

Protozoenstudien.

Von

S. Prowazek,

stud. phil.

(Mit 4 Tafeln und 4 Textfiguren.)

1. *Bursaria truncatella* und ihre Conjugation.

In der Arbeit von AUGUST BRAUER (12), besonders aber in der Abhandlung von AUGUST SCHUBERG (13) wurde die Gesamtorganisation sowie einzelne biologische Erscheinungen, wie die Encystirung der *Bursaria truncatella* (O. F. M.) Clap. und L., zutreffend geschildert, in den nachfolgenden Zeilen sollen noch einige weitere, hauptsächlich biologische Angaben gemacht, vornehmlich aber die Conjugation dieses Infusors zur Darstellung gebracht werden; dies wäre mir jedoch nicht möglich gewesen, wenn mein hochverehrter Lehrer Herr Prof. Dr. B. HATSCHEK mir nicht seine von ihm und Herrn Prof. CORI gemeinsam angefertigten Conjugationspräparate, die zum Theil schon aus dem Jahre 1888 stammen und unter denen ich noch wichtige Stadien, die mir fehlten, fand, zur Verfügung gestellt hätte, und ich erlaube mir an dieser Stelle hiefür sowie für andere Unterstützungen bei der Arbeit und für die Ueberlassung eines Arbeitsplatzes in seinem Institute meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Bursaria truncatella O. F. M. besitzt (von 50 gemessenen Individuen) durchschnittlich die Länge von 0·51 Mm. und die Breite von 0·32 Mm.; die gewöhnlich vorkommenden Thiere besitzen die Länge von 0·85 und die Breite von 0·4—0·42, also ungefähr die Hälfte ihrer Länge, die kleinsten normalen Thiere, die beobachtet wurden, waren 0·31 Mm. lang und 0·2 Mm. breit; man findet aber

auch Individuen von ausserordentlicher Grösse, so betrug einmal in einer reichlichen Cultur ihre Länge fast durchwegs 1·6—1·7 Mm.

Die Thiere, die zur Conjugation schritten, waren meistentheils etwas kleiner (0·5—0·8 Mm. lang).

Was das Vorkommen der *Bursaria* anbelangt, so scheint sie nicht gerade zu den gemeinsten Formen, die an jedem Fundort anzutreffen sind, zu gehören, und es mögen aus eben demselben Grunde einige Angaben der Fundorte aus der Protozoenliteratur hier wiedergegeben werden: Bei Kopenhagen (MÜLLER), Torfgruben bei Berlin, Löschkübel auf den Strassen von Berlin (EHRENBERG), bei Berlin (LIEBERKÜHN, CLARAPEDE und LACHMANN, nach letzteren selten), bei Tharand im Badethal (STEIN), bei Niemegek (STEIN), Weiher des Poppeldorfer Schlosses bei Bonn (BRAUER), bei Coburg (EBERHARD), bei Jaroslaff an der Wolga (CIENKOWSKI), bei Paris (BALBIANI), bei Wien (SCHMARDA), in der Schweiz (PERTY), bei St. Petersburg (WEISSE); aus anderen Welttheilen wird nur von STOKES ein Fundort in den Vereinigten Staaten angegeben. Bei Prag fand man sie in Tümpeln auf der Kaiserwiese oder zeitweise in den Altwässern der Moldau, Herr Prof. HATSCHEK sammelte sie einmal in einem Tümpel bei Brunn bei Wien, und ich bezog mein Material aus den Praterauen (Heustadelwasser, Kriau) bei Wien. — Die Beschaffenheit des Wassers, in dem sie vorkommt, wird von allen Beobachtern, die speciell auf diesen Punkt ihre Aufmerksamkeit lenkten, in gleicher Weise geschildert: Waldgräben mit faulenden Buchenblättern, schattige Weiher in Laubbeständen, Torfgruben, sumpfige Stellen auf Wiesen mit faulenden Blättern oder üppiger Sumpfvvegetation; an sonnigen Stellen dürfte sie nicht vorkommen, sie ist auch negativ heliotropisch und kommt in Aquariengläsern immer auf der Zimmerseite vor. Sie wurde im Februar, März, Mai oder wieder im Herbst, im September gefunden; nur STEIN gibt an, dass er sie einmal im August fand; ich fand sie im Frühjahr bis Ende Mai, Herr Prof. HATSCHEK fand sie wieder im Herbst.

Der Grosskern der *Bursaria* stellt eine lang bandartige Bildung dar, die überall gleichmässig breit ist, nur gegen die Enden zu wird sie öfters etwas schmaler und endet in einer Art von nicht bedeutender, verbreiteter Anschwellung; nicht selten ist das Ende in eine Spitze ausgezogen, eine Erscheinung, die vielleicht auf die letzte Theilung zurückzuführen wäre; SCHEWIAKOFF beobachtete einmal einen kurzen Seitenast des bandförmigen Kernes, ein Verhältniss, das ich auch einmal zu constatiren die Ge-

legenheit hatte. Der Grosskern verläuft im Entoplasma, das stellenweise eine stärker ausgebildete Alveolarstructur gegen die Kernmembran zu besitzt, so dass der Kern wie auf festeren Alveolarbalken, denen eine noch feinere Structur zukommt, befestigt zu sein scheint, ohne dass diese gerade eine besondere Differenzirung erlangt hätten. In seinem geschlängelten Verlauf, dessen Zweck es wohl ist, zu dem Zellkörper in all seinen Theilen in eine innige Beziehung zu treten, scheint keine besondere Gesetzmässigkeit ausgeprägt zu sein, er ist entweder U-förmig gewunden oder es erfahren die beiden Schenkel noch eine Biegung; einmal verliefen die beiden Schenkel ganz nahe parallel nebeneinander; bei einem anderen Thier waren 2 U-förmig gebogene Kerne vorhanden. Die Kernmembran lässt sich leicht durch Reagentien, noch deutlicher durch Zerfliessenlassen des Zelleibes darstellen; sie hebt sich sodann vom Kerninhalt weit ab und ist deutlich contourirt, später nimmt sie eine etwas knitterige Beschaffenheit an und wird unter längerem Einwirken von Wasser schliesslich gelöst; manchmal hängt sie stellenweise mit ihrem Inhalte inniger zusammen, was besonders bei aus Theilungen oder Conjugationen hervorgegangenen Kernen der Fall ist. STEIN beobachtete an der Membran eine Beimengung von zahlreichen, gleichmässig vertheilten, äusserst feinen Körnchen, die mir nicht zur Beobachtung kamen. — In dem Inhalt des Kernes (Taf. I, Fig. 9, 10) kann man eine weniger tinctive Kerngerüstsubstanz unterscheiden, die vielleicht noch von feineren Bildungselementen, wie Fibrillenelementen und einer Kittsubstanz, dargestellt wird, und die in normalen Zuständen das Bild einer etwas längsnetzartig-wabigen Structur liefert, ferner eine deutlichere chromatische Substanz, die als grössere und dann kleinere feinste Chromatingranula bei starken Vergrösserungen zur Beobachtung gelangt, schliesslich eine Art von Nucleochylema, ein Kernsaft; nicht immer findet man ausserdem noch grössere, etwas lichtbrechende, fettartig aussehende, schwächer als das Chromatin sich färbende „Binnenkörper“, die entweder oval oder spindelförmig sind oder wieder in einzelnen Zügen, der achromatischen Substanz und ihren oberflächlichen, sich ändernden Spannungen folgend, oft ihre eigene Oberflächenspannung überwinden und zu stäbchenartigen Bildungen (Fig. 9 k) verschmelzen; man könnte sie, da sie nicht immer vorkommen, als besondere Reservestoffe im Sinne STRASSBURGER's und PFITZNER's auffassen; sie unterscheiden sich immerhin von der Chromatingranula sowohl durch ihre Grösse und Gestalt, als Lichtbrechung und Farbennuance; man könnte noch eine Art von Vorstufe

in ihrer Bildung unterscheiden, als manchmal kleinere runde, helle, etwas lichtbrechende Körnchen auftreten und mit einem Chromatinnangel verbunden sind; die Substanz dieser Körper scheint mit dem Chromatin in einer Art von Wechselverhältniss zu stehen. Unter Einwirkung von 1% Essigsäure erscheint der Kerninhalt, wie schon BÜTSCHLI bemerkte, grob granulirt.

In der netzigen alveolaren Kernstructur findet man centralwärts zeitweise bandartige, leichte, nicht an allen Stellen gleichmässige Concentrationen oder Verdichtungen (Fig. 11) der Structur, an und in denen sich mehr feinstes Chromatin ansammelt, doch sind sie aber nicht deutlich und bestimmt abgegrenzt und unterscheiden sich nur durch eine feinere Structur vom übrigen Kerninhalt; auf weiteren Stufen der Ausbildung sondern sie sich oft in Einzelconcentrationen, nehmen wurstförmige, längliche, ovale, schliesslich auch rundliche Formen an, die bestimmter umgrenzt sind, compacter erscheinen und sich deutlicher färben.

Die Kerne färben sich sehr ungleichartig, manchmal besitzen sie so wenig Chromatin, dass sie sich wenig differenziren. Vital färbt sich der Kern mit Neutralroth nach einiger Zeit röthlich (besonders die Körnchen und die eigenthümlichen Binnenkörper), beim Zerfliessen dunkelt der Farbenton für eine Zeit lang nach. Vor der Theilung erscheint der Kern compacter, wird kürzer, stabförmiger, die Structur ist eine mehr längsnetzig-faserige; gleichzeitig ist das Zellplasma feiner vacuolisirt; in der Mitte, wo die Trennung stattfindet, erhält der Kern nach vorhergegangener Sonderung im Plasma zuerst eine leichte Einschnürung, sodann wird die Structur an dieser Stelle undeutlicher, weitmaschiger und zuletzt tritt die vollständige Trennung durch den sich einschnürenden Zelleib ein.

Die Micronuclei lassen sich nicht immer leicht feststellen; sie liegen etwas dem bandförmigen Kern an oder befinden sich in dessen Nähe. BÜTSCHLI zählte 15, SCHEWIAKOFF 20 Kleinkerne, ich konnte einmal bis über 24 feststellen; zumeist sind aber 16—18 vorhanden; auch hier besitzt die Regel, dass multiple Micronuclei eine gewisse Variabilität in ihrer Zahl aufweisen, ihre Geltung.

Der Inhalt der Nebenkerne ist ziemlich hell, grünlich, zeigt eine feine, central leichter nachweisbare alveolare Structur, die Membran ist stark ausgebildet und hebt sich als eine Art von Doppelcontour deutlich ab, wobei der Kerninhalt bei günstiger Lagerung derselben seitlich anliegt; einmal nahm ich auch gröbere

Körnchen sowie eine grössere Alveole im Kerninhalte wahr. Mit Neutralroth nimmt der Kleinkern nur manchmal eine centrale leichte Färbung an.

Als Einschlusssubstanzen findet man vor allem im Zelleib kleine, rundliche, grünlich glänzende Excretkörnchen, die zu mehreren oft in einer Alveole vorkommen und Molarbewegungen, die aber nicht die Stärke derer in den 2 Vacuolen von Closterium erreichen, ausführen; ausserdem kommen grössere Excretkugeln vor. Auch findet man an den einzelnen Netzbalken ovale oder spindelartige Granulabildungen, die nicht so amorph und glänzend wie die Excretssubstanz aussehen; manchmal bilden sie mehr stäbchenartige Gebilde, welche in der Mitte eine Anschwellung, die aber zumeist auf der einen Seite stärker ausgebildet ist, besitzen.

Eine regelmässig auftretende, contractile Vacuole konnte nicht festgestellt werden; zumeist beobachtete ich zerstreute, kleinere Vacuolen, die nicht gleichmässig pulsirten, wie CLARAPÉDE und LACHMANN sowie auch BÜTSCHLI angeben. BRAUER konnte keine contractile Vacuole finden. Ausserdem gelang es mir, an einer Bursaria, die kein Peristom besass, also entweder aus einer Theilung oder Conjugation hervorgegangen war, oder, was mir wahrscheinlicher erscheint, vor einer Encystirung stand, am hinteren Ende eine contractile Vacuole festzustellen, die bei einer Temperatur von $18\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$. im Mittel in 40—45 Sec. pulsirte; sie entstand aus mehreren Bildungsvacuolen, die wie etwa die Blasen eines Bierschaumes zusammentraten und zu einer Vacuole verschmolzen, die sich dann an einer bestimmten Stelle des Ektoplasmas, wo dessen Gebälke minder deutlich ausgebildet und das Plasma selbst etwas verdünnt nach innen wie eingesunken war, durch einen sich alsbald schliessenden Porus nach aussen entleerte; gleichzeitig bildeten sich ringsherum neue Alveolen und das Spiel begann vom neuen. Bei conjugirten Thieren war auf gewissen Stadien im Präparat oberflächlich eine Art von Blasenräumen zerstreut, die man auch in die Kategorie der „zahlreichen Vacuolen“ einzählen dürfte. Bei der Bursaria kommt also eine doppelte Vacuolenbildung vor, entweder treten zahlreiche Vacuolen auf, was gewöhnlich der Fall ist, oder es entsteht eine einzige Vacuole, die man auch in der Cyste findet.

In den Nahrungsvacuolen beobachtete ich kleine Paramecien, Vorticellen, Stentor, Flagellaten, Euglenen, Chilomonas par., Phacus, Synura uvella, Protococcacaeen, Navicula, Diatoma etc. — EHRENBERG gibt auch Rotifer und Philodina an. Die Flagellaten bewegen sich ziemlich lange in der Nahrungsvacuole, wie auch PRZESMYSKI

für *Chilomonas* angibt. Die aufgenommenen Protozoen verändern bald ihre Gestalt, es bildet sich nach und nach eine Art von organischem Detritus, in dem man die Trypocysten der Paramecien und zuletzt die Grosskerne der Infusorien am längsten erkennen kann.

Das Chlorophyll der Algen verändert sich zwar, doch widersteht es der eigentlichen Verdauung. Zuletzt nimmt der Nahrungsballen auf späteren Verdauungsstadien auch den Farbstoff an, hierauf treten in ihm fettartig aussehende Substanzen auf, die sich wahrscheinlich zur Excretsubstanz umbilden.

In Thieren, deren Peristom ganz rückgebildet oder nur auf eine schwache Andeutung vorne reducirt war, fand ich zahlreiche parasitische Acineten, die von älteren Forschern als Embryonen zur Beschreibung gelangten; dieselben waren oval und besaßen einen mehr rundlichen Kern mit einer zarten Kernmembran, die dem Inhalte dicht anlag. Das Plasma besaß einen netzig-alveolaren Bau. Die Parasiten waren meistens dicht vom Plasma des Wirthes umschlossen und erst auf einer späteren Stufe bewegten sie sich in einer Art von Vacuole. Der Kern nimmt beim Wachsthum einen deutlich reticulären Bau an, der besonders nach zwei Seiten faserig ausgebildet ist, hie und da bemerkt man stärker ausgebildete Granula (Chromos. Essigsäure conservirt, Methylgrün gefärbt); alsbald besitzt der Kern eine mehr länglich ovale Gestalt, die Zelle streckt sich mehr und mehr, der Kern wird biscuitförmig, die mittlere Partie erlangt eine faserige Structur, die polar in eine mehr reticuläre übergeht. Im weiteren Verlaufe dieses Theilungsvorganges wird der faserig ausgebildete, mittlere Theil eingeschnürt und der Kern gleichsam von der sich theilenden Zelle durchschnitten. Um die einzelnen Thiere bilden sich oft eine Art von Vacuolen, die zusammenfliessen, so dass die Parasiten später in einem einzigen grossen Hohlraum liegen. Im Laufe der Zeit tritt auch eine kleine Vacuole sowie rundliche oder ovale grössere Körnchen im Plasma auf, die sich mit BIONDI'S Farbungemisch röthlich färben (das Plasma erscheint gelblich, der Kern blau). Der Kern des Wirththieres zerfiel in 2—3 grössere Stücke, die sich alsbald in zahlreiche wurst- oder mandelförmige Theile fragmentirten; ganz ohne Kern, wie EBERHARD (8) angibt, wurden die Thiere nicht gefunden, der Kern war stets, wenn auch nur auf wenige kleine Theile reducirt, vorhanden (Fig. 7, 7 a, b, c, d).

Nach einer Periode intensiver Theilungsthätigkeit trat die Conjugation ein; die Bursarien wurden unruhiger, schwammen nahe

beieinander hin und her, hängten sich mit ihren Peristomen gleichsam ein und lösten sich wieder, bis nach einem längeren derartigen Spiel sich die passenden Pärchen gefunden hatten. Die Thiere legten sich mit ihren Bauchflächen aneinander und verschmolzen mit ihren entsprechenden linken oberen Peristomtheilen, so dass sie alsbald gleichsam auseinandergeklappt im oberen Theile mit den Peristomstreifen sich überkrenzend, sich spiegelbildlich verhielten (Fig. 1 b. c); die Conjugation findet sowohl unter gleich grossen, als in ihrer Grösse etwas verschiedenen Thieren statt; das rechte Thier liegt nach der Verbindung etwas tiefer.¹⁾

I. Periode. — Nach und nach tritt eine Rückbildung der Peristomanlage ein; zuerst kommt aber der obere Theil des Peristombandes auf der Gegenseite zum Schwinden. Die „Streifung“ der adoralen Membranellenzone wird undeutlicher, wiewohl sie sich gegen das freie Ende noch am längsten erhält, die Reduction geht hier von unten nach oben. Die von SCHUBERG so genannte Peristomplatte verstreicht nach und nach unter fortgesetzter Verengung des Peristoms, vorerst bildet sich aber oft noch an ihrer oberen Ecke eine Art von ausgezogener Spitze aus; auf einem späteren Stadium, nachdem auch die ventrale Fläche der dorsalen sich genähert hatte und das Peristomband bis auf geringe Spuren ganz geschwunden ist, ist die erwähnte Platte nur mehr als eine Art Kante, später als eine blossе Furche angedeutet (Fig. 1 c). Es geht also zuerst das ventrale Septum, das Peristomband, dann von der Basis angefangen die adorale Membranellenzone und zuletzt die Peristomplatte ungefähr in umgekehrter Reihenfolge, als in der sie sich ausgebildet haben, verloren. Bildete sich die Peristomplatte als eine Art Kante allmählich zurück, so entstand oft (Fig. 1 c) am hinteren Theile des Zelleibes eine neue Kante, so dass das betreffende Querschnittsbild nicht länglich oval oder rundlich war, sondern mehr eckig aussah.

