Differenzirung des Kernes die erste Andeutung der echten Embryonenbildung kennen gelernt haben, so sollte man annehmen, dass vom Nucleus der erste Anstoß zu den Metamorphosen ausgeht, welche das Protoplasma ausführt. Von welch zweifelhaftem Werthe ein solcher Schluss wäre, zeigen die oben angegebenen Thatsachen; sie beweisen, dass das Protoplasma aus eigener Kraft alle diejenigen Umbildungen durchlaufen kann, welche sonst nur mit bestimmten Kernveränderungen Hand in Hand gehen. Es ist demnach auch nicht richtig, das Aktive bei der Knospung und Theilung der Infusorien dem Kern resp. dem Protoplasma zuzuschreiben, je nachdem dieser oder jenes zuerst sichtbare Umgestaltungen erkennen lässt, sondern stets werden wir das Plasma als das eigentliche Agens anzusehen haben, welches die Nucleusveränderungen — manchmal mit einer gewissen Willkür — veranlasst. Am eigenthümlichsten verhielt sich von allen beobachteten Dendrocometen der in Fig. 8 abgebildete. Hier war die Kerntheilung schon vor oder gleichzeitig mit der Anlage der Einstülpungshöhle erfolgt, so dass man allen Grund hat, anzunehmen, das Thier beabsichtigte einen echten Embryo zu bilden. Nach 24 Stunden war jedoch von dem betreffenden Individuum nichts als eine 0,018 mm im Durchmesser betragende Blase übrig geblieben, die mit wasserklarer Flüssigkeit, zahlreichen Pigmentkörnern und einigen Tinktinkörpern gefüllt war und eine leblose Masse darstellte. Nach den Erfahrungen, die ich an anderen Thieren gemacht habe, ist es sehr unwahrscheinlich, dass dieser Dendrocometes in jener Zeit zweimal alle Stadien der Embryonenbildung durchlaufen hat, um beide Kerne in der gewöhnlichen Weise zu verwerthen. Die Annahme liegt viel näher, dass derselbe ursprünglich die Absicht hatte, einen Sprössling zu entwickeln, dann aber durch die ungünstigen Bedingungen, denen er im Schwemmapparat ausgesetzt war, dazu bestimmt wurde, seinen Wohnsitz zu verlassen.

Die Gestalt der Embryonen ist die gleiche, mögen sie einen echten Sprössling oder das Schwärmstadium eines erwachsenen Thieres darstellen; nur die Größe ist in beiden Fällen verschieden. Erstere haben durchschnittlich einen Längsdurchmesser von 0,04 mm, letztere von 0,06—0,08 mm. Von oben gesehen stellen sie ovale Thierchen dar, deren Bauch- und Rückenfläche in der Regel nur schwach gewölbt ist. Manchmal trifft man aber auch Embryonen, die oben und unten stark

gekrümmt sind und daher im Profil fast kugelförmig erscheinen (Fig. 13), oder die Bauchseite ist nur flach gebogen, während der Rücken halbkugelig vorspringt. Als Unterseite nehme ich dabei diejenige an, in deren Nähe, wie beim festsitzenden Dendrocometes, der Kern liegt. Bei gleicher Konvexität der Körperflächen lässt sich ein Oben und Unten kaum unterscheiden, und habe ich aus diesem Grunde auch nicht ermitteln können, ob die Schwärmer sich stets mit einer bestimmten Seite festsetzen. Der äquatoriale Wimperkranz, welcher das Thier umgiebt, besteht aus vier Cilienreihen und sitzt einem wulstförmig vorspringenden Ring an. Bei dem in Fig. 13 abgebildeten Embryo lag zwischen diesem Ring und der ventralen Hervorwölbung noch eine ziemlich tiefe Rinne (x). Stein und Bütschli beschreiben eine bogenförmige Furche, die auf der Flachseite liegen und sich bis hinter die kontraktile Vacuole erstrecken soll. Ob diese mit der von mir so eben geschilderten Rinne, welche aber nach meinen Beobachtungen die ganze Bauchfläche umzieht, identisch ist, muss ich dahin gestellt sein lassen. Ich habe nie etwas erblickt, was den Beschreibungen jener beiden Autoren entsprechen könnte und habe auch jene Rinne bei den flach linsenförmigen Exemplaren öfters vermisst. Eine Mundöffnung ist nicht vorhanden. Die Embryonen besitzen stets nur eine kontraktile Vacuole, obwohl bei denjenigen unter ihnen, welche nur als Schwärmstadien eines entwickelten Dendrocometes anzusehen sind, recht gut zwei vorhanden sein könnten, die ursprüngliche und die neu angelegte; erstere scheint daher verloren zu gehen.

Die Konjugation des Dendrocometes paradoxus.

Während über die Veränderungen, welche sich im Organismus der Ciliaten bei der Konjugation vollziehen, schon ein reiches Beobachtungsmaterial vorliegt, weist die Litteratur der Acineten in diesem Punkte noch eine empfindliche Lücke auf. Dass die Konjugation bei dieser Klasse vorkommt, ist freilich schon von einer ganzen Anzahl von Forschern erkannt worden: Stein, Claparède und Lachmann, Fraipont und Maupas fanden bei verschiedenen Podophryaspecies je zwei Thiere, deren Körper zu einer biskuitförmigen, aber noch auf zwei Stielen sitzenden Masse vereinigt waren; über das Verhalten des Kernes, so wie über den ganzen Verlauf der Erscheinung erwähnen die genannten Zoologen jedoch nichts. Aus diesem Grunde habe ich der Konjugation des Dendrocometes paradoxus besondere Aufmerksamkeit geschenkt; leider ist es mir nicht gelungen, alle Fragen, die sich hierbei dem Beobachter aufdrängen, zu lösen, und zwar aus Mangel an geeignetem Material. In der Verjüngung begriffene Dendrocometen sind seltene

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erscheinungen; man kann häufig 100 und mehr Thiere Revue passiren lassen, ohne zwei mit einander verbundene Exemplare anzutreffen. Nur wenn ein Kiemenblatt ziemlich dicht von unseren Acineten besetzt ist, haben diese überhaupt die Möglichkeit eine Konjugation einzugehen, da dieselbe nicht im Stadium des freien Schwärmens, sondern zwischen zwei festsitzenden Individuen stattfindet. Dies ist auch wohl der Grund dafür, dass der in Rede stehende Vorgang nicht, wie bei allen zahlreich zusammenlebenden Ciliaten, epidemisch, sondern nur ganz vereinzelt auftritt. Es gehört zu den größten Seltenheiten, dass man an einem und demselben Kiemenblatt zwei Konjugationspaare findet. Betrachten wir zunächst die Veränderungen, welche sich an dem Protoplasma unseres Protisten im Verlauf des Verjüngungsprocesses vollziehen, um später auf diejenigen des Kernes näher einzugehen.

Während bei den bis jetzt in Konjugation gesehenen Acineten beide Thiere mit einem großen Theil ihrer Oberfläche verschmolzen waren, verbindet beim Dendrocometes nur ein schmaler Kanal beide Paarlinge (Fig. 14, 15). Nur selten wird derselbe so breit, dass er ungefähr $^1/_3$ des kurzen Körperdurchmessers erreicht (Fig. 18). Diese Protoplasmabrücke wird von derselben Cuticula umhüllt, welche die ganze übrige Oberfläche bildet und ist für gewöhnlich gerade; sie kann jedoch auch bogenförmig gekrümmt sein (Fig. 14). Es ist mir nie gelungen zu beobachten, wie zwei neben einander sitzende Dendrocometen diesen Verbindungskanal zwischen sich herstellen. Bei den frühesten Stadien, welche ich fand, war derselbe stets schon völlig ausgebildet, zeigte jedoch noch nicht einen kontinuirlichen Plasmastrang, sondern ließ noch deutlich die Scheidewand erkennen, die nothwendig vorhanden sein muss, wenn die beiderseitigen Körperausstülpungen zuerst auf einander stoßen (Fig. 15 *h*). Diese fast immer in der Mitte des Verbindungskanales gelegene Quermembran besitzt ein homogenes Aussehen und ist dunkler als das Protoplasma der Brücke. Sie verschmilzt nicht mit der Cuticula der letzteren, sondern schmiegt sich ihr allseitig an und lässt sich beiderseits bis an die Wurzel des Konjugationsarmes verfolgen. Wir haben es hier mit einer Art von Hautschicht des Protoplasmas zu thun, welche nur vorübergehend während des Verjüngungsprocesses unter der Körpermembran auftritt. Die centrale Lage dieser Scheidewand im Verbindungskanal lässt sich nur dadurch erklären, dass, wie bei den konjugirenden Zellen der Spirogyrafäden, beide Thiere gleichzeitig Ausstülpungen bilden, diese einander entgegen wachsen bis sie zusammenstoßen, dann die Cuticula an der Berührungsstelle resorbiren und beide Hautschichten zu einer queren Scheidewand zusammenfließen lassen. Nehmen wir diese Entstehungsweise des

Verbindungskanales, für die, wie angedeutet, der empirische Beweis noch fehlt, die mir aber trotzdem ganz unabweisbar erscheint, einmal an, so werden wir direkt zu der Frage geführt, auf welche Weise vermögen die Dendrocometen, die doch völlig isolirt neben einander sitzen, sich gegenseitig zu beeinflussen; dass eine solche Wechselwirkung der Individuen auf einander vorhanden sein muss, ist klar, denn wie käme es sonst, dass an zwei einander gegenüber liegenden Stellen der Körperoberfläche zwei gleich gerichtete und gleich breite Ausstülpungen sich entgegen wachsen? Zur Lösung jener Frage könnte man erstens annehmen, dass gewisse äußere Verhältnisse beide Paarlinge in der gleichen Weise zur Bildung eines Konjugationsfortsatzes bestimmen, — ein Erklärungsversuch, der einfach dadurch hinfällig wird, dass neben den konjugirten Thieren sehr häufig andere angetroffen werden, die nicht in der Verjüngung begriffen sind, obwohl sie doch denselben äußeren Einflüssen ausgesetzt gewesen sein müssen. Zweitens liegt der Gedanke nahe, dass vielleicht die Dendrocometen durch ihre Arme in Berührung mit einander treten, und dass dadurch beide Thiere zu genau denselben Formveränderungen veranlasst werden. Auch diese Ansicht lässt sich nicht mit den Beobachtungen in Einklang bringen; ich habe öfters Paarlinge gefunden, bei denen die Lage und Größe der Arme eine gegenseitige Berührung ganz unmöglich machte. Da ferner das Protoplasma des Verbindungskanales keine streifige Differenzirung aufweist, kann dieser auch nicht durch Zusammenfließen zweier Arme entstanden sein, eine Annahme, die schon desshalb unzulässig ist, weil die Brücke zwischen zwei Thieren öfters unmittelbar neben einem Arm sitzt, diese aber sonst nie dicht bei einander angetroffen werden. Nach Allem ist es kaum zu bezweifeln, dass die Dendrocometen bei der Konjugation nicht durch eine zufällig entstehende Ausstülpung des einen Paarlings, sondern durch zwei sich entgegenwachsende Fortsätze verbunden werden, und dass die betreffenden Thiere die Fähigkeit besitzen müssen, sich — um mich anthropomorph auszudrücken — auf irgend eine Weise unter einander zu verständigen und die gleichzeitige Vornahme derselben Umbildungen zu veranlassen. Wie die Betrachtung der Fig. 18 lehrt, scheint jedoch nicht immer ein solches Einverständnis zwischen beiden Individuen vorhanden zu sein. Der mit *I* bezeichnete Dendrocometes hat hier allein einen breiten, mit der gewöhnlichen Hautschicht ausgekleideten Fortsatz gegen das Nachbarthier *II* getrieben, dessen Cuticula dadurch an der Berührungsstelle muldenförmig nach innen gedrängt, im Übrigen aber noch nicht verändert ist.

Haben sich zwei Dendrocometen in der eben geschilderten Art mit einander verbunden, so bestehen die nächsten Veränderungen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

darin, dass die quere Scheidewand des Konjugationsarmes allmählich aufgelöst, und das Protoplasma beider Thiere in innige Berührung mit einander gebracht wird. Gleichzeitig geht auch der übrige Theil der Hautschicht entweder völlig verloren oder wird doch sehr undeutlich. Frische Thiere, die man auf diesem Stadium untersucht, lassen im Verbindungskanal ein leises Strömen der Plasmatheilchen erkennen. Die Körnchen, die sich in der dem einen Thier angehörenden Hälfte desselben befinden, wandern in die des anderen und umgekehrt. Auf dem Objektträger hat man jedoch nur kurze Zeit Gelegenheit, dieses Schauspiel zu beobachten; die Paarlinge sind offenbar sehr empfindlich, und schon nach einer Viertelstunde hört in der Regel das Wandern der Granula auf. Es bildet sich dort, wo früher die Scheidewand bestand, eine körnchenfreie wasserklare Stelle, die wieder verschwindet und durch strömendes Plasma ersetzt wird, wenn die Thiere aufs Neue in die günstigeren Bedingungen des Schwemmapparates gebracht werden. — Die Körpersubstanz vieler konjugirter Dendrocometen bot nichts Besonderes dar; dieselbe war bald dicht mit Tinktin- und anderen Körnern gefüllt, bald wies sie nur eine geringe Zahl der ersteren oder gar keine auf. Unter meinen Präparaten befinden sich aber auch verschiedene, bei denen sich beide Konjugationsindividuen auffallend durch ihr Aussehen von einander unterscheiden. Das Protoplasma des einen (Fig. 14 *II*) entbehrt aller Assimilationsprodukte und ist daher sehr hell, während das des anderen (Fig. 14 *I*) mit sehr vielen Körnern versehen ist, die den Kern völlig verdecken. An konjugirten Thieren, deren Parenchym im Verbindungskanal in lebhafter Strömung begriffen war, habe ich nie Tinktinkörper oder Pigmentkörnchen von einem Paarling zum anderen wandern sehen. Stets waren es nur ganz kleine Granula, welche ihre Lage veränderten. Da ich auch sonst nie größere Körner im Verbindungsarm angetroffen habe, so scheint mir der starke Kontrast in der Beschaffenheit jener Thiere nicht dadurch herbeigeführt worden zu sein, dass die Tinktin- und Pigmentmassen von einem Paarling in den anderen übergetreten sind, wogegen auch die Beobachtung spricht, dass in der Plasmabrücke die Strömung von links nach rechts eben so stark ist wie in umgekehrter Richtung. Die Exemplare mit hellem Parenchym hatten offenbar vor der Konjugation nur sehr wenig, resp. gar keine Nahrung aufgenommen, während ihre Nachbarn keinerlei schädlichen Einflüssen ausgesetzt gewesen waren, und ich möchte hieraus schließen, dass die Verjüngung desshalb ziemlich häufig zwischen einem geschwächten und einem lebenskräftigen Dendrocometen beobachtet wird, weil durch dieselbe der das Proto-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

plasma des ersteren zur Assimilation veranlassende Kern neu belebt und gestärkt wird.

Im Laufe der Konjugation werden sehr häufig die Arme der Paarlinge, einer nach dem anderen oder gleichzeitig eingezogen; doch ist dieser Vorgang wohl weniger als eine Folge der Verjüngung anzusehen, als vielmehr auf den Aufenthalt im Schwemmapparate zurückzuführen, der auf die während dieser Zeit besonders empfindlichen Thiere von gesteigertem Nachtheil sein muss. Wie lange die Paarlinge durch jene Plasmabrücke mit einander verbunden bleiben, habe ich nicht mit Sicherheit ermitteln können, weil es mir nie gelungen ist, dieselben genügende Zeit am Leben zu erhalten. Jedoch habe ich mehrfach an dem Verbindungskanal Veränderungen auftreten sehen, die ohne Zweifel die Trennung einleiteten. An solchen Individuen bemerkt man, dass sich unter der Cuticula des Konjugationsarmes die Hautschicht wieder in gleicher Stärke ausbildet, wie sie bei den Thieren vorgefunden wird, die erst kurze Zeit in Berührung mit einander getreten sind; dann entsteht in der Mitte desselben eine Einschnürung, die nach und nach enger wird und ohne Zweifel den Kanal schließlich durchreißt. Dieser Process schreitet an den unter künstlichen Bedingungen gehaltenen Paarlingen äußerst langsam vorwärts. Ein Konjugationspaar besaß im Beginn der Beobachtung schon eine leichte Einschnürung des Verbindungskanales, aber noch keine Spur einer Hautschicht; dasselbe zeigte in den nächsten 28 Stunden keine Abnahme der Lebenskraft, wie sich an der ziemlich lebhaft pulsirenden Vacuole erkennen ließ. Innerhalb dieser Frist entwickelte sich eine deutliche Hautschicht und die Einschnürung wurde etwas enger, ohne aber zu zerreißen. Bei zwei anderen konjugirten Dendrocometen fand ich ungefähr dieselbe Langsamkeit in der Entstehung der Trennungsstelle. Es ergiebt sich daraus, dass die Thiere mindestens circa zwei Tage in Konjugation mit einander verbunden bleiben.

Wenden wir uns jetzt zur Betrachtung der Veränderungen, die sich an dem Kern während des Verjüngungsprocesses abspielen, und die erst längere Zeit nach der Trennung beider Paarlinge zum Abschluss kommen. Schon auf den frühesten Stadien, die mir von der Konjugation begegnet sind, hatte der Kern die Gestalt eines langen, schmalen und unregelmäßig hin- und hergewundenen Bandes angenommen (Fig. 14, 15, *n*), das eine sehr deutlich längsstreifige Struktur aufwies. Die letztere wird dadurch herbeigeführt, dass die Chromatinkörnchen länglich werden und sich in Reihen hinter einander anordnen. Ob die so eben angegebenen Umbildungen schon vor sich gehen, ehe beide Thiere in Berührung mit einander getreten sind, oder ob dieselben erst

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nach der Entstehung des Verbindungsarmes zur Ausbildung gelangen, vermag ich nicht zu entscheiden. Unmöglich wäre das Erstere nicht, da ich den Kernfaden auch bei solchen Exemplaren beobachtet habe, deren Verbindungskanal noch die oben erwähnte Quermembran der Hautschicht zeigte. Thut man solche Paarlinge in den Schwemmapparat, so bemerkt man, wie die streifige Struktur allmählich verschwindet und eine gleichmäßige feine Körnelung an ihre Stelle tritt (Fig. 14 *II*). Dabei nimmt das Imbibitionsvermögen der Kerne gegen Safranin sehr ab; bei gut ausgezogenen Thieren zeigen die Nucleusbänder nur noch eine leichte Rosafärbung und unterscheiden sich dadurch auf den ersten Blick von den intensiv gerötheten Tinktinkörnern. So lange die Kerne noch ihre streifige Struktur besitzen, sind sie fast immer schon ohne Anwendung von Reagentien leicht zu erkennen, vorausgesetzt, dass sie nicht durch Pigment oder irgend welche Plasmaprodukte verdeckt werden. In dem Maße, als diese jedoch verschwindet, werden die bandförmigen Nuclei immer undeutlicher, und dies kann so weit gehen, dass man schließlich von denselben im lebenden Zustand, auch wenn das Parenchym frei von Tinktin- und anderen Körnern ist, keine Spur mehr wahrnimmt. — Im weiteren Verlaufe bilden sich in dem feingranulirten Kernbande körnchenfreie, unregelmäßige, kleine Partien, die namentlich von der Oberfläche ausgehen und dem Kerne ein zernagtes Aussehen geben; sie bewirken schließlich, dass derselbe in mehrere Stücke von sehr verschiedener Größe, Form und Zahl zerfällt (Fig. 16 *I*, *II*), aus deren Stellung zu einander sich noch manchmal annähernd die Lage des ursprünglichen Bandes rekonstruiren lässt. — Wie aus diesem Zustande des Nucleus das nächste Stadium, die Neubildung des Kernes, hervorgeht, habe ich leider nicht im Zusammenhange zu beobachten vermocht. Ich habe auch trotz vielen Suchens nur zwei Konjugationspaare dieser Art aufgefunden, die in Fig. 16 u. 17 wiedergegeben sind. Bei Fig. 16 ist an dem rechts gelegenen Thiere noch keine Spur von einem neuen Kerne zu entdecken; die größeren Theilstücke des alten machen den Eindruck, als ob sie noch weiter zerfallen würden. Bei dem linken Individuum liegt dagegen zwischen den Kernstücken ein kugelrunder und überall gleichmäßig granulirter Körper (*k*), der sich von den Resten des alten Nucleus einmal durch seine Struktur und Gestalt und dann durch seine viel schwächere Färbung bei Behandlung mit Safranin unterscheidet. Diese Kugel halte ich für die erste Anlage des neuen bleibenden Kernes und vermuthe, derselbe entsteht dadurch, dass die Substanz des ursprünglichen Nucleus sich allmählich im Protoplasma auflöst und später aufs Neue

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

im Centrum der Zelle wieder ausscheidet[1]. In den Thieren der Fig. 17 finden wir genau denselben runden Körper wieder. Der Kern ist bei dem einen Dendrocometes schon in mehrere Stücke zerfallen, während sich bei dem anderen die bandförmige Gestalt noch erkennen lässt; hingegen machen die stellenweise schon sehr undeutlichen Kontouren und mehrere lichte Partien des letzteren es sehr wahrscheinlich, dass auch hier die Auflösung der Kernsubstanz bereits begonnen hat. Überhaupt braucht der Kern in Folge seiner Auflösung nicht immer in Stücke zu zerfallen, sondern manchmal erhält sich die Bandform, wird aber allmählich immer undeutlicher. Auch die gleichsam zernagten Umrisse der Kernstücke berechtigen uns einen solchen Process der Auflösung anzunehmen und beweisen zugleich, dass sie gänzlich verschieden von der centralen Kugel sind. — Der eine oder der andere Forscher möchte vielleicht einwenden, die in den Fig. 16 und 17 abgebildeten Dendrocometenpaare hätten überhaupt nicht in Konjugation mit einander gestanden, weil bei denselben keine Spur eines Verbindungskanales mehr vorhanden ist. Da ich jedoch unter der großen Zahl von Dendrocometen, die mir zu Gesicht gekommen sind, nie einzeln stehende Individuen angetroffen habe, deren Kerne in Stücke zerfallen waren, so glaube ich, dass man die eigenthümlichen Umbildungen an den Nuclei jener Dendrocometenpaare nur als die Folge einer früheren Konjugation ansehen kann.

