

(Aus dem Biologisch-Geographischen Forschungsinstitute zu Irkutsk.)

Beobachtungen über *Spirochona elegans* n. sp.

Von

B. Swarczewsky.

(Hierzu 1 Textfigur und Tafel 7 u. 8.)

Material und Untersuchungsmethoden.

Auf den Kiemenblättern der verschiedenen Gammariden, die in dem Flusse Angara an der Stadt Irkutsk in großer Menge vorkommen, finden wir eine kolossale Bevölkerung, aus verschiedenen Infusorien bestehend, die zu verschiedenen Arten der Ciliaten und Suktorien gehören.

In erster Reihe unter diesen „Symbionten“ muß eine Form Platz nehmen, die für uns neu ist und die ich als *Spirochona elegans* bezeichnen möchte.

Spirochona elegans ist eine stark verbreitete Form, die alle anderen Infusorien, welche auf den allgemeinen Ufergammariden, wie *Palassea cancellus*, *P. cancelloides* und *Echinogammarus verrucosus*, ihren Wohnsitz finden, in der Zahl übertrifft. Sie drängt andere Mitbewohner manchmal völlig hinaus und bedeckt die Ränder der Kiemenblätter wie eine dicke Franse.

Besonders beliebte Orte für dieses Infusor sind die Kiemenblätter des *Echinogammarus verrucosus*.

Die Kiemenblätter eines Wirtstieres sind in verschiedenen Körperregionen sehr ungleich bevölkert. Hauptsächlich, wenn nicht ausschließlich, sitzen unsere Infusorien auf den Blättern der ersten zwei oder drei Fußpaare und es kommt vor, daß, wenn diese ersteren

Kiemenblätter hunderte der Infusorien tragen, ihre Zahl von vorn nach hinten mehr und mehr abnimmt, so daß auf den Blättern der zwei letzteren Fußpaare wir kaum einzelne Exemplare der *Spirochona* finden. Es ist zu bemerken, daß jüngere (resp. kleinere) Wirtstiere weniger bevölkert sind, als die älteren (resp. größeren). Endlich muß ich hinzufügen, daß die Weibchen der obengenannten Gammariden, die ihre Eier abgelegt haben, was Mitte Oktober seinen Anfang hat, keine *Spirochona* tragen.

Auf dem Kiemenblatte selbst sitzen die Spirochonen auf dem äußeren — distalen — Rande desselben in seiner unmittelbaren Nähe. Sehr selten finden wir sie auf dem ventralen oder dorsalen Rande des Blattes und nie auf dessen Oberfläche.

Wenn wir alle obenerwähnten Beobachtungen zusammenfassen, so kommen wir zu dem Schlusse, daß unsere *Spirochona* eine sehr zarte Form ist, die sehr stark auf die Wassererneuerung angewiesen ist. Sie nimmt Platz: 1. auf solchen Stellen des Kiemenblattes, wo wir den stärksten Wasserumtausch annehmen müssen, 2. auf solchen Kiemenblättern, die in kräftigere Bewegung gebracht werden und 3. auf Wirtsindividuen, die zu starken und schnellen Bewegungen fähig sind.

Die Beobachtungen, die ich im Frühling der Jahre 1920 und 1921 gemacht habe, zeigten auch eine bedeutende Empfindlichkeit unserer *Spirochona*. Das *Spirochona*-Material begann ich im Herbst des Jahres 1919 zu sammeln und fand dann eine sehr große Menge dieser Infusorien an den Ufergammariden. Meine Versuche, neues Material im Frühling 1920 gleich nach dem Aufgehen des Flusses zu bekommen, mißlingen völlig. Obgleich die Kiemenblätter von verschiedenen anderen Infusorien stark bevölkert waren, fand ich *Spirochona* nicht. Die gleiche Erscheinung wiederholte sich auch im Frühling 1921. In den Jahren aber 1922 bis 1925 waren die Spirochonen auch im früheren Frühling ebenso zahlreiche wie in den anderen Jahreszeiten.

In denselben Zeitperioden war das Angarawasser merkbar verunreinigt, da in der Winterzeit dieser Jahre Mist und allerlei Schmutz auf das Ufereis aus der Stadt hinausgeführt wurde, was das Flußwasser während des Aufgehens natürlich stark verunreinigen mußte. Das Verschwinden der *Spirochona* in obenerwähnter Zeit ist selbstverständlich mit der Verunreinigung des Wassers in Zusammenhang zu bringen.

Das Studium unseres zarten und empfindlichen Infusoriums ist sehr erschwert durch die spezifischen physikalisch-geographischen

Bedingungen des Angaraflusses, der sich durch eine starke Stromschnelligkeit (2,134 m pro Sekunde neben Stadt Irkutsk) und eine niedrige Wassertemperatur (Maximum $+13^{\circ}$)¹⁾ auszeichnet. Wegen dieser natürlichen Lebensverhältnisse der Spirochonen ist ihre Züchtung im Laboratorium während einer mehr oder weniger längeren Zeit fast unmöglich.

Schon eine geringe Steigerung der Temperatur des Wassers, in welchem das Material aus dem Flusse ins Laboratorium gebracht wurde, führt zu einer Degeneration der Spirochonen während eines Zeitraumes von 1 oder $1\frac{1}{2}$ Stunden. Besonders deutlich ist sie zu bemerken während der kälteren Jahreszeit, wenn die Temperatur des Angarawassers auf $+5^{\circ}$, $+3^{\circ}$ und niedriger bis 0° sinkt, d. h. in dem Zeitabschnitte, in welchem, wie es im folgenden zu sehen sein wird, die interessantesten Prozesse des *Spirochona*-Lebens sich abspielen.

Selbstverständlich ist das Studium der *Spirochona elegans* in hängendem Tropfen gänzlich fruchtlos, da die Tierchen sehr schnell absterben. Versuche, die Spirochonen auf dem abgeschnittenen Kiemenblätterstückchen in kleinen Aquarien zu kultivieren, gaben mir wenig günstige Resultate, worauf an entsprechender Stelle dieser Arbeit hingewiesen wird, aus denselben Ursachen wie die Versuche im hängenden Tropfen.

Endlich wurden von mir auch Versuche unternommen, die Wirtsgammariden in einem kalten Zimmer in Aquarien mit fließendem Leitungs-Angarawasser, das niedrige Temperatur hatte ($+5^{\circ}$, $+6^{\circ}$), zu züchten. Diese Versuche gaben auch keine Möglichkeit, unsere Infusorien in Laboratoriumsverhältnissen zu beobachten, da die Wirtstiere schon in 2—3 Tagen absterben; was aber die Spirochonen selbst anbetrifft, so fangen sie sehr bald zu degenerieren an und während eines Zeitraumes von 5—6 Stunden starben sie ab.

Da alle obenerwähnten Versuche nur zu sehr geringen Resultaten führten, wurde ich genötigt, für meine Beobachtungen nur ganz frisches, unmittelbar aus dem Flusse gebrachtes Material zu benutzen und da dieses Material kein zufälliges sein sollte, mußte ich es streng systematisch zu erhalten sorgen. Besonders streng wurde das von mir im Herbst 1924 und im Frühling 1925 durchgeführt, zu welchen Zeiten das Material entweder jeden Tag oder in gewissen Zwischenpausen gesammelt und fixiert wurde.

Jede Menge frisch gefangener Gammariden durchmusterte ich sofort mit Hilfe eines Binokulars und fixierte diejenigen Wirtstiere,

¹⁾ 21. August 1924.

die für mich interessante Infusorien trugen, sofort. Nur nach der Beendigung dieser Operation wurden die Kiemenblätter herauspräpariert. Ich mußte zu dieser Arbeitsmethode greifen, weil sie mit minimalem Zeitverbrauch verbunden ist. Das vorhergehende Auspräparieren der Kiemenblätter, das ich anfangs versuchte, ging sehr langsam und führte zur Fixierung degenerierter Exemplare der Spirochonen.

Das Material wurde in verschiedener Weise fixiert mit Flüssigkeiten von BOUIN, SCHAUDINN, v. RATH, mit Sublimat-Essigsäure in verschiedenen Proportionen, mit Sublimat-Pikrinsäure-Essigsäure, mit 3proz. Trichloressigsäure in 50° Alkohol usw.

Die besten Resultate erhielt ich mit BOUIN-Flüssigkeit und einer Kombination von

konz. Sublimatlösung	3 Teile
konz. Pikrinsäurelösung	5 Teile
1proz. Essigsäure	1 Teil.

Für die Färbung der Objekte wurden verschiedene Farben, wie Boraxkarmin, EHRLICH's Alaunkarmin, Safranin nach BABES, Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN, DELAFIELD'sche Hämatoxylin, EHRLICH's Triacid u. a. angewandt, da ich die Struktur des *Spirochona*-Kernes wie auch die Micronuclei mir klar zu machen suchte.

Die besten Resultate wurden mit Karminen (besonders mit Alaunkarmin), Safranin und Triacid (nach einer Fixierung mit Trichloressigsäure) erhalten. In den zwei ersten Fällen wurde mit großem Erfolge eine Plasmanachfärbung mit Bleu de Lyon angewandt, welche ich während der Entwässerung in Substanz dem 96° Alkohol zusetzte und darauf mit absolutem Alkohol etwas auszog.

Meine Beobachtungen über *Spirochona elegans* wurden (wie schon oben erwähnt) im Herbst 1919 angefangen und mit einigen Unterbrechungen während mehr als 5 Jahren durchgeführt. Während dieser Zeitperiode war von mir ein großes Material, das mindestens aus mehr als 50 000 Individuen in verschiedenen Entwicklungs- und Vermehrungsstadien bestand, gesammelt und studiert.

Artmerkmale und Bau der *Spirochona elegans* n. sp.

Spirochona, die ich auf den Angaragamariden gefunden habe, unterscheidet sich von der wohlbekannten *Spirochona gemmipara*, eines in Europa weit verbreiteten auf *Gammarus pulex* lebenden Infusors, durch eine Reihe von Merkmalen.

Sie ist bedeutend größer. Die Körperlänge bei vollkommen entwickelten und ausgedehnten Tieren erreicht im Durchschnitte

160—170 μ bei einer maximalen Dicke von 20—30 μ . Die Peristomalmembran macht bei ganz entwickelten Individuen 3—4 Windungen (Taf. 7 Fig. 1) und der freie Rand ihres linken¹⁾ Teils bei der Mehrzahl der Individuen ist auch spiralig umgeschlagen (Taf. 7 Fig. 2).

Die Länge des Peristoms entspricht $\frac{1}{6}$ oder $\frac{1}{7}$ der allgemeinen Tierlänge.

Bei *S. gemmipara* ist die Körperlänge bedeutend kleiner. Nach S. KENT erreicht sie am größten 120 μ bei einer Dicke, die nicht minder als $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ der Körperlänge erreicht. Die Länge des Peristoms entspricht ungefähr $\frac{1}{3}$ der ganzen Körperlänge.

Das alles zusammen bedingt einen mehr schlanken und eleganten Habitus unserer *Spirochona* im Vergleiche zu *S. gemmipara* und deswegen gebe ich ihr den Artnamen *elegans*.

Der Kern der *S. elegans* hat im optischen Durchschnitt eine ovale Form. Bei den Tieren, die in einem vegetativen Zustande sich finden, besteht der Kern aus zwei scharf voneinander abgegrenzten Teilen — einem oberen, den stark mit den Chromatinfärbungen sich tingierenden und hauptsächlich aus Chromatin bestehenden und einem unteren, sich schwach färbenden — achromatischen. Die beiden Kernteile sind ungefähr gleich groß. Der obere Teil, der bald eine dichtere, bald eine mehr oder weniger spongiöse Oberfläche hat, scheint aus einem groben und dichten Chromatinnetze zu bestehen, der untere zeigt eine Wabenstruktur mit mehreren in der Mehrzahl der Fälle schwach tingierbaren Körnern (Nucleine?), die in den Waben liegen (Taf. 7 Fig. 1).

In solchem Zustande unterscheidet sich der Kern unserer *Spirochona* nicht von einem Kerne der *S. gemmipara*, wie seine Struktur z. B. von R. HERTWIG²⁾ geschildert wurde.

Das Protoplasma ist grobwabig und stark vakuolisiert. Die Körperoberfläche ist mit einer stark entwickelten Pelliculaschicht bedeckt. Nach dem Absterben erhalten die Tiere ihre Form während einer längeren Zeit — während zwei oder drei Tage (bei Zimmertemperatur). Nachher fällt die Peristommembran ab und das Protoplasma wird zerstört und fließt heraus. Es bleibt nun die pelliculare

¹⁾ Nach der Nomenklatur von R. HERTWIG.

²⁾ HERTWIG, R.: Über den Bau und Entwicklung von *Spirochona gemmipara*. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 11 1877.

Schicht eine längere Zeit (bis 5—7 Tage) ohne Veränderungen in Form eines ganz durchsichtigen leeren Röhrchens erhalten, das gewissermaßen die Körperform des Infusoriums darstellt. Schließlich schrumpfen diese Röhrchen zusammen und verschwinden.

In vielen *Spirochona*-Individuen, aber durchaus nicht in allen, sind kleinere rundliche Körper zu beobachten, die gewöhnlich unweit von dem Kerne liegen und in der Mehrzahl der Fälle sich schwach mit Chromatinfarben tingieren (Taf. 7 Fig. 1). Die Zahl dieser Körper kann in verschiedenen Individuen verschieden sein.

Bald gibt es keine solche Körper, bald sind sie in der Zahl von zwei oder drei, oder sogar mehr — bis sieben oder zehn — zu sehen. Diese Körperchen könnte man für die Micronuclei halten, entsprechend denen, die wir bei *S. gemmipara* kennen gelernt haben und deren Teilungen vor der Knospung des Infusors ehemals beschrieben wurden¹⁾.

In unserem Falle müssen wir für diese Körper eine Bedeutung von Micronuclei verneinen aus Gründen, die in der nachfolgenden Erörterung gebracht werden, und sie als Degenerationskörper annehmen.

Kernteilung.

Die Vermehrung der *S. elegans* geht in derselben Weise vor, wie wir sie aus der Untersuchung von R. HERTWIG²⁾ kennen gelernt haben, weshalb ich hier die Knospenformierung und ihre Entwicklung nicht beschreiben werde.

Die Kernteilung, die während der Knospenentwicklung stattfindet, hat denselben Charakter, wie auch bei *S. gemmipara*. Aber das Material von R. HERTWIG²⁾ und BALBIANI³⁾ war augenscheinlich nicht genügend erschöpfend, um diesen Prozeß in allen Besonderheiten und Details aufzuklären.

Mir ist es gelungen, die Teilung des Spirochonakerns an einem sehr großen Material zu verfolgen und als Resultat dieser Beobachtungen ist es ganz klar geworden, daß diese Teilung viel komplizierter erscheint, als wir es uns bisher nach den Angaben der oben erwähnten Forscher vorstellen könnten.