Das Entoplasma erschien auf späteren Stadien compacter,

¹⁾ Ein analoges Schauspiel konnte bei Paramecium, Stylonychia, Coleps und Vorticella beobachtet werden; ist dieses Spiel etwa auf besondere „psychische“ Momente zurückzuführen (vergl. Engelmann, C. Schmidt [Brehm's Thierleben] VERWORN, BINET)? Es ist auch möglich, dass nur eine besondere physiologische Veränderung der Zellen und ihrer Agilität, eine Art von Chemotropismus, und zuletzt die gerade passende eigenartige Beschaffenheit der modificirten Ektoplasmen der beiden sich nun berührenden Individuen eine dauernde Verbindung ermöglicht — vom physiologischen Standpunkte wäre dies berechtigter, da man sich, ohne einer Art von Peruptualismus zu huldigen, des anderen, psychischen Elementes bei der Rechnung mit der Thatsachenmannigfaltigkeit hier nicht bedienen darf.

und es traten in ihm zahlreiche rundliche Körnchen auf, so dass infolge dessen die Thiere beim durchfallenden Lichte trübe, dunkel, bei auffallendem weiss erschienen.

Die merkwürdigste Veränderung in dieser ersten Periode der Conjugation erfährt der Grosskern, der sich bedeutend streckt, wobei seine Structur viel deutlicher wird; dabei besitzt er die Tendenz, sich besonders im unteren Theile des Zelleibes knäuelartig aufzuwinden und macht derart die merkwürdigsten Biegungen und Lageveränderungen durch; dadurch wurde auch das Plasma in Mitleidenschaft gezogen und erfuhr eine Art Durchmischung, die Kleinkerne, die früher dem Grosskern dicht anlagen oder wenigstens in seiner unmittelbaren Nähe sich befanden, sind nun mehr auf den Seiten oder im oberen Theile der Zelleiber localisirt. Das Plasma kann keine festen zusammenhängenden Structuren besitzen, da der Grosskern sonst derartige Lage- und Gestaltänderungen nicht durchmachen könnte. Der Grund für diese Formveränderungen und Vergrösserungen ist in einer Aufnahme von Substanz oder Substanzen aus dem Plasma in den Kern, dessen Membran derart fortwährend gedehnt wird und weitere Diffusionen noch ermöglicht, zu suchen. Es ist aber fraglich, ob diese Veränderungen eine Folge davon sind, dass der Kern seine Function ganz aufgegeben hat und nun wie eine Art von Fremdkörper eigenartigen Processen im Plasma unterliegt, oder aber ob er Schritt für Schritt dabei seine Functionen einschränkend, aufgebend und verändernd einer regressiven Metamorphose unterliegt; die Regelmässigkeit und Stufenfolge des Vorganges, die Ausbildung und Verdeutlichung gewisser Structureigenenthümlichkeiten, sowie die lange Erhaltung dieser lassen jedoch die letztere Annahme für wahrscheinlicher erscheinen. Durch eine Vermehrung des Kernsaftes und Veränderung der Kerngerüststructur wird einerseits die Vergrösserung des Kernes besorgt, zum geringeren Theil mögen aber auch gewisse Spannungsänderungen im Entoplasma, das im oberen Theile der Syzygie verschmilzt, auch etwas dazu beitragen (Fig. 1 und 8).

An der Stelle, wo sich die Theile des Kernes überkreuzen, findet meist eine weitere Dehnung und Verengerung, die also nicht gleichmässig überall auftritt, statt; bald wird eine derart umgebildete Kernpartie zu einer Art von Kernfaden, in dem die Structuren in der Achse der Dehnung verändert werden, zum Theil auch verschmelzen, ausgezogen, und reisst schliesslich durch (Fig. 8). Der bandförmige Kern nimmt auf diese Weise eine rosenkranzartige Gestalt, deren Glieder aber ungleich gross und anders gestaltet sind,

an, und nach der Durchreissung der einzelnen Kernfäden, die oft sehr lang und verschieden dünn sind, fragmentirt er zuletzt in rundliche oder ovale, längliche, mandelförmige oder wurstförmige Theile, denen anfangs noch die Kernfäden anhängen. Ihre Zahl beträgt 6—12, manchmal auch mehr, zumeist sind aber nur 9 Kernsegmente erhalten; diese dürfte schon BALBIANI beobachtet haben, der die Vermuthung ausspricht, dass der Nucleus infolge der Conjugation in „Eier“ zerfalle.

Beim Paramecium tritt auch eine merkwürdige Auswachsung des Kernes in Fortsätze nach HERTWIG ein, nur dass der ovale Kern hier seitliche Ausbuchtungen im Gegensatz zur Bursaria treibt, wo er sich dehnt und rosenkranzartig einschnürt; doch setzt bei andauernder Streckung des Kernes der gebildete Faden auch manchmal an die Theile eines solchen Gliedes an, so dass dieses im Verhältniss zu den anderen wie eine seitliche Ausbuchtung aussieht. Die Kernbrücken, die manchmal auch um ihre Achse gedreht sind (Fig. 8), sind jenen ähnlich, die HERTWIG bei Paramecium beschrieb.

Was die inneren Veränderungen anbelangt, so bildet sich zuerst eine beim gewöhnlichen Kern schon beschriebene centrale Verdichtung aus, die alsbald die Beschaffenheit einer dichteren, etwas körnig aussehenden, deutlich sich färbenden Concentration, die aber nicht überall gleichmässig breit ist, annimmt; es ist von einem gewissen Interesse, dass gerade diese Concentration, die etwas undeutlicher im normalen Kern zu gewissen Zeiten auftrat, bei conjugirten Thieren in deutlicherer, etwas veränderter Gestalt sich immer findet (Fig. 11, 12, 13). Sobald sich der Kern zu jenen länglichen oder ovalen Bildungen sondert, bildet sich auch die Concentration zu rundlichen oder ovalen, nicht immer central liegenden Inseln um, die sich ziemlich intensiv, und zwar an der Peripherie etwas stärker färben; ringsherum nimmt man die Kerngerüststructur, die gröber ausgebildet ist, deutlicher wahr; ihr liegen grössere Chromatinkörnchen, die aber schon etwas verändert erscheinen, an (Fig. 15, 16). Die Theilstücke des Kernes sind alsdann von einer Art Grenzlamelle umgeben; die eigentliche Membran in ihrer alten Gestalt ist verschwunden, sie hebt sich wenigstens nicht als eine Doppelcontour ab. In den Kernsegmenten kommen oft neben der einen auch 2, ja 3 dann kleeblattartig angeordnete chromatische Concentrationen vor, manchmal sind sie auch eiförmig oder länglich und gebogen (Fig. 18, 19); in einzelnen Fällen fehlt die Concentration gänzlich (Fig. 14).

Auf späteren Stadien kann man keine besonders ausgebildete Chromatingranula in und an der hellen alveolaren Schichte um die färbbare Concentration nachweisen, man findet manchmal nur noch grössere, meist ovale binnenartige Körper, die der gröberen alveolaren Structur anliegen (Fig. 16). Man kann aber noch weitere feine Variationen an dem hier angegebenen Modus der Rückbildung feststellen.

Während sich diese regressiven Processe am Grosskern abspielten, vollzogen sich auch an den Kleinkernen wichtige Veränderungen; vor allem vergrössert sich der Kleinkern fast um das Doppelte seiner ursprünglichen Grösse, indem Substanz aus dem Plasma eindringt, infolge welcher Volumvergrösserung vor allem Platz für besondere Differenzirungen geschaffen wird; es ist aber zweifellos, dass die eingedrungene Substanz — nicht direct, wohl aber auf Grund weiterer Veränderungen — zum Wachsthum der inneren Structuren beiträgt, und da sie wohl nicht einfach ist, nicht blos an der Ausbildung der achromatischen Structur sich betheiligt, sondern, wie aus dem Späteren erhellt, auch ein Wachsthum und darauffolgende Vermehrung durch Theilung der chromatischen Substanz veranlasst. Der Kerninhalt (Fig. 21) liegt seitlich der Membran an (von einer anderen Seite betrachtet erscheint er central) und man nimmt einen deutlich reticulären Bau wahr und kann feine Chromatingranula unterscheiden. Bald bilden sich die ersten Spindelfasern (Fig. 22) aus, die zusammen eine Tonnen oder Kegelstutzform (Fig. 23) annehmen, und denen das Chromatin in Körnchenform kappen- oder discussartig anliegt (Sonnenform), in kurzem aber wandert dieses successive peripher und ordnet sich langsam plattenartig unten an, wobei oft oben noch eine Zeitlang nicht heruntergewanderte lose Chromatingranula zurückbleibt. Nach und nach bilden sich die Spindeln aus (Fig. 24, 25); diese sind kleiner als die nach der Conjugation zustande gekommenen, so dass auf einzelne weitere Details derselben erst dort eingegangen werden soll. In der äquatorialen Zone der Spindeln findet man die Chromatinstäbchen, die aus feinen Körnchen der färbbaren Substanz bestehen. Während dieser Vorgänge schwand die Kernmembran nicht, zumeist ist sie deutlich nachweisbar und nur in einzelnen Fällen kann man sie nicht mit der gewünschten Deutlichkeit von den Spindelfasern, denen sie anliegt, im Bilde besonders sondern. Von der Fläche glaubte ich in allen Fällen, wo dies nur möglich war, 6—7 Chromatinstäbchen gezählt zu haben, leider gelang es mir nicht, die Spindeln auch bei zerdrückten Thieren in die geeignete Polstellung zu bringen, um mit voller Sicherheit die Chromatinstäbchenzahl anzugeben.

Immerhin scheinen mehr Spindelfasern, die dann durch Verklebung dicker werden, als Kernstäbchen vorhanden zu sein, wie auch bei *Euplotes charon* die Zahl der Kernplattenelemente eine geringere ist. Die Spindelfasern erfahren während der Theilung eine Art Torsion, die besonders an weiter getheilten Spindeln leicht festgestellt werden kann, und die ich an den grösseren Spindeln nach der Conjugation mit aller Deutlichkeit wahrnehmen konnte. Auch bei *Paramecium* schlängeln sich gleichsam die Spindelfasern nach den Angaben von HERTWIG, denen allerdings ERLANGER, der sich am selben Object von einem geschlängelten Verlauf der Spindelfasern nicht überzeugen konnte, widersprach.

Nach HERTWIG üben die sich in die Länge streckenden Spindelfasern einen Druck auf die Kernpole aus und erfahren einen Widerstand, den sie nicht im gleichen Maasse, als sie sich ausdehnen, überwinden, hieraus folgt der geschlängelte Lauf der Spindelfasern; andererseits wäre es wohl möglich, dass längst oder in den Spindelfasern eine Art spiraliger Zug- oder Contractionswelle verläuft, die im äusseren Plasma correspondirende Vorgänge besitzt; allerdings hat das Plasma in der Gegend der Spindelpole, die dicht an die intacte Kernmembran heranreichen, nur eine geringe, nicht immer deutlich wahrnehmbare Verdichtung; von Interesse ist eine diesbezügliche Angabe von BÜTSCHLI, der bei *Paramecium* und *Colpidium* die Beobachtung machte, dass in der Theilung begriffene Micronuclei bei der Isolation plötzlich stark „zusammenschnurrten“, ja wieder oval wurden, eine Erscheinung, die auch auf plasmatische Zugkräfte hinweisen würde. Die Torsion wäre also entweder eine Art Resultirende aus inneren Wachstums- und Dehnungsvorgängen und äusseren Druckkräften, oder eine Folge aus Zugkräften und Structureigenthümlichkeiten der gegen einen Punkt geneigt verlaufenden Fasern, denen einseitig das Chromatin anliegt, analog einem geeignet ausgezogenen Speichelfädchen, dem einseitig ein Körnchen anhaftet und das sich etwas tordirt. Doch scheinen bei all den Vorgängen am Ciliatennebenkern innere „automatische“ Prozesse massgebend zu sein.

Auf weiteren Stadien des Theilungsvorganges bemerkte man das Chromatin körnig in Kappen oder in etwas unregelmässiger Plattenform polwärts angeordnet. Die Fasern erfuhren eine bedeutende Dehnung (Fig. 26, 27), wobei sie auch näher aneinander rückten und verklebten; später verläuft zwischen den beiden krümmeligen Polplatten ein starker, langer, doppelt contourirter lichtbrechender Faden, der sich polwärts etwas verbreitert und hier oft ziemlich deutlich

seinen Aufbau aus mehreren Fadenelementen darlegt; hiefür spricht auch der Umstand, dass bei der stattgehabten Torsion dieser in der Mitte oft wieder wie auseinandergedreht (Fig. 27) und in zwei Fäden gespalten erscheint. Bei fortgesetzter Dehnung wird er schliesslich zerrissen und der stark ausgedehnte Theil vom umgebenden Plasma resorbirt, während gegen die Kerntheile die Spindelfasern sich länger erhalten und manchmal, nach aufgehobener Dehnung und Zugwirkung, wellig zurückgeschlagen erscheinen (Fig. 27), etwa wie eine feine gedehnte oder gedrehte Bastfaser nach ihrem Zerreißen.

Auf diese Weise theilen sich die 16—18 gewöhnlich vorkommenden Kleinkerne in je 2 (Fig. 2); bald aber erfolgt eine weitere Theilung, denn ich beobachtete alsbald eine weit grössere Zahl von getheilten Spindeln und dann Theilkernen in Syzygien, deren Grosskern schon einer weiteren Rückbildung anheimgefallen war. An den betreffenden Präparaten wurden 66—70 und 78 Kleinkerntheile gezählt.

Die Lagerung dieser Theilspindeln war keine regelmässige, nur auf der kritischen Verbindungsstelle lagerten sie oft zumeist senkrecht zu dieser, auch waren die Nebenkernreste etwas deutlicher, grösser ausgebildet; aus einem dieser Kerntheile bildete sich sodann die Befruchtungsspindel, in einen stationären und einen Wanderkern sich theilend, aus.

Was geschieht mit den anderen Kleinkerntheilen? Ihr Chromatin nimmt nicht mehr den dunklen rothen Farbenton an, sondern erscheint heller, glänzender, es tritt zu einzelnen Gruppen zusammen und in seinem Inneren entstehen Lückensysteme (Fig. 29), schliesslich zerfällt es zu einem unregelmässigen Körnchen„haufen“. Wird es resorbirt oder ausgestossen? In Anbetracht der Thatsache, dass nach den Untersuchungen von KOSSEL, MIESCHER und MALFATTI die chromatische Substanz und die Kernkörperchen aus Nucleinen bestehen und nicht verdaut werden, ferner dass das Chromatin des Grosskernes, wie wir später sehen werden, nicht resorbirt wird, dann, da nach der Conjugation Kleinkerntheile zweifelsohne ausgestossen werden, sowie da der Grosskern, unter dessen Aegide offenbar eine Resorption stattfindet, weit rückgebildet ist und keine Verdauungsvorgänge während dieser Periode sich abspielen, trotzdem aber die Kerntheile später schwinden, muss man annehmen, dass dies Chromatin und die wenige achromatische Substanz, die letztere vielleicht verändert, ausgestossen werden.

Bevor wir die weiteren Vorgänge der Conjugation unserer Betrachtung unterziehen, müssen wir uns noch die wichtige Frage

vorlegen, was diese weitgehende Kernbildung, da doch nur ein Theil den Befruchtungsact der Protozoen besorgt, zu bedeuten hat.

Die Theilungen und die Entfernung dieser Kleinkerntheile wurde wohl mit Recht vielfach, besonders von MAUPAS und HERTWIG, mit der Bildung von Richtungskörpern der Metazoen verglichen; im folgenden soll sie kurz als „Reduction“ bezeichnet werden, wiewohl gerade die Art der Theilung der Kernstäbchen, auf die es rücksichtlich dieser Bezeichnung in erster Linie ankommt, wegen der Kleinheit und des Chromatinmangels nicht genau festgestellt ist.

Wir haben schon zu Anfang die Beobachtung gemacht, dass vor der Conjugation die vegetative Energie übermässig gesteigert war und damit sich gewisse, mit weiteren Schädigungen verbundene Ungleichmässigkeiten in die functionell wichtige Wechselwirkung des Grosskernes mit dem Zellplasma eingeschlichen haben; am Grosskern machen sich diese besonders bemerkbar, indem er, nach und nach seine Thätigkeit einschränkend und modificirend, dabei auch das Plasma ändernd, einer Rückbildung anheimfällt. — Der Kleinkern, der wie der Grosskern einer Arbeitstheilung zwischen ursprünglich gleichartigen, dem weniger differenzirten Kleinkern ähnlicheren, wahrscheinlich in der Mehrzahl vorhandenen (vergl. vielleicht mit der späteren Vielzahl der Kleinkerne nach der Conjugation) Zellkernen entstammt und so infolge dessen in gewissen Sinne seine Träger Heteroplastiden sind, unterliegt noch weiteren Theilungen, die bis auf eine abortive Theile oder Reductionstheile darstellen, welche zugrunde gehen, während der Kern des anderen „Plastiden“ — der Grosskern nämlich, der sich eben infolge der eigenthümlichen Entwicklungsrichtung der Ciliaten, die als Einzellige eine besonders hohe Organisation erreichten und selbst nicht so sehr gleichsam Speicherer und Sammler, sondern rastlose, beutegierige Umsetzer der assimilativen Stoffe sind, speciell ausgebildete, schon früher einer weitgehenden thatsächlichen Rückbildung anheimgefallen ist (die Fragmentirung und der Zerfall in Segmente darf nicht etwa als eine Art Theilung aufgefasst werden, weil eine die Theilung auszeichnende „Concentration“ und charakteristische streifige oder faserige Structurausbildung ihm doch abgeht). — Gleichzeitig kehrte durch die Rückbildung des Arbeitskernes und die besagte Reduction das Protozoon auf eine einfachere Stufe zurück, auf der der für die Befruchtung nothwendige physiologische Zustand erreicht ist; es bleibt zuletzt, nachdem sich in der Reductionstheilung die vermehrte vegetative Energie gänzlich erschöpft

hatte, nur ein Theil des weniger differenzirten Kleinkernes, der „Befruchtungskern“, in der möglichst hinsichtlich ihrer Organula rückgebildeten, aber doch schon polar differenzirten Zelle übrig. In der Reduction gehen morphologische und physiologische Momente nebeneinander und hieraus mag sich die Constanz und Regelmässigkeit dieser Erscheinung bis zu einem gewissen Grade erklären lassen.