Die Stellung des Dendrocometes paradoxus zu den übrigen Acineten.

Die auf den Kiemenblättern des Gammarus pulex lebende Acinete weicht so sehr von der großen Zahl der übrigen Vertreter dieser Abtheilung ab, dass Stein derselben mit Recht den Speciesnamen paradoxus gegeben hat. Nur eine Gattung ist bis jetzt bekannt geworden, die in dem Bau der Saugorgane große Ähnlichkeit mit derselben aufweist, das Genus Ophryodendron. Durch die Untersuchungen von v. Koch[2] wissen wir, dass der rüsselförmige Arm, welcher dem vorderen Körperende der zu dieser Gattung gehörigen Thiere aufsitzt, wie beim Dendrocometes von einem Bündel feiner Kanäle durchzogen wird, die sich bis in das Körperparenchym verfolgen lassen. Am vorderen

[1] Eine derartige Entstehung eines Kernes aus Elementen des Zellplasmas ist meines Wissens erst einmal beschrieben worden, und zwar in der Arbeit von A. Sabatier über die Testazellen der Tunicaten (Recueil zool. Suisse. Tom. I. No. 3. 1884).

[2] G. v. Koch, Zwei Acineten auf Plumularia setacea Ellis. Jena, Herm. Dabis, 1876.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ende laufen dieselben in eine Anzahl kleiner Fingerchen aus, über deren feinere Struktur jedoch noch nichts bekannt ist. Der Rüssel der Ophryodendren unterscheidet sich von den Armen des Dendrocometes vornehmlich durch seine Beweglichkeit. Ersterer ist im hohen Maße kontraktil, und auch die Endzinken werden mit großer Schnelligkeit eingezogen und wieder hervorgestülpt, während bei unserer Acinete die Saugorgane nur sehr langsam in das Körperplasma aufgenommen werden können. Auch die Retraktionsfähigkeit der Endfinger ist beim Dendrocometes eine viel geringere und beschränkt sich im normalen Zustande auf die äußerste Spitze. — Da die sämmtlichen anderen, bis jetzt bekannten Acineten isolirt stehende Tentakeln besitzen, ist es zweckmäßig, zwei Abtheilungen in der ganzen Klasse zu unterscheiden, für die ich die Bezeichnungen **Fasciculifera** und **Radiformia** vorschlage; erstere mit den Gattungen Ophryodendron und Dendrocometes, letztere mit Sphaerophrya, Podophrya, Acineta, Dendrosoma und Urnula. Beide Familien stehen hinsichtlich der Saugorgane nicht völlig unvermittelt neben einander, denn die erste Andeutung der Armbildung, welche für die Fasciculifera charakteristisch ist, kann man in der gruppenweisen Anordnung der Tentakeln sehen, die bei vielen Podophrya- und Acinetaspecies vorkömmt.

Es sei mir hier gestattet, noch mit wenigen Worten auf die Bildungsweise der Embryonen zurückzukommen. Wir sahen oben, dass sich dieselbe bei Dendrocometes von dem für Podophrya quadripartita durch Bütschli nachgewiesenen und daher wahrscheinlich auch für die übrigen Podophryen gültigen Modus dadurch unterscheidet, dass die Einstülpungshöhle nicht dauernd offen bleibt, sondern sich völlig schließt und erst kurz vor Ablösung der inneren Knospe eine zweite Austrittsstelle erhält. Weiteren Untersuchungen muss es vorbehalten bleiben, festzustellen, ob der Verschluss der Einstülpungshöhle nicht auch bei anderen Acineten stattfindet. Einige Angaben in der Litteratur scheinen mir darauf hinzudeuten, dass diese Einrichtung, welche offenbar den in Bildung begriffenen Knospen größeren Schutz gewährt als dies bei Podophrya quadripartita der Fall ist, eine weitere Verbreitung besitzt. Bei einer Podophrya Pyrum fanden Claparède und Lachmann in einer großen Bruthöhle gleichzeitig acht Embryonen, bei zwei anderen Individuen je vier, die sich frei bewegten, was doch wohl darauf hinweist, dass der Binnenraum allseitig geschlossen war. Bei Podophrya Cyclopum bestätigen dieselben Beobachter die Angabe Stein's, wonach der frei im Inneren bewegliche Embryo mit solcher Gewalt gegen das Vorderende der Bruthöhle stößt, dass diese schließlich einreißt. Von Podophrya cothurnata berichten sie: »oft sah man schon eine Viertel-

stunde vor der Geburt einen Spalt in der mütterlichen Körperwandung über dem jungen Individuum sich abheben«. Freilich soll nach denselben Autoren bei Podophrya quadripartita die Austrittsöffnung der Embryonen auch erst einige Zeit vor der Geburt entstehen, woraus hervorgeht, dass auf alle diese Angaben kein sicherer Verlass ist. Mehrere Embryonen hat auch Maupas gleichzeitig in der Bruthöhle seiner Ac. foetida gefunden, und da derselbe ausdrücklich hervorhebt, dass diese schließlich in ihrer oberen Partie, wo ihre Wand sehr zart ist, durchreißt und so die Knospen in Freiheit setzt, scheinen hier dieselben Verhältnisse wie beim Dendrocometes vorzuliegen.

Rekapitulation.

Fassen wir zum Schluss kurz das Wichtigste über den Bau, die Fortpflanzung und die Konjugation der von uns untersuchten Acinete zusammen:

Der Dendrocometes paradoxus Stein sitzt mittels einer dünnen »Basalmembran« den Kiemenblättern des Gammarus pulex auf. Der rundliche Körper, dessen Protoplasma keine Sonderung in eine Rinden- und Markschicht aufweist, trägt eine Anzahl (bis zu sechs) baumförmig verästelter Arme, die für gewöhnlich starr sind und nur sehr langsam in das Körperparenchym zurückgezogen werden können. Von den Endzinken der letzteren, deren äußerste Spitze sich als besonderes, leicht ein- und ausstülpbares Tentakelchen absetzt, laufen feine Plasmakanäle bis in den eigentlichen Körper hinein und geben den Armen dadurch ein streifiges Aussehen. Dieselben dienen als Saugorgane, vermögen aber nur langsam kriechende Protozoen zu tödten. Das Körperplasma enthält außer fettähnlichen Granula in der Regel eine wechselnde Zahl von »Tinktinkörnern«, die sich intensiv mit Safranin färben, und daneben vielfach auch grüne oder bräunliche, endogen entstehende Pigmentmassen. Der feingranulirte Kern hat ovale Umrisse; Nebenkerne sind nicht vorhanden. Eine zu den Armen in einer gesetzmäßigen Stellung befindliche kontraktile Vacuole mündet durch einen kleinen Kanal nach außen. Die Fortpflanzung des Dendrocometes paradoxus geschieht ausschließlich durch Bildung innerer Knospen, die jedoch im Momente der Geburt zu äußeren werden. Eingeleitet wird dieselbe durch eine Längsstreckung und faserige Differenzirung des Kernes, welcher die Bildung einer zweiten kontraktilen Vacuole folgt. Sodann stülpt sich ein Theil der Körperoberfläche zu einer flaschenförmigen Höhle ein, die sich im weiteren Verlaufe schließt und allmählich die doppelte Größe annimmt. Dieselbe entwickelt nach einander vier äquatoriale Wimpersäume, ihre untere Fläche wölbt sich in Gestalt

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einer breiten Knospe empor und schiebt sich, nach vollzogener Durchschnürung des Kernes, durch eine neu entstandene Öffnung der Höhlendecke, um sich nun erst völlig vom mütterlichen Organismus zu trennen. Dieselben Veränderungen, wie bei der Embryonenbildung, durchläuft der Dendrocometes, wenn ungünstige Verhältnisse ihn zwingen, seinen Aufenthaltsort zu wechseln; hierbei kommt es jedoch nicht zu einer Kerntheilung, hingegen werden die braunen Pigmentmassen in einer bei dieser Gelegenheit allein zurückbleibenden, allseitig geschlossenen kleinen Blase zurückgelassen. Bei der nur sehr selten stattfindenden Konjugation verbinden sich zwei neben einander sitzende Individuen für ungefähr zwei Tage durch eine schmale Plasmabrücke und tauschen vermittels derselben Theile ihrer Körpersubstanz gegen einander aus. Der Kern wird hierbei zu einem langen, hin und her gewundenen Bande, das Anfangs streifig differenzirt ist, darauf fein granulirt wird und sich schließlich auflöst, nachdem häufig ein Zerfall in mehrere Stücke vorhergegangen ist. Der bleibende Kern entsteht sehr wahrscheinlich dadurch, dass die im Plasma gelösten Bestandtheile des alten Nucleus sich aufs Neue als ein einheitlicher Körper ausscheiden.

II. Spirochona gemmipara St.

Über diese Vorticelline, welche am freien Rande und nur ganz selten auf der Fläche der Kiemenblätter des Gammarus pulex sich aufhält, besitzen wir eine vortreffliche kleine Monographie von Richard Hertwig[1], welche die Organisation der ausgebildeten Thiere und die Fortpflanzung durch Knospung so eingehend berührt, dass ich nur Weniges hinzufügen kann, und die folgenden Mittheilungen daher hauptsächlich den bis jetzt noch nicht beobachteten Konjugationsvorgang zum Gegenstande haben sollen.

Der Kern der Spirochona weist bekanntlich eine eigenthümliche Sonderung in zwei verschiedene Abschnitte auf, wie sie in dieser Art bei keinem anderen Infusor bis jetzt beobachtet worden ist. Der vordere, welcher etwas größer als die Hälfte des ganzen Kernes ist, besitzt ein gleichmäßig feinkörniges Aussehen, der hintere wasserklare hingegen ist im lebenden Zustande völlig homogen und nimmt nur nach Anwendung von Reagentien eine granulirte Struktur an. Färbt man mit Karminlösungen, so tingiren sich beide Abschnitte fast gleich stark, die helle, hintere Hälfte jedoch etwas schwächer. Benutzt man hingegen Safranin und zieht die überfärbten Präparate gehörig aus, so erhält man Kerne, bei denen nur die dunklere Hälfte intensiv gefärbt,

[1] Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XI. N. F. IV, 2. p. 149—184.

©Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina; download unter www.biologiezentrum.at

die hintere dagegen völlig farblos geblieben ist. Es erhellt hieraus, dass erstere aus derjenigen Kernmasse besteht, welche Flemming zuerst als Chromatinsubstanz unterschieden hat, letztere dagegen aus Achromatin gebildet wird.

Durch Anwendung jenes Farbstoffes erhält man, wie ich glaube, eine richtigere Vorstellung von den zahlreichen und eigenartigen Veränderungen, die der Kern während der Knospung durchläuft, als dies mit den bisher angewandten Tinktionsmitteln möglich war. Die erste Differenzirung, welche der Nucleus bei der Fortpflanzung erfährt, besteht darin, dass an seinem vorderen Ende eine lichte Partie auftritt, welche viel feiner granulirt ist als der Rest der Chromatinhälfte und sich allmählich immer mehr nach hinten ausdehnt, so dass schließlich nur noch ein oft recht schmaler Streifen die ursprüngliche Beschaffenheit des vorderen Kernabschnittes zeigt (Fig. 19 *a*). Diese fast immer bogenförmig nach hinten abgerundete helle Partie tingirt sich mit Safranin viel schwächer, als der nicht veränderte Theil der Chromatinhälfte und steht daher in der Intensität der Röthung zwischen diesem und dem ungefärbten hinteren Kernabschnitt. In letzterem bilden sich ungefähr zur Zeit der größten Ausdehnung der hellen Chromatinpartie ein großer centraler und zahlreiche kleine, zerstreute Nucleoli, die stärker den Farbstoff aufnehmen und ihn länger festhalten als irgend ein anderer Theil des Kernes. Manchmal fehlen die kleinen Kernkörperchen, die mit Vorliebe dicht unter der Membran liegen, auch gänzlich, und noch seltener bilden sich mehrere, ungefähr gleich große (Fig. 19 *b*, *c*). Hat auf diese Weise auch die hintere Kernhälfte ihre ursprüngliche Beschaffenheit verloren, so tritt in der vorderen eine rückläufige Bewegung ein: der sich schwach tingirende Theil derselben wird allmählich immer kleiner, und schließlich zeigt die Chromatinpartie wieder die gleichmäßige Körnelung und Färbung wie Anfangs.

Wie ich glaube, kann man die Entstehung der Nucleoli mit dem Auftreten des hellen Theiles in der Chromatinhälfte in ursächlichen Zusammenhang bringen. Da sich in letzterer nie Andeutungen der Kernkörperchen finden, sondern diese von vorn herein im hintersten Nucleusabschnitt auftreten, werden sie auch wohl hier entstehen und nicht im fertigen Zustande einwandern. Ich vermuthe daher, die helle Partie der vorderen Kernhälfte entsteht durch eine theilweise Auflösung der daselbst befindlichen chromatischen Elemente, diese treten in den achromatischen Theil des Kernes über und kommen hier aufs Neue in Gestalt der Nucleoli zur Ausscheidung. Danach ließe sich annehmen, dass die geschilderten Veränderungen den Zweck haben, die beiden verschiedenartigen Substanzen des Kernes in innige Berührung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mit einander zu bringen, ein Vorgang, der bei den nun folgenden Umgestaltungen des Nucleus in noch weit höherem Maße stattfindet und schließlich zu einer vollständigen Durchmischung der chromatischen und der achromatischen Elemente führt. Diese Durchmischung scheint mir der eigentliche Grund für die ganze erste Hälfte der Veränderungen zu sein, welche der Kern bei der Knospung durchmacht. Man kann annehmen, dass durch sie nicht bloß die für die Theilung nöthige Anordnung der achromatischen Elemente an zwei verschiedenen Stellen ermöglicht wird, sondern dass sie auch einen kräftigenden Einfluss auf beide Substanzen ausübt, in ähnlicher Weise, wie bei der Konjugation der Ciliaten durch Vermischung des Plasmas zweier Thiere die Lebensenergie derselben neu angeregt wird.

Auf die späteren Veränderungen des Kernes einzugehen, ist bei der Ausführlichkeit der Hertwig'schen Arbeit überflüssig. Nur ein Punkt scheint mir noch von Interesse zu sein. Auf dem in Fig. 19 *d* abgebildeten Stadium findet sich dort, wo bald darauf die Durchschnürung bei der Theilung stattfindet, eine dunklere Partie, die sich intensiv mit Safranin färbt. Was aus derselben wird, kann ich mit Sicherheit nicht angeben. Sie scheint mir allmählich die Beschaffenheit der an sie anstoßenden Kerntheile anzunehmen, da auf noch weiter vorgeschrittenen Stadien die Färbung der betreffenden Stelle schon sehr geschwächt ist.

Mit Safranin und mit Boraxkarmin lassen sich die Nebenkerne der Spirochona sehr deutlich zur Anschauung bringen. Hertwig erwähnt drei derselben, und in der That finden sie sich auch am häufigsten in dieser Zahl. Mustert man jedoch eine größere Menge von Thieren, so wird man dasselbe Schwanken in der Zahl der Nebenkerne bemerken, das für manche andere Ciliaten nachgewiesen ist. Sehr selten sind Individuen, welche nur einen, zuweilen auffallend großen Nebenkern besitzen; solche mit zwei oder vier derselben trifft man dagegen öfters. Von besonderem Interesse ist es, dass auch bei diesen Nebenkernen eine Zusammensetzung aus einer achromatischen und einer chromatischen Substanz vorhanden ist, sie daher auch in diesem wichtigen Punkte mit den gewöhnlichen Kernen übereinstimmen. Erstere bildet einen stark glänzenden rundlichen Fleck, welcher dem Rande oder der Mitte der sich färbenden Masse aufsitzt (Fig. 20). Im ersteren Falle braucht die ungefärbte Partie nicht in jeder Stellung sichtbar zu sein, da sie nicht ganz die eine Hälfte des Nebenkernes erfüllt. Ich glaube nicht, dass der achromatische Abschnitt des Nebenkernes aus genau derselben Substanz besteht wie der hintere Theil des Hauptkernes, und zwar weil 1) der starke Glanz desselben hiergegen spricht, und

2) auch bei Färbung mit Boraxkarmin die doppelte Zusammensetzung deutlich erkennbar ist, was für den Nucleus nicht zutrifft.

Die Konjugation der Spirochona gemmipara St.

Die Konjugation gehört, wie sich bei der Spirochona mit Sicherheit ermitteln lässt, nicht zu den regelmäßigen, bei jedem Individuum wiederkehrenden Lebenserscheinungen, sondern findet nur bei einer verhältnismäßig sehr geringen Zahl derselben statt. Das Wesentliche dieses Vorganges besteht darin, dass zwei neben einander sitzende Thiere mit ihren Kopftheilen verschmelzen, und das eine allmählich von dem anderen völlig resorbirt wird, während die zwei Kerne und die sechs Nebenkerne beider Paarlinge zu einem Hauptnucleus und drei Nebennuclei verwachsen. Wir betrachten im Folgenden zunächst die Veränderungen, welche die Körpergestalt der konjugirenden Thiere erfährt und sodann diejenigen der Kerne und Nebenkerne.