¹⁾ HERTWIG, R. l. c.

²⁾ HERTWIG, R. l. c.

³⁾ BALBIANI, E. G.: Sur la structure et la division de noyau chez le *Spirochona gemmipara*. Annales de Micrographie 1895.

Die Vorbereitung zu einer Teilung sieht man in dem Kerne eine lange Zeit vor dem Erscheinen solcher sichtbaren Kennzeichen, wie die Ausdehnung des Kernes in der Länge und anders. Nämlich auf der Oberfläche der oberen Hälfte des Kernes, an seinem Pole oder unweit von diesem Punkte, erscheint ein mehr oder weniger heller Fleck, der ein Aussehen hat, als ob hier die innere achromatische Masse durch eine dünne oberflächliche Chromatinschicht zu sehen ist (Taf. 7 Fig. 3).

Das folgende Stadium besteht darin, daß in diesem hellen Fleck das Chromatin sich zu kondensieren beginnt (Taf. 7 Fig. 4). Die Kondensation schreitet allmählich fort und um diese chromatische Anhäufung herum wird ein achromatischer Ring sichtbar, womit sie von der übrigen oberflächlichen Chromatinmasse abgesondert wird (Taf. 7 Fig. 5, 6).

In der gleichen Zeit wird diese letztere mehr und mehr aufgelockert, so daß zwischen einzelnen Chromatinpartikeln der Chromatinmasse das achromatische Stroma deutlich zu sehen ist (Taf. 7 Fig. 5, 6).

Ein so entstandenes chromatisches Inselchen wird bei der nachfolgenden Kondensation etwas kleiner und verwandelt sich in ein rundes Körperchen (Taf. 7 Fig. 6), das die Oberfläche des Kernes verläßt und in die Tiefe der achromatischen zentralen Kernmasse sinkt, was durch die aufgelockerte chromatische Kernoberfläche zu beobachten ist (Taf. 7 Fig. 7). Endlich sinkt dieses Körperchen tiefer und tiefer und nimmt eine mehr oder weniger zentrale Lage in der achromatischen Hälfte des Kernes ein, die zu dieser Zeit meistens eine homogene Struktur aufweist (Fig. 8).

Nicht selten wird bei dem oben geschilderten Prozesse nicht die ganze chromatische Oberfläche der oberen Kernhälfte gelockert, sondern es bleibt ein basaler Teil derselben als eine dichte Masse und in diesen Fällen wird der Kern als aus drei Teilen bestehend aussehen: einem unteren-achromatischen, einem mittleren-dichten chromatischen und einem oberen-lockeren chromatischen (Taf. 7 Fig. 9).

Solche Bilder aber sind offenbar schnell vergänglich und der Unterschied zwischen polaren und äquatorialen Chromatinteilen verschwindet bald mit der Lockerung dieser letzteren.

Gleichzeitig mit den oben beschriebenen Prozessen, die zu der Entstehung des inneren Chromatinkörper führen, geschieht auch eine Veränderung in dem Körperumrisse der *Spirochona*.

In dem oberen Teile ihres Körpers, unter dem Peristomtrichter,

beginnt eine einseitige Wucherung des Protoplasmas, die im weiteren Verlaufe des Knospungsprozesses zur Bildung einer Protoplasma-hervorragung führt, die endlich in eine Knospe sich umwandelt (Taf. 7 Fig. 10).

Die Anwesenheit eines zentralen Körpers in dem achromatischen Teile des Kernes bei *S. gemmipara* wurde schon von STEIN¹⁾ beobachtet. Die nachgehenden Forscher R. HERTWIG²⁾, BALBIANI³⁾ und PLATE⁴⁾ haben auch die Anwesenheit dieses Körpers konstatiert, scheinen aber ihm wenig Aufmerksamkeit zugewandt zu haben.

Noch ehe mir die Entstehung des zentralen Körperchens klar geworden ist, versuchte ich durch verschiedene Fixationsmethoden und Färbungen seine Natur festzustellen und fand, daß die Karmine und Halmatoxyline es in einer für Chromatinstoffe charakteristischen Farbe färben; durch EHRLICH's Triacid bekommt es auch einen charakteristischen grünen Ton.

Weitere Vorbereitungsprozesse zu der Kernteilung bestehen darin, daß die oberflächliche Chromatinschicht auf den achromatischen Teil des Kernes hinaufrückt (Taf. 7 Fig. 10), endlich diesen von allen Seiten vollständig bedeckt und in Form eines oberflächlichen unregelmäßigen Netzes auf der Oberfläche des Kernes verteilt (Taf. 7 Fig. 11).

In diesem Stadium finden wir nicht selten die Individuen mit einem etwas verlängerten eiförmigen Kerne, wie es auf der Fig. 11 dargestellt ist. Solch eine Kernform ist gar nicht immer zu beobachten und wie es aus folgender Darlegung des Kernteilungsprozesses zu sehen ist, hat sie kaum irgendeinen Bezug zu dem Teilungsprozeß selbst.

Am wahrscheinlichsten ist sie bedingt durch die Plasmaströme, die hier stattfinden sollen, da in dieser Zeit die Plasmaausstülpung, die als zukünftige Knospe zu betrachten ist, sich bedeutend vergrößert (Taf. 7 Fig. 11).

Auf Fig. 12 Taf. 7 ist ein Kern im ungefähr gleichen Stadium im optischen Schnitte dargestellt. Hier sehen wir ganz klar die oberflächliche spongiöse Chromatinschicht, die in verschiedenen Teilen der Kernoberfläche verschieden dick ist, die innere achromatische

¹⁾ STEIN, F.: Der Organismus der Infusionstiere 1867.

²⁾ HERTWIG, R. l. c.

³⁾ BALBIANI, E. G. l. c.

⁴⁾ PLATE, L.: Untersuchungen einiger an Kiemenblättern des *Gammarus pulex* lebenden Ectoparasiten. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 43 1886.

Kernmasse und zentrale Chromatinkörperchen. Die beiden Fig. 11 u. 12 Taf. 7 ergänzen sich gewissermaßen und erläutern die Kernstruktur in diesem Übergangsstadium, was uns die Möglichkeit gibt, die weitergehenden Prozesse uns begreiflich zu machen, die ohnedies schwer zu verstehen wären.

Hier ist auch zu erwähnen, daß während der beschriebenen Prozesse der Kern der *Spirochona* seine Lage verändert. Im Ruhezustande entspricht seine Längsachse der Längsachse des Tieres, später aber, während der Vorbereitung zur Teilung und wenn der Protoplasmabuckel — die zukünftige Knospe — sichtbar wird, nimmt die Längsachse des Kernes gewöhnlich eine andere Lage, indem sie sich zur Körperachse um 30–40 Grade neigt und mit ihrem oberen Pole zu der Knospe sich wendet.

Im weiteren Verlaufe des Prozesses wird die oberflächliche Chromatinschicht in Schollen verteilt, weshalb die Kernoberfläche wellenförmig wird (Taf. 7 Fig. 13). Im optischen Durchschnitt sehen wir in solchem Stadium den Kern, wie er auf Fig. 14 Taf. 7 dargestellt ist. Hier ist zu sehen, daß die periphere Chromatinsubstanz aus Schollen besteht, die meistens miteinander verbunden sind und einerseits in die innere Achromatinmasse sich tauchen, andererseits aber aus der Kernoberfläche vorspringen, weshalb der Kernumriß wellenförmig wird.

Weiter fließen die Chromatinschollen zusammen und bilden chromatische Bänder von verschiedener Länge, die parallel der Kernlänge liegen. Verschiedene Kernpole können zu dieser Zeit verschiedenes Aussehen haben. Wenn wir den Kern vom oberen Pol beobachten, wie es auf Fig. 15 Taf. 7 dargestellt ist, finden wir, daß die Chromatinbänder fast bis zum Pol reichen, wo nur eine kleine freie Stelle bleibt, wo noch einige Schollen zu sehen sind, die noch nicht mit den Bändern vereinigt sind.

Untersuchen wir dasselbe Stadium vom unteren Pole aus (Taf. 7 Taf. 16), so sehen wir hier ein weites achromatisches Feld, das ganz frei von chromatischen Bildungen bleibt und durch welches man den zentralen chromatischen Körper sieht.

Im optischen Durchschnitt (Taf. 7 Fig. 17) sieht man in diesem Stadium, daß auf der Oberfläche des Kernes, tief in die achromatische Masse eindringend, chromatische Anhäufungen liegen, welche die optischen Durchschnitte der oben erwähnten Bänder darstellen. Nachdem die Chromatinstreifen auf der Kernoberfläche ausgebildet werden, zieht sich der Kern etwas in die Länge aus, worauf an die beiden Pole die Achromatinmasse heraustritt und auf den beiden

Kernenden die Polkappen bildet. Nun nehmen die Chromatinstreifen die äquatoriale Zone des Kernes ein und erinnern stark an die Chromosomen in einer äquatorialen Platte. Im Innern der Achromatinmasse des Kernes ist immer das zentrale Körperchen zu sehen (Taf. 7 Fig. 18).

Im weiteren verlieren etwas die Chromatinstreifen ihre scharfen Konturen, werden länger und das ganze Bild sieht so aus, als ob diese Chromatinstreifen in der Zahl zunehmen (Taf. 7 Fig. 19). Sie sind jetzt dünner geworden und liegen dichter aneinander.

Der Kern dehnt sich indessen immer aus, sein mittlerer Teil, der mit den chromatischen Streifen bedeckt ist, wird fast cylindrisch, die chromatischen Polkappen werden aber etwas rundlicher (Taf. 7 Fig. 20). Nun trennen sich die Chromatinstreifen und so entstehen zwei Gruppen derselben, die auseinandergehen, wodurch die achromatische Spindel zwischen den beiden chromatischen Anhäufungen zum Vorschein kommt. Im Innern des Kernes ist immer das zentrale Chromatinkörperchen zu sehen, das jetzt etwas größer und blasser erscheint (Taf. 7 Fig. 21). Das Achromatin der Polkappen verliert sein homogenes Aussehen und wird mehr oder weniger körnig.

Die weiteren Vorgänge betreffen das zentrale Körperchen, das bisher ohne irgendeine Veränderung blieb und nur in den letzten Momenten etwas in der Größe zunahm. Jetzt verschwindet dieses Gebilde vollständig und statt dessen sehen wir in der äquatorialen Ebene der Kernspindel eine Reihe kleiner Chromatinkörnchen, die in der Spindelmasse liegen (Taf. 7 Fig. 22).

Hernach nehmen diese Körnchen die Form von Stäbchen, welche dicht nebeneinander liegen. So erscheint zum zweiten Male ein Ebenbild einer Äquatorialplatte (Taf. 7 Fig. 23). In dieser Zeit kommen auch die ersten Zeichen der Biskuitform des Kernes zum Vorschein, die zuerst im Gebiete dieser Äquatorialplatte zu sehen sind, da die Spindel hier sich verdichtet und zuweilen von der Kernmembran sich abzieht (Taf. 7 Fig. 24). Die Ausdehnung des Kernes schreitet immer fort, die Biskuitform wird deutlicher und jetzt werden die beiden Kernteile merkbar ungleich, da der zukünftige Knospenkern deutlich kleiner wird (Taf. 7 Fig. 25). Weiter fließen die auf der Oberfläche liegenden Chromatinleisten allmählich zusammen und sind nicht mehr deutlich in ihrer Masse zu erkennen, nur ihre Enden, die an der Spindel liegen, bleiben noch frei. Die achromatische Spindel zieht sich in die Länge und wird in ihrem mittleren Teil etwas angeschwollen. In dem Innern dieser Schwellung sind chromatische Körperchen zu sehen, die auf einem zentralen, längs der

Spindelachse verlaufenden groben Faden anliegen (Taf. 7 Fig. 26) und als Derivate der zweiten Äquatorialplatte zu deuten sind (Taf. 7 Fig. 26). Ein weiteres Stadium lehrt uns, daß dieser Zentralfaden nichts anderes ist, als ein innerer Spindelteil, der mit den inneren Chromatinkörnchen in Verbindung sich findet (Taf. 7 Fig. 27). Was die Chromatinkörnchen selbst anbelangt, so entstehen sie von der zweiten „Äquatorialplatte“, deren Chromatinteilchen (Chromosome) zusammenfließen und bilden endlich nur zwei Chromatinkörperchen, die ein nach dem anderen in der Mitte der inneren Kernspindel liegen (Taf. 7 Fig. 27).

Zu dieser Zeit nimmt der ganze Kern eine doppelt gebogene Form an.

Nun reißt die Spindel entzwei, wobei der Riß zwischen den beiden zentralen Chromatinkörnern liegt.

Die Tochterspindelteile je mit einem Chromatinkorn auf ihrer Spitze, werden in die Tochterkerne eingezogen. Die Chromatinstreifen ballen sich in ein grobes Netz auf den proximalen Oberflächen der Tochterkerne zusammen (Taf. 7 Fig. 28). Und endlich sehen wir, daß die Tochterkerne aus zwei Teilen, einem chromatischen und einem achromatischen, bestehen, wobei auf dem chromatischen Teile ein kompakter Chromatinkern sitzt, der mit einem hellen Hofe umringt ist (Taf. 7 Fig. 29).

Nach einem Zeitraum ist dieser Korn nicht mehr zu sehen, was den Übergang des Tochterkernes in den Ruhezustand bezeichnet.

Die Endprozesse der Kernteilung gehen augenscheinlich sehr rasch vor sich, da, obgleich ich ein sehr großes Material durchstudiert habe, ich sie lückenlos zu verfolgen nicht imstande war und sie hier nur etwas schematisch darzulegen gezwungen bin.

Was die achromatischen Polkappen anbelangt, so zeigen sie während der Kernteilung in der Mehrzahl der Fälle, wie es schon oben erwähnt wurde, eine wabige Struktur und keine merkbare Veränderungen. Nur in einzelnen Fällen können wir einige Abweichungen von dieser allgemeinen Erscheinung beobachten.

So wurde von mir beobachtet, daß manchmal in den Polkappen je eine achromatische runde Scholle zu sehen ist, die genau so eingerichtet ist, daß man denken könnte, sie stellen die Enden der Spindel dar und die vielleicht die Centrosomen vertreten (Taf. 7 Fig. 30). Aber solch eine Erklärung wäre fehlerhaft, da man auch Polkappen mit mehreren solchen achromatischen Schollen beobachten kann (Taf. 7 Fig. 31) und allem Anschein nach haben wir es hier mit einigen zufälligen Gebilden zu tun.

Die oben beschriebene Kernteilung ist als eine heteropole zu deuten, da immer der Tochterkern der Knospe etwas kleiner ist, als der des Muttertieres.

Der Knospungsprozeß ist allem Anschein nach die einzige Vermehrungsart bei *Spirochona elegans*, wie auch bei *S. gemmipara*. Die Knospenentwicklung bei dieser letzteren Art wurde von R. HERTWIG seinerzeit beschrieben, wie auch die Teilung der Micronuclei während der Kernteilung von ihm erwähnt wurde.