In der letzten Zeit wurden vielfach Reductionstheilungen bei Protozoen beobachtet und es sei hier eine kurze Zusammenstellung und Uebersicht dieser Vorgänge bei den Einzelligen, soweit es eben thunlich ist, gestattet.

Was die einzelligen oder niederen Pflanzen anbelangt, so wurde die Reductionstheilung bei *Desmidiaceen* festgestellt; ähnliche Erscheinungen findet man bei den reducirten Eiern der *Fucaeen*. In neuerer Zeit machte bei den *Diatomeen* (*Rhopalodia gibba*) H. KLEBBAHN die Beobachtung, dass die zur Conjugation und Auxosporenbildung schreitenden Mutterzellen 4 Zellkerne besitzen, von denen zweien der normale Bau zukommt, während die anderen sich kugelförmig abrunden, dichter werden und vom Protoplasma wie „ein eingeschlossener Nahrungsbestandtheil verzehrt werden“ (es ist, abgesehen von den schon früher angeführten Gründen, fraglich, ob das Plasma in einem weniger differenzirten Zustand dies thut, da sonst die Nahrung auch nicht in dieser Weise aufgenommen wird); gleichzeitig verschmelzen die Grosskerne im Zustande der Ruhe und es findet derart eine sexuelle Reproduction mit einer Reduction statt.

Für *Euglypha alveolata* gibt BLOCHMANN an, dass sich das Thier theilt, der neue Kerntheil am Grunde der neuen Schale seinen Platz einnimmt, das Plasma sich sodann zurückzieht und der Kern isolirt abstirbt.¹⁾ Hier ist also noch ganz klar der Charakter des Reductionstheiles als eines Individuums ausgeprägt. BÜTSCHLI vermuthete, dass diese Thiere, die die Hälfte ihrer ursprünglichen Kernsubstanz eingebüsst haben, später copuliren. Bei *Difflugia globulosa* beobachtete JICKELI wohl etwas ähnliches; nachdem sich das alte Individuum von dem jungen, das eine helle Schale besass, getrennt hatte, war diese leer, ihr Kern, der Reductionskörper, war in der anderen Difflugie, die 2 ganze Kerne und einen in Zerfall begriffenen Kern besass. Die von VERWORN neben dem

¹⁾ Einen ähnlichen Fall konnte ich auch an einer *Euglypha* aus einer Moosculture beobachten, sowie bei einer *Nebela collaris* aus einer Moosinfusion; hier verblieb in der bedeutend kleineren Schale ein Kerntheil und etwas Plasma mit Excreten; hernach hat auch das Mutterthier etwas verdaute Nahrungsreste sowie Schlicksubstanz ausgestossen und bewegte sich lebhaft.

gewöhnlichen Kern der *Diffugia lobostoma* beobachteten kleinen eigenthümlichen Nebenkerne bei der Conjugation sind vermuthlich auch Reductionstheile, falls hier nicht eine Verwechslung mit symbiotischen Algen oder Stoffwechselresten vorliegt.

Bei *Actinophrys sol* findet nach SCHAUDINN zu Anfang der Encystirung eine Karygamie statt, vor dem theilten sich die Kerne in je 2 Hälften und schieden je eine von Plasma umgebene Kernhälfte als „Richtungskörper“ ab, während die anderen Kernhälften verschmolzen. Bei *Actinosphaerium*, das mehrere Kerne besitzt, tritt vor der Encystirung auch eine Verminderung der Kernzahl ein, es ist nur fraglich und nach den Angaben von HERTWIG und BRAUER strittig, ob die Verminderung durch Verschmelzung oder Ausstossung eintritt. — Bei der Bildung der Secundäreysten theilen sich die Kerne mitotisch zweimal, von ihnen wird immer der eine als Reductionskörper ausgestossen, worauf dann, „ohne einer Umgruppierung der Secundäreysten eine Verschmelzung stattfindet, so dass die Abkömmlinge einer und derselben Primäreyste sich wieder untereinander vereinigen“. Es wäre aber auch möglich, dass zuerst eine Plastogamie stattfand, dann die aus dieser entstammenden Kerne verschmolzen und eine Reduction erst nachträglich eintrat, wie auch RHUMBLER für die Testaceen vermuthet, ein Verhältniss, das, falls es seine Bestätigung findet, für die weitere Beurtheilung der „Reduction“, in der zwei Momente, das wahrscheinlich ältere, die Abortivtheilung und die eigentliche, erst später in geeigneter Weise erworbene „Reduction“ des Kernstoffes und eines Theiles Cytoplasmas (*Euglypha*, *Actinophrys*, *Nebella*, *Ciliat*?) gleichsam vereinigt sind, von hoher Bedeutung wäre.

Von Interesse ist die Angabe von HERTWIG, dass die Karyokinese der Reductionskerne einen wesentlich anderen Verlauf nimmt wie die gewöhnliche Kernvermehrung — ein Verhältniss, das in analoger Weise von HERTWIG schon für *Paramecium* festgestellt wurde. — Bei Gregarinen, der *Monocystis magna* und *agilis* fand WOLTERS, dass vor der Copulation, die sich in der Bildung eines grossen Copulationskernes äussert, eine Abscheidung der einen Hälfte des ursprünglichen Kernes, die 9 Chromatinkörner besass, als Reductionskörper stattfand. Ein interessantes Verhältniss bieten die von SCHAUDINN und SIEDLECKI untersuchten Coccidien: *Adelea ovata* und *Eimeria Schneideri* dar; bei der ersteren Form bilden sich die Mikrogametten derart, dass ein „winzig“ kleiner Restkörper entsteht und nachträglich noch Reductionskörper auftreten; bei der *Eimeria* bleibt beim selben Vorgang ein grosser

Restkörper zurück und es findet hernach keine gesetzmässige Reduction statt; bei der *Adelea* bilden sich die Mikrogameten ohne eines Restkörpers und es werden demgemäss 3 Theilstücke des Kernes vor der Copulation reducirt; bei der *Eimeria* entsteht bei der Mikrogametenbildung ein grosser Restkörper, ohne dass hernach eine Reduction eintritt. Es wird also hier die Reduction entweder in ein früheres Stadium verschoben und äussert sich in der Restkörperbildung bei der Sporulation und erwirbt sich derart den Charakter einer abortiven „Spore“ oder tritt erst bei der Copulation der Gameten auf.¹⁾

Wenden wir nach dieser Abschweifung unser Augenmerk wieder dem weiteren Verlaufe der Conjugation der Bursaria zu; auf dem zuletzt betrachteten Stadium ist das Entoplasma ziemlich dicht und gleichmässig ausgebildet und es ist die Annahme wohl

¹⁾ Die hierher gehörige Literatur:

Beiträge zur Kenntniss der Auxosporenbildung der *Rhopalodia gibba*. E. V. KLEBHANN, Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik. Bd. XXIX, 4. Heft, 1896.

Zur Kenntniss der Fortpflanzung von *Euglypha alveolata* Duj. von F. BLOCHMANN, Morpholog. Jahrbuch, Bd. XIII, 1888, Taf. V u. 1 Fig. im Text, S. 173—183.

Ueber die Copulation von *Diffugia globulosa* Duj. von D. C. JICKELI, Zoolog. Anzeiger, VII. Jahrgang 1884, S. 449—450.

Biologische Protisten-Studien II, v. Dr. M. VERWORN, Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. L, 1890, S. 444.

Zelleib-, Schalen- und Kern-Verschmelzungen b. d. Rhizopoden u. d. wahrscheinliche Beziehung zu den phylogen. Vorstufen der Metazoenbefruchtung. v. L. RHUMBLER, Biolog. Centralblatt, Bd. XVIII, Nr. 1, 2, 3, 4.

Ueber die Copulation von *Actinophrys sol* Ehrb. v. F. SCHAUDINN, Sitzungsber. königl. preuss. Akad. d. Wiss. Berlin 1896, 6 Textfig., S. 83—89.

R. HERTWIG: Ueber Befruchtung b. Rhizopoden. Sitzungsber. Ges. f. Morph. u. Physiolog. München. Bd. XII, 1897, S. 83—90 — Ibid., Ueber Karyokinese bei *Actinospherium*. Bd. XIII, 1897, S. 36—41.

Die Conjugation und Sporenbildung bei Gregarinen. M. WOLTERS, Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. XXXVII, 1891.

Beiträge zur Kenntniss der Coccidien von Dr. F. SCHAUDINN und Dr. SIEDLECKI, Verhandl. der d. zoolog. Gesellschaft auf der 7. Jahresversammlung 1897.

Gedanken über die morpholog. Bedeutung der sog. Richtungskörperchen, BÜTSCHLI, Nr. 1. Biolog. Centralblatt, Bd. VII, 1885, S. 5.

Ueber periodische Reduction der Chromosomenzahl im Entwicklungsgang d. Organismen. Strassburger Biolog. Centralbl., Bd. XIV, 1894, S. 23.

unabweisbar, dass bei der Verbindung der beiden Zelleiber aus dem einen Thier in das andere gewisse Substanzen der zähflüssigen Stoffe wenigstens hinüberdiffundiren und vielleicht gerade die Ausbildung der Richtungsspindel in besonderer Weise beeinflussen. Vor der sogenannten Befruchtung wird die Thätigkeit des Protozoenzellkörpers reducirt und geändert, der Grosskern zerfällt und damit werden gewisse Functionen in der Wechselwirkung zwischen seiner Substanz und dem Zelleibe eingeschränkt, andere fallen ganz aus; denn von aussen werden keine Stoffe aufgenommen, damit fällt aber einerseits die Einwirkung dieser direct auf den Kern, sowie die Beeinflussung derselben vermittels des Plasmas und die Wirksamkeit der Stoffe, die im Plasma verbleiben und verändert werden, weg, womit noch weitere Aenderungen Hand in Hand gehen.

II. Periode. Bald vergrössert sich ein Kleinkerntheil, der sich in der oberen Region bei der Verbindungsstelle befindet, in beträchtlicher Weise, das Plasma bildet um ihn einen dichteren, deutlich färbbaren Hof (Fig. 30); in kurzer Zeit entsteht die Befruchtungsspindel, die sich in einen Wander- und einen stationären Kern theilt. Die Wanderung kann oft schon stattfinden, während die anderen Kerntheile noch theilweise die Spindelform besitzen. Die Wanderspindeln wandern in der Gegenstellung einander zu, das Plasma zeigt um sie herum eine bedeutsame Verdichtung. Die Chromatintheile waren leider nicht recht zählbar, doch wurden sie, soweit sie sichtbar waren, auf der Zeichnung dargestellt; die Spindelfasern sind sehr deutlich doppeltecontourirt und zeigen eine Art leichter Torsion; die stationären Spindeln, die nicht so deutlich ausgebildet waren, befinden sich seitlich von jenen, Fig. 28.

Nach der Verschmelzung, die direct nicht beobachtet wurde, tritt bald die erste Theilung des einzigen befruchteten Kerntheiles ein. Die Spindel ist auffallend gross, die Spindelfasern sind deutlich und dehnen sich weit aus, das Chromatin „verbäckt“ nach der Theilung nicht zu einer so compacten Masse wie vor der Theilung, sondern erscheint körnchenartig und ist später über der netzigen achromatischen Substanz zerstreut. — Die Membran hebt sich weit ab (Fig. 45).

Bei dieser Gelegenheit sei noch einiges über den Spindelaufbau, an dem einzelne Details nun besser zum Ausdruck gelangen, nachgetragen. Die Membran kann man an diesen grösseren Spindeln oft recht gut beobachten, die Spindelpole rücken an dieselbe ganz heran, doch kann über denselben der hinwegverlaufende Membrantheil constatirt werden; an den Polen stossen die geneigt ver-

laufenden Spindelfasern zusammen und hier nahm in den meisten Fällen eine längliche, oft wie aus zwei Körnchen bestehende, bei höherer Einstellung structurlos hell aussehende plattenartige Bildung eine schwache röthliche Färbung an (Fig. 36); dieselbe darf keineswegs mit einem dort noch zurückgebliebenen Chromatinkern verwechselt werden, da sich dieser dunkler färbt und eine andere substantielle Beschaffenheit aufweist. Eine besondere Plasmaverdichtung konnte an dieser Stelle nicht nachgewiesen werden (Fig. 35). Einzelne freie Spindelfasern ziehen von Pol zu Pol, die Chromatinstäbchen späterer Spindeln, deren Zahl auf der einen Seite circa 12—13 betrug, sehen in den ersten Stadien der Bildung ziemlich compact aus und laufen polar wie in eine Spitze aus; später kann man die körnchenartige Zusammensetzung deutlich wahrnehmen; die Theilung geschieht wahrscheinlich durch Längsspaltung (Fig. 35).

Die Spindelfasern zeigen in der Gegend der Kernstäbchen eine besonders deutliche Ausbildung und erscheinen hier etwas verbreitet — es gewinnt den Anschein, als ob sie aus mehreren Fasern beständen, von denen die dickeren unter den Kernstäbchen gleichsam als Gleitbahnen hinweglaufen, während die feineren oben an dieselben wie seitlich ansetzen (Fig. 37). Während der Theilung, aber auch schon bei der Spindelbildung kann man die Schlängelung der Faser gut beobachten (Fig. 35, 36, 43), die zwischen den Theilstücken jetzt eine Art von Fasercylinder anfangs darstellen; um die sich theilenden wie um die getheilten Kleinkerne findet man eine sich lebhaft färbende Protoplasmapartie, deren Vorhandensein auf einen lebhaften Stoffaustausch, der durch die durch oftmalige Theilungen wohl veränderte Membran sich vollzieht, hinweist; diese Erscheinung erleichtert das Suchen nach Spindeln ungemein, indem man auf derartige stärker verfärbte Plasmapartien nur einzustellen braucht und man ist dann sicher, irgendwelche Kerntheile zu finden. — Von den ruhenden Kernen, die aber bald wieder sich vergrössern, gröber structurirt erscheinen, deutliche zerstreute Chromatinkörnchen besitzen und sich zu neuen Spindeln umformen, gehen oft noch die einzelnen zerrissenen Fäden aus (Fig. 44).

Im übrigen sei noch auf die gegebenen Zeichnungen dieser Stadien verwiesen.

Der Grosskern unterlag während dieser Vorgänge weiteren Umbildungen; wir verliessen ihn auf dem Stadium, da sich in der Mitte eine stark färbbare, compact krümmelige, chromatische Concentration ausbildete und die um diese befindliche achromatische Substanz, der nur unregelmässig sich tingirende Körnchen sowie

grössere Körner angelagert waren, eine deutlich alveolare Structur besass, die gegen die Concentration zu einen mehr strahligen Aufbau zeigte. Nun wurde vor allem die Concentration compacter, die einzelnen Grenzen, sofern 2—3 Chromatininseln vorhanden waren, verschwinden, und sie selbst färbt sich auch im Vergleich zu der Peripherie centralwärts nicht mehr so stark; die äussere Hülle ist viel dichter alveolar und nimmt nun oft einen zarten Farbenton an; das feine Chromatin beginnt eben auszuwandern; die einzelnen Stadien dieser Rückbildungsvorgänge illustriren die Fig. 17, 18, 19.

Die Kerntheile verkleinern sich während dieser Vorgänge zusehends; gleichzeitig nahm das dichte Entoplasma den Farbstoff gierig auf, eine Erscheinung, die auf die Wanderung der tinctiven Substanzen zurückzuführen ist. Unter dem Ektoplasma, das nun im Verhältniss zu früher besonders in der unteren Region des Zellleibes mächtig ausgebildet ist, tritt auf dem oralen, dann aber auch auf dem Gegenpole, besonders in der Gegend, wo sich die Vacuole bildete, eine Zone chromatischer Substanz auf, die aber nicht rein aus Körnchen gebildet wird, sondern einen krümmeligen, vielfach zäh verschmelzenden Massenstreifen darstellt, der gegen innen zu ziemlich scharf abgegrenzt ist, nach aussen aber gegen das Ektoplasma verschwommen erscheint. Auch die pallisadenartige Structur des Ektoplasmas wird in ihrer vollen Deutlichkeit nicht erhalten und man sieht oft, wie die tingirte Substanz den nun unregelmässigen Bälkchen des Ektoplasmas entlang vorschreitet, so dass im Ektoplasma selbst manchmal eine Sonderung in einen gefärbten, gesättigten und einen reinen Theil auftritt (Fig. 59).

Nach und nach verschwindet diese Chromatinablagerung unter dem Ektoplasma, so dass zuletzt oft nur ein schwacher, röthlicher Ton zurückbleibt, sowie besonders an dem unteren Ende einzelne zusammengebackene Körnchen, die schliesslich auch nach aussen abgeschieden werden.

Die zurückgebliebenen Theile des Grosskernes büssen ihre Structur ziemlich schnell sodann ein und stellen schliesslich anfangs sich noch nach längerem Einwirken des Farbstoffes färbende, später ungefärbt bleibende, peripher knitterige, helle, anfangs noch feine, verworren fibrilläre Structur zeigende, später aber compacte Körper¹⁾ dar, die manchmal kettenartig sich auch verbinden (Fig. 20).