Die Konjugation tritt nur bei jugendlichen Spirochonen ein, welche die ovale Gestalt der Knospe erst seit Kurzem mit der flaschenförmigen des erwachsenen Thieres vertauscht haben. Während wir an anderen Infusorien das Alter nicht an äußerlichen Merkmalen erkennen können, ist dies bei der Spirochona der Fall, weil der Spiraltrichter sich erst allmählich entwickelt. Dieser befindet sich bei denjenigen Individuen, welche konjugiren wollen, noch auf einem seiner frühesten Stadien: er stellt eine schmale Längsfalte dar, welche durch Einstülpung der ventralen Kelchwand nach innen zu entstanden ist (Fig. 21 *tr*). Dieselbe bildet entweder eine gerade an der inneren Kelchwand herabziehende Leiste, oder sie hat schon das nächste Stadium erreicht und sich halbkreisförmig gebogen. Die eben genannte Figur zeigt uns das früheste Stadium, welches ich gefunden habe; an derselben fallen leicht die Umbildungen in die Augen, welche dem eigentlichen Konjugationsprocesse vorhergehen. Die Mundöffnung hat sich geschlossen, und nur der Ösophagus, welcher in Gestalt eines kurzen Rohres vom Boden des Kelches in das Protoplasma schräg herabzieht, ist noch als ein längliches Bläschen (*oe*) erhalten. Bald darauf schwindet auch dieses. Obwohl im normalen Zustand die Spirochonen nicht die geringste Körperbewegung vorzunehmen vermögen, hat in diesem Falle das eine Individuum seinen Kopf dem Nachbarthiere zugeneigt. Diese Lageveränderung des vorderen Körperendes scheint dadurch bewirkt zu werden, dass das Protoplasma die Halsgegend auf der dem anderen Paarling abgewandten Seite stark buckelartig hervortreibt, wodurch natürlich der Kopf zur Seite geschoben wird. Hierfür sprechen wenigstens die starke Hervorwölbung und die zahlreichen Falten, welche das

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sich zuneigende Thier am Halse aufweist. Eine dritte Veränderung ist beiden Individuen gemeinsam; sie besteht darin, dass sich der Boden des Kopfkelches zapfenartig emporwölbt. Alle diese Umbildungen finden schon statt, wenn zwischen beiden Thieren noch ein solcher Zwischenraum vorhanden ist, dass sie sich in keiner Weise berühren können. Man kann hier wieder dieselbe Frage aufwerfen, die ich oben bei Besprechung der Konjugation des Dendrocometes angeregt habe. Wie kommt es, dass beide Spirochonen fast genau dieselben Veränderungen durchlaufen, obwohl ihnen nach menschlichem Ermessen kein Mittel zu Gebote stehen kann, sich gegenseitig in Einvernehmen zu setzen? Dass es nicht irgend welche äußeren Einflüsse sind, geht auch in diesem Falle daraus hervor, dass an demselben Kiemenblatte zuweilen für die Konjugation geeignete Individuen angetroffen werden, welche nicht die einleitenden Veränderungen durchgemacht haben. Wahrscheinlich wird die Fernwirkung durch die Ausscheidung irgend welcher Substanzen bewirkt, in ähnlicher Weise wie dies durch Pfeffer[1] für die Spermatozoiden gewisser Archegoniaten nachgewiesen ist.

Haben beide Spirochonen in der geschilderten Weise sich für eine engere Verbindung vorbereitet, so nähern sich ihre Köpfe, bis die lebhaft hin- und herschlagenden Cilien sich gegenseitig berühren. Schließlich umgreift der Kopfbecher desjenigen Thieres, welches sich zuerst seinem Nachbarn zuwandte und das als Hauptpaarling im Folgenden von letzterem unterschieden werden soll, den des anderen Konjugationsthieres in der durch Fig. 22 wiedergegebenen Art. Damit dieses stattfinden kann, muss offenbar ein Zusammenschrumpfen des Kopfbechers bei dem einen der Anfangs gleich großen Thiere vor sich gegangen sein. Gleichzeitig wachsen die Kelchzapfen beider Individuen einander entgegen, bis sie zusammentreffen, verschmelzen dann mit einander und schaffen so die Plasmabrücke, durch welche das Körperparenchym des einen Thieres dem des anderen zugeführt wird. Um dies zu ermöglichen, löst sich der zur Resorption bestimmte Paarling von dem Kiemenblatte, jedoch nicht völlig, sondern die für unsere Species charakteristische runde Basalplatte, deren obere Fläche mit einem Kranz kleiner radial angeordneter Leisten versehen ist, bleibt auf der Unterlage sitzen, während das zugehörige Thier frei in der Luft schwebt und nur durch die mit einander verschmolzenen Kelchzapfen gehalten wird. Die Loslösung erfolgt zuerst im Centrum der Basalplatte und macht sich durch eine muldenförmige Vertiefung des

[1] Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. Unters. aus dem bot. Institut zu Tübingen. Bd. I.

hinteren Körperpoles bemerklich, die an dem betreffenden Individuum noch sehr lange zu erkennen ist (Fig. 23, 24, 25, *x*). Ist dieselbe eingetreten, so ist die Stellung beider Spirochonen anfänglich noch die ursprüngliche. Allmählich aber nimmt der Hauptpaarling seine natürliche, aufrechte Stellung wieder ein, und in demselben Maße als er in diese zurückkehrt, entfernt sich das hintere Körperende des anderen Thieres mehr und mehr von seiner Fußplatte. Nach einer gewissen Zeit bilden beide Paarlinge einen rechten Winkel mit einander, indem der Körper des zur Resorption bestimmten Individuums der Kiemenblattfläche parallel gelagert ist. Noch etwas später ist jener Winkel zu einem stumpfen geworden, und schließlich laufen beide Längsachsen in derselben Richtung und die losgelöste Spirochona liegt in der Verlängerung der festsitzenden (Fig. 23). Wie viel Zeit von den ersten einleitenden Veränderungen an bis zu dem Punkt verstreicht, bei dessen Schilderung wir so eben angelangt sind, vermag ich leider nicht anzugeben. Sind schon die gewöhnlichen Spirochonen sehr empfindlich gegen jede Veränderung ihrer natürlichen Existenzbedingungen, so ist dies in noch weit höherem Maße bei den in Konjugation befindlichen Thieren der Fall. Thut man dieselben einfach in eine feuchte Kammer, ohne für stetige Wassererneuerung zu sorgen, so sterben sie schon nach einer halben bis einer Stunde; bei Anwendung aller Kautelen gelingt es hingegen, die Paare im Schwemmapparat drei bis vier Stunden am Leben zu erhalten. Während dieses Zeitraumes treten aber nur so geringe, oft kaum merkliche Fortschritte im Konjugationsprocess ein, dass man wohl eine Frist von mindestens einem Tage für den ganzen Vorgang annehmen muss. Aus den angegebenen Ursachen ist es unmöglich, die während der Konjugation auftretenden Erscheinungen in continuo an demselben Paare zu beobachten. Die hier gegebene Schilderung stützt sich daher auf das Studium einer großen Zahl von Einzelstadien, deren richtige Gruppirung jedoch bei der Einfachheit der Vorgänge keinerlei Schwierigkeiten bereitet.

Ist die Stellung beider Konjugationsthiere eine derartige geworden, dass man einen vorderen und einen hinteren Paarling unterscheiden kann, so ist die Gestalt des ersteren noch ziemlich dieselbe wie zu Anfang (Fig. 23); seine Körpermasse hat dagegen schon etwas abgenommen, und der Kopfbecher ist bis auf einen kleinen verdickten Wulst (*w*) reducirt worden, der weit tiefer in den des Hauptpaarlings hereinragt, als dies ursprünglich der Fall war. Am hinteren Körperende ist noch die kleine Grube zu bemerken, welche bei der Loslösung von der Basalplatte entstanden ist. Im weiteren Verlaufe der Konjugation wird der Körper des vorderen Thieres immer kleiner und erhält

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dabei ein abgerundetes Hinterende, an dem nichts mehr von jener Vertiefung zu sehen ist (Fig. 26). Endlich verschwindet auch der Wulst, welcher als letzte Andeutung des Kopfbechers am vorderen Paarling sich lange erhalten hatte, und nachdem der Nucleus und die Nebenkerne in das Hauptthier übergetreten sind, erfolgt die völlige Resorption des ersteren durch das letztere.

Um jetzt zur Schilderung der während des Konjugationsprocesses an den Haupt- und Nebenkernen sich zeigenden Erscheinungen überzugehen, so kann ich leider bei der Schwierigkeit der Untersuchung keine völlig lückenlose Mittheilungen machen. Während der ganzen Zeit, von der Loslösung des einen Paarlings an bis zu dem Punkte, wo derselbe nur noch $^1/_4$ seiner ursprünglichen Länge besitzt, spielen sich an den Hauptkernen beider Thiere nur sehr geringfügige Veränderungen ab. Man bemerkt schon an den Individuen, welche sich noch nicht berühren, an der Spitze der dunkleren Kernhälfte eine lichte Partie, die sich weniger stark mit Safranin tingirt als der übrige granulirte Abschnitt (Fig. 21, 22, 25). Die Kerne gleichen genau einer Phase, die von ihnen im Beginn der Knospung durchlaufen wird. Die helle Partie in dem chromatischen Theile des Kernes hebt sich nicht immer mit derselben Deutlichkeit ab und scheint manchmal sogar fehlen zu können; bei den meisten Exemplaren erhält sich dieselbe jedoch bis zur Einwanderung des einen Kernes. Bis dieser Zeitpunkt erreicht ist, verändern beide Kerne auch häufig ihre Form. Sie nehmen eine birnförmige Gestalt an, oder der Kern dreht sich um 90°, so dass die achromatische Hälfte nicht mehr dem hinteren Körperpole zugekehrt ist, sondern seitlich von der Längsachse des Thieres liegt (Fig. 21, 23). Wenn man sich auch nicht durch direkte Beobachtung von der Veränderung der Kernumrisse überzeugen kann, weil dieselbe nur sehr langsam vor sich geht, so lehrt doch eine vergleichende Betrachtung verschiedener Stadien, dass eine solche stattfinden muss.

Viel mannigfaltiger und tiefgreifender als die eben geschilderten Umbildungen der Kerne sind diejenigen, welche das Einwandern des einen in den Körper des Hauptpaarlings begleiten. Ich habe dieselben leider nur ein einziges Mal in continuo beobachten können; da ich aber wiederholt das Schlussstadium derselben angetroffen habe, und dies genau mit demjenigen übereinstimmt, dessen allmähliche Entstehung ich verfolgen konnte, so ist es sehr wahrscheinlich, dass der Vorgang immer so stattfindet, wie es in Fig. 27 dargestellt ist. Merkwürdigerweise verhalten sich beide Kerne hierbei verschieden, während bei allen anderen bis jetzt bekannten Konjugationserscheinungen die Kerne beider Paarlinge dieselben Veränderungen und meist sogar synchronisch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

durchlaufen. Wir wollen zunächst den Nucleus des vorderen Thieres und darauf den Kern des Hauptpaarlings kurz besprechen. Beim Übertritt in die hintere Spirochona nimmt der vordere Kern eine längliche Gestalt an, die sich vorn außerdem noch etwas zuspitzt (Fig. 27 *A*, *B*, *a*). Wahrscheinlich enthält dieser verjüngte Pol die Substanz der hellen Partie der chromatischen Kernhälfte, da beide im Aussehen übereinstimmen. Der achromatische Kernabschnitt hat sich zum Theil verdichtet und bedeckt als eine schmale glänzende Calotte (*c*) das hintere Ende. In dieser und in der Masse des zugespitzten Poles fand ich außerdem je ein stark wachsglänzendes Kügelchen von genau demselben Aussehen, wie sie während der Knospung in den achromatischen Partien auftreten. Die mittlere feinkörnige Masse des Kernes, welche den größten Theil desselben ausmacht, war zart längsgestreift, und diese Streifen dehnten sich allmählich immer weiter nach vorn, d. h. in der Richtung auf das Hauptthier zu, aus, wobei gleichzeitig das spitze Ende breiter wurde. Gegen Schluss der Beobachtung (Fig. 27 *D*, *a*), als der vordere Kern schon zum größeren Theil im hinteren Thiere lag, nahm derselbe eine biskuitförmige Gestalt an. — Mittlerweile hat auch der hintere Kern seine Form und Struktur bedeutend verändert. Auf dem Stadium der Fig. 27 *A*, *b* zeigt derselbe noch einige Ähnlichkeit mit dem ihm gegenüber liegenden Nucleus: an seinem hinteren Ende befindet sich der achromatische Abschnitt, an seinem vorderen ebenfalls eine lichte Partie, die einen wachsglänzenden nucleolusartigen Körper einschließt. Dann aber beginnen seine Umrisse sich zu verschieben; der Kern treibt mehrere breitlappige Fortsätze und rotirt so energisch, dass man alle Augenblicke ein anderes Bild vor sich hat (Fig. 27 *B*, *C*, *b*, *b'*). In Folge dieser tumultuarischen Strömungen aller Theilchen ist es sehr schwer, zu einer richtigen Erkenntnis des ganzen Vorganges zu gelangen; so viel scheint jedoch sicher zu sein, dass während desselben die achromatische und die chromatische Substanz innig gemischt werden, und letztere sich dabei in der Form zahlreicher, verschieden großer, glänzender Ballen zwischen erstere vertheilt (Fig. 27 *D*, *b*).

Nach der Einwanderung des vorderen Kernes in das Körperparenchym des Hauptthieres treten beide Nuclei zu einem einzigen zusammen. Bevor dies jedoch stattfindet, nehmen dieselben aufs Neue eine Struktur an, die ungefähr derjenigen entspricht, welche sie vor Beginn der Konjugation besaßen, d. h. sie lassen wieder einen feinkörnigen chromatischen und einen homogenen achromatischen Abschnitt unterscheiden. Leider ist es mir nie gelungen, diese Rückbildung in den ursprünglichen Zustand zu beobachten. Die nächsten Stadien (Fig. 28), welche ich auffand, zeigten die Kerne schon in beginnender Verschmelzung. Dass jedoch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

beide Nuclei nicht immer gleichzeitig ihre frühere Beschaffenheit annehmen, beweist das in Fig. 29 abgebildete Thier, an dessen vorderem Kern die Sonderung in zwei verschiedenartige Theile schon eingetreten war, während der hintere noch das Endresultat der mit der Einwanderung zusammenfallenden Veränderungen erkennen lässt. Bei diesem Individuum hatte sich die Mundöffnung schon neu angelegt, und der Spiraltrichter beträchtlich vergrößert, was darauf hinweist, dass nach der Verschmelzung der Nuclei der Hauptpaarling sein Wachsthum in der gewöhnlichen Weise vollendet. Nach den an anderen Infusorien gemachten Erfahrungen zu urtheilen, wird wahrscheinlich durch die Konjugation die Spirochona zu einem besonders intensiven Wachsthum befähigt, doch lassen sich diesbezügliche Beobachtungen an unserer Vorticelline wegen ihrer großen Empfindlichkeit nicht anstellen.

Wir haben jetzt noch mit wenigen Worten die Rolle zu schildern, welche die Nebenkerne während des Verjüngungsprocesses spielen. Schon auf sehr frühen Stadien, noch ehe beide Thiere in Berührung mit einander gekommen sind, nehmen die Nebenkerne in jedem Paarling eine spindelförmige Gestalt an, die sie so lange beibehalten, bis diejenigen des vorderen in das Hauptindividuum eingewandert sind. Will man dieselben zu Gesicht bekommen, so muss man die Spirochonen direkt nach der Abtödtung durch schwache Osmium- oder Essigsäure untersuchen und darf nicht erst die gefärbten und in Harz eingeschlossenen Präparate durchmustern. Im Spindelzustande verhalten sich nämlich die Nebenkerne ganz anders gegen Safranin als im normalen. Während sie im letzteren den Farbstoff intensiv aufnehmen, tingiren sie sich während der Konjugation gar nicht. Dieser Umstand erschwert ihre Untersuchung außerordentlich, da sie sich bei etwas körnigem oder verunreinigten Protoplasma oft gar nicht mit Bestimmtheit erkennen lassen. Bei den Thieren, welche der Fig. 25 zu Grunde liegen, habe ich in jedem nur eine Spindel mit Sicherheit unterscheiden können, obwohl ohne Zweifel sechs derselben vorhanden gewesen sein werden. Ist die Konjugation etwas weiter vorgeschritten (Fig. 23, 24), so erkennt man leicht, dass die Spindeln eine fein längsstreifige Struktur besitzen; ob dieselbe schon von Anfang an sich vorfindet, mag dahingestellt bleiben; auf den frühesten Stadien ist sie mir nicht aufgefallen. Bei Anwendung von 1 %iger Essigsäure zieht sich der Inhalt der Nebenkerne etwas zusammen und lässt eine deutliche Membran an denselben unterscheiden. Weil alle Nebenkerne sich in Spindeln umwandeln, so kommt es zuweilen vor, dass die Zahl derselben in beiden Paarlingen nicht gleich ist (Fig. 23). Über ihr weiteres Schicksal kann ich nur ungenügende Mittheilung machen. Da sie im

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Vorderthier hinter dem Kern liegen, so werden sie wohl später als dieser einwandern. Zur Zeit, wo beide Nuclei mit einander verwachsen, sind die Veränderungen derselben schon beendet; man findet dann drei Nebenkerne von der gewöhnlichen Form, die nur durch Verschmelzung der ursprünglich in doppelt so großer Zahl vorhandenen Gebilde entstanden sein können.

Nicht immer verläuft die Konjugation bei der Spirochona gemmipara in der im Vorstehenden geschilderten Weise ungestört von Anfang bis zu Ende, sondern nicht selten treten Erscheinungen während derselben auf, die meiner Ansicht nach pathologischer Natur sind und darin bestehen, dass der Kern des vorderen Paarlings mit einem Theil des zu ihm gehörigen Protoplasmas abgeschnürt und ausgestoßen wird, und nur die Nebenkerne beider Thiere zur Vereinigung gelangen. Ich habe wiederholt an den Kiemenblättern frisch gefangener Gammari Spirochonen gefunden (Fig. 30), die offenbar schon einen großen Theil der mit der Konjugation verbundenen Veränderungen durchlaufen hatten, bei denen aber der vordere Paarling eine kugelrunde Gestalt hatte und merkwürdigerweise nur durch einen dünnen homogenen Stiel mit dem Hauptthier zusammenhing. Manche dieser Gebilde, die ich kurzweg Kugelpaarlinge nennen will, saßen so locker auf ihrem Stiel, dass sie durch die lebhaft schlagenden Cilien des hinteren Individuums hin und her bewegt wurden. Bei einem derartigen Thiere, das mehrere Stunden im Schwemmapparate gehalten worden war, gelang es nachzuweisen, dass nach einiger Zeit der Kugelpaarling nicht mehr vorhanden war, daher offenbar abgeworfen sein musste. Für einen pathologischen Vorgang spricht schon die Beschaffenheit des Protoplasmas und des Nucleus im Kugelpaarling. Jedem, der die Spirochona gemmipara aufmerksam beobachtet hat, wird es nicht entgangen sein, dass man die lebenden Thiere von den abgestorbenen leicht an dem Aussehen der Kerne unterscheiden kann. Bei letzteren treten die Umrisse des Nucleus so scharf und deutlich hervor, wie man dies bei den lebenden Individuen stets vermissen wird. Dieser Gegensatz spricht sich nun auch in sehr prägnanter Weise zwischen dem Kern des Kugelpaarlings und dem des Hauptthieres aus. Während dieser nichts Auffälliges darbietet, macht jener ganz den Eindruck eines todten Kernes: er ist scharf kontourirt und dabei häufig überall so grobkörnig, dass man die chromatische und die achromatische Partie gar nicht oder nur undeutlich von einander unterscheiden kann. Ferner ist das Protoplasma in der Regel mehr oder weniger vacuolisirt und zeigt zuweilen auch die Brown'sche Molekularbewegung seiner kleinsten Körnchen, wohl das untrüglichste Zeichen, das wir hier ein abgestorbenes Gebilde

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vor uns haben. Ist Letzteres richtig, so dürfen wir die Abwerfung des Kugelpaarlings als das Mittel ansehen, dessen sich die gesunde Spirochona bedient, um den schädlichen Einfluss des erkrankten vorderen Thieres aus dem Wege zu räumen.