In meinem Falle aber bei *S. elegans* konnte ich nie solche Gebilde konstatieren, die man als sich teilende Micronuclei deuten könnte.

Die Knospenentwicklung bei *S. elegans* unterscheidet sich gar nicht von dem gleichen Prozeß bei *S. gemmipara* und deswegen ist es überflüssig, diesen Prozeß hier darzulegen.

Hier ist noch zu erwähnen, daß die vegetative Vermehrung bei *S. elegans* meinen Beobachtungen nach in gleicher Weise in verschiedenen Jahreszeiten stattfindet.

Gametenbildung.

Nach F. STEIN geht bei *S. gemmipara* die Knospenentwicklung manchmal so intensiv vor sich, daß man die Entstehung einer zweiten Knospe, ehe die erstere sich vollständig gebildet hat, beobachten kann. Wie auch von R. HERTWIG und PLATE angedeutet wird, kann diese Knospung so stürmisch vor sich gehen, daß das ganze *Spirochona*-Individuum dabei verbraucht wird.

Diese Beobachtungen, ganz richtig in ihrem Wesen, wurden aber fehlerhaft als eine beschleunigte vegetative Vermehrung erklärt.

Wie meine eigenen Beobachtungen zeigen, führt dieser Prozeß in den Fällen, wo wir eine gleichzeitige Bildung von mehreren Knospen finden, zu einer vollständigen Vernichtung des Mutterindividuums und zu einer Gametenbildung.

Während meiner Untersuchungen beobachtete ich eine sehr starke multiple Knospenentwicklung, die ich nicht anders als eine Knospungepidemie nennen kann. Diese Beobachtungen wurden im Spätherbst 1923 und 1924, so auch im Beginn des Frühlings 1924 und 1925 gemacht.

Diese Knospungepidemien brachen plötzlich aus und dauerten mehrere Tage. Während dieses Zeitraumes finden wir eine sehr große Anzahl von Individuen, die eine multiple Knospenbildung zeigen und wir auch beobachten eine ungeheuere Menge von kleineren

Knospen, die in Reihen die Kanten der Kiemenblättchen der Gammariden bewohnen.

Im Herbst 1924 wurden von mir einige systematische Beobachtungen unternommen, die von Tag zu Tag durchgeführt wurden, und ich konnte während dieses Zeitraumes folgende drei Perioden der Knospungepidemie feststellen: eine Periode vom 7.—13. Oktober, eine zweite vom 20.—30. Oktober und eine dritte vom 5.—8. November.

Bei dieser epidemischen Knospung verläuft die Kernteilung in derselben Art und Weise, wie auch bei gemeiner vegetativer Vermehrung. Es ist nur eins zu bemerken, daß der Massenunterschied zwischen den Tochterkernen während der Teilung, die ohne Ruheperiode nacheinander folgen, bei der Entwicklung jeder neuen Knospe immer abnimmt, so daß am Ende des ganzen Prozesses eine Heteropolarität nicht mehr zu beobachten ist.

Die multiple Knospenbildung verläuft allem Anschein nach in sehr schneller Weise, wobei die Knospen eine unmittelbar nach einer anderen sich bilden. So können wir Tiere beobachten, bei denen zwei Knospen in verschiedenen Entwicklungsstadien sich befinden und eine dritte schon zum Vorschein kommt. In solch einem Zustande sehen wir das Tier, das auf Fig. 32 Taf. 8 dargestellt ist. Hier ist eine Knospe schon voll entwickelt und befindet sich in einem Stadium, in welchem die Knospen sich von dem Muttertier abtrennen. Eine andere Knospe, die neben den ersteren sitzt, ist etwas jünger. Ihre Umrisse wie auch ihre Peristomfalte sind noch nicht gänzlich entwickelt. Auf dem Muttertiere selbst ist eine Plasmaanschwellung zu beobachten, die eine Anlage der neueren dritten Knospe darstellt. Der Kern des Muttertieres ist in Vorbereitung zur Teilung, was man aus der Anwesenheit des zentralen Chromatinkörperchens schließen kann.

Dabei muß auch hervorgehoben werden, daß wegen der multiplen Knospung der Muttertierkörper sehr stark im Umfange abnimmt und seine Peristommembran ihre Windungen verliert, kürzer wird und das Aussehen eines weiten gespaltenen Rohres mit gefaltetem Rande bekommt (Taf. 8 Fig. 32).

Diese Verminderung des Körperrumfanges ist leicht zu verstehen, wenn wir die rasche Knospenbildung ohne irgendeine Ruheperiode und ohne Wachstum in Betracht ziehen.

Wenn wir eine Reihe der Bilder, die den Prozeß der multiplen Knospenbildung darstellt, zusammenstellen, so müssen wir zu dem Schlusse kommen, daß diese Vermehrungsweise zur gänzlichen Vernichtung des Mutterkörpers führt. Nach und nach mit der Bildung

jeder neuen Knospe wird der Umfang des Muttertieres kleiner und kleiner, auch das Peristom verkleinert sich, bis endlich ein Stiel übrig bleibt, der den Rest des Mutterkörpers darstellt und auf dessen Spitze die eine oder zwei letzten Knospen sitzen.

Zur Illustration dieses Prozesses dienen Fig. 32—41 Taf. 8, auf denen unsere *Spirochona* in verschiedenen Stadien der multiplen Knospung abgebildet ist.

Auf Fig. 33 Taf. 8 ist ein Tier dargestellt mit einer fast vollständig entwickelten Knospe und einer anderen noch im Bildungsstadium, da wir auf seinem Körper eine Protoplasmaanschwellung und den Kern in einer Teilungsphase sehen. Der Körper des Tieres ist bedeutend verkleinert, wie auch sein Peristom.

Wenn wir dieses Tier mit dem obenerwähnten, auf Fig. 32 Taf. 8 dargestellten, vergleichen, so sehen wir, daß der Körperrumfang des ersteren kleiner und das Peristom auch mehr reduziert ist, und so müssen wir annehmen, daß bei ihm der Prozeß der Knospenbildung etwas weiter geschritten ist und das mindestens schon eine Knospe gebildet und abgesondert wurde, ehe wir das Tier fassen konnten.

Auf Fig. 34 Taf. 8 sehen wir ein Tier nur mit einer fast vollständig entwickelten Knospe. Das Muttertier selbst aber bereitet sich allem Anschein nach nicht zu einer neuen Knospenbildung vor. Sein Kern ist im Ruhezustande. Man kann denken, daß wir es in diesem Falle mit einem Tier zu tun haben, das nach einer Tochtertierentwicklung in einer Ruheperiode sich befindet, bevor es in eine vollgebildete *Spirochona* durch Fütterung und Wachstum sich wieder entwickelt hat. Eine Untersuchung der weiterfolgenden Prozesse lehrt uns aber etwas anderes. Auf Fig. 35 Taf. 8 sehen wir ein Tier, das wir als nächstfolgendes Stadium des in Fig. 34 Taf. 8 dargestellten deuten müssen. Hier wandelt sich der in Ruhe gekommene Muttertierrest selbst in eine Knospe, noch bevor die zuletzt gebildete Knospe sich abgesondert hat. In diesem Falle sehen wir, daß das Peristom immer mehr und mehr reduziert wird.

In anderen Fällen kann man beobachten, daß die Umwandlung des Tierrestes in einen knospenförmigen Organismus, nachdem die letzt gebildete Knospe frei geworden ist und das Muttertier verlassen hat, geschieht, wie wir es auf Fig. 36, 37 und 38 Taf. 8 sehen. Auf den hier dargestellten Tieren können wir auch die weitere Reduktion des Peristoms beobachten.

Noch in anderen Fällen aber sehen wir, daß die Umwandlung des Tierrestes allem Anschein nach sich sehr rasch abspielt. Wir finden dann zwei knospenförmige Gebilde in fast gleichem Ent-

wicklungszustande auf einem Stiele sitzend, der mit einem Reste oder sogar einer Spur des Peristoms versehen ist. Letzteres stellt alles vor, was vom Muttertierkörper übrig bleibt. Solche Fälle sind von mir auf Fig. 39, 40 und 41 Taf. 8 dargestellt.

Nachdem alle Knospen gebildet wurden, werden sie frei und der übriggebliebene Stiel schrumpft allmählich und verschwindet endlich gänzlich (Taf. 8 Fig. 42).

Auf der Oberfläche der Kiemenblätter bleiben nur Spuren der Anwesenheit der Spirochonen in Form von kleinen Ringen mit radiären Strichen, die Reste der *Spirochona*-Sohlen sind.

Solche Spuren in größerer Menge finden wir längs der Ränder der Kiemenblätter der Gammariden in der Zeit der multiplen Knospenbildung.

Während der epidemischen Knospenbildung, wie es schon oben erwähnt wurde, auch während der vegetativen Knospung, konnte ich nie Erscheinungen konstatieren, die als Teilung der Micronuclei gedeutet werden konnten.

Die oben beschriebenen Prozesse der epidemischen Knospung beobachtete ich mehrmals, soweit es möglich war, an lebenden Tieren, die ich in Petrischalen züchtete, wohin sie mit abgeschnittenen Stückchen der Kiemenblätter eingelegt wurden. Hier konnte man sehen, wie die Knospen eine nach der anderen sich von dem Muttertiere trennten und hin und her schwammen.

Die Knospen schwammen sehr langsam und man konnte die Bewegung der Cilien beobachten, die in der Peristomgrube sich befinden. Das Fortschreiten des Tierchens wird von einem langsamen Schaukeln um die Längsachse herum begleitet. Beim Schwimmen machen sie ringförmige Wege durch, was gewiß mit der einseitigen Lage ihrer Bewegungsapparate in Verbindung steht und sie nicht weit von ihrem Entstehungsorte sich niederzusetzen zwingt.

Die Knospen lebten in meinen Versuchen während eines Zeitraumes von anderthalb oder zwei Stunden und starben endlich ab. Während dieser Zeit versuchten sie sich festzusetzen, bald auf dem Rande des Kiemenblattes, bald auf dem Glase, aber erfolglos.

Augenscheinlich waren die Bedingungen der Versuche, wie schon oben erwähnt wurde, von den natürlichen sehr verschieden.

Nach meinen Untersuchungen des großen fixierten Materials kann ich schließen, daß diese Knospen nicht weit von ihrem Bildungs-ort sich entfernen, da fast immer während einer epidemischen Knospenbildung wir eine große Anzahl von Knospen oder kleinen

Tierchen auf demselben Kiemenblatte finden, wo die Vermehrung im Gange ist.

Sie sind in einer Reihe, sogar auch in einer Doppelreihe längs dem Rande der Kiemenblätter angeordnet, wobei sie gruppenweise dicht aneinander sitzen.

Augenscheinlich wandeln sich die befestigten Knospen sehr rasch in kleine junge Spirochone, wobei das primitive Knospenperistom verschwindet und der Körper eine andere längsgezogene Gestalt erhält und an seinem oberen Ende ein neues Peristom in der Form einer mit Spalte versehenen Membran bildet. Auf Fig. 43 Taf. 8 ist eine Gruppe von solchen jungen Tierchen dargestellt.

Die Schnelligkeit der Umwandlung wird daraus klar, daß die Kerne solcher Tierchen noch Spuren einer neulich geschehenen Teilung zeigen.

Der Körper dieser jungen Spirochonen hat $50\ \mu$ Länge.

Die Frage über die Gametenzahl bei *S. elegans* könnte in einiger Hinsicht Interesse darbieten. Leider treffen wir wieder auf die Schwierigkeit der Untersuchung, die in der Empfindlichkeit unseres Tieres liegt. Wir können nicht diese Zahl unmittelbar durch Beobachtung feststellen, da die Infusorien nicht gezüchtet werden können. Aus allem was oben über eine epidemische Knospung dargelegt ist, wird es uns mehr oder weniger klar, daß die Zahl der Knospen-Gameten in keiner Weise eine große sein kann. Die Bildung der Knospen geht rasch vor sich ohne jede Ruheperiode, während welcher das Tier wachsen könnte, so daß der Mutterkörper in die Knospen vollständig zerfällt.

Die Größe der Knospen-Gameten, die in dieser Weise gebildet werden, erlaubt uns zu denken, daß die einzelne *Spirochona* kaum mehr als vier solche Knospen bilden kann.

Der Geschlechtsprozeß.

Wenn wir die oben beschriebenen jungen Spirochonen beobachten, finden wir immer eine ziemlich große Anzahl von Tierchen, die paarweise verbunden sind. Diese Verbindung geschieht auf die Weise, daß zwei solche Tierchen, die in nächster Nachbarschaft voneinander festsitzen, mit ihren Peristomen gegenseitig in Berührung kommen und sich fest mit denselben ankleben, wonach eines von ihnen seinen Befestigungsplatz zu verlassen genötigt, kopfabwärts auf seinem Partner aufgesetzt wird (Taf. 8 Fig. 44). Nachdem solch eine Verbindung von zwei Tierchen sich verwirklicht hatte, beobachten wir, daß eine neue engere Verbindung von

Protoplasamassen von diesen Individuen stattfindet, die nach meiner Meinung als Gameten zu bezeichnen sind. Von dem oberen Tierchen zu dem unteren zieht sich in der Tiefe der beiden Peristomen eine Plasmawucherung, mit deren Hilfe die beiden Tierchen fest miteinander sich vereinigen.

Die Vereinigung mit den Peristomen geht jetzt verloren, da das Peristom des oberen Tierchen reduziert wird. In der gleichen Zeit wird dieses obere Tierchen allmählich kleiner und kleiner, bis es vollständig verschwindet, das untere aber dementsprechend in der Größe zunimmt.

So sehen wir auf Fig. 45 Taf. 8, daß die Peristomvereinigung nicht mehr da ist, statt deren zwischen den beiden Tieren eine kräftige Plasmaverbindung sich gebildet hat, die fast das ganze Peristomfeld einnimmt. Das Peristom des oberen Tierchen ist reduziert und an seiner Stelle ist nur eine deutliche Plasmafalte zu sehen. Dieses obere Tierchen ist auch etwas kleiner als das untere. In dem Fig. 46 Taf. 8 dargestellten Pärchen fehlt schon dem oberen Tiere jede Spur des Peristoms.

Auf Fig. 47 Taf. 8 sehen wir, daß das obere Tier schon vollständig das *Spirochona*-Aussehen verloren hat und in Form einer ovoiden Plasmaanhäufung auf dem Peristomfelde des unteren Tieres sitzt. Sein Umfang ist auch bedeutend kleiner geworden, das untere Tier aber sieht kräftiger aus.