¹⁾ Der rückgebildete Grosskern der *Vorticella convallaria* L. stellt grünlich glänzende, unregelmässig grobkörnige, oft fast compacte Körper dar, die sich wenig bezüglich des Aussehens von Grosskernen abgestorbener Vorticellen unterscheiden.

Allmählich schrumpfen sie auch zu faltigen, unbedeutenden Bildungen, die zumeist morgensternartig infolge der Falten aussehen und nach aussen nach und nach ausgestossen werden; manchmal findet man noch einen oder zwei Kernreste auf dem Stadium, da sich schon der neue Kern gebildet hat (Fig. 58).

Der Grosskern wurde gleichsam successive entfernt, — der Kernsaft wurde bei der fortgesetzten Verkleinerung des ursprünglich mächtig ausgebildeten Kernes vom Plasma aufgenommen, hernach wurde die chromatische Substanz nach aussen abgeschieden und zuletzt wurde die achromatische Substanz, wohl stark verändert in der Form eines knitterigen Körpers, ausgestossen.

Inzwischen fanden fortwährende Theilungen an den aus der Conjugation hervorgegangenen Kleinkernen statt. Aus dem einen Kleinkern bildeten sich 2, dann 4 Theile, die sich fortgesetzt theilten, zuletzt konnte ich oft 14 und mehr Spindeln zählen, doch ist auch hier ihre Zahl keine constante; frühzeitig machten sich zwischen den der Theilung unterliegenden Kernen Unterschiede bemerkbar, indem einzelne auf dem Spindelstadium zurückblieben, andere wieder in der Theilung vorangingen; derart kann man oft alle Stadien nebeneinander studiren: compact aussehende Kerne mit abgehobener Membran, zur Theilung sich anschickende Kerne in allen Stadien von der ersten feinen Sonderung des Chromatins auf der Gerüstsubstanz an bis zu dem Stadium, da die deutlichen starken Spindelfasern verworren auftreten, während auf dem noch reticulären Pole das Chromatin deutlich körnig ruht! Diese Kleinkerntheile unterliegen einem verschiedenen Schicksal.

Zumeist 8, seltener 6 Kleinkerntheile wandern — oder werden vielmehr gleichsam vom Plasma gedrängt — in den unteren Theil des Zellkörpers, ungefähr dorthin, wo die contractile Vacuole sich bildete und wo die chromatische Substanz auf diesem Stadium noch angelagert ist, und ordnen sich im Spindelstadium mit ihrem längsten Durchmesser senkrecht zum Ektoplasma an; die Spindeln, die nicht mehr so gross sind, fallen einem Rückbildungsprocess anheim, die Spindelfasern sind nicht mehr alle deutlich gesondert und sehen wie schlaff aus, die Spindel besitzt auch nicht die regelmässige Gestalt, sondern ist oft wie mandelförmig, das Chromatin wird dissociert (Fig. 47 a), später verschmelzen die einzelnen Bestandtheile zu einer anfangs sich noch ein wenig färbenden, compact hell aussehenden eiförmigen oder länglichen Gebilden, denen manchmal seitlich noch einzelne ausgezogene Spindelfasern anliegen, — dieser letztere Umstand deutet vielleicht auch darauf hin, dass diese Kern-

theile sich nicht immer noch zu Spindeln umbilden, sondern auch gleich nach der Theilung herunter wandern (Fig. 47 c).

Die Membran hob sich in allen Fällen deutlich ab.

Das Entoplasma zeigte um diese Kerne eine eigenartige Structur — es entstanden um einen jeden Kerntheil gleichsam plasmatische Wirbel —, auf den Präparaten konnte um jeden Kern gesondert eine grobe strahlenartig ausgebildete Alveolarstructur nachgewiesen werden, die bei einzelnen besonders polar sehr deutlich ausgebildet war. Später entstanden um die rückgebildeten Kerne gleichsam zahlreiche Bildungsvacuolen, die zu einem einzigen blasenartigen Hohlraum verschmolzen. Gleichzeitig trat auf dieser Stelle (manchmal bildete sie sich schon auf dem 4. Kernstadium) von aussen her in dem Ektoplasma eine Delle auf, die sich vergrösserte, wodurch das Ektoplasma auf der entsprechenden Stelle verhältnissmässig bedeutend verdünnt wurde; es ist sehr wahrscheinlich, dass hier die 6—8 Kleinkerne nach aussen ausgestossen wurden; auf den folgenden Stadien wurden sie wenigstens nicht mehr gefunden, auch verschwand bald die eigenartige entoplasmatische Structur (Fig. 47 b, 47 d, ferner 4). Was für eine Bedeutung hat nun diese Entfernung von Kleinkernteilen nach der Verschmelzung? Das Chromatin war in den einzelnen Spindeln, die nach der eigentlichen Conjugation entstanden, besonders deutlich ausgebildet, die Spindeln waren verhältnissmässig sehr gross, um die Kleinkerne — hauptsächlich im Ruhestadium, sowie bei der weiteren Theilung — war ein dichter, sich färbender Plasmahof, dessen Existenz auf besondere intensive Stoffwechselforgänge hinweist, ausgebildet, und es dürfte demgemäss die Annahme nicht für so unberechtigt erscheinen, dass infolge eines Chromatinreichtums die restaurirten Kleinkerne eine Art von Reiz zu weiteren Theilungen erhalten, die aber zur sonstigen Zelleibbeschaffenheit in kein dauerndes Gleichgewichtsverhältniss treten und daher in der Folge ausgestossen werden. Allerdings werden vielleicht noch andere physiologische Ursachen in diesen nach der sexuellen Reproduction der Infusorien auftretenden überzähligen Mitosen ihre Hand im Spiele haben, etwa eine Art von Interferenzerscheinungen der sich vermischenden chromatischen Kerntheile der beiden Individuen — auch ist zu beachten, dass durch die Wanderung in die grosskernlosen Zellkörper die Kleinkerne anderen Bedingungen ausgesetzt wurden, sowie durch die vielen Theilungen irgend eine Aenderung erfuhren und dass vielleicht erst jene Kleinkerne zu den definitiven werden, sobald sich die neuen Grosskernanlagen schon

ausgebildet haben — doch lassen sich all diese möglichen Fälle nicht mit der gewünschten Deutlichkeit zur Zeit präcisiren.

Aus 2, häufiger 3, 4, ja 5 Kleinkerntheilen (nur einmal fand ich 1 Grosskernanlage) bilden sich die neuen Grosskernanlagen, die also aus — durch die Reduction, dann die Verschmelzung und noch nachträgliche Entfernung von Theilen — modificirten Kleinkernen entstanden, die demnach, wie BÜTSCHLI zuerst mit Nachdruck betonte, der ursprünglichen Kernform am nächsten stehen; sie sind auch minder differenzirt, ihre Structur ist eine viel dichtere, die Membran liegt dicht an und sie selbst bieten eine geringe Oberfläche dar. Es ist möglich, dass vor der phyletischen Sonderung in Grosskerne und Kleinkerne ein Zustand einer Viel- oder Mehrzahl kleinkernähnlicher Kerngebilde voranging, der theilweise in der Kleinkernzahl vor der Ausbildung der Grosskernanlagen sich wiederholt. Bemerkenswerth ist die Unregelmässigkeit in der Zahl (2[1]—5), der Grosskernanlagen; zumeist konnte festgesetzt werden, dass, wenn das eine Individuum der Syzygie mehrere Grosskernanlagen besass, das andere um 1 weniger hatte. Auch beim *Paramecium* werden statt 2, 4 sogenannte Placenten angelegt, doch scheint dies viel seltener einzutreten.

Die Umbildung der Anlagen oder „Placenten“ zum eigentlichen Grosskern nimmt folgenden Verlauf:

Der betreffende Kleinkerntheil erhält zuerst eine granulöse Beschaffenheit, die peripher gut zum Ausdruck kommt, während im Centrum mehr eine fibrilläre Structur sich nachweisen lässt (Fig. 4, Fig. 48), die Membran hebt sich als ein doppeltcontourirter Streifen überall deutlich ab, um dieselbe ist ein Plasmahof ausgebildet. Mit der Zeit vergrössert sich diese „Placenta“, wird oval oder spindelig, sonst aber rundlich und besitzt eine deutlich reticuläre Structur mit Chromatinkörnchen verschiedener Grösse (Fig. 49); diese Structur erfährt aber fortschreitend eine Verdichtung, das Chromatin derselben vertheilt sich fein, und die „Placenta“ stellt sich nun als ein eiförmiges oder ovales dichtes Gebilde dar (Fig. 50). Gleichzeitig treten anfangs wenige, später immer zahlreichere binnenkörperchenartige Gebilde auf, die etwas hellglänzend sind, keine besondere Structur aufweisen, wie fettig aussehen und blässer als das eigentliche Chromatin sich färben; sie haben eine unregelmässige Gestalt, manchmal sind sie länglich und es hat den Anschein, als ob sie sich durch eine Spaltung vermehren würden, doch kann man aber auch annehmen, dass kleinere, kügelchenartige Bildungen dieser, die man gleichfalls zerstreut findet und die wahr-

scheinlich zähflüssig sind, verschmelzen und, besonderen Structurspannungen des Gerüstedes folgend, derartige längliche Gebilde erzeugen; auf die Zusammensetzung aus kleineren Elementen würde auch ihr zackiger Rand hinweisen; sie selbst sind nicht ganz scharf umgrenzt, doch immerhin so, dass man sie nicht für blosse Verdichtungen in der Structur, zumal sie über mehrere Lücken der feinen Structur sich ausbreiten, halten darf (Fig. 52, *b*).

Sie scheinen in einem gewissen Verhältniss zu der Färbbarkeit der Grosskernanlage zu liegen, da sich selbe nach ihrem Verschwinden intensiver färbt, es ist nur fraglich, ob sie, direct oder indirect, zur Chromatinvermehrung beitragen. Dass sie eine Art von Vorbildungs- oder Reservestoff darstellen, darauf deutet einerseits ihre geringere Färbbarkeit, andererseits ihr compactes, besonderer Structur ermangelndes, helles Aussehen hin. Inzwischen trat meist etwas excentrisch eine grössere oder mehrere kleinere, mehr zerstreut liegende, inselartige Bildungen, die der Placentasubstanz anliegen, auf; dieselben sind anfangs hell, etwas lichtbrechend und zeigen deutlich eine Zusammensetzung aus einzelnen Alveolen oder Bläschen (Fig. 54), von denen meistentheils auf der einen Seite oder central eine grössere vorkommt, um die sich sodann kleinere Bläschen anordnen; die Form dieser „Inseln“ ist eine unregelmässig längliche oder polygonale. Später werden sie etwas kleiner und compacter, mehr wie knitterig geballt und färben sich nach und nach ziemlich intensiv; zuletzt liegen sie wie in die Grosskernanlage eingesenkt oberflächlich dieser an und stellen unregelmässig-kuchenförmige, compacte, sich färbende Gebilde dar; alsbald verschwinden sie spurlos (Fig. 52, 53, 54, 55 *a*, 55 *b*). Gleichzeitig verschwanden die binnenkörperchenartigen Gebilde; die Grosskernanlage sieht nun feinkörnig aus — mit starken Vergrösserungen kann man noch hie und da eine äusserst feine Alveolarstructur nachweisen — und färbt sich gleichmässig intensiv roth (Fig. 56, 57). Die Membran hob sich anfangs nur seitlich deutlich ab, später entfernte sie sich allseits von dem doch excentrisch liegenden Inhalt, auf weiteren Stadien wurde sie knitterig, das verdichtete Plasma formirte um sie herum eine Art sich abhebender Kerntasche im Sinne der Botaniker (Fig. 51). Zerdrückte man auf einem dieser Stadien das lebende Infusor, so zeigte die sich abhebende Membran nach einiger Zeit von Stelle zur Stelle, doppeltuhrglasförmige blasige Auftreibungen, die den Hoftüpfeln der Tracheiden nicht unähnlich waren, sofern man sich die Porusstelle continuirlich verschlossen denkt und die Verdickungsschichte gegen innen zu mehr flach vorstellt.

Im Laufe der Zeit wird die Membran mehr undeutlich und es findet eine innigere Communication zwischen Kerninhalt und Plasma statt. Die ovalen Kernanlagen lagerten sich inzwischen etwas reihenweise an; an den Stellen, wo sie näher aneinander rückten, bildeten sich durch den gegenseitigen Druck oft Dellen aus, dann schwanden die Membranen, die nur an einzelnen Stellen noch nachweisbar waren, und es musste rasch eine Verschmelzung stattgefunden haben. — Dieses letztere Verhältniss glaube ich aus der Kernbeschaffenheit von isolirt gehaltenen, exconjugirten Bursarien erschliessen zu können; die Thierchen vertrugen aber für die Dauer die Isolirung in Glasdosen oder Tuben nicht.

Der neue Kern ist anfangs gedrungen, färbt sich stark, zeigt einen dichten, reticulären Bau, in und an dem kleinere und grössere Chromatinkörnchen zerstreut sind; seine Membran hebt sich anfangs nicht überall gleichmässig vom Kerninhalt ab; sobald er sich wieder streckt und dann blässer, bandartiger wird, kann man noch undeutlich seine Zusammensetzung aus „Placenten“ manchmal unterscheiden. — Eigenthümliche, bis zu einem gewissen Grade ähnliche Placentenbildung beobachtete HERTWIG beim *Paramecium*, von dem er es auch für wahrscheinlich hält, dass die 2 Kernanlagen derselben zu einem Grosskern verschmelzen. Bemerkenswerth ist es, dass bei diesen beiden Formen der Grosskern aus 2 bis mehreren Grosskernanlagen entsteht, während er sich bei den Hypotrichen aus einer einzigen bildet; hier zerfällt aber wieder nachträglich der Kern thatsächlich wie bei *Gonostomum pediculiforme* oder bei der *Holostricha*.

Bei *Vorticella nebulifera* beobachtete ich eine constante Ausbildung von „7 Placenten“, der neue Nebenkern sah hier ziemlich compact aus, auch konnte bei dieser Form am lebenden Object die Ausbildung der Befruchtungsspindel und ihre Lagerung beobachtet werden; im übrigen verläuft die Conjugation in der von MAUPAS angegebenen Weise. Ein Ausstossen von Grosskerntheilen, die aussen noch haften blieben, wurde hier constatirt.

Während sich die Grosskernanlagen bildeten, waren 9, dann meist 16, einmal zählte ich 20, neue Kleinkerne neben ihnen gelagert, doch finden die definitiven Theilungen der Kleinkerne oft erst auf dem Stadium, da der neue Kern entstand, statt, worauf die gewöhnliche Zahl 16—20 erreicht wird.

Da der Grosskern und ein grosser Theil der Kleinkerne zugrunde geht und das Plasma sich verändert, verjüngt, so ist nur ein minimaler Theil eines Kleinkernes dieser „geschlechtlichen“ Generation der Protozoen im Sinne WEISMANN'S unsterblich.

Die ganze Conjugation nimmt ungefähr 44–48 Stunden in Anspruch, die Bildung der hellen Kugeln findet innerhalb der ersten 12 Stunden nach der Trennung statt, die definitive Ausbildung braucht aber verhältnissmässig eine längere Zeit. Nach der Conjugation war das Plasma ziemlich dicht; nachdem die chromatische Zone unter dem Ectoplasma verschwunden war, erschien unter demselben im Plasma selbst eine breite helle Zone, die gegen das Ectoplasma bestimmt senkrecht structurirt war; es hat den Anschein, als ob das Ektoplasma, das sich gegen innen zu hernach nicht so streng abgrenzte, von hier aus neugebildet wird und hierauf seine normale Beschaffenheit wieder erlangt (Fig. 5).

Es findet auf diese Weise fast eine ganze Neubildung des Protozoons statt.

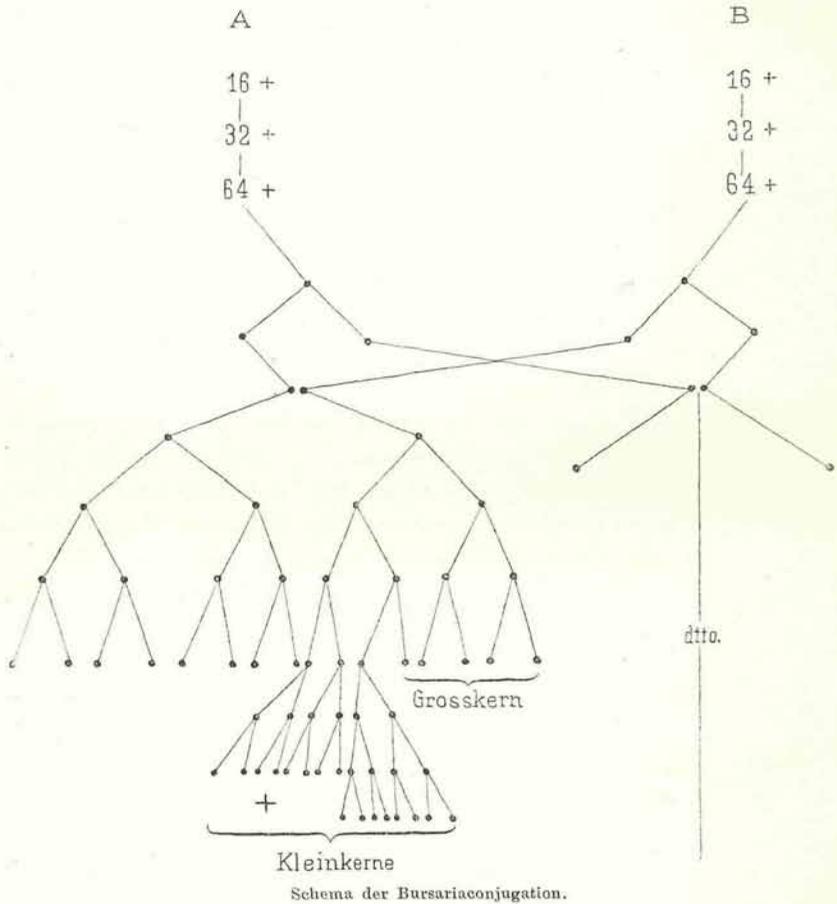
Von besonderem Interesse ist die Neuanlage des Peristoms (Fig. 6 a, 6 b). Das Ektoplasma ist zuerst an der betreffenden Stelle polar stark ausgebildet, bald tritt gegen die Ventralseite eine leichte Einbuchtung auf, das Ektoplasma ist auf der rechten Seite wie geknittert und hier bildet sich von oben angefangen zuerst die rechte „Peristomplatte“ aus; hernach erscheint die adorale Membranellzone, die oben bald die charakteristische, dorsal gewendete Einbiegung besitzt, zuletzt tritt von der hinteren Partie des linken Peristomrandes nach rechts eine Platte vor und verwächst ventralwärts über dem rechten Peristomrand. Das definitive Peristom entsteht so thatsächlich aus einem gerade von vorn nach hinten verlaufenden oberflächlichen Peristomgebilde, wie schon SCHUBERG vermuthete.