Wie ich schon oben erwähnte, ist die Spirochona während der Konjugation weit empfindlicher als im normalen Zustande, und diese Disposition, von nachtheiligen Einflüssen besonders leicht angegriffen zu werden, ist wohl die eigentliche Entstehungsursache jener pathologischen Vorgänge; sie ist offenbar in dem zur Resorption bestimmten Thiere in höherem Maße vorhanden als in dem hinteren. Sehr oft zeigen auch die Hauptpaarlinge ein an Vacuolen reiches Plasma, was auf ungünstige Existenzbedingungen hinweist. Mangel an Nahrung kann wohl kaum die Veranlassung zu dem abnormen Verlaufe der Konjugation sein, weil beide Thiere schon vor Beginn derselben ihre Mundöffnung verlieren. Es müssen daher schädliche Verhältnisse irgend welcher anderer Art sein, und da man häufig findet, dass unter den an einem und demselben Kiemenblatte befindlichen Konjugationspaaren gleichzeitig mehrere ihre Vorderthiere abwerfen, hat man Grund anzunehmen, dass dieselben nicht individueller Natur sind, sondern mit den äußeren Existenzbedingungen zusammenhängen. Auch die Nebenkerne zeigen bei den in Rede stehenden Vorgängen in beiden Thieren nicht die für die normale Konjugation charakteristische Spindelgestalt, sondern sind, wie im gewöhnlichen Zustande, kleine, sich stark färbende Kügelchen. Ohne Zweifel nehmen sie jedoch diese Gestalt durch Rückbildung aus der Spindel erst dann an, wenn das vordere Thier erkrankt. Bei allen darauf hin untersuchten Kugelpaarlingen lagen die drei Nebenkerne nicht mehr neben dem zugehörigen Nucleus, sondern waren in das Hauptthier übergetreten. Bei dem in Fig. 30 abgebildeten Individuum befanden sie sich vor dem Hauptkerne, die drei anderen Nebenkerne hinter demselben. Bei einem anderen Thiere sah ich sechs Nebenkerne bei einander liegen, und endlich trifft man auch solche, die nur drei derselben aufweisen. Obwohl ich die Verschmelzung von je zwei Nebenkernen nie habe beobachten können, ist das Stattfinden derselben demnach doch sehr wahrscheinlich.

Am Schlusse dieses Abschnittes mögen noch einige Bemerkungen über das Vorkommen der Konjugation bei der Spirochona gemmipara Platz finden. Man trifft dieselbe keineswegs häufig an, und wenn konjugirte Thiere auch nicht eine Seltenheit genannt werden dürfen, so kann es doch leicht passiren, dass man die Kiemenblätter von zehn oder noch mehr Gammari ohne Erfolg durchmustern muss. Hat man jedoch erst einmal ein Paar an einem Kiemenblatt gefunden, so wird man in

der Regel auch an den übrigen Respirationsorganen mit Glück danach suchen; da man ferner an einem und demselben Kiemenblatte manchmal gleichzeitig vier oder mehr mit einander verbundene Paarlinge antrifft, so können wir auch bei der Spirochona von einer Art Konjugationsepidemie sprechen. Wenn dieselbe stets nur eine kleine Zahl von Individuen ergreift, so hat dies wohl in erster Linie seinen Grund darin, dass nur die ungefähr gleichalterigen jugendlichen Thiere zur Konjugation befähigt sind, und diese Vorbedingung bei Weitem nicht immer für die einander benachbarten Spirochonen zutrifft. Man kann mir den Einwand entgegen halten, die noch so wenig entwickelte Gestalt der Spiraltrichter bei den Konjugationspaarlingen könne auch durch Reduktion aus einem schon völlig entwickelten Zustande hervorgegangen sein und berechtige daher nicht zu dem Schlusse, dass nur die jugendlichen Spirochonen sich mit einander verbinden; allein ich glaube nicht, dass derselbe stichhaltig ist, und zwar erstens, weil die Größe der Paarlinge in der Regel hinter der eines ausgewachsenen Individuums zurücksteht, und zweitens eine Rückbildung des Spiraltrichters überhaupt kaum denkbar ist, da derselbe nirgends mit dem eigentlichen Protoplasma, von dem doch die umgestaltende Wirkung ausgehen müsste, in Berührung steht. Es scheint überhaupt, dass die Konjugation auch bei manchen anderen Infusorien nur zwischen jugendlichen Thieren, d. h. bald nach der Ablösung derselben durch Theilung oder Knospung vom Mutterthier, stattfindet. Bütschli hat z. B. bei Paramaecium putrinum beobachtet, dass immer nur sehr kleine Individuen sich mit einander vereinigen.

III. Lagenophrys ampulla St.

Diese Vorticelline ist zuerst von Stein in seinen Beiträgen zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien beschrieben und seitdem meines Wissens von keinem Forscher untersucht worden. Leider habe ich das Thier an den Kiemenblättern des Gammarus nur in beschränkter Zahl aufgefunden, und da ich die Wasserasseln, an denen sie nach Stein besonders häufig vorkommen sollen, in der Umgegend von München nur in wenigen parasitenfreien Exemplaren aufzutreiben vermochte, sind die folgenden Beobachtungen in mancher Hinsicht lückenhaft geblieben.

Man findet manchmal, wenn auch nicht häufig, Thiere, bei denen die äußere Schale an einigen Stellen auffallende Verdickungen aufweist, über deren Ursache ich jedoch nichts zu ermitteln vermochte (Fig. 36). Der eine, der Kiemenblattfläche zugekehrte Rand der ovalen Öffnung, welche dem Wimperapparate zum Austritt dient, wird, wie

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schon Stein gesehen hat, von einem parallelen Wulste umgeben (Fig. 31 *m*). Zuweilen umzieht derselbe in viel schwächerer Ausbildung auch die dem Beschauer zugewendete Seite der Schalenöffnung, was wohl darauf hindeutet, dass die für gewöhnlich vorhandene Asymmetrie des vorderen Poles erst allmählich durch die Befestigungsweise der Hülse entstanden ist (Fig. 31 *m'*). — Das Körperparenchym unserer Vorticelline wird von einer sehr zarten Membran umgeben, die sich oft kaum von der Schalenwand unterscheiden lässt, zumal, wenn der Körper sich seinem Gehäuse eng anschmiegt. Eine besonders differenzirte Rindenschicht ist an demselben nicht wahrzunehmen, hingegen zeigt das Protoplasma frisch gefangener Thiere sehr lebhafte Strömungen, indem sich immer eine ganze Anzahl bei einander liegender Körnchen gleichzeitig in derselben Richtung verschieben; sobald aber das Thier eine Zeit lang ungünstigeren Verhältnissen ausgesetzt gewesen ist — wie z. B. auf dem Deckglase, wo das Wasser nicht beständig erneuert werden kann —, schwinden diese Bewegungserscheinungen. — Den Wimperapparat hat Stein richtig beschrieben, nur ist ihm die schwach spiralige Anordnung (Fig. 32 *p*) der Cilien entgangen: dieselben dehnen sich auf der linken Seite ein wenig gegen das Centrum des Peristomfeldes aus. Die linke Seite des Wimperapparates bildet zugleich die rechte des sehr weit in den Körper eindringenden Ösophagus. Man kann an diesem zwei Abschnitte (Fig. 32 *v* und *oe*) unterscheiden, die durch eine zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden breite Einschnürung von einander getrennt werden. Kurz vor derselben ist der linken Wand des vorderen Abschnittes eine lange, den Wimperapparat noch überragende Borste (Fig. 32 *c*) eingelenkt, welche sich an dem Herbeistrudeln der Nahrung nicht betheiligt und vermuthlich nur zum Betasten derselben dient. Wahrscheinlich hat schon Stein diese Borste, wenn auch nur undeutlich, gesehen, denn in seiner allgemeinen Charakteristik des Genus Lagenophrys (p. 88) sagt er: »Die Speiseröhre enthält in ihrer Mitte zwei bis drei lange Wimpern, welche untaugliche Stoffe nach außen schleudern.« Ich wenigstens habe niemals mehr als diese eine Borste, die ja auch vielen anderen Vorticellinen zukommt, bemerken können. Außerdem wird der Schlund noch in seiner ganzen Länge von einer Reihe sehr zarter Cilien durchzogen, welche die Nahrungsballen nach hinten treiben. — Der wurstförmige Kern (*k*) ist in der Regel gleichmäßig fein granulirt, enthält jedoch manchmal auch zahlreiche Nucleoli. Ein spindelförmiger oder rundlicher Nebenkern schmiegt sich ihm stets an, doch ist die Lage desselben nicht konstant. Am häufigsten findet man ihn dort, wo der Kern sich in seiner rechten Hälfte rechtwinkelig nach vorn umbiegt (Fig. 33 *n*).

Wenn die Existenzbedingungen für unsere Lagenophrys ungünstig werden, so entwickelt sich auf ihrer Unterseite ein kreisrunder mit zahlreichen, langen, nach oben gebogenen Wimpern besetzter Ring (Fig. 34 *r*), mit dessen Hilfe das Thier seine Schale verlässt. Schon Stein sah, dass bei dieser Gelegenheit nicht immer das ganze Thier sich entfernt, sondern dass häufig ein Theil des Protoplasmas vorher ausgestoßen wird. Ein solches Stadium stellt die Fig. 35 dar. Das Thier hat sich mit seinem Wimperapparate von der Schalenöffnung losgelöst, hängt aber mit dieser noch durch einen von der Unterseite ausgehenden Plasmakegel zusammen. Derselbe ist Anfangs noch im Stande, die Ränder der Öffnung, wie im normalen Zustande, gegen einander zu klappen. Allmählich aber treten zahlreiche Vacuolen (*v*) in ihm auf, er schnürt sich von dem Hauptthier völlig ab, zerfällt und gestattet nun erst diesem den Austritt aus der Schale. Da man diesen Process gar nicht selten beobachten kann, so ist er offenbar ein völlig normaler. Es liegt nahe, anzunehmen, dass auf diese Weise schädliche Bestandtheile des Protoplasmas entfernt werden. Wie weit aber diese Vermuthung zutrifft und der Ortswechsel demnach mit einer Art Verjüngung verbunden ist, wage ich nicht zu entscheiden. Für Letzteres spricht jedenfalls noch das Verhalten des Kernes. Sobald nämlich das Thier zu freier Beweglichkeit innerhalb seiner Schale gelangt ist, werden die Kontouren des Kernes an vielen Stellen undeutlich; es bilden sich Einschnitte in demselben, die einen Zerfall des Nucleus in zahlreiche Stücke sehr wahrscheinlich machen (Fig. 34 *k*). Leider habe ich die Neubildung des Kernes nicht beobachten können; dass dieselbe jedoch stattfindet, ist desshalb kaum zu bezweifeln, weil ganz dieselben Kernveränderungen der Längstheilung folgen und bei dieser zur Anlage eines neuen Nucleus führen.

Die einzige Fortpflanzungsart der Lagenophrys ampulla ist die Längstheilung; dieselbe verläuft in der im Wesentlichen schon von Stein geschilderten Weise. Der Kern wird einfach durchgeschnürt, und auch der Nebenkern theilt sich. Das linke Theilthier erhält stets einen ringförmigen Wulst (Fig. 36 *w*), einen Wimperapparat (*p*), der durch denselben hindurchgeschoben werden kann, einen Schlund (*oe*) und eine centrale, kontraktile Vacuole (*c.v*) neu gebildet, während beim rechten alle diese Organe unverändert bestehen bleiben. Jener Wulst des linken Individuums ist bald dem hinteren, bald dem vorderen Schalenpole zugekehrt, bald liegt er auch seitlich neben der Linie, welche beide Thiere von einander trennt (Fig. 36), und je nach dieser Stellung ist auch die Lage des hufeisenförmig gebogenen Kernes eine andere, da stets das offene Ende desselben dem Ringwulste zugewendet ist.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Haben beide Lagenophren jeden Konnex mit einander aufgegeben, so erhalten sie auf ihrer Unterseite, gleichzeitig oder eine nach der anderen, denselben Wimperring, dessen sich die ungetheilten Individuen zur Veränderung ihres Wohnortes bedienen. Hand in Hand damit geht eine eigenthümliche Umgestaltung des Nucleus: derselbe verliert seine scharfen Kontouren und erhält durch viele Einschnitte und lichte Partien ein zernagtes, zerbröckelndes Aussehen. Die Entstehung des neuen Kernes habe ich auch in diesem Falle aus Mangel an geeignetem Material nicht beobachten können. Mehrfach traf ich jedoch Thiere (Fig. 34), bei denen dieselbe schon vor sich gegangen zu sein schien, da gleichzeitig zwei Kerne in jedem Thier vorhanden waren, ein äußerer ganz zernagter, mit sehr undeutlichen, stellenweise gar nicht mehr zu erkennenden Kontouren und ein innerer, der bald noch aus einzelnen Stücken bestand, bald schon den Eindruck eines normalen Nucleus machte. Während jener sich nur sehr schwach tingirte, zeigte dieser bei Behandlung mit Safranin das gewöhnliche Verhalten. Vermuthlich war dieser innere Kern, dem auch ein Nebenkern anlag, der neu gebildete; ob derselbe jedoch durch die Vereinigung einzelner losgelöster Stückchen des alten Kernes entsteht, oder ob dieser sich allmählich auflöst und seine Substanz später wieder ausgeschieden wird, muss späteren Untersuchungen zur Entscheidung vorbehalten bleiben. Wir müssen uns einstweilen mit dem Resultat begnügen, dass der Nucleus der durch Längstheilung entstandenen Lagenophrys zu Grunde geht, und statt desselben auf irgend eine Weise ein neuer gebildet wird, und dass ferner sehr wahrscheinlich ganz dieselben Veränderungen den Ortswechsel noch ungetheilter Individuen begleiten. Wichtig sind diese Beobachtungen nur desshalb, weil sie zeigen, dass schon an einem einzelnen Thiere eine Kernumwandlung und Neubildung ganz ähnlicher Art eintreten kann, wie wir sie bis jetzt nur von zwei in Konjugation befindlichen Ciliaten kennen. Wir werden dadurch unwillkürlich an die die Auxosporenbildung der Diatomeen begleitenden Verjüngungsvorgänge erinnert, die auch bald nur an einem Individuum, bald an zwei oder mehreren, mit einander konjugirten Thieren sich abspielen.

Stein hat bei unserer Vorticelline auch schon die Bildung kleiner Knospen an der linken Seite des Thieres, dicht unter der Schalenmündung beobachtet; entgangen sind ihm jedoch die eigenthümlichen Kernveränderungen, welche bei diesem Vorgange auftreten. Noch bevor das Plasma der späteren Knospe sich hervorgewölbt hat, ist der Nucleus in zahlreiche, verschieden große, wachsglänzende Kugeln zerfallen. Fig. 37 stellt eine Lagenophrys dar, bei der neben einigen solcher Kugeln noch die ursprüngliche Form des Kernes zu erkennen war; der-

selbe hatte mit Ausnahme seiner beiden Enden seine Körnelung verloren und eine lichte Beschaffenheit angenommen. Hat sich die Knospe durch Ausstülpung eines Theiles der Körperoberfläche gebildet, so treten (Fig. 32) in der Regel mehrere kleinere Kernkugeln, zuweilen auch nur eine große in dieselbe ein; sie schnürt sich hierauf vom Mutterthiere los und erhält in der Nähe ihres vorderen, etwas zugespitzten Körperendes einen Kranz (Fig. 38 *a*, *b*) langer Wimpern, mit denen das Thierchen munter in dem freien Raum der Hülse umherschwimmt. Dasselbe besitzt außerdem noch eine kontraktile Vacuole, aber keine Mundöffnung. Zuweilen findet man zwei dieser kleinen Wesen in demselben Gehäuse; ob sie jedoch durch Theilung einer einzigen Knospe entstehen oder sich nach einander von der Mutter abschnüren, habe ich eben so wenig wie Stein ermitteln können. Da die Thierchen nicht im Stande sind, die Schale zu durchbrechen, gelangen sie erst dann ins Freie, wenn sich die große Lagenophrys von der Schalenöffnung zurückgezogen hat. Merkwürdigerweise unterbleibt das Letztere manchmal, und dann sterben die Knospen nach einiger Zeit. Das in Fig. 33 abgebildete Individuum hatte sich derartig unbarmherzig gegen seine eigenen Nachkommen benommen; die eine Knospe (*x*) war schon abgestorben, während die andere (*y*) sich noch hin und her bewegte. Beide Thierchen waren daher wohl verschieden alt und hatten sich nach einander von der Mutter abgeschnürt. Die letztere besaß einen völlig restaurirten Nucleus (mit Nebenkern), der demnach wahrscheinlich durch Vereinigung der Kernkugeln entsteht. Welche Rolle der Nebenkern bei der Knospenbildung spielt, habe ich nicht ermitteln können, da dieser sich nicht im Aussehen von den Kernkugeln unterscheidet. Auch über das Schicksal der frei gewordenen Knospen fehlen noch Beobachtungen. Wahrscheinlich sind sie zur Konjugation mit normalen Thieren bestimmt, da sie zu einem selbständigen Leben bei dem Mangel einer Mundöffnung kaum befähigt sein dürften. Auch habe ich nie auf Kiemenblättern, welche zahlreiche Lagenophryen und darunter solche, die in Knospung begriffen waren, trugen, isolirt sitzende Knospen gefunden, dagegen sehr häufig große Thiere angetroffen, wo der Kern in zahlreiche Stückchen zerfallen war, die zwischen verschieden großen Spindeln und Kugeln lagen und dadurch unzweifelhaft auf eine schon vollendete Konjugation hindeuteten.