Fig. 48 u. 49 Taf. 8 zeigen uns weitere Stadien dieses Vereinigungsprozesses, da hier das obere Tier sich noch mehr vermindert, wobei das untere immer stärker wurde. Die weitere Verminderung des oberen Tieres ist auf Fig. 50 u. 51 zu sehen. Endlich verschwindet das letztere vollständig und statt dessen sehen wir im Grunde des Peristoms nur einen Plasmahügel, der auf dem vollendeten Vereinigungsprozeß hinweist. Auf Fig. 52 Taf. 8 ist ein solches Tier dargestellt. So verläuft die Vereinigung und das Zusammenfließen von zwei jungen *Spirochonen*, insofern dieser Prozeß nach den äußerlichen Bildern dargestellt werden kann. Ein Studium der inneren Prozesse aber, die sich während dieses Zusammenfließens abspielen, zeigt uns, daß wir es hier zweifelsohne mit einem Geschlechtsprozesse und zwar mit einer Copulation zu tun haben. Es zeigt uns auch, daß die ganze Erscheinung rasch vor sich geht, da eine fast vollständige Vereinigung der Tiere früher sich verwirklichen kann, ehe ihre Kerne im Ruhezustand nach der letzten Teilung kommen, wie wir es in auf Fig. 50 Taf. 8 dargestellten

Pärchen sehen können, wo beide Kerne noch die oben erwähnten chromatischen Körner auf ihren Oberflächen tragen.

Die Kerne der copulierenden Tierchen unterscheiden sich von den Kernen der vegetativen Individuen und den Knospen in der Mehrzahl der Fälle dadurch, daß ihre achromatischen Hälften stark aus dem übrigen Kernkörper hervorragen und eine kugelige Form erhalten. Weiterhin werden diese achromatischen Kugeln vollständig von den Kernen abgesondert, liegen eine Zeitlang frei in dem Protoplasma und degenerieren schließlich.

Solches Hervorragen dieser achromatischen Kernhälften sehen wir bei den Pärchen, die auf Fig. 44, 47, 48 u. 50 Taf. 8 dargestellt sind. Die vollständige Trennung dieser Gebilde findet bei den Pärchen der Fig. 45, 51 Taf. 8 statt und endlich sehen wir die Degeneration derselben in der Copula, die auf Fig. 52 Taf. 8 abgebildet ist.

Wenn wir diese Momente des inneren Prozesses mit den äußeren Erscheinungen der Vereinigung zusammenstellen, kommen wir zu dem Schlusse, daß die Trennung der achromatischen Hälften der Kerne nicht mit einem bestimmten Vereinigungsstadium zusammentrifft. Bald fängt sie zugleich mit der Verbindung der Tierchen an (Taf. 8 Fig. 44), bald aber finden wir noch keine Spur derselben bei weit fortgeschrittener Vereinigung eines Pärchens (Taf. 8 Fig. 45).

Nach der Trennung der Achromatinkernteile erscheinen die Kerne der Gameten als kompakte chromatische Gebilde von kugeliger Form (Taf. 8 Fig. 47, 51) und nach dem beendeten Zusammenfließen der Tierchen vereinigen sie sich zu einem Kern. Dieser Copulakern ist groß, kugelig und hat eine wabige Struktur (Taf. 8 Fig. 52).

Diese Vereinigung der Pärchenkerne vollzieht sich aber nicht immer gleichzeitig mit dem vollständigen Zusammenfließen der Tiere, da wir junge *Spirochonen* finden können, die schon ein primitives spiralgiges Peristom gebildet haben, aber noch mit zwei Kernen und auch mit degenerierenden achromatischen Massen versehen sind, wie wir es aus Fig. 53 Taf. 8 erfahren. Diese Figur lehrt uns auch, daß das neue aus zwei Gameten entstandene Tier wächst und in eine echte *Spirochona* sich rasch umwandelt, wobei es ein typisches Peristom bildet.

Meiner Meinung nach kann der hier oben beschriebene Prozeß nur als ein Geschlechtsprozeß gedeutet werden und zwar als eine Copulation der Gameten, die in Form von Knospen bei der multiplen Knospung der *Spirochona* gebildet werden, wobei das Muttertier außer dem Stiele vollständig in Gameten zerfällt.

Die Gebilde, die man als Micronuclei bezeichnen könnte, nehmen keinen Anteil an dem oben beschriebenen Copulationsprozeß.

Die „Micronuclei“.

Wie es schon oben im Anfang dieser Arbeit erwähnt wurde, sind in dem Körper der *Spirochona elegans* in Mehrzahl der Fälle Körperchen zu beobachten, die man für Micronuclei annehmen könnte. Sie färben sich etwas blasser als die Chromatinteile des Kernes und ihre Zahl wechselt. Bald finden wir Tiere, die keine solche Gebilde besitzen, bald sind diese Körper in Zahl von zwei, drei und mehr bis sogar sieben oder zehn zu beobachten.

An den Vermehrungsprozessen wie auch in dem Geschlechtsprozesse nehmen sie keinen Anteil. Während einer Kernteilung, die zur Bildung von vegetativen Knospen führt, konnte ich nie eine Teilung dieser Körper beobachten. Sie werden rein mechanisch auf Knospe und Muttertier verteilt und es geschieht oft, daß beide eine verschiedene Zahl derselben bekommen, wenn nur das Muttertier eine Anzahl von ihnen besaß.

Bei der Verteilung können beide Organismen zufälligerweise eine gleiche Zahl von diesen Körpern bekommen, häufiger aber wird sie ungleich.

In der gleichen Weise verläuft die Verteilung dieser Körper bei den Gameten, worüber ich hier etwas ausführlicher sprechen möchte.

Bei den verschiedenen Stadien der multiplen Knospung, die wir schon einmal untersucht haben, beobachten wir, daß in einigen Fällen bei einer gleichzeitigen Bildung von mehreren Knospen einige von diesen keine solche Körper bekommen. Auf Fig. 32 Taf. 8 hat das Muttertier zwei solche „Micronuclei“, aber von den zwei schon gebildeten Knospengameten besitzt keine so einen Körper. Auf Fig. 33 Taf. 8 sehen wir, daß die einzige erwachsene Knospe auch keine „Micronuclei“ hat, daneben in dem Muttertiere liegen drei solche. Fig. 40 u. 41 lehren uns, daß von den drei vorhandenen „Micronuclei“ in einem Falle (Taf. 8 Fig. 46) alle drei in eine Knospe gelangen können, die andere Knospe aber frei von ihnen bleibt; in einem anderen Falle (Taf. 8 Fig. 41) sind die drei „Micronuclei“ so verteilt, daß in einer Knospe wir zwei von ihnen, in der anderen keinen finden und ein „Micronucleus“ ist im Stiele zurückgeblieben.

Ein Zurückbleiben der „Micronuclei“ in dem Stiele, der einen Rest des Muttertierkörpers darstellt, ist eine Erscheinung, die öfters zu beobachten ist.

Auf Fig. 38 Taf. 8 sind in dem Stiele zwei „Micronuclei“ geblieben, auf welchen noch eine Knospe sitzt.

Auf Fig. 42 Taf. 8 finden wir den Stiel, von welchem alle Knospen sich schon losgelöst haben. Der Stiel selbst fing zu schrumpfen an und in ihm blieb ein „Micronucleus“.

So sehen wir, daß die Verteilung dieser Körper unter Muttertier und Gameten ganz unregelmäßig und zufällig vor sich gehen kann.

Wenn wir jetzt zu den Copulationserscheinungen uns wenden, so können wir auch hier das Gleiche beobachten, da in einigen Fällen beide Copulanten viele „Micronuclei“ besitzen (Taf. 8 Fig. 47, 48), in anderen aber nur ein von den copulierenden Tieren eine Anzahl von ihnen hat (Taf. 8 Fig. 46, 49) oder kein Tier des Pärchens einen „Micronucleus“ besitzt (Taf. 8 Fig. 44, 45, 50, 51).

In der Copula selbst können sie auch entweder gar nicht repräsentiert sein oder in verschiedener Anzahl sich befinden. Irgend-einen Anteil an den Copulationsprozeß nehmen sie nicht.

Hierbei ist zu erwähnen, daß man nicht selten an diesen „Micronuclei“ Kennzeichen einiger Degeneration sehen kann. Sie werden nämlich manchmal blasser (Taf. 8 Fig. 46, 47, 49) und größer (Taf. 8 Fig. 46, 49, 52), als es gewöhnlich zu beobachten ist.

Aus allen diesen Gründen finde ich mich berechtigt zu schließen, daß diese Körper ohne irgendeine besondere Bedeutung sind und daß wir sie nicht für Micronuclei annehmen können.

Da ich in meinen Händen ein großes Material hatte, konnte ich eine Reihe von Erscheinungen zusammenstellen, die allem Anschein nach in unmittelbarer Beziehung zu der Entstehung dieser micronucleusähnlichen Gebilde stehen.

Wie es schon früher erwähnt wurde, besteht der *Spirochona*-Kern in ruhigem Zustande aus zwei Teilen, einem chromatinhaltigen und einem anderen rein achromatischen. In dem letzteren, der meistens eine grobmaschige Struktur aufweist, sind in den Achromatinmaschen rundliche Körper eingebettet, die sich in der Mehrzahl der Fälle etwas schwach mit Chromatinfarben tingieren (Taf. 8 Fig. 1). Allem Anschein nach sind sie an Chromatin sehr arm (Plastin?).

In vielen Fällen aber finden wir die Färbung dieser Körper intensiver, so daß sie in dieser Hinsicht sich nicht von den im Plasma liegenden micronucleusähnlichen Gebilden unterscheiden (Taf. 8 Fig. 54). In einigen Fällen aber färben sie sich so stark, daß sie keinen Unterschied von der Färbung der chromatischen

Kernteile aufweisen, wie wir es auf Fig. 55 Taf. 8 sehen können. Hier können sie nur als chromatische Körper gedeutet werden.

Manchmal sind solche chromatischen Körper im ganzen Kerne zu finden, nicht nur in seinem achromatischen Teile allein, wie es aus Fig. 56 Taf. 8 ersichtlich ist. So ist es anzunehmen, daß in dem *Spirochona*-Kerne sich mehr oder weniger an Chromatin reiche Körner bilden, die augenscheinlich aus dem Kerne ins Protoplasma gelangen können. Fig. 56 u. 57 Taf. 8 zeigen uns, daß die chromatischen Körner, die in den Kernen gebildet wurden, aus denselben ausgestoßen werden können, wobei auf der Kernoberfläche zusammengefallene Bläschen an den Punkten, wo die Chromatinkörner herausgetreten sind, bleiben. Die Chromatinkörner, die im Plasma liegen, unterscheiden sich in keiner Weise von den „Micronuclei“.

So haben wir es hier mit einem Degenerationsprozesse zu tun, den wir vielleicht mit einer Überfütterung des Infusoriums im Zusammenhang stellen müssen.

Auf diese Ursache zeigt vielleicht die starke Hyperchromasie des Kernes, die wir auch in Fig. 57 Taf. 8 sehen.

Nach allen diesen Beobachtungen kommen wir also zu dem Schlusse, daß die Körper, die beim ersten Augenblicke als Micronuclei angenommen werden könnten, in Wirklichkeit nichts anderes als degenerative Körper sind. Von diesem Standpunkte aus ist es ganz verständlich, daß sie wie im Vermehrungsprozesse so auch im Geschlechtsprozesse keinen Anteil nehmen.

Kernbau.

Die Konstruktion des Kernes bei *Spirochona elegans* ist komplizierter als wir es bei den Macronuclei der anderen Infusorien zu sehen gewöhnt sind. Das konnte man schon bei der Untersuchung der Teilung dieses Kernes merken. Bei einem Macronucleus geht die Teilung so vor sich, daß keine mitosenähnliche Figuren erscheinen und nur manchmal bei starker Ausdehnung des Kernes einige chromatische Bänder, die mehr oder weniger parallel der Kernlängsachse verlaufend zu sehen sind, die aber vielleicht mit der Mitose nichts gemein haben. Die Teilung des *Spirochona*-Kernes aber zerfällt in zwei Prozesse, die etwas ungleichzeitig verlaufen: die Teilung des Kernes selbst und die Teilung des zentralen Körpers.

Während des ersten Prozesses wird die innere achromatische Masse des Kernes in der Länge etwas ausgedehnt und bildet also eine kurze achromatische Spindel, auf deren Oberfläche in der Äquatorialzone die chromatische Substanz in Form von chromosomen-

ähnlichen Gebilden sich lagern (Taf. 7 Fig. 18). Diese Gebilde benehmen sich im weiteren Verlaufe des Teilungsprozesses als echte Chromosomen. Ihre Zahl wird offensichtlich vergrößert noch in der Zeit, in der sie in der Äquatorialzone liegen (Taf. 7 Fig. 20). Hier ist es möglich, eine Chromosomenspaltung zu vermuten, die zur Verdoppelung ihrer Zahl führt. Und nach dieser Zahlzunahme findet ihr Auseinanderrücken zu den Polen statt (Taf. 7 Fig. 21).

Die Anzahl dieser Gebilde ist allem Anschein nach eine bestimmte, es gelingt aber nicht, sie genau festzustellen. Sie müssen nicht weniger als 16 und nicht mehr als 18 betragen.

In diesem Prozesse müssen wir unbedingt eine primitive Mitose anerkennen.

Während dieser Prozeß zu seinem Ende kommt, beginnt ein anderer — die Teilung des Zentralkörpers, der bis jetzt augenscheinlich in den vorhergehenden Erscheinungen keinen Anteil nahm. Er zerfällt in Körnchen, die ihrerseits die Äquatorialzone der Spindel besetzen. Sie scheinen eine zweite Äquatorialplatte zu bilden. Indem aber die erste Äquatorialplatte auf der Oberfläche der Spindel ihre Lage hat, liegen die genannten Körnchen unter dieser Oberfläche (Taf. 7 Fig. 22). Es entsteht die Frage, ob man dieselben auch als Chromosomen deuten kann. Mir scheint es, daß anders als Chromosomen wir diese Körnchen nicht deuten können, nur gehören sie einer inneren Spindel, die in der obenerwähnten eingeschaltet ist. Diese zweite Spindel ist bei dem Beginn der Durchschnürung des Kernes zu bemerken (Taf. 7 Fig. 24) und wird ganz deutlich beobachtet bei der Anschwellung des mittleren Teiles der äußeren Spindel (Taf. 7 Fig. 26, 27). Eine Feststellung der Zahl dieser Chromosomen ist unmöglich wegen ihrer kleinen Dimensionen. Jedenfalls kann sie nicht groß sein und kaum 20 übersteigen.

Diese Chromosomen scheinen auch in ihrer Zahl zuzunehmen, da in einigen Momenten des Prozesses ihre allgemeine Masse im Umfang merkbar größer wird (Taf. 7 Fig. 23, 24, 25). Endlich bilden sie zwei zentrale Körner, die am Ende des Teilungsprozesses ihre entsprechende Lage in den Tochterkernen einnehmen (Taf. 7 Fig. 28 und 29), in deren chromatischen Massen sie nach einiger Zeit nicht mehr sichtbar sind.