BRAUER beobachtete eine ähnliche Peristomanlage bei aus Cysten hervorgegangenen Thieren, und SCHUBERG (15.) konnte ähnliches an den Theilungszuständen der *Bursaria* nachweisen.

Durch einen starken Anprall des aus der Pipette hinausgepressten Wassers wurden viele Syzygien getrennt, in kleinen Tubengläsern einzeln aufbewahrt und nach längeren verschiedenen Zeiträumen präparirt. An diesen Thieren nahm auch die Bildung der Grosskernanlagen, sowie die rückläufige Metamorphose ihren regelmässigen Verlauf; immerhin könnte man aber annehmen, dass schon vor der Trennung eine Wanderung, die man aber an lebenden Thieren nicht nachweisen kann, weil sie zu gross und undurchsichtig sind und beim grösseren Druck zerfliessen, stattfand; in einem derart getrennten Individuum fand ich aber grosse Spindeln (Fig. 31), die eine Art von Verschmelzung zeigten, worauf auch der ungeordnete Faserverlauf hindeutete; anfangs war ich der

Meinung, dass das Thier eben nach der Verschmelzung getrennt wurde, da aber der Grosskern noch nicht weit rückgebildet war, ferner da das Thier erst volle 20 Stunden nach der Trennung präparirt wurde und so die vor der Trennung stattgefundene Verschmelzung schon längst wieder anderen Veränderungen unterworfen

Abbildung 1.



wäre, da ich ferner 3 ähnliche Spindeln noch fand, glaube ich annehmen zu müssen, dass nach verhinderter Conjugation eine Verschmelzung der Spindeln desselben Individuums untereinander, die wohl auch sonst unproductive, nun productiv gewordene Theilspindeln verschiedener Kleinkerne sein können, eintritt; doch bedarf dieser Punkt noch weiterer Untersuchung.

Präparation: Die Thiere wurden einzeln auf Objectträgern mit Chromosmiumessigsäure (20 Minuten) conservirt, dann mit Wasser ausgewaschen und mit Alauncarmin oder Picrocarmin (Färbung günstiger) gefärbt. Mit der PERENNY'schen Flüssigkeit wurde keine schöne Conservirung (besonders der Cilien und des Ektoplasmas) erzielt, dafür kamen gewisse Eigenthümlichkeiten der Structur, so dunklere Felder zwischen den Membranellenstreifen der adoralen Zone, nach der Alauncarminfärbung besser zum Vorschein. Andere Conservirungen misslangen entweder oder lieferten kein bemerkenswerthes Resultat.

Anfang August 1898.

Literaturverzeichniss. (Die Bursaria tr. betreffend.)

1. 1773. O. F. MÜLLER: Verm. terr. et fluv. Vol. I, P. I, pag. 62.
2. 1786. O. F. MÜLLER: Animale. infus. fluorat. et marina etc. Hafniae et Lipsiae, pag. 115, T. XVII.
3. 1838. Ch. EHRENBERG: Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. S. 326, Atlas-F. XXXIV. L.
4. 1841. F. DUJARDIN: Histoire naturelle des zoophytes Infusoires, pag. 508—510.
5. 1854. G. R. ALLMANN: On the structure of Bursaria. Refs. Brit. Assoc. Adv. sc. 23. Meet. London, pag. 65—66.
6. 1855. J. CIENKOWSKY: Ueber Cystenbildung bei Infusorien Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. VI, S. 301—305, T. X und XI.
7. 1856. LIEBERKÜHN: Beiträge zur Anatomie der Infusorien. Arch. f. Anat. u. Physiol., pag. 20—36.
8. 1858. E. EBERHARD: Infusorienforschung. Osterprogramm der Coburger Realschule.
9. 1867. F. STEIN: Der Organismus der Infusionsthierchen. II. Abth. Leipzig.
10. 1868. Ed. CLARAPÉDE et J. LACHMANN: Etudes sur le Infusoires et les Rhizopodes Genève et Bale.
11. 1868. E. EBERHARD: Beitrag zur Lehre der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien. S. 120—123. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XVIII.
12. 1876. O. BÜTCHLI: Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und Conjugation der Infusorien. 15 Tafeln. Abth. d. v. d. Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft. Bd. X, S. 213—452.
13. 1886. A. BRAUER: Bursaria truncatella mit Berücksichtigung anderer Heterotrichen und Vorticellen. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. S. 489—519.
14. 1887. A. SCHUBERG: Ueber den Bau der Bursaria truncatella mit besonderer Berücksichtigung der protoplasm. Structures. Morph. Jahrbuch. Bd. XII, S. 333—365, T. XIX—XX.

15. 1887—89. O. BÜTSCHLI: Protozoa. Bd. I, III. Abth. Infusoria. Dr. H. G. Bronn's Classen und Ordnung des Thierreiches.
 16. 1891. A. SCHUBERG: Zur Kenntniss des Stentor coeruleus. Zoolog. Jahrb., Abth. f. Anatomie und Ontogenie. Bd. IV, S. 197—238, Taf. XIV.
 17. 1893. W. SCHEWIAKOFF: Ueber die geographische Verbreitung der Süßwasser-Protozoen. Mémoires de l'academie impériale des sciences de St. Pétersbourg. VII^e Serie. Tome XLI, Nr. 8.
-
1. 1861. G. BALBIANI: Recherches sur les Phénomènes sexuels des Infusoires. Journ. de la physiol. T. IV.
 2. 1881. G. RETZIUS: Biologische Untersuchungen. Zur Kenntniss vom Bau des Zellkernes. S. 135—143, T. XIII.
 3. 1884. A. GRUBER: Ueber Kern und Kerntheilung bei den Protozoen. Zeitschr. f. wissenschaft. Zool. Bd. XL, S. 121—153, T. VIII—IX.
 4. 1886. C. PLATE: Untersuchungen der an den Kiemenblättern des Gammarus p. lebenden Ektoparasiten. Zeitschr. f. wissenschaft. Zool. Bd. XLIII, S. 175—241, T. VI—VII.
 5. 1886. W. PFITZNER: Zur Kenntniss der Kerntheilung bei den Protozoen. Morph. Jahrb. Bd. XI, S. 454—467, T. XXVI.
 6. 1888. Ed. STRASSBURGER: Ueber Kern- und Zelltheilung im Pflanzenreiche nebst einem Anhang und Befruchtung. Jena.
 7. 1888. W. SCHEWIAKOFF: Ueber die karyokinetische Kerntheilung der Euglypha alveolata. Morph. Jahrb. Bd. XIII, S. 193—258, T. VI—VII.
 8. 1889. E. MAUPAS: Le Rajeunissement karyogamique chez les cilies. Archives d. zool. expériment. et général. Deuxième série Tome septime, pag. 149—517, T. IX—XXIII.
 9. 1892. R. HERTWIG: Ueber die Conjugation der Infusorien. Abh. d. math.-physik. kgl. bayer. Akademie d. Wissensch. Bd. XVII.
 10. 1893. L. RHUMBLER: Ueber Entstehung und Bedeutung der in den Kernen vieler Protozoen und in Keimblättern von Metazoen vorkommenden Binnenkörpern (Nucleolen). Eine Theorie z. Erklärung d. v. G. d. G. Zeitschr. f. wissenschaft. Zool. Bd. LVI, T. XVIII.
 11. 1893. P. O. HERTWIG: Die Zelle und die Gewebe. Jena.

Tafelerklärung.

Taf. I.

Fig. 1 *a*. I. Stadium der Conjugation. Längsstreckung des Grosskernes, Vorbereitung zur Spindelbildung des Kleinkernes.

Fig. 1 *b* und 1 *c*. Veränderungen am Peristom.

Fig. 2. II. Stadium der Conjugation. Fragmentirung des Grosskernes. 2. Kleinkerntheilung (Reduction).

Fig. 3. IV., resp. I. Stadium nach der Wanderung; I. Kleinkerntheilung nach dieser; daneben noch Reductionskerne.

Fig. 4. V., resp. II. Stadium nach der Wanderung; Bildung von 5 Grosskernanlagen; 12 Kleinkerne; 7 Kleinkerne werden unten ausgestossen; *d* Delle; unter dem Ektoplasma beginnt sich das Chromatin anzusammeln.

Fig. 5. Letzte definitive Kleinkerntheilung (22 Kleinkerne), links noch 2 Grosskernreste.

Fig. 6 *a* und 6 *b*. Bildung des neuen Peristoms; bei 6 *b* war das Präparat, das gerade die Anlage am besten zeigte, etwas verschoben; daher die plattenartige Verbreitung rechts oben, die sonst nicht vorkommt. 6 *b* von der Dorsalseite.

Fig. 7. Parasitische Acinete, 7 *a* Kern derselben, 7 *b*, *c*, *d* Kerntheilung desselben,

Fig. 8. Formen des sich in die Länge streckenden Grosskernes.

Fig. 9. Binnenkörperchen(K)artige Bildungen in einem gewöhnlichen Kern.

Fig. 10. Kernstructur eines normalen Kernes; es wurde der Deutlichkeit wegen nur die oberste Lage gezeichnet.

Fig. 11. Innere Concentration des gewöhnlichen Kernes.

Fig. 12. Dasselbe aus einem conjugirten Individuum; die Concentration ist schon getheilt; Fig. 13 das Ende derselben.

Fig. 14. Ein Kernfragment ohne der Concentration.

Fig. 15. Ein Kernfragment mit der inneren Concentration.

Fig. 16, 17, 18, 19, 20. Weitere Stadien der Kernfragmente bei 16 besonders granuläre Körper. Fig. 17–19. Beginn der Auswanderung des Chromatins, Verdichtung und Verkleinerung der Grosskernreste. Fig. 20. Dieselben färben sich noch und verkleben gleichsam kranzartig.

Taf. II.

Fig. 21 *a*, *b*, *c*. Vorbereitung des Kleinkernes zur Spindelbildung; Vergrößerung desselben; Structur.

Fig. 22 *a*, *b*. Sonnenform des Kleinkernes.

Fig. 23 *a*, *b*, *c*, *d*, *e*. Verschiedene Stadien der äquatorialen Wanderung des Chromatins; Ausbildung der Spindeln.

Fig. 24 *a*. Letzte Ausbildung der Spindel. Fig. 24 *b*. Fertige Spindel.

Fig. 25 *a*, *b*, *c*. Polare Wanderung des Chromatins.

Fig. 26 *a*, *b*. Theilung der Spindeln; deutliche Torsion der Fasern.

Fig. 27. Vor der Zertrennung der Fasern; rechts die dicke Faser in der Mitte wie gespalten, links ein Theil zusammengeschnürt.

Fig. 28. Wanderung der Wanderkerne; zur Seite stationäre Kerne.

Fig. 29. Weitere Umbildungsstadien der Reductionskerntheile.

Fig. 30. Kerntheil, aus dem die Befruchtungsspindel hervorgeht.

- Fig. 31 Verschmelzung der Spindeln in einem Conjuganten 20 Stunden nach gewaltsamer Trennung
- Fig. 32. Structur eines Kerntheiles nach der Wanderung.
- Fig. 33 *a, b, c.* Vorbereitung zur neuen Spindelbildung nach der Wanderung; Kernstructuren besonders deutlich.
- Fig. 34 *a, b.* Fertige Spindeln.
- Fig. 35. Spindel mit wahrscheinlicher Spaltung des Chromatins.
- Fig. 36. Besondere Bildungen an den Polen der Spindel.
- Fig. 37. 4 Kernstäbchen aus einer Spindel, rechts etwas abstehend die Membran.
- Fig. 38. Zertheilung des Chromatins; Spindel vor der polaren Wanderung des Chromatins.
- Fig. 39. Die Wanderung desselben.
- Fig. 40, 41, 42, 43. Weitere Stadien der sich theilenden Spindeln; bei 42 hebt sich die Membran deutlich ab; 43 Theilungsfigur aus dem Präparat Fig. 3, Taf. I, Torsion der Spindelform.
- Fig. 44. Kleinkerntheile, die noch stiftartige Theile der Spindelfasern besitzen.
- Fig. 45. Erste Theilung nach der Befruchtung; neben der getheilten Spindel ein Grosskernfragment.
- Fig. 46. 3 getheilte Kleinkerne mit Plasmaverdichtung.
- Fig. 47 *a, b, c, d.* 6—8 Kerne, die nach der „Befruchtung“ unten ausgestossen werden, 47 *a* in Spindelform, 47 *b* Plasmastructur um dieselbe, 47 *c* Kleinkerntheile, die entweder aus dieser Spindel oder, was das wahrscheinlichere ist, aus einer früheren Theilung hervorgingen und mit der Spindel 47 *a* und *b* auf derselben Stufe stehen.
- Fig. 48. Erste Bildung der Grosskernanlage.
- Fig. 49. Weiteres Stadium, id. Fig. 50.
- Fig. 51. Grosskernanlage mit binnenartigen (K) Körpern; um die Membran das abgehobene verdichtete Plasma
- Fig. 52. Dieselbe isolirt, mit einer inselartigen Bildung.
- Fig. 53. Intensiver sich färbende Grosskernanlage mit einer gefärbten inselartigen Bildung.
- Fig. 54, 55 *a, b.* Verschiedene Stadien dieser „Inseln“ aus der Grosskernanlage.
- Fig. 56. Structur eines neugebildeten Kernes.
- Fig. 57. Structur einer Grosskernanlage vor der Umbildung in den Grosskern.
- Fig. 58. Letzte Reste des alten Grosskernes.
- Fig. 59. Ektoplasma mit der darunter liegenden chromatischen Zone.
- Fig. 60. Kleinkerntheil aus einer der vielen Theilungen nach der „Befruchtung“.
- Fig. 61. Letzte Kleinkerntheilung.
- Fig. 62. Definitiver Kleinkern, der aus der Theilung hervorging.
- Vergrößerung: Objectiv durchwegs Reichert. Homog. im $\frac{1}{12}$ “ 18*b*. Nur bei 1 *b*, 1 *c*, 6 *a*, 6 *b* Ob. 7. Fig. 1 *a*, 2, 3, 4 Ocular 6; Fig. 5, 8, 20 Ocular 8; sonst überall Ocular 12.

2. Beiträge zur Naturgeschichte der Hypotrichen.

I. *Stylonychia pustulata*.

Eine reichliche Cultur von *Stylonychia pustulata* EHRB.¹⁾ erweckte in mir den Wunsch, vor allem die Anatomie und Biologie dieses häufigen hypotrichen Infusors genauer zu untersuchen, über einzelne noch strittige Punkte soweit als möglich Klarheit zu verschaffen, sowie einen festen Boden für weitere diesbezügliche Untersuchungen zu gewinnen; von diesem Gesichtspunkte aus wurden daher auch nur noch die Nachuntersuchungen und Correcturen bedürftigen früheren Angaben in den Rahmen dieser Arbeit einbezogen, während ausgemachte Thatsachen nur soweit, als es für nöthig erachtet wurde, berücksichtigt wurden.

Körpergestalt. Die *Stylonychia pustulata* besitzt eine länglich-ovale, nach hinten etwas stumpf eiförmig ausgehende Körperform von variabler Grösse (im Mittel circa 0·15 Mm.), so dass man in älteren Culturen selbst sehr kleine Zwergformen antrifft, die man beim ersten Anblick nicht einmal für Stylonychien halten würde. Am vorderen Körperpol befindet sich ein heller Stirnsaum, der auf der rechten Körperseite etwas steil aufsteigt und nach links zu in einem nicht ganz regelmässigen Bogen sachte verläuft, am Hinterrande, wo dorsal die 3 längeren „Schwanzborsten“ entspringen, bemerkt man oft eine hügelartige Vorwölbung, die besonders nach der Theilung oder Conjugation deutlicher wird. Was die Peristombildung anbelangt, so ist vor allem zu bemerken, dass sich das Peristomfeld nach vorne gegen die Stirngegend unmerklich abdacht, dasselbe gilt von dem dorsalen Boden der Peristomanlage, der von rechts nach links schief verläuft; die rechte Seite des Peristomrandes ist ungefähr vom ersten Drittel der ganzen Bildung, von der Höhe der ersten, hakigen, adperistomalen Cirre an, membranartig ausgezogen, welche äussere Peristomlamelle (Taf. II, Fig. 5) gegen die Basis zu eine bedeutendere Ausdehnung erlangt, worauf sie in einer ziemlich scharfen Biegung den äusseren Abschluss des Mundes zur Darstellung bringt, ihr Saum besitzt bei *St. mytilus* eine Andeutung von alveolarer Structur, sowie oft stäbchenartige, körnige, parallel

¹⁾ Die Schreibweise ist bei den einzelnen Autoren verschieden, da die Bezeichnung von $\sigma\tau\acute{\alpha}\lambda\omicron\varsigma$ Griffel und $\delta\upsilon\acute{\nu}\chi\iota\omicron\nu$ kleine Krallen kommt, ist es wohl am richtigsten, *Stylonychia* zu schreiben.

gestellte Einlagerungen; die Lamelle bildet meist zu der übrigen Körperoberfläche einen sehr spitzen Winkel. Unter dieser findet man auf einer Art von heller Linie die nicht immer leicht nachweisbare, weiter gegen den Schlund verlaufende, fein gestreifte präorale Membran, die ziemlich weit vorragt und im oberen Theile oft saumartig umgebogen ist, so dass sie eine Art von stärkerer präoraler Cilie vortäuschen kann; die feine fibrillenartige basale Linie, auf der die Membran entspringt, ist bei *St. mytilus* gut wahrnehmbar.