IV. Über das Wesen der Konjugation und die Bedeutung der Nebenkerne bei den ciliaten Infusorien.

Die im Vorstehenden geschilderten Beobachtungen erleichtern uns, wie ich glaube, das Verständnis der bei den Infusorien in so mannig-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

faltiger Weise vor sich gehenden Konjugationsvorgänge und gewähren uns die Möglichkeit, der Erkenntnis des wahren Wesens dieser auf den ersten Blick so räthselhaften Processe einen kleinen Schritt näher zu kommen. Bei den folgenden Erörterungen gehe ich hinsichtlich der Stellung, welche Kern und Cytoplasma in der Zelle zu einander einnehmen, von den Ansichten aus, welche das Resultat der Strasburger-schen Untersuchungen gewesen sind, und nehme, wie dieser Forscher, an, dass das Plasma der Zelle von einem bestimmten Theile des Kernes, dem Nucleo-idioplasma, beherrscht wird, und dass derjenige Bestandtheil des Cytoplasmas, welcher der Träger der Entwicklung der Zelle ist, das formative Hyaloplasma oder das Cyto-idioplasma, nur in so fern einen größeren Einfluss als das Nucleo-idioplasma besitzt, als es den Kern zur Theilung veranlasst. Dieser letztere Punkt, dass die Kerntheilung durch das Zellplasma bewirkt wird und nicht aus zwingenden inneren Verhältnissen des Nucleus hervorgeht, ist allerdings noch strittig. Doch lassen sich zu den Gründen, mit denen Strasburger seine Ansicht zu beweisen sucht, noch einige andere hinzufügen, die in gleicher Weise dafür sprechen, dass der erste Anstoß zur Kerntheilung vom Cyto-idioplasma ausgeht. Der Dendrocometes paradoxus ist, wie oben gezeigt wurde (p. 189 ff.) im Stande, beim Eintritt ungünstiger Verhältnisse seinen Platz zu wechseln und in ein Schwärmstadium überzugehen, wobei er dieselben Veränderungen durchläuft wie bei der Bildung eines echten, durch Knospung entstehenden Embryo. Während es aber im letzteren Falle auch stets zu einer Kerntheilung kommt, unterbleibt dieselbe im ersteren. Nimmt man nun an, die mit der Embryonenbildung verbundene Theilung der Zelle werde durch den Kern veranlasst, so folgt nothwendig, dass der Kern diese nur hervorrufen kann, wenn er selbst gleichzeitig bestimmte Veränderungen durchmacht, denn die letzteren — als da sind Längsstreckung, faserige Differenzirung, darauf folgende Einschnürung etc. — gehen immer Hand in Hand mit den Umgestaltungen, welche das Zellplasma bei der Knospung erfährt. Da nun aber die Knospung auch ohne jegliche Veränderung oder Theilung des Kernes stattfinden kann, so ist der Schluss unabweisbar, dass das Zellplasma aus eigener Kraft, ohne Einfluss des Nucleus, eine Schwärmknospe zu bilden, d. h. sich zu theilen vermag. Dass bei diesem Vorgange das eine Theilprodukt eine kleine, nicht zu weiterer Existenz befähigte Blase ist, berechtigt nicht dazu, denselben als einen von der echten Theilung verschiedenen Process anzusehen, denn die Bildung der Schwärmknospen und die der gewöhnlichen Embryonen verläuft, so weit das Cytoplasma in Betracht kommt, in völlig gleicher Weise. Müssen wir aber dem Cytoplasma jene Fähigkeit zugestehen, so wird

es im hohen Maße wahrscheinlich, dass die bei der gewöhnlichen Embryonenbildung eintretende Kerntheilung durch das Zellplasma veranlasst wird. Will man diese Konsequenz nicht ziehen, so muss man Kern- und Cytoplasmatheilung bis zu einem gewissen Grade unabhängig von einander sein lassen und annehmen, erstere könne ohne den Einfluss des Zellplasmas, letztere ohne das Eingreifen des Kernes sich vollziehen. Bei den Protozoen lässt sich eine solche Ansicht wenigstens für einen Fall rechtfertigen: wir sahen oben, dass bei der Lagenophrys ampulla der Kern eines einzelnen (nicht in Konjugation befindlichen oder gewesenen) Thieres in Stücke zerfallen und sich dann regeneriren kann, ohne dass an dem Cytoplasma irgend welche sichtbare Veränderungen vor sich gehen; für die gewöhnliche indirekte Zelltheilung im Metazoenorganismus lässt sie sich jedoch ohne Zweifel nicht durchführen, da in diesem Kern- und Cytoplasmatheilung im engsten Zusammenhange stehen und eine nicht ohne die andere stattfinden kann. Die Protozoen verhalten sich in der Regel sicherlich in diesem Punkte eben so wie die Metazoen. Wenn das Zellplasma eines Infusors eine bestimmte Menge von Nahrung assimilirt, und der Körper desselben in Folge dessen eine gewisse Größe erreicht hat, zerfällt das eine Thier in zwei Individuen. Der Grund eines solchen Zerfalles liegt offenbar darin, dass ein weiteres Wachsthum für das betreffende Infusor unmöglich ist. Da nun das Wachsthum eine Funktion des Cytoplasmas ist, so geht sehr wahrscheinlich der Anstoß zur Kerntheilung auch von eben demselben Cytoplasma aus. Dass dieser Anstoß unter Umständen ausbleiben kann, und dann nur eine Theilung des Cytoplasmas erfolgt, beweist der oben besprochene Fall der Schwärmknospenbildung beim Dendrocometes, dem ich noch einen zweiten hinzufügen will. Bei der Spirochona gemmipara tendirt augenscheinlich das Zellplasma in sehr hohem Maße zur Theilung. Nicht nur bildet jedes Thier, sobald es erwachsen ist und sich in normalen Verhältnissen befindet, beständig eine Knospe nach der anderen, sondern manchmal wird schon der zweite Sprössling angelegt, ehe der erste sich völlig vom Mutterthier abgeschnürt hat. Das Cyto-idioplasma hat neben der Aufgabe, die Theilung des Zellplasmas und des Kernes bei der Knospung zu bewirken, auch noch die Funktion, unter dem regulirenden Einflusse des Nucleus das nutritive Cytoplasma zur Assimilation zu veranlassen. Dieser letzteren Seite seiner Thätigkeit genügt das Cyto-idioplasma bei Weitem nicht in dem Grade, wie jener ersteren, und dies hat zur Folge, dass das Zellplasma nicht in derselben Menge erneuert wird als es durch die sich bildenden Knospen entfernt wird, die Größe der Spirochona daher um so geringer wird als die Zahl der Knospen wächst.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bei der Entwicklung des letzten Tochterthieres kommt es nun ebenfalls nicht mehr zu einer Kerntheilung, sondern der Nucleus und die Nebenkerne der Mutter gehen unverändert in die Knospe über, und von jener bleibt nur ein kleiner Stumpf von Zellplasma zurück (Fig. 42), der bald danach zerfällt. Dass dieser Protoplasmarest nicht im Stande ist, sich zu einem neuen Organismus zu regeneriren, beweist auf das unzweideutigste die dominirende Stellung, welche der Kern bei allen Lebensverrichtungen einer Spirochona einnimmt. Ohne denselben ist das Cytoplasma nicht im Stande, einen neuen Wimperapparat anzulegen und zur früheren Größe heranzuwachsen, kurz, ohne den Kern ist das Leben der Zelle unmöglich, ein Satz, der durch die von Nussbaum[1] und Gruber[2] neuerdings angestellten Experimente an enukleirten Infusorien ebenfalls erwiesen worden ist.

Bei der Konjugation der Spirochona gemmipara verschmelzen, wie wir gesehen haben, zwei Individuen völlig mit einander, und vereinigen sich hierbei die zwei Kerne und sechs Nebenkerne beider Thiere zu einem Nucleus und drei Nebenkernen. Dieser Vorgang erinnert, wenn wir zunächst von der Anwesenheit der Nebenkerne absehen, so sehr an die Befruchtung eines Metazoeneies durch ein Spermatozoon, dass man beide, wenn auch nicht für völlig identische, so doch jedenfalls für analoge Processe halten darf. Es ist Strasburger[3] durch die Beobachtung des Befruchtungsaktes bei den Angiospermen gelungen nachzuweisen, dass es bei der Befruchtung nur auf eine Verschmelzung der Kerne ankommt, und wir dürfen demnach auch bei der Konjugation der Spirochona das Wesentliche des Vorganges in der Vereinigung der beiden Nuclei erblicken. Der völlig gleiche Körperbau der mit einander kopulirenden Spirochonen setzt voraus, dass auch das Nucleoidioplasma beider Thiere, welches ja der Zelle ihren specifischen Stempel aufdrückt, nicht qualitativ verschieden ist. Der Zweck der Konjugation kann daher nur eine quantitative Ergänzung des in dem Kern des Hauptpaarlings befindlichen Idioplasmas sein. Wesshalb eine solche periodische Vermehrung desselben von nöthen ist, lässt sich, wie mir scheint, wohl erkennen, wenn wir von dem Eingangs aufgestellten Satze ausgehen, dem zufolge in dem Cyto-idioplasma der Spirochona zeitweise die Tendenz, Theilungsvorgänge zu bewirken, so sehr über-

[1] M. Nussbaum, Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellsch. f. Nat.- und Heilkunde, 15. Dec. 1884.

[2] A. Gruber, Biol. Centralblatt. IV, Nr. 23 und V, Nr. 5.

[3] E. Strasburger, Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen, als Grundlage für eine Theorie der Zeugung. Jena, Gustav Fischer, 1884.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wiegt, dass die Ernährung des Zellplasmas nicht zu ihrem Rechte kommt. Ist diese mit der Beobachtung in Einklang stehende Behauptung richtig, so dürfen wir weiter schließen, dass auch der Kern, dessen Ernährung ja ebenfalls vom Cytoplasma besorgt wird, von jener Tendenz in Mitleidenschaft gezogen wird, dass mit anderen Worten das Nucleo-idioplasma nicht in demselben Maße nachwächst, als es durch die Kerntheilungen bei der vielfach wiederholten Knospenbildung entfernt wird. Nehmen wir einmal an, eine Spirochona besitze einen mit der normalen Menge von Idioplasma versehenen Kern. Durch die Bildung der ersten Knospe wird die Quantität desselben im Mutterthier auf die Hälfte reducirt werden; ist diese Masse nun bei Beginn der zweiten Kerntheilung noch nicht wieder ganz auf die doppelte Größe herangewachsen, so wird der Kern der zweiten Knospe etwas weniger Idioplasma erhalten, als derjenige des ersten Sprösslings mit auf seinen Lebensweg erhielt. Denkt man sich diesen Process der Knospenbildung bei ungenügendem Nachwuchs des Nucleo-idioplasmas im Mutterthier mehrere Male wiederholt, so wird schließlich der Kern einer Knospe nur die Hälfte derjenigen Idioplasmamenge besitzen, welche eine völlig normale Spirochona ihren Knospen überweist, und erst eine nachträgliche Verschmelzung zweier solcher Knospen würde diesen Fehler auszumerzen vermögen. Der Vortheil, den die Spirochona durch die Konjugation genießt, wenn wir dieselbe in der eben geschilderten Weise auffassen, liegt auf der Hand. Sie hat demnach den Zweck, eine quantitative Ergänzung des Nucleo-idioplasmas im Hauptpaarling herbeizuführen, die periodisch nöthig wird, weil das Cyto-idioplasma sich seiner einen Aufgabe, die Knospung und Theilung der Zelle zu bewirken, in ungleich stärkerem Grade entledigt, als es seine zweite Funktion, die Ernährung und das Wachsthum von Zellplasma und Kernsubstanz zu veranlassen, erfüllt, und daher eine allmähliche Reduktion der Nucleo-idioplasmamenge in den von einer Spirochona herstammenden Tochterthieren eintritt. Als Grund des Missverhältnisses, das zwischen den beiden Leistungen des Cyto-idioplasmas besteht, nehme ich an, dass zeitweise die Menge desselben zu groß wird im Verhältnis zur Quantität des vorhandenen Nucleo-idioplasmas. Indem das Cyto-idioplasma die Assimilation und damit das Wachsthum der Zelle veranlasst, steht es selbst unter dem regulirenden Einflusse des Nucleo-idioplasmas, ist nur »Idioplasma zweiten Ranges«. Dieser Aufgabe wird es daher, wenn die vom Kern ausgehende Anregung zu gering ist, nur in ungenügender Weise gerecht werden. Den Anstoß zur Zelltheilung giebt hingegen das Cyto-idioplasma völlig unabhängig vom Kern, und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

diesen Vorgang wird es um so häufiger und energischer hervorrufen, je mehr es an Quantität dem Nucleo-idioplasma überlegen ist.

Die geschilderte Auffassungsweise der Konjugation bei der Spirochona zwingt uns noch zu einer weiteren Annahme. Da jede Knospe auch eine gewisse Quantität Cyto-idioplasma besitzen muss, das zum Nucleo-idioplasma der Knospe ungefähr in demselben Mengenverhältnis stehen wird, wie dies im Mutterthier der Fall war, so wird durch eine bloße Verschmelzung der Kerne nichts erreicht werden, falls nicht gleichzeitig eine Verminderung des Cyto-idioplasmas eintritt; denn es ist klar, dass, wenn eine solche nicht stattfindet, dieselben störenden Mengenverhältnisse zwischen Cyto- und Nucleo-idioplasma auch in der durch Vereinigung zweier Individuen entstandenen Spirochona obwalten werden. Soll das Übergewicht des Cyto-idioplasmas mit Erfolg getilgt werden, so muss die Quantität desselben auf irgend eine Weise verringert werden, und durch diese Gedankenfolge sehe ich mich genöthigt, bei der Konjugation eine theilweise Umwandlung des Cyto-idioplasmas in das Nucleo-idioplasma anzunehmen, als deren sichtbaren Ausdruck ich die eigenartigen Kernveränderungen ansehe, die beim Einwandern des einen Kernes in das Zellplasma des hinteren Paarlings an beiden Nuclei auftreten. Eine solche Hypothese erscheint mir um so weniger anfechtbar, als kein Grund vorliegt, beiden Idioplasmaarten eine Zusammensetzung aus qualitativ verschiedenen, kleinsten Theilchen zuzuschreiben, sondern wir voraussetzen dürfen, dass beide sich nur in der Anordnung ihrer Micellen von einander unterscheiden. Außerdem werden wir weiter unten auf Kernumwandlungen zurückzukommen haben, die bei anderen Ciliaten im Laufe der Konjugation eintreten, und die mit Nothwendigkeit eine Vergrößerung der Kernsubstanz auf Kosten des Zellplasmas verlangen.

Nach den hier vertretenen Ansichten hat demnach die Konjugation bei der Spirochona die Aufgabe, das zeitweise zwischen der Menge des Nucleo- und des Cyto-idioplasmas in einem jeden der konjugirenden Thiere bestehende Missverhältnis wieder zu reguliren. Dieses wird dadurch erreicht, dass unter dem wechselseitigen Einfluss zweier Individuen das Cyto-idioplasma theilweise in die Kerne übergeht, und diese dann mit einander verschmelzen.

Ich habe bis jetzt angenommen, dass es bei der Konjugation nur auf eine Ergänzung des Nucleo-idioplasmas und auf eine Vereinigung der Kerne ankommt, der Vermischung des Zellplasmas zweier Individuen hingegen keine Bedeutung beigemessen. Manche Umstände scheinen mir aber zu beweisen, dass auch der letztere Vorgang für das Zustandekommen der Kernregeneration unbedingt nothwendig ist, und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

dass sich in diesem Punkte die Konjugation der Ciliaten wesentlich von dem Befruchtungsprocesse bei den Metazoen unterscheidet. Bei der Konjugation des Dendrocometes und bei derjenigen der übrigen Ciliaten mit Ausnahme der Vorticellinen findet nur ein Austausch von Zellplasma statt, welcher sodann tiefgreifende Veränderungen im Bau des Kernes und schließlich dessen völlige oder theilweise Neubildung herbeiführt. Zu einer Verschmelzung der Nuclei kommt es jedoch nicht, und dieser Vorgang kann daher auch nicht von fundamentaler Bedeutung für die Konjugation sein. Der Gegensatz, der in diesem Punkte zwischen den Vorticellen und den übrigen Infusorien besteht, erklärt sich nach dem Gesagten sehr einfach. Die Verschmelzung der Kerne und die Reduktion des Cyto-idioplasmas sind zwei in demselben Sinne wirkende Processe. Sie bezwecken beide die Vermehrung des Nucleo-idioplasmas und brauchen daher auch nicht nothwendig gleichzeitig vorzukommen. Da wir bei den meisten Infusorien nur einen Cytoplasmaaustausch beobachten, welcher sodann die theilweise Umwandlung des Cyto-idioplasmas in Kernsubstanz zur Folge hat, werden wir hierin die ursprüngliche Form der Konjugation sehen dürfen, zu deren Vervollständigung die Vorticellinen noch die Vereinigung der Kerne erworben haben.

Wahrscheinlich haben die letzteren, gleichzeitig mit diesem, noch einen anderen Vortheil erreicht. Wir gingen davon aus, dass das Cyto-idioplasma den Zellkörper so rasch hinter einander zur Bildung von Tochterthieren zwingt, dass der durch eine Theilung hervorgerufene Verlust an Nucleo-idioplasma noch nicht wieder völlig ersetzt ist, ehe die zweite beginnt. Nur das Cyto-idioplasma erreicht wieder seine ursprüngliche Höhe und veranlasst dann die neue Theilung, das Nucleo-idioplasma hingegegen bleibt etwas im Rückstande. Bei einer derartigen Beschaffenheit des Cyto-idioplasmas wird aber nicht allein der Kern beeinflusst werden; dieselbe muss in ähnlicher Weise auch auf den nutritiven Theil des Cytoplasmas wirken. Auch dieser wird nicht im Stande sein, den durch eine Theilung hervorgerufenen Substanzverlust wieder auszugleichen, bevor die nächste beginnt, und die Folge wird ein Abnehmen in der Größe der nach einander entstehenden Generationen sein. In der That sehen wir bei manchen Ciliaten nur solche Thiere mit einander kopuliren, die durch eine auffallend geringe Körpergröße ausgezeichnet sind. So beobachtete Bütschli[1] bei Paramaecium putrinum drei auf einander folgende Konjugationsepochen, bei denen die kopulirenden Individuen jedes Mal sehr

[1] Abhandlungen der Senckenberg'schen Gesellschaft zu Frankfurt. Bd. X. 1876. p. 270.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

klein waren. Sie wuchsen nach der Konjugation zur normalen Größe heran, theilten sich dann rapid und nahmen dabei allmählich an Größe wieder ab. — Es ist leicht einzusehen, dass für die Vorticellinen auch die dauernde Vereinigung zweier Plasmakörper von Vortheil sein wird, wenn nämlich von jedem nur das nutritive Cytoplasma unverändert verschmilzt, das Cyto-idioplasma hingegen, wie vorhin ausgeführt wurde, theilweise reducirt und in Nucleo-idioplasma verwandelt wird. — Dass die Menge des sich vermischenden Zellplasmas nur von untergeordneter Bedeutung ist, zeigen gewisse Arten unter den Vorticellinen[1] sehr deutlich, bei denen durch eine rosettenförmige Theilung gleichzeitig zahlreiche zur Konjugation bestimmte Knospen entstehen, die jede einen mit dem Nucleus des anderen Paarlings verschmelzenden Kern, aber nur eine geringe Menge Cytoplasma mit sich führen. Andererseits kann das Cytoplasma für die Konjugation nicht bedeutungslos sein, wie dies bei der Befruchtung der Metazoeneier sehr wahrscheinlich ist, denn in den meisten Fällen wird nur dieses in wechselseitige Berührung und Austausch gebracht. Nach meiner Ansicht hat das Cytoplasma in den meisten Fällen ausschließlich die Aufgabe, auf irgend eine noch nicht näher anzugebende Weise die Kräfte in Freiheit zu setzen, durch welche die Umwandlung des Cyto-idioplasmas in Nucleo-idioplasma bewirkt wird, mit anderen Worten, den Anstoß zur Erneuerung des Kernes zu geben. Bei den Vorticellinen findet daneben eine Vermehrung des nutritiven Cytohyaloplasmas statt.