Nun ist es ganz klar, daß entsprechend den zwei bei der Kernteilung des *S. elegans* verlaufenden Prozessen (während deren die zwei Spindeln, eine äußere und eine innere, und zwei äquatoriale Platten, eine äußere aus großen Chromosomen und eine innere aus kleineren, gebildet wurden), wir es hier mit zwei Kernen zu tun

haben. Der innere Kern, den ich bis jetzt als Zentralkörper bezeichnet habe, ist nicht immer zu sehen. Allem Anschein nach wird bei einer Ruheperiode dieser Kern vollständig mit der chromatischen oberflächlichen Masse des Hauptkernes verschmolzen und von dieser oberflächlichen Schicht maskiert. Nur vor der Teilung löst er sich wieder von dieser Schicht los, gelangt in das Kerninnere, um nach der Teilung in der Chromatinschicht des Tochterkernes Platz zu nehmen und wieder unsichtbar zu werden.

Solch ein Bau des Kernes stellt nichts Besonderes für die Protozoenkerne dar, da wir solche Doppelkerne in vielen Fällen bei Rhizopoden und Mastigophoren sehen. Sie sind auch möglicherweise einigen (*Chilodon?*), sogar auch mehreren Infusorien eigentümlich, bei welchen sie vielleicht von der großen Masse der Chromatinsubstanz maskiert sind.

Die doppelte Kernnatur der Rhizopoden und Mastigophoren wurde schon längst konstatiert. Und es wurde festgestellt, daß der innere Kern in diesem Falle ein Kinetonucleus ist.

In unserem Falle aber können wir dem zentralen Kerne des *S. elegans* so eine Bedeutung nicht zuschreiben, da er sich etwas später als der äußere Hauptkern teilt. Es wäre interessant, die Rolle dieses inneren Kernes während des Geschlechtsprozesses klar zu machen, leider scheint es nicht erreichbar, da die Gametenkerne zu klein sind¹⁾ und eine dichte Chromatinschicht besitzen.

Es kann hier nur die Vermutung ausgesprochen werden, daß dieser Kern ein Promicronucleus sei, der sich noch nicht von dem Hauptkerne losgelöst hat.

Die Ursache des epidemischen Geschlechtsprozesses.

Der epidemisch verlaufende Geschlechtsprozeß wurde mehrmals bei verschiedenen Protozoen beobachtet. So z. B. wurde er für *Paramaecium* (ZWEIBAUM), *Stentor* (v. MULSOV), *Tocophrya cyclopum* (COLLIN), *Actinophrys sol.* (BĚLAŘ) u. a. beschrieben. Alle diese Beobachtungen aber beziehen sich auf Tiere, die unter künstlichen Bedingungen im Laboratorium kultiviert wurden. Und wie weit es mir bekannt ist, fehlen bis jetzt in der einschlägigen Literatur Angaben über Beobachtungen dieses Prozesses unter natürlichen Bedingungen, d. h. in der Natur selbst.

Aber bei meinen Untersuchungen über die Protozoen, die auf den Kiemenblättern der Gammariden leben, mußte ich zu dem

¹⁾ 9–10 μ im Durchschnitte.

Schlusse kommen, daß die Epidemie des Geschlechtsprozesses eine sehr stark verbreitete Erscheinung ist, die nicht nur bei *Spirochona*, sondern auch bei *Lagenophris*, *Thurricola* und bei anderen Infusorien zu beobachten ist.

Die Ursache des Geschlechtsprozesses im allgemeinen und eine Epidemie desselben sind bis jetzt sehr ungenügend aufgeklärt. Als Resultat von unzähligen mühsamen Experimenten mit Protozoen konnte man nur feststellen, daß z. B. Paramäcien¹⁾ nach einer 5—6 Wochen langen Periode der mangelhaften Ernährung zu einer Conjugation sehr fähig werden, wenn

1. eine plötzliche Störung der Ernährung im Sinne einer Verminderung der Nahrung geschieht,
2. die Temperatur in den Grenzen von $+9^{\circ}$ bis $+20^{\circ}$ C bleibt.
3. die chemische Zusammensetzung der Umgebung einigen bestimmten Bedingungen entspricht.

Ein Temperaturoptimum von $+20^{\circ}$ bis $+23^{\circ}$ für den Geschlechtsprozeß gibt ZWEIBAUM an, auch BĚLAŘ beobachtet ein Temperaturoptimum für *Actinophris sol.* von $+20^{\circ}$ bis $+21^{\circ}$.

Nach den älteren Angaben (NAUPAS) aber müssen wir die Ursachen des Geschlechtsprozesses in der Geschlechtsreife und dem Mangel an Nahrung suchen.

Daß die Geschlechtsreife die durchaus unentbehrlichste Bedingung des Geschlechtsprozesses sei, ist kaum zu verneinen.

Was aber die äußeren Bedingungen anbelangt, die den Prozeß in Gang bringen, so können sie bestritten werden.

Es sei mir doch hier gestattet, die äußeren Bedingungen, die die Epidemie der Gametenbildung und des Geschlechtsprozesses bei *S. elegans* begleiten, soweit es möglich ist, zu analysieren.

Im Herbst 1924 wurden von mir drei Anfälle dieser Epidemie konstatiert. Der erste wurde vom 7.—13. Oktober beobachtet, der zweite dauerte vom 20.—30. Oktober und der dritte brach am 5. November aus und kam am 8. desselben Monats zu Ende.

Während der zwei ersten Perioden war der Prozeß sehr intensiv, da hunderte von Infusorien in einer multiplen Knospenbildung, wie auch viele Copulationspärchen zu beobachten waren.

Der Prozeß der dritten Periode war beträchtlich schwächer.

Glücklicherweise fällt es nicht schwer, die Temperaturveränderungen des Angaraflusses in beliebiger Jahreszeit zu erfahren, da der Wasserdienstposten dreimal täglich Wassertemperatur-

¹⁾ ZWEIBAUM: Arch. f. Protistenk. Bd. 26 1912.

messungen ausführt¹⁾ und da einer von diesen Posten in demselben Punkte der Angara sich befindet, wo ich immer mein Material sammelte. Es stehen uns also für eine der oben erwähnten Bedingungen ganz bestimmte Werte zur Verfügung.

In den Temperaturtabellen dieses Wasserdienstpostens finden wir, daß die Temperatur des Angaraflusses allmählich von $+ 4^{\circ}$ am 1. Oktober bis $+ 3,5^{\circ}$ am 4. Oktober, weiter bis $+ 3^{\circ}$ am 11. Oktober, bis $+ 2,5^{\circ}$ am 16. Oktober, bis $+ 2^{\circ}$ am 25. Oktober und endlich bis $+ 1,5^{\circ}$ am 8. November sinkt.

Wenn wir jetzt unsere Beobachtungen über die Zeit der epidemischen Gametenbildung und Copulation bei *S. elegans* mit der Abnahme der Temperatur des Flusses zusammenstellen, finden wir zu einer Abhängigkeit dieser beiden Erscheinungen voneinander kaum Anlaß. Von den zwei ersten beobachteten Epidemien, von denen eine vom 7.—13. und die andere vom 20.—30. Oktober dauerte, begann die erste nach 3, die zweite nach 4 Tagen, nach einer Temperaturabnahme von $0,5^{\circ}$ (von $+ 3,5^{\circ}$ bis $+ 3^{\circ}$ und von $+ 3^{\circ}$ bis $+ 2,5^{\circ}$); hier könnten wir vielleicht noch irgendeinen Zusammenhang vermuten. Die dritte Epidemie aber brach am 12. Tage nach einer Abnahme der Temperatur von $+ 2^{\circ}$ bis $1,5^{\circ}$ aus und steht offensichtlich in keinem Zusammenhang mit derselben.

So müssen wir einen direkten Einfluß der Temperatur auf den Geschlechtsprozeß bei *S. elegans* verneinen.

Was die Ernährung anbetrifft, so ist es in unserem Falle selbstverständlich unmöglich, diesen Faktor zu berechnen, aber eine starke Verminderung der Nahrung bei einer allmählichen Temperaturerniedrigung ist sicher nicht zu erwarten, da die Nahrung aus verschiedenen Organismen besteht, die in denselben Bedingungen wie *Spirochona* selbst sich befinden und da die Temperaturabnahme vom Maximum (im Jahre 1924 am 21. August = $+ 13^{\circ}$) sehr allmählich vor sich geht, so daß von Tag zu Tag eine Abnahme von $0,2^{\circ}$ bis $0,3^{\circ}$ stattfindet²⁾.

Bedeutende Schwankungen der Salzkonzentration im Angarawasser in Abhängigkeit von den Temperaturveränderungen können wir auch nicht vermuten. Das Angarawasser ist sehr schwach mineralisiert. Nach den Angaben von SCHAMARIN³⁾ enthält es bei

¹⁾ Vom Wasserdienstposten der Verwaltung der Gewässer des Lena-Baikaldistrikts wurden die Temperaturabmessungen um 7 Uhr morgens, 1 Uhr nachmittags und um 7 Uhr abends ausgeführt mit einer Genauigkeit von $0,5^{\circ}$.

²⁾ Eher ist eine Zunahme der Nahrung zu erwarten.

³⁾ SCHAMARIN: Arb. d. ost-sibir. Abt. v. R. geogr. Ges. Bd. 1 1897 (russisch).

+ 9° nur 0,07099—0,07217 g an Trockenrückstand inklusiv 0,05740 bis 0,05819 von Mineralbestandteilen.

Bei einer Temperaturabnahme von + 9° zu + 3,5° mit einer Veränderung der Wasserdichte (spez. Gewichtes) von 0,999 808 bis 0,999 998 wird auch der Salzgehalt von 0,05740—0,05819 auf 0,0574003—0,0582216 steigen. Es nimmt also die Konzentration 0,0000 003—0,0000 316 zu. Diese Konzentrationsveränderungen aber sind sehr viel geringer als diejenigen, die in künstlichen Bedingungen angewandt wurden¹⁾, um einen Geschlechtsprozeß bei z. B. Infusorien hervorzurufen (mit Ausnahme des Zusatzes von H_2Cl_2 in einer Konzentration von 0,0000 027—0,000 011).

Wir müssen also annehmen, daß die Konzentrationsveränderungen an Mineralsalzen als solche in unserem Falle einen Geschlechtsprozeß hervorzurufen nicht imstande sind.

Nach den vorhergehenden Betrachtungen müssen wir gestehen, daß die Ursachen der Knospenbildung und Copulation bei *S. elegans* uns vorläufig unbekannt bleiben, da wir weder eine bedeutende Veränderung der Ernährungsverhältnisse noch einen Einfluß des Temperaturwechsels feststellen konnten und eine Einwirkung der Salzkonzentration auch völlig auszuschließen ist.

Ich glaube überhaupt, daß in den Fällen, in welchen verschiedene Forscher experimentell einen Zusammenhang zwischen äußeren Verhältnissen und Lebenserscheinungen von Protozoen (speziell Geschlechtsprozeß) festzustellen versuchten, dieser Zusammenhang ein scheinbarer und indirekter war.

Wahrscheinlich spielen hier Faktoren eine Rolle, die uns bis jetzt nicht bekannt sind und die wir zu erfahren erst beginnen. Vielleicht hat hier die Wasserstoffionenkonzentration eine Bedeutung²⁾ und werden uns entsprechende Untersuchungen den Einblick in die Ursachen der Lebenserscheinungen der Protozoen erleichtern.

Kritisches.

Unsere *Spirochona* befindet sich in nächster Verwandtschaft zu *S. gemmipara*, die eine weitverbreitete Form ist und von vielen Forschern untersucht wurde.

Man studierte bei den letzteren die Knospungsentwicklung und

¹⁾ Siehe z. B. ZWEIBAUM: Arch. f. Protistenk. Bd. 26 1912.

²⁾ KOFFMAN: Über die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration für die Encystierung bei einigen Ciliatenarten. Arch. f. mikr. Anat. und Entwicklungsmechanik Bd. 103 1924.

mit ihr unmittelbar zusammenhängende Kernteilung, wie auch den Geschlechtsprozeß.

Die Knospenbildung ist von R. HERTWIG fast in allen Einzelheiten untersucht worden. Die Details, die man zu seinen Angaben hinzufügen könnte, sind von geringer Bedeutung. Weniger klar steht es mit der Frage der Kernteilung (Macronucleus). HERTWIG¹⁾, BÜTSCHLI²⁾, PLATE³⁾ und BALBIANI⁴⁾ beschreiben diesen Prozeß in mancher Hinsicht sehr verschieden.

Nach HERTWIG z. B. erscheint vor der Teilung des Kernes im Chromatinkernteile ein dunkles Korn, das aber in keinen Zusammenhang mit dem zentralen Korn des Achromatinkernteiles von ihm gebracht wird.

PLATE erwähnt gar nicht dieses Korn und stellt die Bildung des zentralen Korns in Verbindung mit dem Erscheinen des hellen Fleckes im Chromatinkernteile.

Nur bei BALBIANI finden wir eine Beschreibung des Auftretens dieses „Nucleolus“ in dem Chromatinkernteile und seines Überganges in den Achromatinteil des Kernes.

Das erwähnte Stadium wird auch von den genannten Forschern sehr verschieden gedeutet.

BÜTSCHLI hält den Kern mit dem „Nucleolus“ für einen ruhenden Kern. HERTWIG und PLATE glauben das Erscheinen dieses „Nucleolus“ als Zeichen der beginnenden Teilung anzusehen.

BALBIANI aber deutet dieses Stadium als den Schluß einer erfolgten Teilung.

Wenn ich in dieser Hinsicht meine Beobachtungen zusammenstelle, komme ich zum Schluß, daß alle drei erwähnten Meinungen ungefähr der Wirklichkeit entsprechen, da der „Nucleolus“, wie oben angegeben wurde, vor der Kernteilung erscheint, während der Kernteilung sich teilt und die herumgegangenen zwei Tochter„nucleoli“ noch eine längere Zeit in den Chromatinteilen der Tochterkerne zu beobachten sind.

Jedenfalls verläuft ein verschieden langer Zeitabschnitt zwischen dem Schlußmoment der Kernteilung und dem Wiedererscheinen des

¹⁾ HERTWIG, R.: Über den Bau und Entwicklung von *Spirochona gemmipara*. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 4 1877.

²⁾ BÜTSCHLI: Bemerkungen über die Knospung von *Spirochona gemmipara*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 28 1877.

³⁾ PLATE: Untersuchungen einiger an den Kiemenblättern des *Gammarus pulex* lebenden Ektoparasiten. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 40 1886.

⁴⁾ BALBIANI: Sur la structure et la division de nayau chez le *Spirochona gemmipara*. Annales de Micrographie 1895.

„Nucleolus“ in dem Achromatinteile des Kernes vor der neuen Teilung, was davon abhängt, wie schnell die eine Knospung (resp. Kernteilung) der anderen folgt.

Wenn BALBIANI die Kernteilung während einer epidemischen Vermehrung des *Spirochona* beobachtete, was sehr wahrscheinlich ist, so hat er wirklich sehr richtig den Verlauf der Erscheinungen in ihrer Reihenfolge beschrieben.