Hierauf folgt die präorale Cilienreihe, deren einzelne Cilien auf einer Erhöhung auf der rechten Peristomseite etwas mehr medianwärts als die Membran entspringen und zumeist gegen den Schlund, bis zu dessen Beginn sich die Bewegungen nachweisen lassen, gekehrt sind. Ungefähr in der Medianlinie des Peristoms eines normalen Thieres, meist aber verdeckt von der Membran, verläuft die sehr schwer wahrnehmbare endorale undulirende Membran, deren Bewegung man gelegentlich in der Gegend gegen den Schlund zu beobachten kann. Eine innere undulirende Membran, sowie eine endorale Cilienreihe, die von KOWALEWSKI bei anderen Formen beschrieben wurde, konnte nicht beobachtet werden; ausser diesen Peristombildungen, bemerkt man meist hart an der Basis der Membranellen feine kurze fibrillenartige Cilien, die wahrscheinlich zu den Membranellen gehören und besonders gegen den Schlund zu eine stärkere Ausbildung erreichen. Die auffallendste Organoidformation am Peristomfeld sind die adoralen Membranellen (cires buccaux Clap. et Lachm.; adorale Wimpern Stein), die STERKI und KOWALEWSKI richtig und genau zur Darstellung brachten. Die adoralen Membranellen, deren Zahl bei *Stylonychia pustulata* zwischen 34—40 schwankt, ragen etwas stumpf keilförmig in das Plasma ein und unterliegen bei grösserem Druck sehr leicht einer Zerfaserung. — Bei conjugirten Thieren war ich noch imstande, bei dem Infusor, dessen Peristom weiter reducirt und umgebildet wurde, zu Anfang des eigentlichen Conjugationsvorganges die vorspringende Peristomlamelle und die präorale Membran wahrzunehmen. — Der Schlund, der röhrenartig ausgebildet ist und etwas schief im Körperinneren aufsteigt, ist ziemlich lang, er verläuft fast noch etwas über die Medianlinie — und verjüngt sich langsam. Die „Afterstelle“ liegt auf der linken Seite im unteren Körperabschnitt und mündet etwas dorsal aus.

Die verschiedenen Cirren und Borsten, ihre Gestalt und Beschaffenheit ist von STEIN, STERKI, KOWALEWSKI, BÜTSCHLI u. a.

genauer beschrieben worden¹⁾; was die 5 — in einem Falle wurden auch 6 beobachtet — platten, fein gestreiften Aftercirren, die man im Hinblick auf ihre Leistung auch Sprungstützcirren nennen könnte, anbelangt, so sind dieselben etwas seitlich schief wie abgeschnitten, eine Erscheinung, die man besonders an den mittleren, stärkeren und etwas längeren gut beobachten kann, und zeigen hier bei stärkerer Vergrößerung zumeist eine leichte Andeutung einer beginnenden Zerfaserung, die fast auf allen Wimperbildungen beim grösseren Druck oder bei Anwendung von Reagentien, wie Sublimat, eintritt. Die Aftercirren inseriren in einer schief gegen die linke Seite aufsteigend gedachten Linie, und zwar befindet sich die zweite von der rechten Seite etwas tiefer; alle zeigen an ihrer Basis eine geringe, deutlicher gestreifte Verbreiterung; zwischen ihnen nimmt man die langen, schwächeren, sich allmählich verjüngenden, dorsal entspringenden „Schwanz- oder Tastcirren“ wahr, die im normalen Zustande steif gehalten werden, aber biegsam sind; bis zu ihnen, hier aber aussetzend, verlaufen die Randborsten, die auf der rechten Seite circa 26—29, auf der linken etwas weniger an Zahl betragen und aus leichten muldenartigen Vertiefungen entspringen, zwischen ihnen kann man dann am äussersten Rande die hellen, cylindrischen, stumpf abgeschnittenen, kurzen, in circa 20 Reihen der Quere nach und in wenigen (4—5) Längsreihen angeordneten „Dorsalcilien oder -borsten“ beobachten, die nach hinten etwas länger werden und gleichfalls in eine Art von sanften Vertiefungen eingesenkt erscheinen.

Bewegung. Dieser hypotriche Protist bewegt sich entweder in der Längsachse an einer festen Unterlage oder auf dem Oberflächenhäutchen kriechend fort, steht aber oft an einem Punkte stille. Die Stylonychia ist deutlich positiv thigmotropisch und läuft oft unermüdlich auf einer Luftblase oder einem Rotator-Ei in der Infusion herum. Das Kriechen wird hauptsächlich durch die drei Stirncirren vermittelt, von denen zwei (und zwar die gegen die Mittellinie befindlichen) ziemlich gleichzeitig ausschreiten, während die randständigere mehr seitlich sich bewegt; dabei werden sie besonders von den vorderen Randcirren, sowie von den griffelartigen Bauchcirren unterstützt. Die Stirncirren, die an ihrer Basis eine schief

¹⁾ Es wurden 26—29 „Randcirren“ auf der rechten, 16—17 auf der linken Körperseite, 3 Stirncirren, 2 adperistomale, sonst hakig gestellte, 3 seitliche Cirren, 3 (einmal 4) spitzige Bauchcirren, 2 „hackige“ Bauchcirren, 5 Aftercirren, 3 Tast- oder Schwanzborsten gezählt, dazu kommen noch die 34—40 adoralen Membranellen, Summa 97—111, abgesehen von den Rückenborsten oder Cilien.

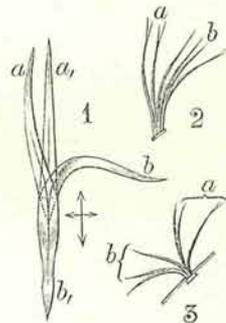
verlaufende Verdickung beim Zerfliessen zeigen und fast sehr spitz-dreieckig in ihrem Querschnitt sind, können nach zwei Richtungen (s. die Zeichnung 1 *a*, *a*₁ Anschlag, *b*, *b*₁ Rückschlag) ihren Schlag ausführen, und zwar entweder im Sinne der Längsachse oder in einer zu dieser senkrechten Richtung. Im Erschlaffungszustand der Cirre entsteht nahe an der Basis eine scharfe Krümmung, der distalwärts noch eine sanftere entgegengesetzte folgt; bei der Streckung, also im Contractionszustand, erfahren sie eine Ausgleichung, die im oberen Theile sogar etwas in eine entgegengesetzte Ausbiegung — ein Moment, das in Bezug auf den locomotorischen Effect von einer gewissen Bedeutung ist — umschlägt.

Fällt die Stirncirre einer Zerfaserung anheim, so kann man die Bemerkung machen, dass die einzelnen Elementarfibrillengruppen sich auf der einen Seite mehr ausbiegen als auf der anderen (Text-Fig. 2 *a*, *b*), ohne sodann ganz gleichmässig zu schlagen; splittert an der Seite nur eine einzige oder wenige ab, so führen sie oft ganz unregelmässige Bewegungen aus.

Kriecht der Protist auf einer Unterlage, so wird die Bewegung der Stirn- und Randcirren entsprechend geändert, auch ist sodann ihre grössere Krümmung mehr nach vorne verschoben.

Die Cirren besitzen ein hohes Bewegungsvermögen; sie können zumeist in zwei Ebenen, wenn auch die eine die zumeist vorherrschende ist, schlagen. Was die vorderen und eigentlichen adoralen Membranellen (die oft sehr schön zerfasern, so dass über 16 Fibrillarelemente gezählt wurden) anbelangt, so kommt ihnen eine mehrseitlich federnde Bewegung zu, die meist in zwei und circa $\frac{1}{4}$ Welle gegen die adoralen Membranellen im engeren Sinne fortschreitet, die sodann zuletzt nur in der oberen Partie gleichsam flimmern. Die etwas schief gestellten, basalwärts mehr platten Randcirren bewegen sich schlagend in analoger Weise wie die Stirncirren, wobei man rechts ein dreifach erscheinendes Wellensystem mit 2 Kämmen, links aber nur zweifache Wellenzüge feststellen kann; beim Druck oder unter anderen Verhältnissen schlagen sie Bewegungen ein, die man theilweise als solche in einem Kegelmantel ansprechen könnte. Vor dem Zerfliessen zerfasern sie besonders in der oberen Partie in 3 Theile, die in analoger Weise wie die Stirncirrentheile sich verhalten (Text-Fig. 3 *a* Anschlag, *b* Rückschlag). Die Aftercirren sind

Abbildung 2.



mehr stabil und bewegen sich nur zeitweise im Sinne der Längsachse, indem basalwärts eine Krümmung entsteht. Die Cirrenbewegung kann zeitweise ganz ruhen, während die endorale Membran fortwährend — allerdings mit grossen Unterschieden — schlägt. Die Rückenborsten bewegen sich zuweilen flimmernd unregelmässig, die präorale Membran undulirt von oben nach unten, circa 83mal in der Minute (Deckglasdruck), oft erleidet sie aber gewisse Unterbrechungen in ihrer Bewegung. Der Druck der Cirren auf die Unterlage ist gering und ruft gewöhnlich nicht einmal ein Ausschleudern der Trichocysten beim Anstossen an ein Paramecium hervor; die Farbenänderung an einer Luftblase beim Hinwegkriechen der St. war zu gering, als dass man sie berechnen und so den Druck bestimmen könnte. Beim Anstossen an einen Fremdkörper oder bei äusserer mechanischer Erschütterung, die eine gewisse Stärke besitzen muss, springt St. mittels der Aftercirren mit einem Ruck nach rückwärts, doch reagiren die Thiere nur deutlich, wenn die Erschütterungen nicht zu schnell aufeinander folgen.¹⁾ Die St. schwimmt taumelnd um die Längsachse rotirend, wobei die Cirren etwas seitlich schlagen, während die Aftercirren und Schwanzborsten wie zusammengehalten werden; oft bewegt sie sich, besonders nachdem man sie mit der Pipette auf den Objectträger gebracht hat, im Kreise um eine ideelle Achse, die auf der linken Seite im Raume sich befindet. Ausser den oben genannten zwei Bewegungsachsen kommen noch andere gelegentlich zum Ausdruck; bei 40° C. beobachtete ROSSBACH, dass sich die Thiere gleichsam um eine Querachse überschlagen. Oft dreht sich die *Stylonychia* unter dem Deckglase um eine senkrecht zu diesen, parallel zur ideellen Achse stehende, durch den Körper gehende Achse, so dass sie das Bild eines um seine Mitte rotirenden Stäbchens liefert; in mehr oder minder ausgeprägter Weise bewegen sich derart die soeben aus der Theilung hervorgegangenen Thiere, worauf sie dann einigemal unruhig um eine ideelle Achse schwimmen, oder Thiere vor der Encystirung. Die Bewegungsfähigkeit erlischt beim Mangel von Sauerstoff früher, wie man sich an Protisten, die in der Mitte von grösseren Deckglaspräparaten vorkommen, überzeugen kann, die Nähe einer Luftblase erhält das Thier selbst beim stärkeren Druck, durch den es oft ganz umgestaltet wird, sehr lange.

Kerne. Die länglichen, manchmal auch runden, mässig ovalen, in der Mitte oft etwas ausgeschweiften „Grosskerne“ liegen fast in

¹⁾ Bei 50 Schlägen in 25 Secunden erhielt ich zumeist auf jeden Schlag eine Reaction; aus Theilungen hervorgegangene Thiere schienen besser zu reagiren; bei vielen rasch aufeinander folgenden Schlägen springen sie nur zeitweise oder gar nicht.

der Mittellinie und sind zumeist längsgerichtet, seltener etwas geneigt. Die netzmaschige Structur des Kernes kommt bei etwas gedrückten Protisten leicht zum Vorschein und ist bei etwas älteren Thieren überhaupt besser sichtbar; in und an den „Maschenwänden“ sind feinste Chromatinkörnchen unregelmässig vertheilt, — dazwischen nimmt man grössere runde, ovale oder mandelförmige, etwas grünlich schimmernde „Binnenkörnchen“, deren Grösse mannigfach variiert, oft wahr; sie sind von einer deutlich umgrenzten „Wabenwand“ umgeben; daneben sind aber noch oft deutlich contourirte, grössere Alveolarräume vorhanden. Die Kerne besitzen zuweilen eine eigenartige „Kernscheidewand“, die entweder in der Mitte, öfters in der unteren Hälfte oder aber wieder an beiden Gehälften vorkommt und bei *St. mytilus* oft halbkreisförmig ist; ihrer Natur nach scheint sie aus derselben Substanz wie die Maschen- oder Wabenwände zu bestehen: Sie hängt inniger mit der Kernmembran, die bei *St. mytilus* manchmal an dieser Stelle wie eingeschnürt ist, zusammen und nimmt mit Alauncarmin eine schwach violett-röthliche Färbung an. Mit der Zeit treten in ihr Alveolen auf, die sich zusehends vergrössern und schliesslich verschmelzend, den eigentlichen Kernspalt bilden; häufig sieht man diesen gleichsam noch von feinen Fäden — den Alveolarwänden — durchzogen (Fig. 22). Dem Kernspalt zufolge fragmentirt sich oft der Kern. Bemerkenswerth ist es, dass die sogenannten Binnenkörperchen nur zuweilen zerstreut auftreten und dass der Kern von encystirten Thieren zahlreiche, ähnliche rundliche Körnchen besitzt. Die Kernmembran, gegen die zu die Kernmaschen etwas länglicher gestaltet werden und die meist eine Art von „Kernsaftraum“ vom eigentlichen Inhalt trennt, ist als ein heller Doppelstreifen (der aber nicht ganz gleichmässig ist) leicht zu unterscheiden und löst sich ohne Mühe bei der Präparation ab. Auf der Gegenseite der Kerne läuft die Membran in eine Art von ausgezogenem Zipfel aus, von dem sich meist ein Faden, dessen Existenz schon BALBIANI behauptete, zum „zweiten“ Kern fortsetzt; dieser ist allerdings nicht immer leicht zu beobachten, doch nimmt man ihn an Präparaten wahr, besonders aber an etwas gedrückten Objecten (bei *St. mytilus* besser als *St. pustulata*), zumal sich manchmal unter ihm die „secundäre“ Vacuole bildet, die er gleichsam sodann durchschnürt. Bei Thieren, deren Kern sich soeben in zwei definitive Kerne getheilt hatte, liess sich eine Strecke weit in diesem Faden ein zarter, körniger Chromatinstreifen nachweisen, woraus man erschliessen kann, dass der erwähnte Kernfaden ein hohles, von der Kernmembran ausgehendes Gebilde ist und dass die

zwei Kerne eigentlich nur rosenkranzartig eingeschnürte Kerntheile eines Kernes sind. Oft kann man auch oben an den Kernen einen zipfelartigen Vorsprung constatiren, der wohl von der letzten Kerntheilung herrührt. Die beiden grünlich glänzend, compact aussehenden, rundlichen oder eiförmigen, manchmal einseitig wie zugespitzten Kleinkerne nehmen links vom Grosskern eine verschiedene Lagerung zu diesem an, doch liegen sie zumeist in der Mitte oder oben, ohne mit ihm irgendwie verbunden zu sein; ihr Vorkommen auf der linken Seite dürfte sich bei der Conjugation als von Bedeutung erweisen; von Interesse ist es, dass nach der Conjugation, die sich doch an rückgebildeten Zellen abspielt, diese schon polar gesonderte, bestimmte Lagerung immer wieder eingenommen wird. Die Membran der Kleinkerne ist sehr zart, lässt sich aber bei den später zu besprechenden Vorgängen, die sich an den Kleinkernen abspielen, mit Sicherheit nachweisen. Die Grosskerne färben sich ähnlich wie bei *Stylonychia mytilus*, wie zuerst SOSNOWSKI nachwies, mit Neutralroth rosig, doch ist die Farbennuance bei verschiedenen Thieren verschieden und ist individuell abhängig vom Grade der Concentration der Lösung; die Thiere leben in derartigen Culturflüssigkeiten bis circa 5 Tage, wobei sie sich auch färben; beim „Zerfliessen“ des Thieres verwandelt sich dieser röthliche Ton in einen etwas gelblichen und schwindet schliesslich ganz. Eine Styl. pust., die nur einen mandelförmigen Kern besass, färbte sich selbst beim stärkeren Zusatz von Neutralroth gar nicht.