Die Art und Weise, in welcher der Nucleus bei den nur vorübergehend mit einander verschmelzenden Ciliaten regenerirt wird, und die Veränderungen, die sich an Haupt- und Nebenkern hierbei abspielen, sind so außerordentlich mannigfaltig, dass es schwer hält, ein Grundschema aufzustellen, nach dem die Konjugation verläuft und das sich mit geringen Modifikationen auf alle bis jetzt untersuchten Fälle übertragen lässt. Leider sind wir auch noch bei keinem Infusor über die Umgestaltungen der Nuclei und der Nebenkerne nach jeder Richtung hin völlig zweifellos unterrichtet. So viel scheint aber schon mit Sicherheit aus den von Bütschli angestellten Beobachtungen geschlossen werden zu können, dass die Nebenkerne dazu bestimmt sind, entweder ausschließlich oder mit einem Theil des ursprünglichen Nucleus den neuen Kern zu bilden. Der eben genannte Forscher, dem wir so viele treffliche Angaben über diese schwer zu ergründenden Vorgänge verdanken, hat zuerst in überzeugender Weise den Nachweis der echten Kernnatur für die Nebenkerne erbracht, und die weiter

[1] Vgl. R. Greeff, Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellen. Archiv f. Naturgeschichte. 1870. Bd. I. 1871. Bd. I.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vorn mitgetheilte Beobachtung (p. 202), nach welcher die Nebenkerne der Spirochona wie der Hauptkern aus zwei gegen Farbstoffe sich verschieden verhaltenden Substanzen bestehen, kann als eine weitere Bestätigung dieses Satzes gelten. Wir dürfen daher auch den Nebenkernen eine Zusammensetzung aus Nucleo-idioplasma und aus einer nur zur Ernährung dienenden Plasmamenge zuschreiben. Ohne Zweifel werden aber die Nebenkerne in der Quantität dieser zwei Substanzen und in dem Mengenverhältnis derselben zu einander von den Hauptkernen sehr verschieden sein, denn worin sollte sonst ihre ganz andere Struktur begründet sein? Ich glaube aus der Rolle, welche die Nebenkerne bei der Konjugation spielen, schließen zu dürfen, dass sie vorwiegend aus Idioplasma gebildet sind und halte sie für Reservekerne, deren Aufgabe darin besteht, in gewissen Perioden dem Hauptkern eine bestimmte Quantität Idioplasma zur Verfügung zu stellen oder ganz an ihren Platz zu treten. Sie sind nicht unbedingt für den Organismus eines ciliaten Infusors nöthig, wie diejenigen Arten (z. B. Stentor) beweisen, bei denen keine Nebenkerne vorhanden sind. Auch die Acineten scheinen sich eben so zu verhalten, wie die eben genannte Thierklasse. Maupas hat Nebenkerne mit Sicherheit bei Acineta foetida und Podophrya limbata nachgewiesen, und ist es ihm und Fraipont gelungen, sie für einige andere Species wahrscheinlich zu machen. Beim Dendrocometes paradoxus habe ich mich andererseits mit Bestimmtheit von dem Fehlen derselben überzeugen können. Dies Schwanken in dem Vorkommen bei nahe verwandten Arten, die Rolle, welche sie bei der Konjugation spielen, und ferner das Variiren in der Zahl der vorhandenen Nebenkerne bei einer und derselben Species, welches für manche Ciliaten [1] sich herausgestellt hat, scheinen mir sehr dafür zu sprechen, dass wir es hier mit Reservekörpern zu thun haben, die zur Aufspeicherung gewisser, periodisch nöthiger Kernsubstanzen dienen. Wahrscheinlich reguliren sie außerdem noch bestimmte Verrichtungen des Zellplasmas. Bei morphologisch und physiologisch so hoch differenzirten Zellen, wie sie uns in den Infusorien entgegentreten, muss auch das Idioplasma des Kernes eine außerordentlich komplicirte Struktur aufweisen, und es ist daher wohl denkbar, dass eine Art Arbeitstheilung im Kern eintrat, dass sich Theile desselben absonderten und zu einem »Nebenkern« anordneten, mit der Aufgabe, einzelne Leistungen des Cytoplasmas zu veranlassen und außerdem periodisch in den Hauptkern wieder aufzugehen. Schreiben wir nur einem Theile des Nebenkernes die Eigenschaft eines idioplasmatischen Reservekörpers zu, einem

[1] Vgl. Bütschli, l. c. p. 284 ff., ferner diese Abhandlung p. 202.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

anderen dagegen die Funktion, in bestimmter Weise das Cytoplasma zu beeinflussen, so wird es verständlich, wesshalb bei vielen Konjugationsvorgängen nicht der ganze Nebenkern bei der Regeneration des Hauptkernes thätig ist. Nach den Bütschli'schen Untersuchungen gehen aus dem Nebenkern des Paramaecium bursaria zunächst vier »Samenkapseln« hervor, von denen nur eine mit dem Hauptkern verschmilzt, während die zweite zu einem gewöhnlichen Nebenkern sich zurückbildet. Die letztere ist als der Träger irgend welcher specifischer Eigenschaften dieses Infusors anzusehen und darf aus diesem Grunde nicht verloren gehen, während jene dem Hauptkern eine bestimmte Menge von Nucleo-idioplasma zuführt und dadurch den eigentlichen Zweck der Konjugation verwirklicht. Was aus den beiden anderen Samenkapseln wird, ist zur Zeit noch nicht bekannt. Bütschli vermuthet, sie würden ausgestoßen, eine Ansicht, die, wenn sie sich bewahrheiten sollte, freilich schwer mit den hier vertretenen Anschauungen sich vereinbaren ließe. Die Beseitigung des Hauptkernes, wie sie bei Colpidium colpoda[1] sicher beobachtet ist, lässt sich wohl erklären; derselbe hat sein gesammtes Idioplasma verbraucht und ist, da seine Stelle vom Nebenkern übernommen wird, nicht mehr nöthig. Bei der Konjugation des Paramaecium bursaria erfährt der Nucleus, geringe Strukturveränderungen abgerechnet, keine Umgestaltungen. Die Umwandlung einer bestimmten Menge von Cyto-idioplasma in Kernsubstanz, die bei jeder Konjugation stattfinden muss, kann daher auch nicht von dem Hauptkern ausgehen und diesen vergrößern, wie ich dies für die Konjugation der Spirochona und des Dendrocometes vermuthe. In diesem Falle wird die Reduktion des Cyto-idioplasmas durch den Nebenkern bewirkt und in der That wächst auch die Menge desselben auf das Vierfache heran, was doch nur dann möglich ist, wenn das Zellplasma theilweise (nämlich das Cyto-idioplasma) in Kernsubstanz sich umwandelt. — Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei Stylonichia mytilus (Bütschli, l. c. p. 324), bei der vier Samenkapseln aus ein bis zwei Nebenkernen hervorgehen, während der Hauptkern in vier Stücke zerfällt, die später ausgestoßen werden. Die eine Samenkapsel wird zum neuen Kern, zwei andere bilden sich wieder zu Nebenkernen zurück und über das Schicksal der vierten sind die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen. Wahrscheinlich wird sie mit den Bruchstücken des ursprünglichen Nucleus entfernt.

Prüfen wir zum Schluss, was die im Vorstehenden dargelegte Theorie der Konjugation der Infusorien zu erklären vermag, und welche

[1] Bütschli, l. c. p. 313.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Hypothesen sie voraussetzt. Es liegt in der Natur der Sache, dass sie als erster Versuch, jene eigenartigen Vorgänge dem Verständnis näher zu bringen, unvollkommen sein muss. Warum bei dem einen Infusor der Kern zerfällt, während er bei einem anderen sich ganz oder theilweise erhält, wesshalb in der einen Abtheilung eine totale, bei allen anderen Verwandten nur eine vorübergehende Verschmelzung stattfindet, vermag sie nicht aufzudecken und muss darauf verzichten, auf alle Fragen, die das Detail berühren, eine befriedigende Antwort zu geben; aber sie gewährt uns die Möglichkeit, die große Mannigfaltigkeit der Konjugationserscheinungen von einem einheitlichen Gesichtspunkt aus zusammenzufassen, das Gemeinsame der verschiedenen Vorgänge klar zu legen, und dadurch das Ziel kennen zu lernen, dem die Natur bald auf diesem, bald auf jenem Wege zusteuert. Ich gehe davon aus, dass zeitweise ein Missverhältnis zwischen der Quantität des Cyto- und des Nucleo-idioplasmas eines Infusors zum Nachtheil der letzteren Substanz eintritt und sehe in der Beseitigung desselben den Zweck der Konjugation. Derselbe wird dadurch erreicht, dass unter dem wechselseitigen Einflusse zweier Individuen eine theilweise Umwandlung des Cyto-idioplasmas in das Nucleo-idioplasma stattfindet, wodurch das richtige quantitative Verhältnis zwischen beiden wieder hergestellt wird. Das thatsächliche Vorkommen jener Disharmonie wurde aus Knospungserscheinungen bei der Spirochona gemmipara und daraus erschlossen, dass bei vielen Ciliaten nur solche Individuen konjugiren, die nicht die normale Größe besitzen, bei denen also augenscheinlich die Tendenz zur Theilung im Cyto-idioplasma so sehr überwog, dass die Assimilation nicht zu ihrem Rechte kommen konnte. — Hier sei die Bemerkung eingeschaltet, dass es unrichtig wäre, von allen in Konjugation befindlichen Infusorien eine unter dem Durchschnitte stehende Körpergröße zu erwarten. Es ist wohl denkbar, dass die durch fortgesetzte Theilung nöthige Ergänzung des nutritiven Cytoplasmas immer annähernd vollständig erfolgt, diejenige des Nucleo-idioplasmas dagegen nur in ungenügender Weise stattfindet. Dann wird das betreffende Infusor äußerlich kaum vom völlig normalen zu unterscheiden sein, obwohl das Bedürfnis nach einer Konjugation in ihm eben so groß ist, wie bei denjenigen Paramaecien, deren Körpergröße schon durch mehrere Generationen hindurch abgenommen hat. — Die zweite Annahme, nach der das Idioplasma der Zelle in das des Kernes überzugehen vermag, stützt sich auf die Beobachtung, dass derjenige Bestandtheil der Zelle (Nebenkern oder Hauptkern), welcher zum neuen Kern wird, in fast allen Fällen eine schon äußerlich sichtbare Vergrößerung erfährt, die nur auf Kosten des Cytoplasmas gedacht werden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

kann. — Zwei Erscheinungen, die allen Konjugationserscheinungen gemeinsam und für dieselben von fundamentaler Bedeutung sind, werden vornehmlich durch die geschilderte Theorie dem Verständnis näher gebracht; sie erklärt erstens, warum die Konjugation periodisch mit der Theilung abwechselt und nicht in jeder Generation auftritt, und zweitens, wesshalb gerade der Kern so tiefgreifende Veränderungen durchzumachen hat. Besitzt in der Zelle das Cyto-idioplasma das Übergewicht und findet in Folge dessen die Bildung von Tochterthieren in zu rascher Aufeinanderfolge statt, so wird mit der wachsenden Zahl der Theilprodukte das Missverhältnis zwischen dem Cyto- und dem Nucleo-idioplasma derselben immer größer, und es muss daher nach einer gewissen Anzahl von Generationen die Konjugation nothwendig werden. Hat diese jene Übelstände beseitigt, so vermag der Kern wieder seinen normalen Einfluss auf das Zellplasma auszuüben und dieses selbst zu umfassenden Neubildungen, zur Anlage von Borsten, wie bei den Stylonichien, von einer Mundöffnung und dergleichen anzuregen. Die Assimilationsfähigkeit wird erhöht und in Folge dessen wächst das Thier, was in der That bei Paramaecium putrinum sich als Folge der Konjugation hat beobachten lassen.

Einer Erscheinung, die für die Konjugation der Ciliaten sehr charakteristisch ist, möge hier noch mit wenigen Worten gedacht werden. Ich meine die Thatsache, dass die Konjugation fast immer »epidemisch« auftritt, gleichzeitig eine sehr große Zahl von Individuen ergreift. Ein plötzlich eintretender Wechsel in den äußeren Verhältnissen, welcher den Einfluss des Lichtes, der Temperatur, der Nahrung u. dgl. in irgend einer Weise abändert, kann nach den hier vertretenen Anschauungen das massenweise Auftreten der Konjugation nicht bewirken, da diese durch eine langsam sich verstärkende Störung der in einem Infusor thätigen Idioplasmen bedingt ist. Es ist mir auch eben so wenig wie Bütschli oder einem anderen Forscher[1] gelungen, die Konjugation künstlich hervorzurufen, obwohl ich ungefähr zwei Monate lang Paramaecien, Stentoren, Spirostomen und andere Infusorien den verschiedensten Bedingungen hinsichtlich der Beleuchtung, der den Thieren zur Verfügung stehenden Wassermenge und der Nahrung ausgesetzt habe. Ich glaube jedoch einen anderen Grund für das epidemische Auftreten der Konjugation angeben zu können. Jedem, der eine große Anzahl von Spirochonen untersucht hat, wird es aufgefallen sein,

[1] Everts (Diese Zeitschr. Bd. XXIII) giebt auf p. 610 an, dass er durch Verdunstung bewirkten Wassermangel als Ursache der Konjugation bei Vorticellen habe konstatiren können. Dieser Satz kann jedoch nicht von allgemeiner Gültigkeit sein, wie mir zahlreiche Experimente gezeigt haben.

dass die an einem Kiemenblatt befindlichen Thiere der Mehrzahl nach fast immer auf derselben Entwicklungsstufe stehen. Zuweilen sind sie alle jung und besitzen dann nur einen unvollkommenen Spiraltrichter, in einem anderen Falle trifft man sie sämmtlich auf einem und demselben Stadium der Knospung. So habe ich z. B. öfters Kiemenblätter gefunden, an denen alle wie Soldaten in einer Reihe neben einander stehenden Spirochonen eben ihre letzte Knospe gebildet hatten und der Fig. 42 entsprachen. Gar nicht selten befinden sich auch die Bewohner verschiedener Kiemenblätter desselben Gammarus der Mehrzahl nach in der gleichen Lebensphase. Der Grund dieser auffallenden Erscheinung kann nur darin liegen, dass die betreffenden Thiere fast gleichzeitig sich auf demselben Kiemenblatte niedergelassen haben, dann fortwährend denselben Existenzbedingungen ausgesetzt gewesen sind und in Folge dessen auch sich nahezu synchronisch zur Knospenbildung anschicken. Ist diese Voraussetzung richtig, so muss auch das Bedürfnis nach einer Konjugation ungefähr gleichzeitig sich einstellen, was in der That der Fall ist. Wie schon früher hervorgehoben wurde, kann man oft eine ganze Anzahl von Gammari derselben Lokalität, deren Spirochonen daher doch so ziemlich unter den gleichen Bedingungen sich entwickelt haben, untersuchen, ohne ein Konjugationspaar zu finden. Weist dagegen ein Respirationsorgan Paarlinge auf, so wird man dieselben auch stets an mehreren anderen Kiemen und häufig auch in Mehrzahl an demselben Blatte finden. Die Spirochonen eines Gammarus leiten sich aber ohne Zweifel immer von sehr wenigen Urahnen ab und entsprechen daher den für das Zustandekommen einer Konjugationsepidemie nöthigen Voraussetzungen. Wie ich glaube hat daher das plötzliche und massenweise Auftreten mit einander verbundener Thiere, welche derselben Lokalität entstammen, darin seinen Grund, dass in Folge der gleichen Existenzbedingungen bei den Abkömmlingen eines und desselben Infusors die Ernährung, das Wachsthum, die Theilung und damit auch das Verhältnis zwischen Cyto- und Nucleo-idioplasma gleichen Schritt halten. Bei der Mehrzahl der Infusorien sind wir nicht im Stande, diejenigen unter einer größeren Zahl von Individuen zu erkennen, welche sich auf gleichen Lebensstadien (natürlich abgesehen von der Theilung) befinden. Bei der Spirochona hingegen, wo diese sich in so prägnanter Weise von einander unterscheiden, fällt die Übereinstimmung sofort auf. Annähernd gleiche äußere Bedingungen können selbstverständlich nur für diejenigen Infusorien bestehen, welche auf einem relativ kleinen Raum zusammen leben, und daher ist es erklärlich, dass man nie Ciliaten, welche verschiedenen Stellen eines größeren Wasserbeckens entstammen, gleich-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zeitig in Konjugation findet, sondern solche Epidemien immer nur in sehr kleinen Tümpeln, in Wassergläsern, überhaupt in beschränkten Wassermengen auftreten, in denen die Nachkommen eines und desselben Thieres unter gleichen Bedingungen zusammen gehalten werden. Man wende nicht ein, dass nach diesen Ansichten auch die Theilungsstadien epidemisch auftreten müssten. Die Theilung vollzieht sich in der Regel in sehr kurzer Zeit, während der ganze Konjugationsvorgang wohl immer einen, sehr häufig drei, vier, fünf und noch mehr Tage in Anspruch nimmt. Während daher der Synchronismus in den Theilungen, der für die Nachkommen eines Infusors in der Regel auch bestehen wird, leicht der Beobachtung sich entzieht, zumal wenn die Sprösslinge mehrerer Urahnen durch einander gewürfelt sind, fällt er bei der langen Dauer der Konjugation sofort in die Augen. Zum Schluss sei noch bemerkt, dass schon Bütschli deutlich auf die Möglichkeit, die Konjugationsepidemien in der geschilderten Weise zu erklären, hingewiesen hat. Er sagt (l. c. p. 267): »Andererseits könnten es aber immerhin auch innerliche Ursachen sein, welche das so plötzlich und gleichzeitig eintretende Bedürfnis der Konjugation hervorriefen. Diese letztere Auffassung ist jedoch nur dann verständlich, wenn man berücksichtigt, dass in den meisten Fällen die Bewohner einer Infusion sich nur von verhältnismäßig sehr wenigen Urahnen durch einfache Theilung herleiten, dass sich daher immer in jeder reichlich bevölkerten Infusion eine große Anzahl von Thieren finden müssen, welche genealogisch auf entsprechender Stufe stehen, in welchen daher innerliche Eigenthümlichkeiten, die sie von ihren Ahnen geerbt haben mögen, gleichzeitig zur Geltung kommen müssen und worunter man dann auch die Ursachen der plötzlich zwischen vielen Individuen auftretenden Konjugation suchen könnte.«

Die in diesem Kapitel vertretenen Ansichten über das Wesen der Konjugation und die Bedeutung der Nebenkerne ließen sich leicht nach mancher Richtung hin noch weiter ausführen und begründen. Ich glaube aber, dass dadurch verhältnismäßig wenig erreicht würde, sondern dass es in erster Linie darauf ankommt, neues empirisches Material zu sammeln und zu prüfen, ob sich dasselbe mit den gemachten Annahmen in Einklang bringen lässt. Ist dies der Fall, so werden die Untersuchungen über die Ursache der Konjugation von der Frage auszugehen haben: wodurch entsteht bei einem Infusor jene Disharmonie zwischen den Kräfteäußerungen des Cyto- und des Nucleo-idioplasmas?, denn diese ist es, welche nach einer Reihe von Generationen das Bedürfnis einer Konjugation hervorruft.

V. Über Calidina parasitica Giglioli nebst Bemerkungen über die Familie der Philodinäen.

An den Kiemenblättern und Beinen des Gammarus pulex hält sich fast ausnahmslos ein Räderthier auf, das zuerst von Giglioli[1] als Calidina parasitica beschrieben worden ist. Der genannte Forscher muss jedoch ein sehr mangelhaftes Instrument zur Verfügung gehabt haben, da seine Angaben vielfach irrig und ungenau sind. In meinen »Beiträgen zur Naturgeschichte der Rotatorien« (Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XIX. N. F. XII. 1885) habe ich schon auf mehrere Organisationsverhältnisse hingewiesen, durch die sich die Philodinäen scharf von allen anderen Süßwasserrotatorien unterscheiden. Ein genaues Studium der Calidina parasitica und verschiedener Philodinäen hat mich noch zur Erkenntnis einiger weiterer Besonderheiten im Bau der eben genannten Gruppe geführt.