Nicht ganz klar ist auch die Deutung der genannten Forscher über das Bild, welches in der äquatorialen Zone des sich teilenden Kernes der *Spirochona*, zu beobachten ist.

HERTWIG beschreibt in diesem Teile des Kernes eine „körnige Mittelplatte“, die er, wie es scheinen will, mit STRASBURGER'S „Mittelplatte“ identifiziert und an deren Stelle bei der Ausdehnung des Kernes eine strukturlose Zone hervortritt, die er schließlich „Kernplatte“ nennt. PLATE findet aber in dieser Zone Kernteile, die sich intensiv mit Safranin färben.¹⁾

BALBIANI scheint HERTWIG'S Meinung zuzustimmen, gibt aber eine genauere Beschreibung der Erscheinung und glaubt die Körner in der Äquatorialebene als Verdickungen der Spindelfäden anzusehen (Methylgrün?), die unmittelbar in die Kernplatte sich umwandeln.

Keiner von diesen Forschern hat offenbar seine Beobachtungen bis zu Ende gebracht, was sie zu sehen verhinderte, daß die Reste der Spindel mit den Tochter„kernplatten“ sich in die Tochterkerne zusammenziehen und die „Kernplatten“ sich in „Nucleoli“ umwandeln.

Was die Micronuclei anbelangt, so ist ihr Verhalten bei *S. gemmipara* von den genannten Untersuchern offensichtlich nicht genügend erforscht. HERTWIG z. B. gibt an, daß *S. gemmipara* drei Micronuclei hat, die sich gleichzeitig mit den Macronuclei teilen und daß Tochtermicronuclei zwischen Knospe und Muttertier sich in gleicher Zahl verteilen. Auf seinen Abbildungen aber sehen wir Tiere mit zwei Micronuclei wie bei der Teilung (Taf. XI Fig. 1, 2), so auch bei der Verteilung (Taf. XI Fig. 4). Man muß auch vermuten, daß auch er es mit Tieren zu tun hatte, deren Knospen keine Micronuclei besaßen. So fehlen jede Micronuclei den Knospen, die auf Taf. XII Fig. 6 und 10 dargestellt sind.

Nach PLATE findet man bei *S. gemmipara* am häufigsten drei Micronuclei, nicht selten aber auch zwei oder vier und in einzelnen

¹⁾ So müssen sie als chromatische gedeutet werden.

Fällen einen „auffallend großen.“ Er bildet aber selbst Tierchen ab, die keinen Micronucleus haben (Taf. 8 Fig. 22).

Die angeführten Angaben sprechen dafür, daß unsere Kenntnisse über die Micronuclei von *S. gemmipara* sehr schwankend sind.

Ich glaube, daß diese „Micronuclei“ nur Degenerationskörper sind, eben wie bei *S. elegans*.

Die epidemische Knospenbildung, die nach meinen Beobachtungen im unmittelbaren Zusammenhange mit der Gametenbildung steht, ist offenbar von HERTWIG und PLATE beobachtet worden, ohne ihre besondere Aufmerksamkeit zu erwecken.

HERTWIG gibt nämlich an, daß nach mehreren rasch nacheinander folgenden Knospungen der Mutterkörper so stark abnehmen kann, daß der Knospenkörper zuletzt größer als der Mutterkörper erscheint (Taf. XII Fig. 6, 10). Das weitere Schicksal solcher Knospen hat er aber nicht verfolgt.

PLATE'S Abb. 43 entspricht in mancher Hinsicht unserer Fig. 38, die eine Knospe auf dem Reste des Mutterkörpers darstellt. Im Texte aber finden wir keine Erklärung darüber.

Der Geschlechtsprozeß von *S. gemmipara* wurde von PLATE erforscht und beschrieben. Merkwürdigerweise aber hat dieser Autor dabei die Knospenbildung mit dem Geschlechtsprozesse im Zusammenhang nicht gebracht, obwohl er die Erscheinungen der Knospungsepidemie vor den Augen hatte und andererseits sehr entschieden feststellen wollte, daß Konjugation nur zwischen jungen Tieren sich vollzieht.

Der Geschlechtsprozeß wird von PLATE als eine Konjugation gedeutet, bei welcher

1. beide konjugierende Individuen
2. die Macronuclei desselben und
3. die Micronuclei paarweise zusammenfließen.

Der letzte Punkt über paarige Vereinigung der Micronuclei erregt starken Zweifel, wenn wir berücksichtigen, daß von dem auf Fig. 23 dargestellten Pärchen der obere Partner drei Micronuclei hat, der untere aber vier, im Pärchen der Fig. 25 überhaupt nur ein Micronucleus vorhanden ist, in Fig. 26 läßt sich das Verhalten der Micronuclei nicht bestimmen, in Fig. 28 sind keine Micronuclei zu sehen.

Außerdem sind für konjugierende Tiere ein paariges Zusammenfließen mehrerer Micronuclei völlig unbekannt und es wäre in diesem Falle eine merkwürdige Ausnahme.

Die Behauptung PLATE's von dem Zusammenfließen der Micro-nuclei scheint uns hervorgerufen zu sein durch die vorgefaßte Meinung, daß diese Körper irgendeinen Anteil im Geschlechtsprozesse nehmen müssen. Am wahrscheinlichsten ist, daß bei *S. gemmiparu* diese „Micronuclei“ keine aktive Rolle im Geschlechtsprozesse spielen, wie wir es bei *Sp. elegans* feststellen konnten.

Theoretisches.

Der eigenartige Geschlechtsprozeß, den wir bei Infusorien als Conjugation beobachten, konnte sich nur aus der Copulation ausbilden, als derjenigen Form, die am weitesten in der Tier- und Pflanzenwelt verbreitet ist.

Die Conjugation selbst verläuft sehr verschieden bei verschiedenen Infusorien, wenn wir die Vorbereitungsprozesse, die zur Vereinigung der Kerne führen in Betracht ziehen. Z. B. gleichen durchaus nicht die Erscheinungen des Geschlechtsprozesses bei *Peritricha* denjenigen bei *Boweria subcilindrica* (nach STEWENS 1910).

Es sei hier gestattet unsere Kenntnisse über den Geschlechtsprozeß bei Infusorien in ein System zu ordnen, die Abweichungen dieses Prozesses bei verschiedenen Infusoriengruppen zu verfolgen und miteinander zu vergleichen, die hier zu beobachteten Erscheinungen in ein Schema zusammenzufassen und in diesem Schema einen Platz für *Spirochona elegans* zu finden.

Wir können uns vorstellen, daß die Conjugation aus der Copulation hervorgeht, wobei eine Gametenbildung nicht stattfindet und stattdessen Zusammenfließen eine vorübergehende Vereinigung zweier Individuen, die als Gamonten zu bezeichnen sind, Platz nimmt und die sog. „Geschlechtskerne“ die Gametenkerne vertreten.

Wir müssen also den Micronucleus als den Kern betrachten, der die Gametenkerne liefern sollte, d. h. als einen Gamontenkern. Infolgedessen sind die Teilungen des Micronucleus nur als Teilungen der Gamontenkerne bei der Bildung der Gametenkerne zu deuten.

Diese Auffassung wäre nur dann anfechtbar, wenn man außer acht lassen könnte, daß die Bildung der sog. Reduktionskerne nicht immer stattfindet.

Dieselben werden dann beobachtet, wenn

1. in den Geschlechtsprozeß Individuen eintreten, die eigentlich keine echten Gameten sind (*Amoeba diploidea*, *Copromonas subtilis*, die meisten Infusorien).

2. Wenn nur eine Gamete gebildet wird, statt mehreren, wie das sehr deutlich bei einigen Gregarinen (z. B. *Ophriocystis*) zu sehen ist.

3. Wenn der Geschlechtsprozeß sich auf ein einziges Individuum beschränkt (Autogamie bei einigen Amöben, *Actynophrys*), was in einzelnen Fällen von einer Andeutung zur Gametenbildung begleitet wird (*Actinosphaerium*)¹⁾.

Es ist also ganz klar, daß die Teilung des Micronucleus vor der Conjugation, die zur Bildung von degenerierenden Kernen führt, ein atawistischer Prozeß ist, welcher der Bildung von Gametenkernen entspricht.

Wenn wir von diesem Standpunkte aus die Präconjugationserscheinungen bei verschiedenen *Ciliata* durchmustern, finden wir unumgänglich, daß:

1. bei einigen Infusorien diese Präconjugationsprozesse anscheinend sich völlig erhalten haben und so verlaufen, als ob ihnen eine Gametenbildung folgte, in diesem Falle finden wir eine bedeutende Zahl von degenerierenden Kernen,

2. bei anderen Infusorien haben sich diese Prozesse in dem Sinne verändert, daß entweder die Zahl der degenerierenden Kerne sich mehr oder weniger vermindert hat oder die Zahl der aufeinanderfolgenden Teilungen geringer wurde.

Außerdem finden wir, daß in den meisten Fällen einige ergänzende Kernteilungen vorkommen, was als neue spezifische Anpassung zu deuten ist, die sich nach dem Wesen des neuen Geschlechtsprozesses entwickelt hat und zur Bildung von zwei neuen Kernen führt, von denen einer der Stationärkern, der andere aber der Wanderkern ist, die die Geschlechtskerne sind.

Man muß sich aber vorbehalten, daß wir unsere Zusammenstellungen und Schlußfolgerungen nur auf den Erscheinungen basieren können, die sich mit denjenigen Micronuclei abspielen, aus denen Copulationskerne sich bilden.

Bekanntlich finden sich bei vielen Infusorien (im vegetativen Zustand) zwei oder mehrere (z. B. bei *Stentor*) Micronuclei, im Geschlechtsprozesse aber nehmen nur Derivate des einen von ihnen teil. Ihr Vorhandensein verwickelt ohne Zweifel das Bild des Präconjugationsprozesses, wir dürfen sie aber kaum berücksichtigen,

¹⁾ Vielleicht gehören hierher auch die Erscheinungen, die bei Myxosporidien und ähnlichen Organismen beobachtet werden, bei denen der Geschlechtsprozeß bis jetzt nicht in allen Details erforscht ist.

da ihre Entstehung offenbar mit der anscheinlich rein physiologischen eigenartigen Erscheinung der Anpassung in Zusammenhang steht, die in der Verteilung der Kernsubstanz zwischen Macro- und Micronucleus erscheint¹⁾.

I. Nach unserer Auffassung also erscheint als der primitivste Typus des Präconjugationsprozesses derjenige, welcher zur Bildung der größten Zahl degenerierender Micronuclei führt.

Diesen Typus finden wir bei *Euplotes* laut den Angaben von MAUPAS und BÜTSCHLI und bei männlichen Individuen von peritrichen Infusorien nach Angaben verschiedener Untersucher.

Bei diesem Typus bildet der ursprüngliche Micronucleus nach dreifacher Teilung acht Micronuclei, welche sofort zum Geschlechtsprozesse bereit sind, wenn es eine Copulation wäre, da die Reduktion der Chromosomen schon bei der dritten Teilung stattfindet und sie alle haploid sind. Wir dürfen sie also als Gametenkerne ansehen. Da aber der folgende Geschlechtsprozeß eine Conjugation ist, erscheinen sieben von ihnen als überflüssig und gehen zugrunde (degenerieren). Der erhaltengebliebene achte haploide Kern teilt sich wieder und bildet zwei neue: einen passiven (stationären) und einen aktiven (Wanderkern), die beide in den Geschlechtsprozeß eintreten.

Dieser Typus des Präconjugationsprozesses nähert sich einerseits am meisten der Bildung von Gametenkernen (und Gameten selbst), andererseits aber ist er der primitivste unter allen Präconjugationserscheinungen, die bei *Ciliata* zu beobachten sind.

II. Als der nächste Typus kann derjenige gelten, den wir bei *Stylonichia pustulata* finden. Wir sehen hier eigentlich dasselbe Schema der Micronucleusteilung wie bei *Euplotes*, welches aber bedeutend abgekürzt ist, da der Micronucleus nach zweimaliger Teilung vier diploide Kerne gibt, von denen zwei degenerieren, die anderen zwei aber die dritte „Reduktionsteilung“ durchmachen und vier haploide Kerne bilden. Von den letzteren degenerieren wieder drei und der vierte liefert nach einer „ergänzenden Teilung“ zwei Geschlechtskerne.

Es bilden sich also bei diesem Typus nur fünf „Reduktionskerne“, unter denen zwei diploide „Reduktionskerne I. Ordnung“ und drei haploide „Reduktionskerne II. Ordnung“.

¹⁾ Das Fehlen der Teilungen der Macronucleuskeime (Placenten) von Exkonjuganten bei fortwährenden Teilungen der Micronuclei, ihr starkes Wachstum, die Vereinigung mehrerer Keime zu einem Macronucleus und ähnliche Erscheinungen bestätigt nur diese Auffassung.

Dieser Typus scheint unmittelbar aus dem ersten hervorzugehen, von welchem er sich durch gewisse Abkürzung des atavistischen Teiles des Prozesses unterscheidet.

III. Eine weitere Vereinfachung des Präconjugationsprozesses beobachten wir bei vielen Formen, wie *Paramaecium caudatum*, *P. putrinum*, *P. aurelia*, *Chilodon uncinatus*, *Colpidium colpoda*, *Leucophrys patula*, *Bursaria truncatella*, *Cryptochilum echini*, *Nicollella ctenodactili*, *Dogiella sphaerium*, wie auch bei weiblichen peritrichen Individuen. Hier bilden sich nach zwei aufeinanderfolgenden Micronucleusteilungen vier haploide Kerne, von denen drei degenerieren, der vierte aber nach der ergänzenden Teilung die Geschlechtskerne liefert.

Es läßt sich nicht behaupten, daß dieser Typus phylogenetisch aus dem II. sich entwickelt, da die Reduktionskerne ihrer Zahl und ihrer Art nach in beiden Fällen durchaus nicht übereinstimmen. Wahrscheinlicher daß dieser Typus sich unmittelbar dem Typus I anschließt, von dessen Teilungen wir hier die ersten vermissen, die die vier diploiden Kerne liefert.

IV. Bei einigen anderen Ciliaten bilden sich im Präconjugationsprozesse nur zwei Reduktionskerne, wie wir es bei *Paramaecium bursaria*, *Onichodromus grandis*, *Anoplophrya branchiarum* (?) und *Ichthyophthyrius multifiliis* sehen.

Bei *Ichthyophthyrius* aber stellt der ganze Geschlechtsprozeß bedeutende Abweichungen vor, weshalb wir ihn an anderer Stelle betrachten werden. Bei den übrigen hier erwähnten Formen bilden sich unter zwei Micronucleusteilungen zwei Reduktionskerne, ein diploider (I. Ordnung) und ein haploider (II. Ordnung), und ein Micronucleus, der die Geschlechtskerne liefert. Dieser Prozeß schließt sich dem Typus III an und bedeutet die weitere Evolution des Bildungsprozesses der Conjugationskerne, die in dem Verschwinden aller atavistischen Erscheinungen besteht. Es bleiben hier nur die unentbehrlichsten Momente des Prozesses der Bildung der Geschlechtskerne.