Plasma. Die äussere Zelloberfläche wird von einer hellen grünlichen Doppelcontour — der Pellicula — umgrenzt, unter der eine durch eine matte Linie getrennte, noch etwas feiner structurirte, aber in das hellere, gleichmässige, eigentliche Entoplasma continuirlich übergehende Plasmalage, in der auch kleinere Excretkörner vorkommen, festgestellt werden kann. Unter günstigen Bedingungen kann man im Entoplasma, besonders im unteren Theil des Zellleibes, gelegentlich minimale Verschiebungen feststellen. Sowohl an unter dem Deckglase etwas gedrückten, als auch an conservirten und in Balsam eingeschlossenen, sowie ferner an geschnittenen Stylonychien konnte unter günstigen Verhältnissen eine charakteristische, netzig-maschige Structur des Plasmas nachgewiesen werden (mit Zeiss Homog. imm. 2 Ocular 8, 12, oder Reichert Homog. imm. $\frac{1}{12}$ 18^b bei etwas abgeblendetem Licht), die das Bild von „Waben“, wie sie BÜTSCHLI beschrieb, äusserlich lieferte; doch scheinen die einzelnen Wände noch theilweise von einer Art von zäheren Fibrillenelementen gebildet zu werden, die eine Substanz

umzieht und verbindet und die auch die einzelne rundliche bis wahrscheinlich infolge der Spannungsänderungen hirseförmige Granula, die hie und da auf den Kreuzungspunkten oder neben diesen etwas verschoben auftritt, umgibt; diese Art der Structur¹⁾ glaube ich aus den Bildern, die mir einigemal schon zerfliessende Stylonychien darboten, und da man, direct hie und da eine Art von „Fibrillenelementen“ wahrnehmen konnte, als auch aus dem Falle zu entnehmen, da beim Zerfliessen eine Art von „Maschenreihe“ wie von ihrer Umgebung losgelöst war und nun die vorderste „Masche“ einging, ohne aber wirklich im eigentlichen Sinne des Wortes zu zerplatzen, zu zerfliessen, sondern sich gleichsam auf einer Stelle öffnete und in die Fibrillentheile ihrer Wandung auseinanderlegte, andererseits bildete sich einmal beim grösseren Druck die obere Lacunenreihe zu einer contractilen Vacuole um, war aber immer noch constant bei ihrer Bildung von drei dehnbaren Fibrillen wie umgürtet. — Der Inhalt dieser Räume scheint, soviel man aus der Farbennuance und den Brechungsverhältnissen entnehmen kann, von derselben Flüssigkeit erfüllt zu sein, die etwa die Vacuole in sich birgt. Am besten kann man die Protoplasmastructur auf der stark gespannten, oberen Vacuolenwandung vor der Entleerung oft beobachten. Um die Vacuole sind die „Maschenräume“ höher und schmaler, weil sie einerseits von der stark gespannten Vacuole, andererseits von den benachbarten Räumen gedrückt sich nach der Seite, von der verhältnissmässig ein geringerer Druck erfolgt, ausdehnen; diese Structureigenthümlichkeit wird auch vor der Entleerung in gewissen Momenten deutlicher. Aehnliche Maschenraumanordnung findet man auch um die Kerne und sonstige Blasenräume, wenn auch nicht immer deutlich. Auf einigen Präparaten konnte man von der Basis der einzelnen Stirnmembranellen eine helle Fibrille bis ziemlich weit ins Körperinnere verfolgen; ENGELMANN machte schon früher die Beobachtung, dass von jeder Randcirre der *Stylonychia mytilus* unter der Ventralfläche des Körpers eine feine Fibrille ins Innere verlief, und schrieb ihr die Aufgabe der Auslösung der Bewegung auf einen Reiz hin zu. Dieselben Verhältnisse, sowie gleiche Fibrillenbildungen an den Aftercirren konnten auf Glycerinpräparaten von *Stylonychia mytilus*, sowie an einer lebenden *Holos tricha flava* festgestellt werden.

¹⁾ Die keineswegs als allgemein vorkommend anzusehen ist, denn bei *Frontonia leucas* sah ich ganz unzweifelhaft Bläschen, deren Wandungen ziemlich hyalin waren und ganz feine Punktstructur an einzelnen Stellen zu erkennen gaben.

Eine Täuschung könnte hier nur insoferne vorliegen, als mehrere hintereinanderliegende Maschenräume mit ihren zugehörigen Wänden eine „Faser“ vortäuschen, doch ist diese dicker, bestimmter contourirt und lässt sich in ihrem geraden Verlauf ziemlich weit verfolgen.

Vacuole. Die contractile Vacuole liegt unterhalb des Schlundes, auf der linken Seite und wölbt sich während ihrer Spannung etwas dorsal vor. Sie entleert sich, wie ROSSBACH in der feuchten Kammer beobachtete, in 9—10 Secunden, unter einem Deckglase mit Wachsfüsschen entleerte sie sich in circa 17—20 Secunden, unter normalen Verhältnissen bei einer Temperatur von $17\frac{1}{2}^{\circ}$ C. in 10—11 Secunden, bei zerfliessenden Thieren pulsirte sie oft noch lange, obzwar sie nur von einer verhältnissmässig dünnen Protoplasmaschichte umgeben war. Bei der Theilung functionirt sie etwas langsamer, ähnliches beobachtete ich an einem *Coleps hirtus*. Sie wird von einer vorderen Lacune, die an der linken Seite oberflächlich hinzieht und die auch als vorderer Canal bezeichnet wurde, gespeist; die Gestalt dieser Lacune ist oft etwas unregelmässig, indem sie durch Zusammenfliessen aus mehreren Blasenräumen entsteht und dann erst in die Vacuole eingeht; auch auf der hinteren Seite der Vacuole kommt eine ähnliche Bildung vor, die aber nicht so klar, ausgeprägt und oft von der Excretsubstanz ganz verdeckt ist; ihr Vorhandensein kann unter anderem deutlich aus der Gestalt der einer hochgradigen Dilatation unterworfenen Vacuole bei Strychninzusatz, wie ROSSBACH schon feststellte, sowie aus der Beobachtung STEIN's, dass die Vacuole „sowie die beiden Blasenräume mit Vibrionen gefüllt waren“, erschlossen werden. Beim wachsenden Deckglasdruck bildete sich an Stelle der vorderen zuführenden Lacune eine pulsirende Vacuole aus, die sich aber wahrscheinlich durch mehrere Poren nach aussen entleerte, ein Verhalten, das aus dem „Zusammensinken“ mit den Längsseiten der Lacunenbildung zu entnehmen war; oder es entstanden an der Stelle der beiden Lacunensysteme zwei neue Vacuolen, so dass nun drei Vacuolen vorhanden waren, von denen zuerst die hintere secundäre, dann die vordere und schliesslich die eigentliche Vacuole pulsirte, während die hintere wieder gespannt wurde; dies ist zugleich ein Beweis dafür, dass die Existenz einer Vacuole nicht an einen bestimmten Ort gebunden zu sein braucht. Einen Porus, der, nach der Art der Collabirung zu schliessen, etwas länglich sein dürfte, glaube ich zweimal wahrgenommen zu haben. Die Entleerung vollzieht sich ziemlich rasch, wobei die Vacuole für einen Moment eine etwas längliche Gestalt annimmt. Beim grösseren Druck wurde eine zeitweilige unvollständige Vacuolenentleerung

beobachtet, diese Erscheinung kann man sich wohl aus einem seitlichen unregelmässigen Entstehen der Vacuole von der verdünnten, verklebten Porusstelle erklären, so dass der seitliche Porus bei der Entleerung von dem nun allseitlich nachdrängenden Plasma nach der ersten Spannungsverminderung verklebt wird.

Ernährung. Die *Stylonychia pustulata* ist fast omnivor zu nennen, sie nährt sich nicht blos von anderen Ciliaten, wie *Colpoda*, *Cyclidium*, kleinen *Vorticellenköpfchen*, dann von *Flagellaten*, *Amoeben* und *Mikrogromien*, sondern selbst wieder von kleineren *Stylonychien*, ferner *Bakterien*, *Diatomaceen*, *Desmidiaceen* und *Proto-coccoideen*; einmal wurde eine St. beobachtet, die ein *Paramecium caudatum* anfiel und dies bis zur Hälfte verschlungen hatte, doch gelang es später dem Paramecium, das wahrscheinlich infolge der Pressung die zum Ausschleudern der Trichocysten nöthige Contraction nicht ausführen konnte, zu entkommen. — Beobachtet man eine St. in einer an Coccen und Sporen von Protophyten reichen Cultur, so bemerkt man, wie diese von allen Seiten strahlenartig herbeigestrudelt, aber wieder von der Peristomecke zumeist fortgeschleudert werden und sich rückwärts anhäufen, während chlamydomonasartige Flagellaten unter bedeutender Schlunderweiterung verschlungen werden, auch eigene herbeigestrudelte Fäces wurden nie aufgenommen. — Soll man diese Erscheinung als eine Art von Nahrungswahl auffassen? Es ist auch möglich, dass im Strome oder an der Oberfläche derselben die kleineren Theilchen zuoberst fortgeführt werden, während die grösseren Flagellaten sinkend an die Schlundpforte anprallen und, gedrängt von den Membranellen, verschlungen werden. Bemerkenswerth ist es auch, dass in Culturen, in denen viel Lackmuspulver suspendirt ist, dieses so selten und spärlich in der Nahrungsvacuole angetroffen wird. — Die Nahrung wird sammt einer grösseren oder kleineren Menge der eingestrudelten Flüssigkeit in der Form einer Nahrungsvacuole aufgenommen, die sich sodann vom Schlundende in einer spiralartigen Rotationstour zumeist im Uhrzeigersinne ablöst. Kleinere Bakterien wurden mittelst der präoralen Cilien lebhaft eingestrudelt und in fortwährender Bewegung unterhalten; in ungefähr einer Minute löste sich ein derart gebildeter Ballen ab und wanderte mehrmals noch rotirend auf der rechten Seite entweder nach oben, meistens aber nach unten, die früheren Ballen, die sich zusehends verkleinert haben, so dass sie schliesslich nur fast dichtgedrängte Bakterien enthalten, vor sich oder zur Seite schiebend. Andere Thiere wie monadenartige Flagellaten leben in der Vacuole bis 4 Minuten, wobei sie oft durch ihre

Bewegungen die äussere, wohl empfindliche Plasmasschicht in pulsative Bewegungen, ohne dass das Thier irgendwie beunruhigt würde, versetzen; ungefähr in der Gegend des unteren Kerntheiles angelangt, erscheinen sie ziemlich rasch bläulich compact lichtbrechend, wogegen sich die Flüssigkeit der Nahrungsvacuole als ein scharfer röthlicher Streifen ringsherum deutlich abhebt; nach 85 Minuten wurden sie etwas zackig, in ihnen traten helle Stellen auf und sie selbst erhielten ein körniges Aussehen, bis sie gegen die rechte Seite in den streifigen oder klumpigen, bräunlich-gelben Detritushaufen geschoben, nach ca. 1½ Stunden dorsalwärts ausgestossen wurden. Die äussere Schicht dieser defäcirten Flagellaten erschien wie punktiert, der Inhalt war nur „neblig“ angedeutet, hie und da waren Körnchen (Excrete, Kernstoffe). — Cyclidien wurden unter bedeutender Schlunderweiterung aufgenommen und starben nur einigemal noch rotirend nach 75 Sekunden; die Vacuole dieser Nahrungsinfusorien war anfangs stark vergrössert und schwand erst ziemlich spät, ihr Kern wurde deutlicher und erschien granulös, die Körpergestalt war dagegen bald etwas deformirt; nach einiger Zeit stellten sie nur noch helle glänzende Ballen in einer geringen Nahrungsvacuole dar. Beim Zerfliessen des Thieres erschien sodann ihr Plasma wieder mehr granulös, am wenigsten hatten sich die 3—4 Nahrungsballen der Cyclidien verändert. Eine *Stylonychia* verschlang oft 7—15 Cyclidien hintereinander. Die Nahrungsballen anderer Infusorien waren bräunlich und ihre Vacuole schienen sehr ausgedehnt zu sein. Auf diesen Stadien traten in unmittelbarer Nähe oder in der Nahrungsvacuole selbst kleine, meist rundliche Körnchen — die ersten Excretkörner — auf.

Die aufgenommenen Algen erhalten sich manchmal längere Zeit grün, nach und nach werden sie aber gelblichgrün, welcher Farbenton fortschreitend nachdunkelt, bis sie in eine klumpchenartige, bräunlichgrüne ¹⁾ Masse zerfallen; das Chlorophyll wird derart verändert, ohne eigentlich verdaut zu werden, denn man findet es in diesem Zustand in den ausgestossenen Fäces wieder; einzelne rundliche, *protococcus*-ähnliche Algen wurden fast gar nicht verändert. Schön kann man die einzelnen Verdauungsstadien unter Anwendung von Neutralrothvitalfärbungen verfolgen; indem sich

¹⁾ Die Chloroplasten einer grossen Flagellatenform der *Lepocinclis* nahmen in der Nahrungsvacuole eines *Stentor coeruleus* zuerst eine gelblichbräunliche, dann eine bräunlichgrüne Farbe an und schrumpfen zu einer Körnchenmasse zusammen; ähnlich bei einer *Frontonia leucas*, nur war der Farbenton hier etwas heller; das Chlorophyll wird modificirt und verwandelt sich wahrscheinlich in Chlorophyllan und Phylloxanthin — es vollzieht sich gleichsam eine Hypochlorinreaction.

bald die Flüssigkeit der Nahrungsvacuole rosigroth verfärbt, treten um die sich langsam färbenden Nahrungskörper kleine dunkelrothe Körnchen auf, die sich von den nun etwas gelblichen Algen gut abheben, hierauf nimmt unter Verminderung des Wasservolums der Nahrungsvacuole und Verkleinerung des Nahrungsballens dieser bei vorschreitender Verdauung verschiedene Nuancen von roth, zinnober und dunkelroth, ja auch rothbraun an, wobei der Kern meistentheils etwas anders gefärbt ist. Durch die Vitalfärbung mit Neutralroth kommen auch etwas unbestimmt abgegrenzte Stellen in röthlicher Farbe zum Vorschein, in deren Gegend sich wohl früher ein Verdauungsprocess abgespielt hat und die nun einzelne Reste, Excretkugeln, die in den Nahrungsvacuolen sich bilden, sowie kleine röthliche Granulakörperchen enthalten.

Thiere, die in einem, mit blauem Lackmuspulver versetzten Wasser gehalten wurden, zeigten nach einigen Stunden eine röthliche Färbung ihrer Nahrungsballen.

Bei conservirten, mit Alauncarmin gefärbten Stylonychien besass das Plasma um die Nahrungsvacuole eine etwas röthliche Farbe, die an gewissen Stellen der Peripherie der Vacuole besonders deutlich war; ein weiter anverdautes parameciumähnliches Beutethier (Fig. 21) färbte sich mit Alauncarmin dunkelroth nach Art der Kerne, wogegen dessen Kernsubstanz noch eine etwas dunklere Färbung aufwies.

Die Kerne der einzelnen Nahrungsinfusorien können noch eine lange Zeit constatirt werden, und es ist wahrscheinlich, dass sie gar nicht verdaut werden, — wenigstens konnten noch immer kleine zusammengebackene Kerntheile auf einigen Präparaten nachgewiesen werden, wogegen das Plasma schon längst einem Verdauungsprocess unterlegen ist (Fig. 20).

Von anderen Nahrungsprotozoen nahmen die Kerne eine alveolare Structur an, während das Chromatin wie zusammengebacken war.

Die Excrets substanz mancher Beutethiere scheint unter dem Einfluss der die Verdauung vermittelnden Säfte drusenartig auszukrystallisiren (Fig. 20). der *Stylonychia pustulata* gehören derartige Krystalle sicherlich nicht an, weil sie etwas anders aussehen und weil das Thier mit der Péreny'schen Flüssigkeit, in der die Excrets substanz der *Stylonychia* gelöst wird, abgetödtet wurde.

Excrets substanz. Was ihre Form zunächst anbelangt, so lassen sich rücksichtlich derselben folgende Unterschiede feststellen: 1. Kleine, nicht näher bestimmbare „sandartige“ Excretkörnchen,

die lebhafteste Molekularbewegungen ausführen und in einer kleinen Vacuole oft wie gehäuft erscheinen.

2. Mittlere lichtbrechende, olivengrüne Excretkugeln, in deren Centrum man bei stärkeren Vergrößerungen zumeist eine etwas dunkel verfärbte, kernartige Partie unterscheiden kann, in der peripher die hellere, mehr fettartig aussehende Substanz zur Ausscheidung kam. 3. Grosse, gleichartige aussehende Excretkugeln, die sich aus den vorgenannten ausbilden, jedoch oft eine concentrische Schichtung besitzen und innen einen oft rundlichen, rötlich erscheinenden oder bei sehr grossen Kugeln mehrspaltigen Hohlraum, der sich manchmal ziemlich weit ausdehnt, so dass man schliesslich das Bild eines Excretsubstanzringes erhält, haben; mit Neutralroth färbten sie sich zuweilen rübenroth. 4. Excretkrystalle, die olivengrün, wie zart gestreift sind und, wie Fig. 18 anzeigt, aus jenen kleineren Kugeln hervorgehen; man findet nämlich Excretkugeln, die auf der Seite nur eine Art von Köpfchen besitzen, dann solche, an deren einen Seite tangential ein prismatisches, oft knieförmig geknicktes Kryställchen ruht, endlich Krystalle, denen unten nur noch eine Art vom kalottenförmigem Abschluss zukommt; manchmal wurden auch Kügelchen beobachtet, aus denen förmlich ein absatzweise sich einschnürendes, sich verjüngendes Stäbchen gleichsam herauswuchs. Schliesslich findet man Excretkrystallaggregate. Man muss wohl annehmen, dass ein in die Nahrungsvacuole eintretendes oder dort sich bildendes und wirkendes „Körnchen“ organisirterer Substanz peripher hellere, amorphe Substanzen zonenartig ausscheidet und so eine Excretkugel bildet; später verschwindet jenes und es entsteht innen ein Hohlraum, aus der Kugel aber krystallisirt dann die weit veränderte Substanz als Excretkrystall oder -Aggregat heraus. — Die grösseren Excretkugeln ruhen in einer Art von Hohlraum (Excretvacuole), ein Verhältniss, das auch für die anderen Excretkügelchen wahrscheinlich ist, doch muss man sich hier insofern in Acht nehmen, als gewisse optische Beugungskreise derartiges auch vortäuschen könnten. Unter einem gewissen Druck zerfielen die grösseren Kugeln in 3—4 Segmente. Eine Stylonychia, die nur ein Kernfragment besass, enthielt fast keine Excretsubstanz.