Der Wimperapparat unserer Calidina ist, wie bei allen Thieren der Philodinäenfamilie, aus zwei Cilienkränzen zusammengesetzt, von denen der hintere in die Mundöffnung verläuft und, wenn auch nicht ausschließlich, so doch vornehmlich dazu dient, die von dem größeren vorderen Wimpersaum herbeigestrudelte Nahrung in den Kauapparat zu befördern. — Der letztere besteht aus zwei völlig symmetrischen Hälften (Fig. 39), deren jede von zwei verschieden großen, im spitzen Winkel auf einander stoßenden Platten gebildet wird. Während die kleinere glatt ist und nur Muskeln zum Ansatz dient (*a*), ist die größere (*b*) mit einer bedeutenden Zahl quer gestellter paralleler Leisten besetzt, von denen zwei durch ihre Dicke auffallen. Auch die zwei auf diese beiden zunächst folgenden Querriffe sind fast immer viel ansehnlicher entwickelt als die übrigen. Dadurch, dass diese Zahnplatten beständig gegen einander geklappt werden, wird die sie passirende Nahrung zerkleinert. — Dieselbe gelangt in einen von der Dorsalseite des Mastax entspringenden, kurzen Schlund, welcher nicht mit Cilien ausgekleidet ist, dafür aber eine Anzahl Längsfalten aufweist (Fig. 40 *oe*), — ob diese freilich immer vorhanden sind, mag dahin gestellt bleiben. — Mittel- und Enddarm (Fig. 40 *m.d* und *e.d*), die beide durch eine deutliche Einschnürung von einander getrennt sind, haben bei allen Philodinäen eine eigenartige, von derjenigen der übrigen Süßwasserrotatorien abweichende histologische Struktur. Ihre Wandung ist auffallend dick, namentlich im Mitteldarm, und besteht nicht aus polygonalen, mit deutlicher Wandung versehenen Zellen, sondern aus einer

[1] H. Gigioli, On the Genus Calidina with the description and anatomy of a new species. Quart. Journ. of micr. science. Vol. III. N. S. 1863.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

kontinuirlichen Protoplasmamasse, in die sehr zahlreiche kleine Kerne eingestreut sind. Diese letzteren liegen nicht sämmtlich in einer Ebene, so dass man die Darmwandung als ein Syncytium mehrerer über einander geschichteter Zelllagen ansehen kann. Bei der Calidina parasitica haben die Kerne jeder einen verhältnismäßig sehr großen Nucleolus, der meist allein in die Augen fällt, wenn man das Thier abgetödtet hat. Das Protoplasma des Mitteldarmes ist außerdem dicht durchsetzt von gelblichen oder braunen Pigmentpartikelchen, wie sie bei allen Rotatorien vorkommen. Im Enddarm habe ich dieselben nie angetroffen, was wohl darauf hinweist, dass die verdauenden Säfte nur vom Mitteldarm ausgeschieden werden. Beide Darmabtheilungen werden innen von einer dicken, doppelt kontourirten Membran (Fig. 40 *m*) begrenzt, welche in ihrer ganzen Länge mit Flimmern besetzt ist; die letzteren erreichen im hinteren Abschnitt eine weit größere Länge als im vorderen; nur im Anfangstheil des Mitteldarmes sind dieselben ebenfalls ansehnlicher als sonst, und hier werden sie in ihrer Aufgabe, die Nahrungstheilchen umherzuwirbeln, noch unterstützt durch die etwas in den Mitteldarm vorspringende Wand des Schlundes (Fig. 40 *x*), die sich wellenförmig in querer Richtung hin und her schlängelt. — Der letzte, nicht flimmernde Abschnitt des Tractus intestinalis verdient eigentlich die für die übrigen Rotatorien gebräuchliche Bezeichnung Kloake nicht, da er bei den Philodinäen erstens nur die Wassergefäße, nicht aber irgend welche Ausführgänge der Geschlechtsorgane aufnimmt und zweitens mit einem Theil seiner Wandung als kontraktile Blase fungirt. Auf letzteren Punkt bin ich schon in meiner früheren Arbeit näher eingegangen, und sei daher hier nur noch hinzugefügt, dass die Wassergefäße jederseits sechs sogenannte Zitterflammen tragen, die von den entsprechenden Organen der übrigen Rotatorien nur in der Form etwas abweichen; sie sind nämlich einfach cylindrisch und zeigen daher keine, von einander verschiedene Kanten- und Flächenansicht.

Die tiefgreifendsten Unterschiede bestehen zwischen den Philodinäen und den übrigen Süßwasserrotatorien im Bau der Geschlechtsorgane und in der Bildung der Eier. Während die Generationswerkzeuge bei der überwiegenden Zahl der Räderthiere aus einem großen Dotterstocke und einem diesem anliegenden, kleinen Keimstock zusammengesetzt sind, finden wir bei den Philodinäen einfachere Verhältnisse, indem der Geschlechtsapparat noch nicht in zwei verschieden funktionirende Abschnitte gesondert ist. Neben dem Mitteldarm liegt jederseits ein ovales, nach hinten in der Regel stark verschmälertes Ovar (Fig. 40 *ov*), das genau den für den Dotterstock der meisten Rotatorien eigenthümlichen Bau aufweist, in einer homogenen, nicht in

Zellen gesonderten Protoplasmamasse, die von zahlreichen Fetttröpfchen durchsetzt und von einer strukturlosen Membran umschlossen ist, findet sich eine Anzahl großer runder Eikerne, jeder mit sehr großem Binnenkörper, eingestreut. Bei Calidina parasitica sind manchmal (ob immer?) die Nucleoli nicht so groß, dass sie hofartig von den Kernen umgeben werden (Fig. 40 *n'*). Auffälligerweise ist das Ovar der Calidina parasitica allseitig geschlossen und besitzt keinen Ausführgang. Ich habe mich auf das bestimmteste davon überzeugt, dass das nach hinten zugespitzte Ende des Ovars nicht durch einen Kanal mit der Kloake verbunden ist. Dasselbe scheint seine Stellung im Körper in erster Linie durch den Druck zu bewahren, den von außen die Körperwand, von innen der Darm ausübt. Außerdem ist eine beträchtliche Verschiebung nach vorn wegen der vorgelagerten Magendrüsen und Wassergefäßknäuel, nach hinten in Folge der starken Verengerung des Körpers unmöglich. Sehr wahrscheinlich tragen auch zarte Bindegewebsfäden dazu bei, die Geschlechtsorgane in ihrer Lage festzuhalten; ich habe dieselben freilich nicht zu Gesicht bekommen, da aber alle größeren und durchsichtigeren Räderthiere (z. B. Asplanchnen, Hydatinen, Notommaten) stets zahlreiche Stränge erkennen lassen, welche sich zwischen den vegetativen Organen und der Körperwand ausspannen, werden dieselben wohl auch den Philodinäen zukommen. Zuweilen fand ich einen derartigen Faden vom Hinterende des Ovars nach hinten laufen und sich, wie mir schien, an die Matrix der äußeren Haut ansetzen; doch habe ich auch manchmal vergeblich nach diesem gesucht. Zacharias[1] hat bei Rotifer vulgaris ebenfalls keine Ovidukte entdecken können, wohl aber erwähnt er einen soliden Strang, der vom Hinterende der Geschlechtsdrüse ausgehen und sich in der Nähe der kontraktilen Blase befestigen soll. Vielleicht repräsentirt derselbe den rudimentär gewordenen Ausleiter der Generationsorgane; er scheint jedoch keineswegs konstant vorhanden zu sein, da ich ihn bei verschiedenen Rotifer- und Philodinaspecies nicht aufzufinden vermochte.

Durch den Mangel eines Ausführganges wird es bedingt, dass die reifen Eier direkt in die Leibeshöhle fallen. Ihre Bildung findet bei Calidina parasitica in derselben Weise statt, wie es von dem eben genannten Forscher für Rotifer geschildert worden ist. Sie entstehen durch einfache Abschnürung von der Plasmamasse des Ovars, und zwar erfolgt dieselbe an jedem Geschlechtsorgan nach innen (Fig. 40 *o*). Da die Eier eine verhältnismäßig beträchtliche Größe haben (0,16 bis 0,17 mm) und desshalb viel Dotter für sich in Anspruch nehmen, ist

[1] O. Zacharias, Diese Zeitschr. Bd. XLI. 1884.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

das Ovar nach der Ablösung eines Eies sehr viel kleiner als vorher und wächst, ehe es zur Anlage eines neuen schreitet, erst wieder eine Zeit lang heran. Auf beiden Körperseiten legen sich die Eier nicht immer gleichzeitig an, was dann nach Abschnürung derselben die oft sehr ungleiche Größe der Geschlechtsorgane veranlasst. Auf welche Weise die Eier aus der Leibeshöhle herausgelangen, habe ich trotz vieler Mühe nicht beobachten können, da ich immer den Moment der Geburt verpasste. Doch schien es mir, als ob sie in der Nähe der Afteröffnung durch die Körperwand gepresst würden. Ich traf nämlich öfters Calidinen, welche in dieser Gegend stark zusammengeknickt waren und überhaupt einen ganz verkrüppelten Eindruck machten, obwohl sie munter durch das Wasser schwammen. Von diesen Thieren vermuthe ich, dass sie vor nicht langer Zeit ein Ei abgelegt hatten. — Es ist eine schon von verschiedenen Forschern gemachte Beobachtung, dass auch bei Rotifer- und Philodinaspecies die Eier direkt in die Leibeshöhle fallen und sich hier entweder völlig entwickeln oder wie bei Calidina nach einiger Zeit ausgestoßen werden. Es spricht dieser Umstand schon mit großer Wahrscheinlichkeit dafür, dass auch bei diesen Gattungen kein Ausführgang der Geschlechtsorgane vorhanden ist, und in der That habe ich mich an mehreren, nicht näher bestimmten Arten von dem Fehlen desselben überzeugt. Das Genus Actinurus wird sich ohne Zweifel eben so verhalten, da sich dieses nur durch die etwas längere Form der hinteren Scheinsegmente von den eben genannten unterscheidet.

Das hintere Leibesende der Philodinäen weicht überhaupt erheblich von dem aboralen Körperpole der übrigen Rotatorienfamilien ab. Während bei diesen nur zwei, vielfach auch gar keine Zehen vorhanden sind, welche im ersten Falle die Öffnungen zweier Klebdrüsen enthalten, besitzt die vorangestellte Gruppe eine weit größere Zahl solcher Haftapparate. Dieselben sind an zwei, etwas von einander entfernten Stellen der Dorsalseite des Schwanzes eingelenkt. Das erste Paar (Fig. 40 *d'*) hat die Gestalt dreieckiger, lanzettlicher Blättchen und ist bis jetzt immer als ein funktionsloser Anhang betrachtet worden. Bei der Calidina parasitica, die wegen ihrer Größe ein besonders günstiges Untersuchungsobjekt ist, kann man sich jedoch leicht überzeugen, dass von den Klebdrüsen sich ein feiner Kanal in dieselben fortsetzt und an ihrer Spitze ausmündet, in derselben Weise, wie dies bei den vier übrigen weiter nach hinten verschobenen Zehen der Fall ist (*d''*, *d'''*). Da man demnach sechs Ausführkanäle und Mündungen beobachtet, sollte man erwarten, eine eben so große Zahl von Klebdrüsen in den hintersten Segmenten zu finden. Ich habe indessen bei dem Bewohner

©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Gammaruskiemenblätter mit Sicherheit nie mehr als vier längliche, an vielen Stellen ringförmig eingeschnürte Schläuche unterscheiden können und glaube daher, dass zwei derselben eine doppelte Zahl ausführender Kanäle besitzen. Bei manchen (ob bei allen?) Rotifer- und Philodinaarten vermag man nur mit sehr starken Objektiven nachzuweisen, dass die Organe des Fußes wie bei Calidina gebaut sind. Ob auch bei Actinurus Neptunius Ehr. die sogenannten »Sporne« Ehrenberg's zum Anheften dienen, erscheint mir zweifelhaft, da sie in eine so feine Spitze auslaufen, dass man kaum eine Öffnung am Ende derselben erwarten kann.

Wir haben im Vorhergehenden eine Reihe von Organisationsverhältnissen kennen gelernt, in denen die Philodinäen von allen übrigen Süßwasserrotatorien abweichen. Wir sind daher wohl berechtigt, die ganze Klasse der Räderthiere in zwei Unterabtheilungen zu zerlegen, für welche ich die Namen Ductifera und Aductifera vorschlage, da mir in dem Besitz resp. dem Fehlen eines Ausleiters der Geschlechtsprodukte eine der wesentlichsten Differenzen beider Gruppen zu liegen scheint. Stellen wir noch einmal kurz die wichtigsten allgemeinen Verschiedenheiten derselben einander gegenüber:

Rotatoria.

I. Aductifera (seu Philodinaea).	II. Ductifera.
1) *Die Geschlechtsorgane* sind in doppelter Zahl vorhanden und bestehen aus zwei allseitig geschlossenen, nicht mit Ausführgängen versehenen Säcken (Ovarien), in deren kontinuirlicher Dottermasse eine Anzahl von Eikernen eingestreut ist. Indem diese sich mit einer bestimmten Portion Protoplasma umgeben, werden sie zu Eiern, die schließlich durch Abschnürung in die Leibeshöhle fallen.	Der Geschlechtsapparat ist einfach, mündet mit einem besonderen Ausleiter in die Kloake und ist in zwei Abschnitte gesondert, von denen der eine nur die Eier (Keimstock), der andere das von diesen durch Diffusion aufgenommene Nährmaterial liefert (Dotterstock).
2) *Der Räderapparat* besitzt noch die primitive, aus zwei hinter einander stehenden Cilienkränzen gebildete Form. Dorsal und etwas hinter demselben verlängert sich der Körper in einen langen, einziehbaren Rüssel, der an seinem	Die primitive Form des Räderapparates ist bei den verschiedenen Species in sehr verschieden starkem Grade abgeändert. Ein einziehbarer dorsaler Rüssel ist nie vorhanden. Die Zahl der Zehen beträgt höchstens zwei. Die Fort-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Vorderende mit einem zweiten Wimperapparat versehen ist. Die Zahl der *Zehen* beträgt mindestens vier. Sie ermöglichen zusammen mit dem Rüssel und den fernrohrartig in einander schiebbaren, hinteren Scheinsegmenten des Körpers die spannerraupenartige Bewegungsweise des Thieres.	bewegung erfolgt ausschließlich durch die Wimpern des Kopfes.
3) *Die Wandung des Mittel- und Enddarmes* besteht aus einem Syncytium von Zellen.	Mittel- und Enddarm werden aus einer einschichtigen Lage polygonaler, mit Membran versehener Zellen gebildet.
4) *Die kontraktile Blase* des Wassergefäßsystemes ist kein besonderer Anhang der Kloake. Die Zitterflammen sind einfache cylindrische Röhren.	Die kontraktile Blase bildet einen besonderen Anhang der Kloake. Die Zitterflammen lassen (in verschieden ausgeprägtem Grade) eine Kanten- und eine Flächenansicht unterscheiden.
5) *Das Nervensystem* besitzt keine »lateralen Taster«.	Zum Nervensysteme gehören (mit Ausnahme von Conochilus) ein oder zwei dorsale und zwei laterale Taster.

Schließlich sei noch erwähnt, dass bei den Philodinäen noch nie Männchen gefunden worden sind, obwohl gerade diese Thierchen zu den gemeinsten Vertretern der Klasse gehören, während bei allen Familien der Ductifera die männlichen Individuen von mindestens einem Genus, vielfach von mehreren, bekannt sind; es ist daher sehr wahrscheinlich, dass sich die Eier der vorangestellten Gruppe ausschließlich parthenogenetisch entwickeln.

Vermuthlich werden sich bei erneuten Untersuchungen, namentlich der marinen Rotatorien, noch manche Übergangsformen zwischen beiden Hauptabtheilungen finden lassen. Das unter dem Namen Calidina vaga von Davis[1] beschriebene Thier unterscheidet sich z. B. von allen übrigen Philodinäen dadurch, dass der dorsale Rüssel nicht einziehbar und der Räderapparat so stark reducirt ist, dass er große Ähnlichkeit mit demjenigen einiger Ductifera (Notommata tardigrada Leyd., Notommata

[1] H. Davis, A new Calidina with the results of experiments on the desiccation of Rotifers. Trans. Roy. micr. Soc. Vol. IX. 1873.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aurita Ehr.) gewinnt[1]. Derselbe wird von einer flachen, gleichmäßig mit kurzen Cilien bedeckten Scheibe gebildet, die mit der Bauchseite in der gleichen Ebene liegt. Da das Thier aber im Übrigen eine echte Philodinäe ist, werden wir demselben kaum eine zwischen beiden Hauptabtheilungen vermittelnde Stellung zuertheilen dürfen. Letzteres ist hingegen der Fall bei den marinen, an Nebalia lebenden Vertretern der Gattung Seison, die sich durch ihre Körpergestalt und die Duplicität der Zeugungsdrüsen an die Philodinäen, jedoch durch den Besitz eines Ausleiters der Geschlechtsorgane an die Ductifera anschließen.

Anhangsweise möchte ich hier die Beschreibung eines eigenthümlichen, wahrscheinlich pflanzlichen (Bakterie?) Organismus einschalten, den ich einige Mal in der Leibeshöhle der Calidina parasitica in ungeheurer Anzahl antraf. Es waren wurstförmige, mehr oder weniger zusammengekrümmte und völlig bewegungslose Gebilde von homogenem, schwach glänzendem Aussehen, die sich durch einfache Theilung fortpflanzten (Fig. 41). Einen Kern konnte ich, auch nach Anwendung von Reagentien, nicht entdecken. Als eine der betreffenden Calidinen, deren Leibeshöhle sie buchstäblich ganz erfüllten, unter dem Deckglase gestorben war, trat auch nach mehrtägigem Aufenthalte in der feuchten Kammer keine Zersetzung derselben ein; sie verhielten sich unverändert, schienen sich aber nicht mehr zu theilen. Einen ähnlichen Organismus erwähnt Leydig[2] in einem besonderen Anhange über die Parasiten der Daphniden. Die Länge der in Rede stehenden Körperchen war ziemlichen Schwankungen unterworfen, ihre Breite betrug 0,0017—0,0025 mm.

VI.

Während ich mit der Untersuchung der im Vorhergehenden beschriebenen Thierformen beschäftigt war, hatte ich Gelegenheit, noch einige andere Beobachtungen zu sammeln, die im Folgenden geschildert werden sollen. Sie betreffen einmal ein bis jetzt noch nicht bekanntes Rotator und sodann mehrere an Gregarinen wahrgenommene Erscheinungen.

[1] Auf p. 91 meiner früheren Arbeit habe ich diese Ähnlichkeit schon hervorgehoben, dabei jedoch irrthümlicherweise einfach von dem Genus Calidina geredet, anstatt auf die Species Calidina vaga Davis zu verweisen. Bei der totalen Verschiedenheit des Räderapparates der eben genannten Art von dem der übrigen Calidinen ist es nothwendig, für dieselbe ein besonderes Genus zu schaffen, und möchte ich für das Thier den Namen Planotrochus (wegen der ebenen Beschaffenheit des Cilienapparates) vagus Davis vorschlagen.

[2] Leydig, Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen 1860.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wenn man das Uhrschälchen, in dem man die Kiemenblätter des Gammarus abgetrennt hat, durchmustert, findet man zuweilen ein blitzschnell durch das Wasser dahinschießendes Räderthier, welches sich offenbar mit Vorliebe an den Beinen und Respirationsorganen jenes Krusters aufhält, wenn es auch eben so wenig als die Calidina parasitica als ein echter Schmarotzer desselben angesehen werden kann. Die Fig. 42 giebt ein annähernd getreues Bild dieses Thieres, für das ich den Namen Furcularia Gammari vorschlage. Dasselbe weicht von den übrigen Vertretern des von Ehrenberg gegründeten Genus Furcularia nur in rein äußerlichen Merkmalen ab. Am meisten ähnelt es der marinen, zwischen Sertularien vorkommenden Furcul. Reinhardti Ehr., unterscheidet sich aber von derselben durch die viel geringere Länge des Schwanzes, welche ungefähr derjenigen der sehr spitz zulaufenden Zehen (*d*) gleich kommt. Da das Thier im ausgestreckten Zustande nur 0,156 mm misst und äußerst beweglich ist, so hält es sehr schwer, zu einer genauen Erkenntnis der einzelnen Organe zu kommen. Der Räderapparat (*tr*) schien mir aus einer großen Anzahl dicht neben einander stehender Cilien zu bestehen; unmittelbar hinter demselben liegt ein schön rothes, nicht mit einer Linse versehenes Auge (*o*) und ein großes Gehirn (*g*), welches durch einen (zwei?) Nervenstrang mit einem dorsalen Taster (*d.t*) verbunden ist. Am Ende des ziemlich langen Schlundes befinden sich eine Anzahl sehr langer Cilien, die durch ihre kräftige Bewegung schon am lebenden Thier sofort in die Augen fallen. Die übrigen Theile des Ernährungsapparates bieten nichts Bemerkenswerthes dar. Die Klebdrüsen (*f.dr*) bilden zwei ungewöhnlich lange Schläuche, die an der äußersten Spitze der Zehen ausmünden. Der ventral gelegene Dotterstock (*d.st*) ist leicht zu erkennen. Der Keimstock, das Wassergefäßsystem und die lateralen Taster, Organe, die sicherlich vorhanden sein werden, haben sich bei der Kleinheit des Objektes bis jetzt meiner Aufmerksamkeit entzogen.