Der Präconjugationsprozeß erreicht hier die höchste Vereinfachung und stellt offenbar die letzte Stufe der Evolution dar.

V. Was *Ichthyophthyrius multifiliis* betrifft, so fehlt hier im vegetativen Stadium ein Micronucleus, der nur unmittelbar vor dem Geschlechtsprozesse erscheint, der in Form der Autogamie verläuft. Dieser Micronucleus liefert unter zwei aufeinanderfolgenden Teilungen vier Kerne, die offensichtlich haploide Kerne sind. Zwei von diesen degenerieren (Reduktionskerne II. Ordnung), die anderen zwei copulieren. Die größte Ähnlichkeit hat dieser Prozeß mit dem Typus III,

bei welchem sich auch vier haploide Kerne bilden. Während aber bei Typus III drei Kerne degenerieren, tun es im Falle *Ichthyophthyrus* nur zwei, und dabei fehlt hier auch die ergänzende Teilung, welche die Geschlechtskerne liefert. Da in diesem Falle statt der Conjugation ein mehr einfacher Prozeß — Autogamie — auftritt, so ist es ganz klar, daß die Bildung der Geschlechtskerne ganz überflüssig wäre und der Bedarf an zwei haploiden Kernen die Zahl der Reduktionskerne auf zwei beschränkt.

Dieser Typus (V) kann also seinem Ursprunge nach als eine Seitenast betrachtet werden, die unmittelbar aus dem Typus III, am meisten verbreitet bei *Ciliata*, abzuleiten ist.

Die hier zu beobachtenden Abweichungen sind offenbar durch die eigenartige parasitische Lebensweise von *Ichthyophthyrus* bedingt, ebenso wie seine kolossale Vermehrung vor dem Geschlechtsprozeß.

VI. Bei *Ophryoscolex*, *Diplodinium* und *Cyclopostium* ¹⁾ bildet der Micronucleus nach zweifacher Teilung einen diploiden Reduktionskern (II. Ordnung) und zwei haploide Kerne, welche die Geschlechtskerne vertreten. Hier besteht die Vereinfachung in dem Verlust der letzten „ergänzenden“ Teilung, und da dieser reduzierte Prozeß bis jetzt nur bei Parasiten beobachtet wurde, ist es möglich, daß wir es auch in diesem Falle mit einer speziellen Anpassung zu tun haben. ²⁾

Außer der Conjugation (und der oben erwähnten Autogamie bei *Ichthyophthyrus*) finden wir bei *Ciliata* auch die Copulation, die für *Opalina* bekannt ist und in dieser Arbeit für *Spirochona elegans* beschrieben ist. Wie man es auch erwarten könnte, haben wir es in beiden Fällen mit micronucleusfreien Formen zu tun. Diese Formen sind offenbar mehr primitiv als die zweikernige *Ciliata*, dementsprechend können nicht die bei ihnen verlaufenden Präcopulationsprozesse mit den oben analysierten in eine Reihe gestellt werden.

VII. Bei *Opalina* beschränken sich diese Prozesse auf eine Reduktionsteilung, die manchmal lange vor der Copulation statt-

¹⁾ DOGIEL 1925.

²⁾ Dasselbe läßt sich auch über *Boweria subcilindrica* (STEWENS 1910) sagen. Hier verläuft wahrscheinlich vor der Konjugation nur eine Teilung, die zwei Konjugationskerne liefern, welche durch die Umwandlung der chromosomen in bivalente(?) haploid(?) werden. Dieser Prozeß kann dank seiner Eigenartigkeit nicht in unser Schema hineingetragen werden und läßt sich von keinen der beschriebenen Typen ableiten, falls er nur nichts Verwandtschaftliches mit dem bei *Opalina* verlaufenden Prozesse hat.

findet. Zwischen der Reduktion und dem Geschlechtsprozesse verlaufen einige manchmal anscheinlich sehr viele Teilungen. Der ganze Prozeß scheint einerseits von der parasitischen Lebensweise des Tieres stark beeinflußt zu sein, andererseits aber gibt er vielleicht einen Hinweis auf das Vorhandensein von zwei Generationen: einen diploiden und einen haploiden in dem Lebenscyclus der *Opalina*. So ein Verhalten ist aber im Tierreiche bis jetzt nicht bekannt.

VIII. Im Falle der *Spirochona elegans* zerfällt das reife Individuum vor der Copulation (scheinbar) in vier Gameten, die gewiß haploide sein müssen. Die Chromosomenreduktion ist nicht festgestellt, ebenso der Moment ihres Erfolgens. Wegen rein technischer Hindernisse läßt es sich auch kaum durch unmittelbare Beobachtung feststellen und muß vielmehr auf theoretischem Wege gesucht werden.

Bei der Lösung dieser Frage sind zwei Wege möglich:

1. Man könnte annehmen, daß die nach der Copulation entstandene diploide Kerne schon bei der ersten Teilung (d. h. bei der ersten Tierknospung) wieder haploid werden, so daß die Reduktion unmittelbar nach dem Geschlechtsprozesse folgt. So ein Prozeß ist im Pflanzenreiche sehr verbreitet, nicht aber bei tierischen Organismen auffindbar. Und wir müssen daher anscheinlich diese Auffassung für ungültig halten, ebenso wie die Hypothese über die zwei Generationen bei *Opalina*.

2. Andererseits aber läßt sich denken, daß die Chromosomenreduktion unmittelbar vor der Bildung der Knospen-gameten erscheint. Dann müssen wir annehmen, daß die letzte Knospung vor der Gametenbildung von einer Reduktionsteilung begleitet wird. Als Resultat müssen zwei Individuen (Muttertier und Knospe) mit haploiden Kernen entstehen, von denen jede in Gameten zerfällt (acht Gameten).

In dieser Deutung nähert sich dieser Prozeß dem Typus I mit dem Unterschiede, daß einerseits statt einer Teilung eine Knospung auftritt und andererseits der Moment der Reduktion eine andere ist.

Diese beiden Typen (I und VIII) im unmittelbaren phylogenetischen Zusammenhang zu bringen ist offenbar unmöglich. Wir müssen eher den Typus VIII von einem hypothetischen Ausgangstypus ableiten, aus dem sie beide (I. und VIII.) hervorgegangen sind ¹⁾.

¹⁾ Vielleicht nähern sich diesem Typus VIII die Erscheinungen, die man bei *Carchesium* findet, bei welchem nach POPOFF (1908) die Reduktion schon während der ersten Teilung verläuft.

Die vorherigen Betrachtungen lassen sich in das nachfolgende Schema (Textfig. 1) zusammenstellen, als Ausgang dessen ein hypothetischer Organismus mit normalen unter Protozoen allgemein verbreiteter Gametenbildung angenommen ist. Das Schema soll auch als Versuch dienen eine Evolution der Infusoriengruppen im Zusammenhang mit der Evolution des Geschlechtsprozesses darzustellen¹⁾.

Die Betrachtung dieses Schema führt uns zu folgenden Schlüssen:

1. In solchen systematischen Gruppen (Ordnungen) wie *Hypotricha* und *Peritricha* wird die niedrigste Form des Präconjugationsprozesses beobachtet, was auf den Parallelismus der Evolution dieser Gruppen hinweist.

2. Die *Holotricha* müssen anscheinlich auch aus derselben gemeinsamen Wurzel wie *Hypotricha* und *Peritricha* abgeleitet werden, durch einen hypothetischen Organismus, von dem auch die *Opalina*-Gruppe ihren Anfang nimmt.

3. In den Fällen, wo wir solche primitive Präconjugationsprozesse nicht finden (*Heterotricha* und *Oligotricha*), haben wir mit Gruppe zu tun, die sich phylogenetisch einer anderen systematischen Gruppe anschließen, d. h., daß *Oligotricha* phylogenetisch sich den *Heterotricha* und diese letzteren sich *Holotricha* zweifellos anschließen.

4. Unter den *Holotricha* und *Peritricha* gibt es Formen, die noch die Copulation als Geschlechtsprozeß beibehalten (*Opalina*, *Spirochona*). Diese Formen aber müssen vom allgemeinen Evolutionsgang entschieden abweichend betrachtet werden.

5. In der Gruppe, die *Holotricha*, *Heterotricha* und *Oligotricha* vereinigt, fehlen wirkliche (nicht abweichende) Primitivformen, entweder sind sie noch nicht gefunden worden oder sie sind im Laufe der Evolution verloren gegangen.

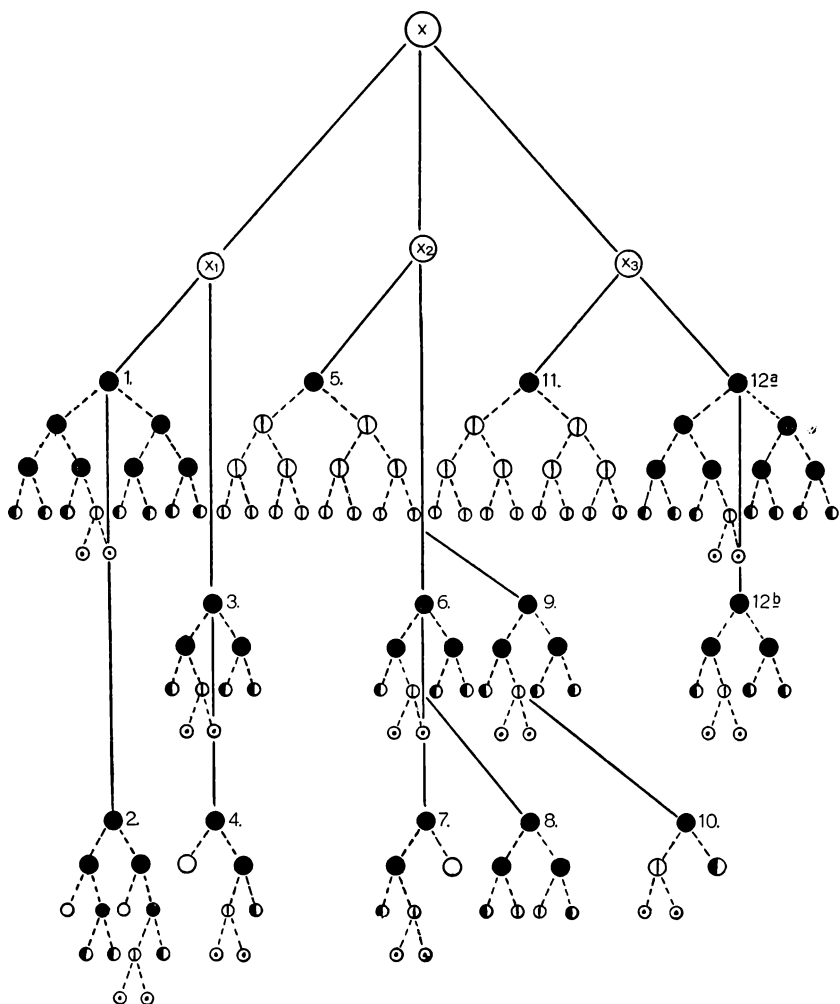
6. Autogamie bei *Ciliata* weist gar nicht auf eine primitive systematische Lage der Formen hin (*Ichthyophthyrus*), erscheint aber als Resultat der Anpassung an die parasitische Lebensweise.

7. Der primitivere Präconjugationsprozeß, der bei männlichen Individuen von *Peritricha* im Vergleich zu weiblichen beobachtet wird, läßt sich als atavistische Erscheinung betrachten.

8. Der Geschlechtsprozeß in jeder Gruppe der *Ciliata* evolutioniert im allgemeinen nach demselben Schema und zwar unter Verlust der Teilungen zuerst von diploiden, dann auch haploiden Kernen.

¹⁾ Wir finden vorläufig keinen bestimmten Platz in diesem Schema für *Stentor* und *Trachelocerca*, da ihre Präconjugationsprozesse zu wenig erforscht sind.

9. Unsere Vorstellungen über die systematische Lage verschiedener Formen, die sich ausschließlich auf ihre äußere Morphologie basieren, sind nicht als genügend festgestellt zu betrachten,



Textfig. 1

- diploide Kerne.
- haploide Kerne.
- Geschlechtskerne.

- Reduktionskerne I. Ordnung.
- Reduktionskerne II. Ordnung.
- ⊗ Hypothetische Formen.

1. *Euplotes*. 2. *Stylonichia*. 3. *Oxytricha*. 4. *Onichodromus*. 5. *Opalina*.
 6. *Paramaecium caudatum*. 7. *Par. bursaria*. 8. *Ichtyophthyrus*. 9. *Bursaria*.
 10. *Cyclopostium*. 11. *Spirochona*. 12a. *Peritrich* ♂. 12b. *Peritricha* ♀.

was vielleicht die sonderbare Lokalisation in unserem Schema der Formen, die zu den Hypotrichen gehören, erklärt.

September 1927.

Tafelerklärung.

Tafel 7.

Alle Figuren wurden mit dem ABBE'schen Zeichenapparat auf der Höhe des Mikroskopischen hergestellt (Obj. hom. Imm. 2 mm, Comp. Oc. 6).

Fig. 1. *Spirochona elegans*. Übersichtsbild.

Fig. 2. Peristom mit einrollendem linken Teil.

Fig. 3—10. Die Erscheinungen der Vorbereitung zur Teilung. Das Erscheinen und die Versetzung des „Nucleolus“.

Fig. 11—17. Der Zerfall der Chromatinkernteile vor und während der Chromosomenbildung.

Fig. 18 u. 19. Oberflächliche Äquatorialplatte.

Fig. 20—25. Ausdehnung des Kernes, Bildung der Polkappen, Abtrennung der oberflächlichen Chromosomen und Bildung der inneren Äquatorialplatte.

Fig. 26—29. Die letzten Teilungserscheinungen und Bildung der Tochter-„nucleoli“.

Fig. 30 u. 31. Abweichende Kernteilungen.

Tafel 8.

Fig. 32—41. Epidemische Knospung. Gametenbildung.