Im Darm und in der Leibeshöhle des Gammarus pulex findet man in der Regel zwei verschiedene Gregarinenspecies, die sehr selten durch das Blut auch in die Kiemenblätter gespült werden. Beide gehören zu den Polycystiden und lassen drei verschiedene Körperabschnitte unterscheiden, von denen der weitaus größte am hinteren Körperpol liegt und den bläschenförmigen Kern enthält. Das demselben vorgelagerte Protomerit bildet am vorderen Körperende eine kleine, besonders abgesetzte Partie (Epimerit), mit welcher sich bei der Syzygie ein Thier an das andere anheftet. Die eine Species ist schmal bandförmig und erreicht eine Länge von 0,255 mm, die andere hat dagegen eine länglich-ovale Gestalt und wird bis 0,425 mm groß. Aus Mangel

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

an der geeigneten Litteratur habe ich mich nicht sicher über die systematische Stellung dieser Thiere unterrichten können, vermuthe jedoch, die Greg. longissima Sieb. und Greg. Gammari Dies. beobachtet zu haben, da Bütschli in der neuen Ausgabe von Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs (Abtheilung Protozoa) angiebt, dass bis jetzt nur diese beiden Gregarinen in dem Flohkrebs gefunden worden sind. Diese Thierchen sind desshalb interessant, weil man sich an ihnen leicht davon überzeugen kann, dass die sogenannte Konjugation oder Syzygienbildung der Gregarinen nichts mit der Konjugation der Ciliaten gemein hat, sondern einen von dieser ganz verschiedenen, eigenartigen Vorgang darstellt. Es ist zu diesem Behufe zweckmäßig, die zu untersuchenden Parasiten in eine physiologische Kochsalzlösung zu bringen, da sie sich in derselben längere Zeit als im gewöhnlichen Wasser am Leben erhalten, oder die in den Kiemenblättern befindlichen Gregarinen zu beobachten. Es zeigt sich dann, dass die Kerne der hinter und mit einander verbundenen Thiere niemals irgend welche Veränderungen durchmachen, und dass ferner das Protoplasma der hinteren Gregarine stets deutlich von dem der vorderen durch die Körpercuticula getrennt bleibt, und es daher nicht zu einer Berührung, geschweige einem Austausch der beiden Plasmamassen kommt. In diesen Punkten unterscheidet sich die Apposition der Gregarinen, wie Aimé Schneider[1] den Vorgang treffend genannt hat, scharf von allen bis jetzt bekannt gewordenen Verjüngungserscheinungen der ciliaten Infusorien. Auch die kettenartige Anordnung von mehr als zwei Individuen hinter einander spricht nach meiner Ansicht für die gänzliche Verschiedenheit beider Processe. Bei dem bandförmigen Parasiten des Gammarus (Greg. longissima Sieb.?) findet man zuweilen drei, ja selbst vier Thiere zu einem langen Faden vereinigt, in dem immer das Protomerit einer Gregarine einer kleinen Grube am Hinterende des vorhergehenden Paarlings eingeklemmt ist. Einmal traf ich vier Individuen in dieser Weise mit einander verbunden und außerdem ein fünftes an der Vereinigungsstelle des zweiten und dritten befestigt; auch sonst fand ich ab und zu zwei Thiere gleichzeitig einem anderen angefügt. In allen diesen Fällen kann man gelegentlich die Trennung der Individuen eintreten sehen, ohne dass sich vorher irgend welche Veränderungen am Kern und am Plasma vollzogen haben. — Der Grund, der die polycystiden Gregarinen veranlasst, sich so häufig hinter einander zu reihen, scheint mir in dem Vortheil zu liegen, den das hintere Individuum hierdurch bei der Fortbewegung genießt. Da die Gregarinen

[1] A. Schneider, Grégarines des Invertébres. Arch. de Zool. exper. 1875.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sich beständig durch Nahrungstheilchen, Zellen und Gewebe drängen, die in Folge ihrer Plasticität das Bestreben haben, die durch den Durchtritt eines Thieres entstandene Lücke wieder zu schließen, so wird der hintere Paarling, wenn er mit dem vorderen verbunden ist, der Mühe überhoben, sich durch eigene Kraft in jene Massen einzubohren; er benutzt einfach die von seinem Vorderthier gemachte Öffnung. Der Apposition der Gregarinen liegt daher, wie ich glaube, dasselbe Princip zu Grunde, das viele Zugvögel bei ihren Wanderungen verwerthen, wenn sie sich in einer Reihe hinter einander ordnen, um auf diese Weise den Widerstand der Luft und der Winde leichter überwinden zu können. Der Umstand, dass die Monocystiden sich mit den korrespondirenden (vorderen) Körperpolen an einander heften, spricht nicht gegen obigen Erklärungsversuch, da die Gregarinen sich eben so gut rückwärts wie vorwärts bewegen.

Viele Gregarinen, darunter auch die im Gammarus lebenden, besitzen bekanntlich eine sehr auffällige und räthselhafte Art der Fortbewegung, welche in einem langsamen Gleiten besteht, das sich ohne sichtbare Veränderung der Körperumrisse vollzieht und vielfach von kurzen Ruhepausen unterbrochen wird. Zur Erklärung derselben muss man, wie ich glaube, annehmen, dass an gewissen Körperregionen Theilchen des umgebenden flüssigen Mediums in die Gregarine eintreten und an anderen durch Diffusion wieder abgegeben werden, und dass an den letzteren durch den Druck des austretenden Stromes das Thier weiter geschoben wird. Da sehr kleine Partikelchen irgend welcher Art, welche sich unmittelbar neben einer dahingleitenden Gregarine befinden, ruhig liegen bleiben, werden wahrscheinlich die exosmotischen Ströme nicht an den Seiten, sondern auf der der Unterlage zugekehrten Fläche den Körper verlassen. — Eine eigenthümliche Beobachtung, die ich einmal gemacht habe, scheint mir zu beweisen, dass in der That die genannte Art der Fortbewegung auf Diffusionsvorgänge zurückzuführen ist. Ein in physiologischer Kochsalzlösung befindliches Individuum, das lebhaft und offenbar willkürlich seinen Platz wechselte, wurde unter dem Deckglase mit einer dünnen Osmium-Chromsäurelösung zusammengebracht. Obwohl nun das Thier durch letztere sicherlich getödtet wurde — wie auch aus der auftretenden Bräunung der Plasmakörnchen hervorging —, fuhr dasselbe dennoch ungefähr fünf Minuten fort in derselben Weise langsam durch das Wasser zu gleiten. Dass diese Fortbewegung nur durch osmotische Processe hervorgerufen sein kann, ist wohl kaum zu bezweifeln, und es liegt daher nahe, dieselben oder wenigstens ähnliche Vorgänge zur Erklärung der diatomeenartigen Ortsveränderung der lebenden Thiere anzunehmen.

©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nachtrag.

Nach Vollendung des Manuskripts der vorstehenden Arbeit fiel mir eine eben erst erschienene Abhandlung von Gruber (Beiträge zur Kenntnis der Physiologie und Biologie der Protozoen, in: Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br. 1886) in die Hände, welche in erfreulicher Weise für die Richtigkeit einiger Ansichten spricht, die im vierten Kapitel mitgetheilt wurden. Es hat nämlich Gruber durch zahlreiche Versuche nachgewiesen, dass die Theilprodukte eines Infusors sich beinahe gleichzeitig aufs Neue zur Fortpflanzung anschicken, — ein Satz, den ich nur vermuthungsweise auf Grund der an Spirochona gemmipara gemachten Beobachtungen aufzustellen vermochte. Ich glaube, dass damit auch der Schlüssel zur Erklärung der Konjugationsepidemien gewonnen ist, wie ich dies am Schlusse jenes Abschnittes näher ausgeführt habe. — Außerdem hat Gruber bei Stentoren einen Fortpflanzungsmodus studirt, bei dem die Theilungen fast immer nach zwei Tagen eintraten und der eine fortwährende Verkleinerung der Individuen zur Folge hatte. Die durch eine Theilung entstandenen Thiere wuchsen, ehe sie sich selbst theilten, fast gar nicht, und daher betrug die Größe der Tochterindividuen ungefähr die Hälfte, die der Enkel annähernd ein Viertel des Körpermaßes der Mutter. Gruber vermuthet mit Recht, »am Ende dieser beschleunigten Theilungen würde dann eine Periode der Konjugation eintreten, die ja bekanntlich immer bei sehr kleinen Individuen beobachtet wurde« (p. 21). Ganz analoge Erscheinungen, wie bei Stentor, treten, wie auf p. 217 der vorstehenden Abhandlung gezeigt wurde, bei Spirochona auf, und der hieraus abgeleitete Schluss, dass zeitweise bei den Infusorien das die Theilung veranlassende Cyto-idioplasma sehr das Übergewicht über das die Assimilation beherrschende Nucleo-idioplasma gewinnen kann, erscheint mir um so mehr berechtigt, als nach Gruber »das Fehlen oder Vorhandensein von Nährmaterial für die Stentoren ohne Einfluss auf das Tempo der Theilung« war. Auch die Stentoren, denen reichliche Nahrung zu Gebote stand, wuchsen vor Beginn der neuen Theilung nicht wieder zur Normalgröße heran; der dieselben zur Nahrungsaufnahme und damit zum Wachsthum zwingende Faktor, das Nucleo-idioplasma, muss daher in denselben an der Ausübung seines Einflusses gehindert worden sein. — In der oben citirten Abhandlung bestätigt Gruber die Maupas'sche Angabe hinsichtlich der Nebenkerne der Stentoren. Dieselben sollen regelmäßig vertheilt zu einem oder mehreren in der Nähe von jedem Kerngliede liegen. Ich glaube nicht, dass diese Körnchen den Nebenkernen der anderen Ciliaten entsprechen, weil sie in ihrem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Vorkommen äußerst variabel sind. Bei einer großen Zahl von Stentoren habe ich sie völlig vermisst und nur an einigen wenigen Exemplaren gefunden. Sie scheinen mir irgend welche Assimilationsprodukte zu sein, die wie die Tinktinkörper des Dendrocometes die Fähigkeit der Farbstoffaufspeicherung besitzen.

München, im November 1885.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI und VII.

Sämmtliche Figuren sind in 540facher Vergrößerung gezeichnet. Nur die mit * bezeichneten sind noch stärker vergrößert.

Dendrocometes paradoxus St.

Fig. 1. Thier mit ungewöhnlich großen Tinktinkörpern (*t*).

Fig. 2*. Ein Arm in der Entstehung begriffen.

Fig. 3*. Derselbe etwas weiter ausgebildet.

Fig. 4*. Drei Endzinken eines Armes. *te*, einstülpbares Tentakelchen.

Fig. 5*. Gut entwickelter Arm. Bei *x* sind die Tentakelchen *te* eingezogen.

Fig. 6 und 7*. Kerne mit zahlreichen Nucleoli.

Fig. 8. Frühes Stadium der Embryonenbildung. *c.v*, kontraktile Vacuole des Mutterthieres; *c'.v'*, die der entstehenden Knospe; *e.h*, Einstülpungshöhle; *t*, Tinktinkörper; *n*, Kern, der sich ungewöhnlich früh getheilt hat; *p*, Leitband im Arme.

Fig. 9. Nächstes Stadium der Embryonenbildung. Die Einstülpungshöhle hat sich alleitig geschlossen. *b*, Basalmembran. Die übrige Bezeichnung wie bei Fig. 8.

Fig. 10. In der Embryonalhöhle ist der erste Cilienkranz angelegt. Bezeichnung wie in Fig. 8.

Fig. 11. Die vier Wimperkreise des Embryo sind vollendet. *o*, die (sekundäre) Öffnung der Embryonalhöhle zum Austritt des Embryo.

Fig. 12. Die Basalfläche der Embryonalhöhle hat sich emporgewölbt. Unter derselben haben sich die braunen Pigmentmassen *pi* angehäuft.

Fig. 13. Frei umherschwimmender Embryo.

Fig. 14. Zwei Thiere in Konjugation.

Fig. 15. Eben so, Anfangsstadium. *h*, Hautschicht, welche später verloren geht.

Fig. 16 und 17. Weiteres Stadium der Konjugation. Der alte Kern hat sich schon zum großen Theil aufgelöst, der neue Kern ist in Bildung begriffen.

Fig. 18. Anfangsphase der Konjugation; nur Thier *I* hat die Verbindungsbrücke geliefert.

Spirochona gemmipara St.

Fig. 19*. Kernstadien aus der Knospung.

Fig. 20*. Nebenkerne.

Fig. 21—26. Die Konjugation. *tr*, erste Anlage des Spiraltrichters; *oe*, Ösopha-

gus, rückgebildet; *n*, Hauptkern; *nk*, Nebenkern; *x*, Grübchen, welches durch die Ablösung vom Kiemenblatt entsteht; *y*, in Fig. 26 ein Gebilde unbekannter Art.

Fig. 27. Kernumwandlungen während des Übertrittes des vorderen Nucleus in den Hauptpaarling.

Fig. 28. Die Kerne in Verschmelzung. *x*, eine Vacuole.

Fig. 29. Außergewöhnliches Konjugationsstadium.

Fig. 30. Pathologisches Konjugationsstadium, der todte Vorderpaarling wird abgeworfen.

Lagenophrys ampulla St.

Fig. 31. Auflösung des alten und Bildung eines neuen Kernes nach einer Theilung. *nk*, Nebenkern; *c.v*, kontraktile Vacuole; *m*, verdickte Leiste unterhalb der Schalenöffnung; *m'*, eine solche oberhalb.

Fig. 32. Bildung einer Knospe nach Zerfall des Kernes in zahlreiche Kugeln (*n*). *p*, Peristom; *v*, Vestibulum; *c*, Borste in demselben; *oe*, Ösophagus.

Fig. 33. Regeneration des Kernes (*k*) nach Bildung von zwei Knospen *x* und *y*, *nk*, Nebenkern.

Fig. 34. Schwärmstadium. *r*, Flimmerring der Unterseite; *k*, der veränderte Kern; *a*, ein Theil des Cytoplasmas, welches bei der Loslösung von der Schalenöffnung an dieser sitzen blieb und zerfiel.

Fig. 35. Etwas früheres Stadium. Die Plasmamasse (*a*) lebt noch, weist aber schon viele Vacuolen (*v*) auf.

Fig. 36. Längstheilung.

Fig. 37. Kernzerfall vor Bildung einer Knospe.

Fig. 38 *a*, *b*. Knospen mit einer oder mehreren Kernkugeln (*n*).

Fig. 39. Kauapparat von Calidina parasitica Gigl.

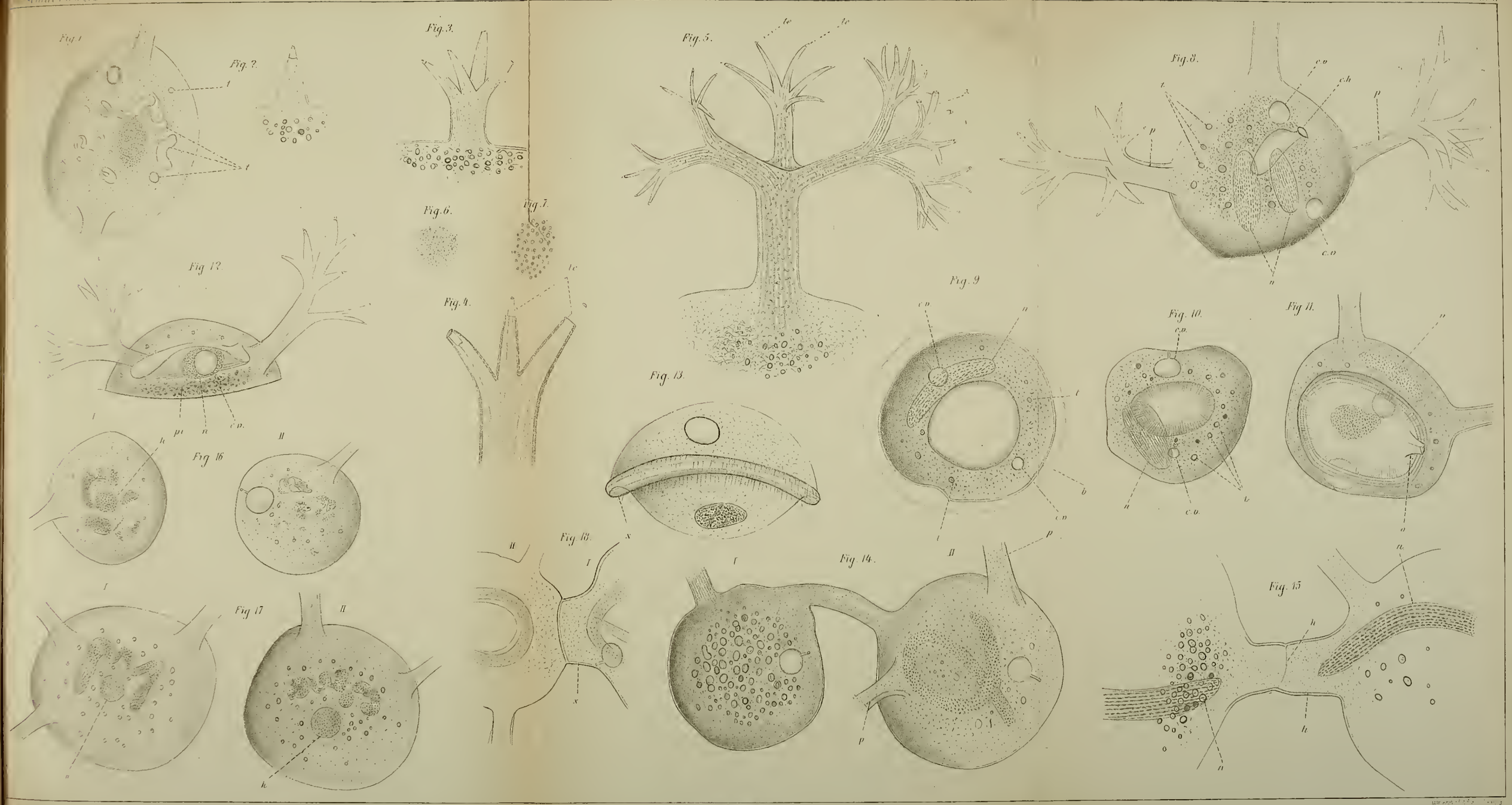
Fig. 40. Hintere Körperhälfte von Calidina parasitica Gigl. *oe*, Ösophagus; *m.d*, Mitteldarm (Magen); *m*, Cuticula desselben; *e.d*, Enddarm; *kl*, Kloake; *w*, Wassergefäß, nur auf einer Seite gezeichnet; *ov*, Ovar; *o*, ein angelegtes Ei; *f.dr*, Fußdrüsen; *d'*, *d''*, *d'''*, Zehen.

Fig. 41*. Eigenthümliche Organismen aus der Leibeshöhle dieses Rotators.

Fig. 42. Furcularia Gammari n. sp. *tr*, Räderapparat; *o*, Augenfleck; *d.t*, dorsaler Taster; *g*, Gehirn; *k*, Kauapparat; *oe*, Ösophagus; *dr*, Magendrüsen; *st*, Magen; *f.dr*, Fußdrüsen; *d.st*, Dotterstock; *d*, Zehen.

Fig. 43. Spirochona in der Bildung der letzten Knospe (*k*) begriffen. Das Mutterthier (*Sp*) ist zu einem einfachen Plasmaklumpen reducirt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1885-1886

Band/Volume: 43

Autor(en)/Author(s): Plate Ludwig Hermann

Artikel/Article: Untersuchnngen einiger an den Eiemenblättern des Gammarus pulex lebenden Ektoparasiten. 175-241