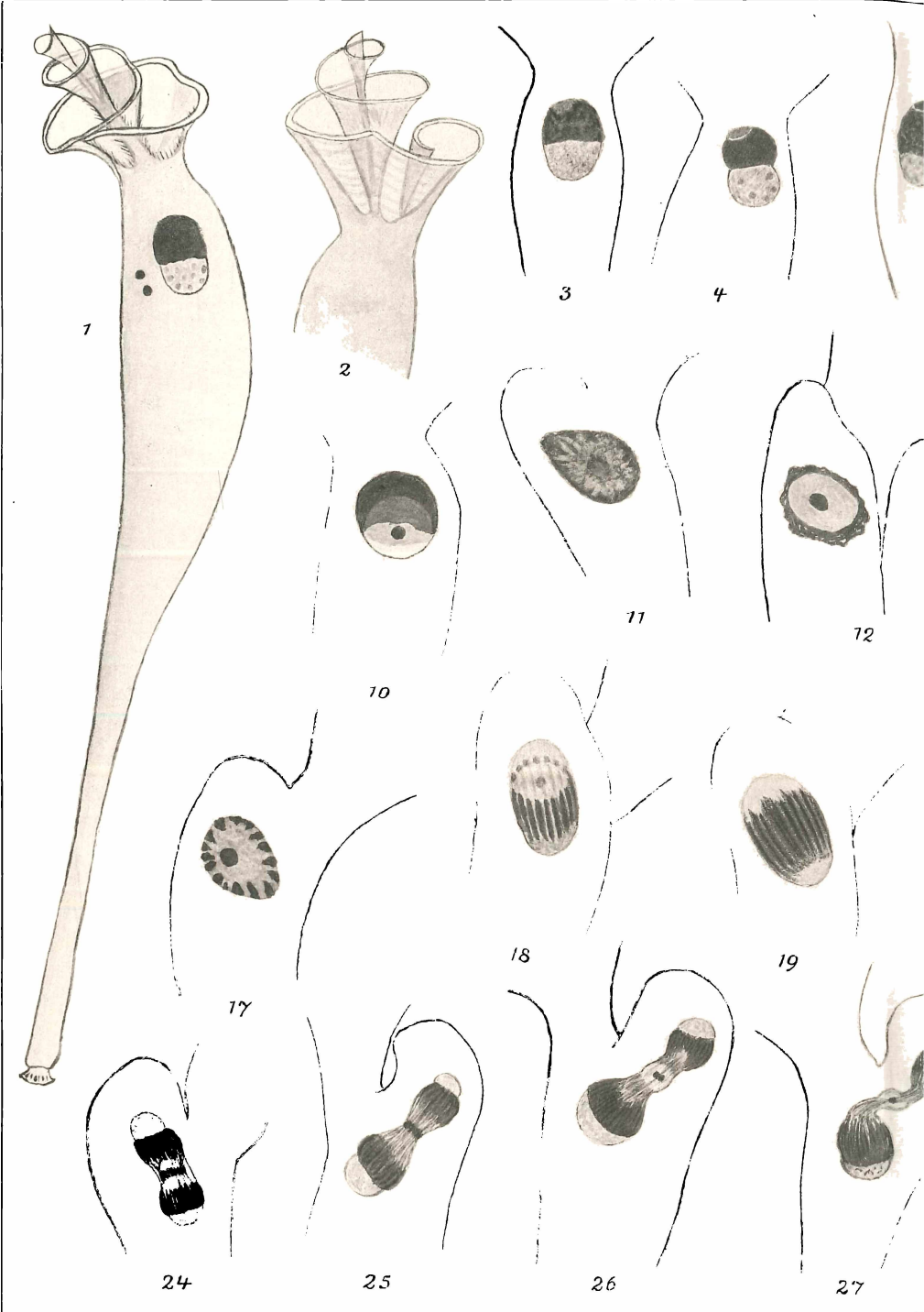
Fig. 42. Rest des Muttertieres nach der Gametenbildung.

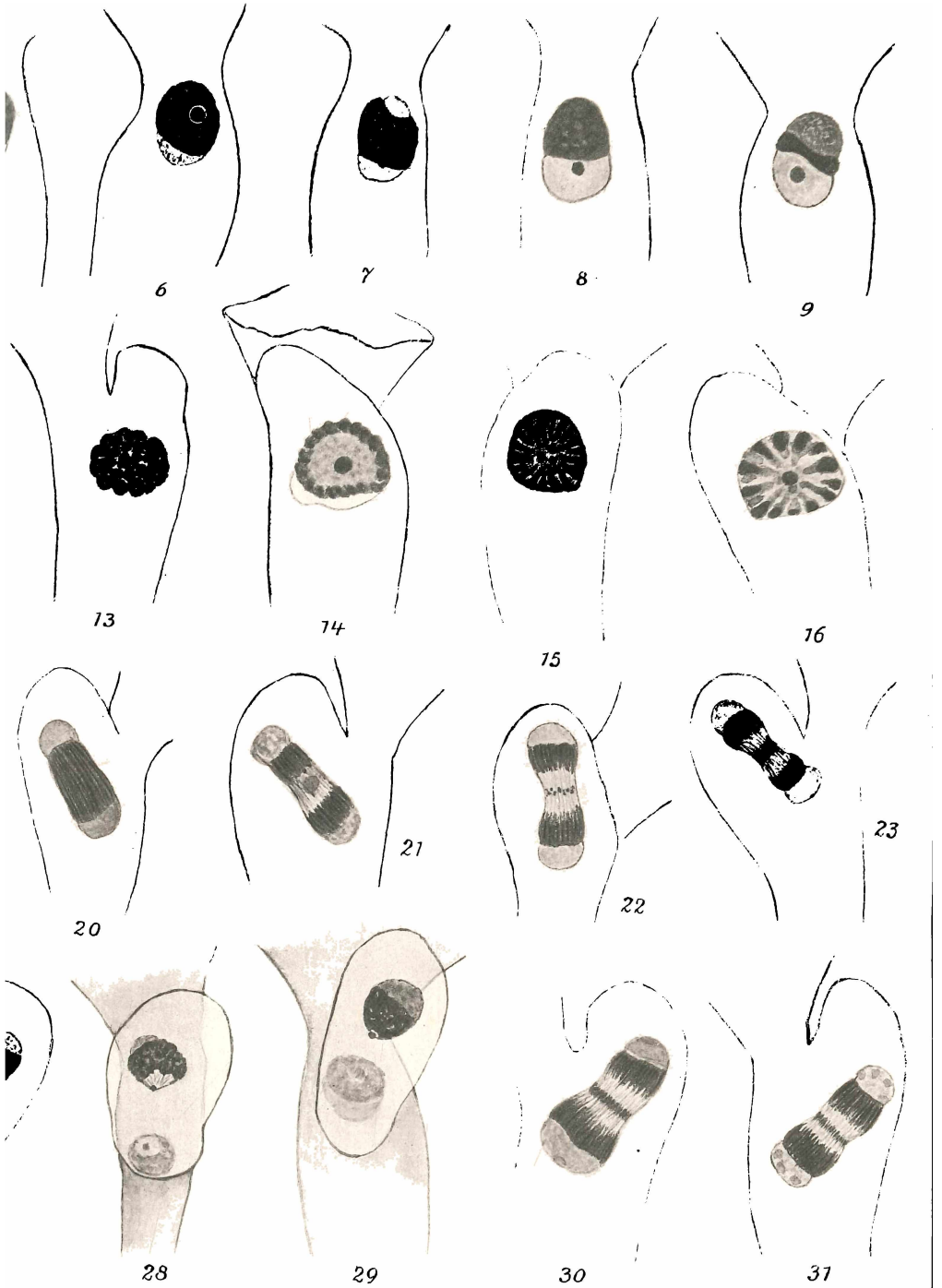
Fig. 43. Sich niedergesetzte Gameten.

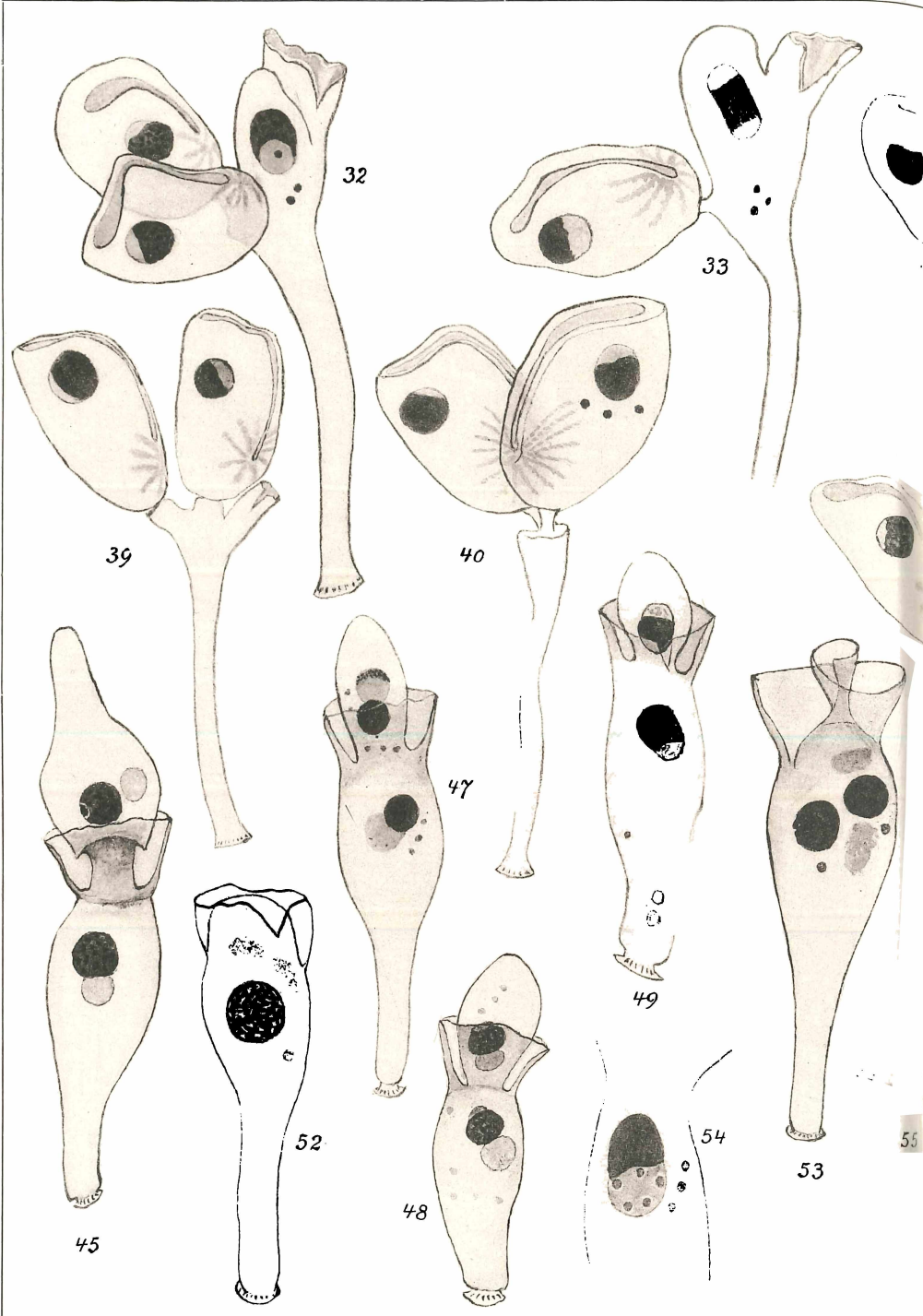
Fig. 44—51. Copulation der Gameten.

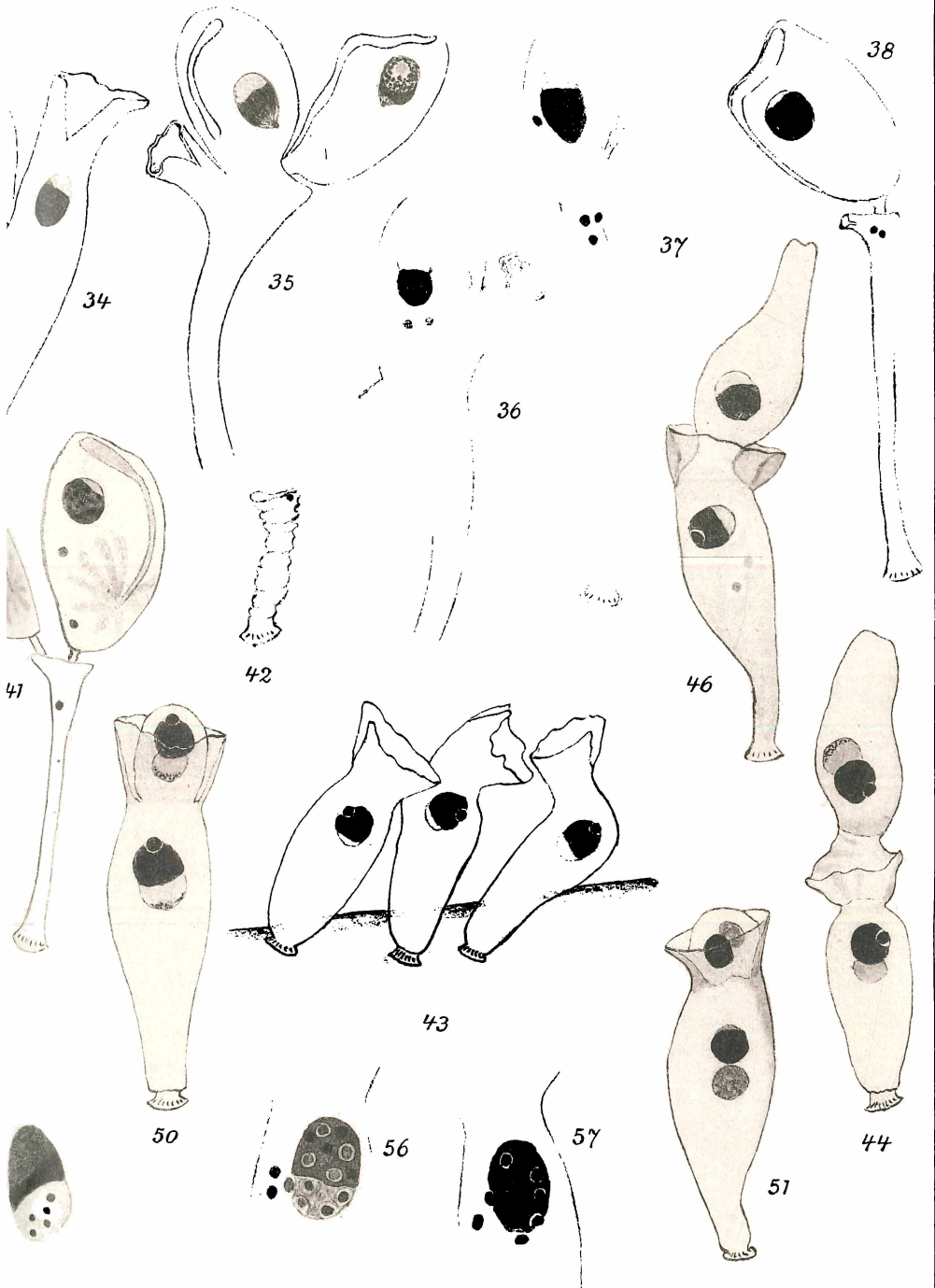
Fig. 52 u. 53. Copula.

Fig. 54—57. Entstehung von „Micronuclei“.









ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1928

Band/Volume: [61 1928](#)

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

Artikel/Article: [Beobachtungen über Spirochona elegans n. sp. 185-222](#)