Was die Lagerung der Excretsubstanz anbetrifft, so findet sich diese hauptsächlich in der unteren Hälfte, und zwar mehr auf der linken Seite, wo sich auch die Vacuole constant bildet; die Stelle, wo ungefähr die etwas dorsal entspringenden mehr in das Gebiet der Dorsalborsten, die auch fast bis zu ihnen reichen, gehörenden Schwanzborsten inseriren, ist bei normalen Thieren zu-

meist frei von der Excretsubstanz; auch in der oberen Partie, und zwar in der Kerngegend, häufte sich in allerdings geringerer Masse die aus den dahin gedrängten Nahrungsvacuolen entstammende Excretsubstanz auf. Ein Ausstossen dieser wurde nie beobachtet, es ist im Gegentheil sehr wahrscheinlich, dass sie innerhalb des Körpers später eine Auflösung erfährt und im gelösten Zustande nach aussen gelangt; beim Paramecium sammeln sich auch die Excretkrystalle am hinteren, schmälern Körperpole, der hierauf oft ganz gelblich feinkörnig, undurchsichtig wird, und werden dort aufgelöst. Nur nach der Theilung wurde ein Ausstossen der Excretsubstanz in dunkler Ballenform, wie dies oft bei *Colpoda* vorkommt, einmal beobachtet.

Die Excretsubstanz löst sich langsam im warmen Wasser auf, wird von der Perény'schen Flüssigkeit nach nicht langer Zeit gelöst, färbt sich mit Jod leicht gelblich, schwärzt sich nicht mit Osmiumsäure und löst sich in Essigsäure auf.

Conjugation. Um Conjugationsmaterial zu erhalten, wurden frühzeitig mehrere Culturen sowohl in flachen Schalen als auch in ausgehöhlten Objectträgern in der feuchten Kammer sowie in grösseren gedeckten Glasgefässen angelegt. Es traten zuerst Perioden lebhafter Theilung ein und nachdem die Culturen wechselweise etwas gemischt wurden, fand eine Conjugation statt; immer konnte aber aus reichlichem, eben aus der Theilung hervorgegangenem Materiale auf das Nahen einer Conjugationsperiode geschlossen werden.

Der Conjugationsprocess wurde beschleunigt, sobald das Wasser auf den ausgehöhlten kleinen Objectträgern, die man alsdann reihenweise in grosser Zahl in einer flachen feuchten Kammer aufbewahren kann, etwas verdunstete oder sobald man die Cultur aus dem grossen Gefässe in kleinere flache Schalen vertheilte, wo sich alsbald ein stationärer Zustand aller Verhältnisse ausbilden konnte oder bald ein Nahrungsmangel eintrat. — Doch darf man nicht annehmen, dass die Conjugation allein von diesen Factoren verursacht wird, die Causa efficiens ist in erster Linie innerer Natur; auch ist bezüglich der oben angeführten Momente zu beachten, dass sie oft mit derartigen innerer Natur gleichzeitig zusammentreffen (lebhafter Theilung, folgender Nahrungsmangel) und so leicht zu Täuschungen führen können.

Da wohl in dem Wesen der Conjugation eine Art von Correctur¹⁾ gegen einseitig wirkende Lebenseinflüsse zu erblicken ist, so kann

¹⁾ Vergl. NÄGELI: Die Theorie der Bastardbildung. Sitz.-Ber. d. k. Bayer. Akad. 1866. — HATSCHKE: Ueber die Bedeutung der geschlechtl. Fortpflanzung. Prager med. Wochenschr. 1887, Nr. 46.

die Natur jener Ursachen, die die Conjugation herbeiführen, entweder gleichsam continüirlich oder intermittirend sein, entweder bedingt eine allgemeine fortschreitende Abnahme der Lebenskräfte oder die Summation von verschiedenartigen, nicht so weitläufig wirkenden Störungen, die sich bei gewissen periodischen Acten wie den Theilungen indirect einstellen, den Conjugationsprocess; würde aber das erstere der Fall sein, würde eine continüirliche Kraftabnahme und eine mit ihr zusammenhängende Verminderung der Theilungsfähigkeit, sowie Degeneration das die Conjugation Verursachende darstellen, so scheint es, dass diese weniger als eine Art vom Remedium aufzufassen wäre, da unter beiderseits degenerirten Thieren — zumal die Degeneration weitere, alles berührende Kreise um sich zieht — eine geringe Wahrscheinlichkeit für eine doch günstige Correctur vorhanden wäre. Andererseits ist es auffallend, dass gerade nach lebhaften Theilungsperioden, die doch nicht im Anzeichen einer Degeneration und Senilität stehen, die Conjugation eintrat — ein Umstand, der darauf hindeutet, dass ihre Ursache irgendwie mit den Theilungsacten zusammenhängt, die rasch aufeinanderfolgend mit gewissen Störungen verknüpft sind, die nun im Conjugationsvorgange durch die Bildung eines neuen Grosskernes unschädlich gemacht werden; das Infusor kehrt in ihm gleichsam auf eine frühere, einfachere Stufe zurück, indem es eine neue Kernanlage erlangt, aus der durch nachfolgende Differenzirung ein Gross- und Kleinkern hervorgeht. — Bei der Theilung unterliegt eben der Grosskern Veränderungen, die, häufig aufeinanderfolgend, ihn von seiner Function bei der Assimilation u. a. gleichsam ablenken, — er nimmt nämlich eine eigenartige concentrirtere Gestalt an, büsst seinen regelmässigen, netzartigen Bau ein, worauf die binnenartigen Bildungen, falls sie vorhanden sind, schwinden, und an Stelle der früheren Structur tritt eine längsfaserige; bei der Theilung spalten sich aber nicht etwa die einzelnen Theile der Länge nach, wodurch eine gleichmässige Theilung der Nucleusinhalt erzielt würde, sondern der Quere nach, und die Folge hievon ist eine Ausbildung von Ungleichheiten, die schon schädigend wirken, gleich den regeneratorschen Vorgängen, die hernach folgen. — Dass aber der Grosskern bei der Assimilation im hohen Grade functionell thätig ist, dürfte sich schon aus der Grösse und Gestalt des Kernes, wodurch eine möglichst grosse Fläche für eine Wechselwirkung mit dem Plasma dargeboten wird, ergeben, sowie auch aus seiner länglichen Form, durch die er befähigt wird, zu allen Theilen in einer möglichst nahen Beziehung

zu stehen, auch zerfällt er aus einem ähnlichen Grunde in mehr oder weniger selbständige Theile; von Bedeutung ist ferner auch die Art seiner Vitalfärbung (er färbt sich blassröthlich, manchmal mehr dunkelröthlich, oft bläulichröthlich), der die ruhenden Kleinkerne nicht unterworfen sind, und die selbst, wie man aus gewissen Anzeichen zu schliessen berechtigt ist, mit der Assimilation in einem gewissen Zusammenhang steht, ferner das verschiedene Auftreten gewisser binnenartiger Körper, sowie der Umstand, dass defecte Grosskerne neben einer geringen Menge von Excretsubstanz vorkommen, dass kernlose Merozoite nicht zu assimiliren vermögen, und endlich, dass mit dem Zerfall des Grosskernes bei einer senilen Degeneration, sowie bei der Conjugation gewisse plasmatische und apoplasmatische Veränderungen sich einstellen.

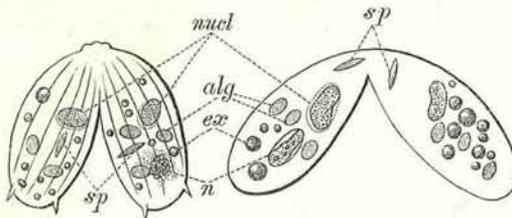
Schliesslich sind bezüglich des oben Gesagten noch folgende Beobachtungen von einer gewissen Bedeutsamkeit: Nach der Theilung färbten sich die Grosskerne mit Neutralroth zumeist in einer satteren Nuance, ja in einigen Fällen unter den allerdings vielen untersuchten nahm der sonst sich nicht färbende Kleinkern eine Färbung an, was auf eine Art von chemischer innerer Aenderung deuten würde; ferner legen beide Theile bei der Theilung ihr altes Wimperkleid ab, und im Inneren der Zellen treten Aenderungen der Spannungsverhältnisse (Aenderung der Kerngestalt sowie Verbreiterung der Zelleibform) ein, die sich häufend schädigend wirken und sodann eine Correctur erfahren.

Bei der Betrachtung der Conjugation drängte sich die Frage auf, ob auch die Nachkommen eines und desselben Mutterthieres, die möglichst gleichen Bedingungen unterworfen waren, unter einander conjugiren können; zu diesem Zwecke wurden in ausgehöhlten kleinen Objectträgern Culturen von Bakterien und kleinen Protozoen angelegt und je eine St. eingesetzt. Die Culturen wurden in einer feuchten Kammer bei einer Temperatur von 16—18° C. gehalten und jeden Tag untersucht; besonders vier wurden jeden Tag zu einer bestimmten Zeit einer genauen Zählung unterzogen, die ein folgendes Resultat ergab: 1. Tag, 1, 2. Tag, in jeder 2, 3. Tag, 8, 7, 14, 3, 4. Tag, 60, 74, 94, 18, 5. Tag, konnte die Zahl nicht mehr genau festgestellt werden. Sowohl während dieser Zeit als auch später trat aber in keiner der Culturen eine Conjugation auf, vielmehr liess die Theilungsenergie bald nach und die Thiere encystirten sich. Was die Präliminarien zur Conjugation anbelangt, so ist zu den früheren Beobachtungen Folgendes hinzuzufügen. Die Thiere werden unruhig, laufen hin und her, berühren sich oft,

kriechen gleichsam an ihren Zelleibern vorbei; hierauf schwimmen je zwei mit ihren Stirntheilen gegeneinander, drücken sich mit diesen aneinander fest. dabei mit den Stirncirren rastlos sich tastend, wobei natürlicher Weise das eine Thier zum anderen wie auf die Kante gestellt erscheint; auf diese Weise wird die festere Pellicula zuerst gelockert; bald entfernen sie sich wieder, um das Spiel von neuem zu beginnen, bis im oberen Theile eine seitlich bandartig ausgezogene Verschmelzung eintritt, alsdann sind sie bestrebt, sich mit ihren Bauchseiten aneinander zu legen, was ihnen erst nach einigem Hin- und Herschwimmen gelingt; schliesslich liegen sie auseinandergeklappt nebeneinander, doch so, dass das eine Thier etwas höher als das andere liegt, eine Erscheinung, die sich auch später deutlich kenntlich macht; auf diese Weise greifen auch die Ruderborsten, besonders im oberen Theile, etwas übereinander. Inzwischen schreitet die Verschmelzung fort und man sieht, wie die peristomalen Membranellen des rechten Thieres an das andere gleichsam gekittet sind und nach und nach von oben angefangen zu schwinden beginnen. Ist der Vorgang noch nicht weit vorgeschritten, so klappen oft die Conjuganten gleichsam zusammen, ein Phänomen, das erst in den letzten Stadien vor der Trennung sich wieder bemerkbar macht.

¹⁾ Beim *Coleps hirtus* (O. F. M.) (siehe Abbildung) ist die Conjugation terminal, bald dreht sich das eine Thier um einen Winkel von 90° , dann 60° , bis sie fast nebeneinander in der Schwimmrichtung liegen, wobei oben etwas Plasma wie hervorquillt. Während der Verbindung liegen sie ruhig, sonst langsam rotirend, schwimmend. Im späteren Verlaufe der Conjugation treten ziemlich grosse, grünliche, in Essigsäure sich nicht lösende Excretkörnchen auf; der Nebenkern, der sich schwach mit Alauncarmin

Abbildung 3.



nucl = Nucleus, sp = Spindeln, alg = Algen, n = Nahrung, ex = Excretsubstanz.

färbt und in einer Nische des dichten, körnigen Grosskernes ruht, aber nicht von der körnigen, zarten Membran derselben, wie MAUPAS will, umzogen wird, theilt sich bald unter Bildung einer kleinen undeutlichen Spindel; auf späteren Stadien beobachtete ich die Bildung der Befruchtungsspindel auf der kritischen Stelle und unten je zwei Kleinkerntheile. Zuletzt sah ich vier rundliche, feinkörnige, doch ziemlich deutlich sich färbende Placenten, die verschmelzend den neuen Kern bildeten. Beobachtung sehr erschwert durch die Zoochlorellen, Excretkörner und Undeutlichkeit der Spindeln.

Allmählich verschmelzen im oberen Theil die Protozoen inniger mit einander und es tritt eine derartige Plasmaverbindung ein, dass man die Conjuganten selbst bei Anwendung von Reagentien oder durch Deckglasdruck nicht zu trennen vermag. Der eigentliche Conjugationsvorgang, der zuerst theilweise hauptsächlich von BALBIANI, BÜTSCHLI und MAUPAS untersucht wurde, äussert sich in seinen verschiedenen Stadien: 1. in einer Veränderung des Peristoms und der Bewimperung; 2. in gewissen Aenderungen des Plasmas und seiner Derivate; 3. in einem weitläufigen Veränderungsprocess des Grosskernes, der schliesslich ausgestossen wird; 4. in eigenartigen Vorgängen an den Kleinkernen.

1. Auf die erstgenannten Aenderungen lenkten frühzeitig die Protozoenforscher ihr Augenmerk. Durch die Verwachsung der präoralen Regionen wird nämlich das rechte Thier der links befindlichen Bildungen des Peristomfeldes, des Schlundes, eines Theiles der betreffenden Membranellen, der obersten wenigen Randcirren und wohl auch einer oder zweier der drei Stirnhacken, das linke der rechten Peristomzone, eines Theiles der vorderen Membranellen, zum grossen Theil der rechten Randcirren und wohl auch eines Theiles der Stirncirren, die sich von beiden Thieren wieder zu der completen Dreizahl summiren, sowie der drei spitzigen Cirrenbildungen verlustig; durch diese Umbildungen erhalten die Conjuganten gleichsam eine gemeinsame Mund- und Peristombildung, die auf das linke Thier gezogen zu sein scheint und die auch noch eine Peristomlamelle und eine Membranelle besitzt. Dadurch, dass die Fläche der Thierte gleichsam vergrössert wurde, ohne dass nach aussen hin wirksame Randwimpern eigentlich hinzugekommen wären, ist die an und für sich etwas verlangsamte Bewegung der vereinigten Thierte etwas abgeändert; sie bewegen sich nach Art einer Schiffsschraube, um eine gemeinsame Achse rotirend.

2. Das Plasma erfährt auch eine innere Umbildung, da die Thierte während des ganzen Conjugationsvorganges keine Nahrung zu sich nehmen und auch niemals Nahrungsballen in den Thieren nachgewiesen wurden, nur einmal kamen zwei leere Schalen von Diatomeen (*Navicula* und *Gomphonema*) zur Beobachtung, die aber sicherlich von früher her stammten; demnach zehren die Protozoen während dieser Periode, in der sogar neue abgeänderte Processe in den inneren Lebenscyklus eingeschoben wurden, an den früher erworbenen Assimilaten, alles Momente, durch die schon die Wechselbeziehung zwischen Grosskern und Plasma mannigfach abgeändert wird; ferner tritt im oberen Theile eine Berührung der beiden Plasmen ein, die wahrscheinlich auch mit Aenderungen verbunden ist, und es dürfte

eine nicht unberechtigte Annahme sein, dass gerade die Veränderung in der Gestalt der Grosskerntheile, die insbesondere beim oberen im Sinne der Körperachse erfolgt, zum Theil in einer, aus diesem resultirenden Umbildung der Wirkungsweise der inneren Spann- und Druckkräfte ihren Grund besitzt. Indem sich aber der Grosskern schon zu Anfang des Conjugationsvorganges streckt und vergrössert, damit auch seine Structur ändert und Substanzen dem Plasma entnimmt, bietet er eine grössere veränderte Berührungsfläche dem Plasma gegenüber dar, wodurch die complicirte Art und Weise der Wechselwirkung beider im Lebensprocesse eine Umgestaltung erfährt; die bandartige Streckung des Grosskernes ist auch insofern vielleicht vom Vortheil, als dieser, dessen Thätigkeit im Schwinden begriffen ist, noch immerhin ausgedehnte Partien zu versorgen imstande ist. Andererseits vermehrte sich im Laufe des Conjugationsvorganges die Masse der sogenannten „Excretsubstanz“, so dass die unteren Zelltheile oft ganz dunkel gefärbt sind, was bei Merozoiten conjugirter Thiere noch stärker zum Ausdruck gelangt. Diese „Excretkugeln“ besitzen ein centrales Granulakorn, in dem peripher eine etwas hellere, anders gefärbte Substanz, aus der, wie früher bemerkt, die eigentlichen Kryställchen hervorgehen, ausgeschieden wird, und gerade eine Steigerung dieses Processes dürfte irgendwie mit der Rückbildung am Grosskern in Zusammenhang stehen. BALBIANI fasste sie als Verbrennungsproducte der Körpersubstanz, die wegen der gesteigerten Athmung und des Fehlens der Nahrungsaufnahme sich stärker anhäufen, auf. MAUPAS erklärte diese Substanz beim nahe verwandten Onychodromus für Paraglycogen und zum Theil für harnsaures Natron. Schliesslich treten gegen das Ende der Conjugationsperiode sowie in schon getrennten Thieren helle grössere „Tropfen“ auf, die sich in der Pereny'schen Flüssigkeit nicht lösen und in Alauncarmin eine helle, röthlichviolette Nuance annehmen; sie umgeben oft kranzartig die neue Kernanlage und erschweren derart, wenn sie noch klein sind, die Bestimmung der Kleinkerne in bedeutender Weise; einmal wurden bis 73 derartige „Tropfen“ in einem Thiere gezählt. Vor der Trennung besitzt oft das Plasma eine etwas grob alveolare Structur, um die der Rückbildung anheimgefallenen Kerne bildet sich häufig eine Art von „Kerntasche“ aus; nach der Trennung erscheinen die Thiere etwas kleiner, als ob sie sich contrahirt hätten, wobei die wulstartige Endigung des Zelleibes gut zum Ausdruck gelangt. Die Entleerungsfrequenz der contractilen Vacuole umfasste unter dem Deckglase 26 Secunden, während, wie oben bemerkt, bei normalen Thieren die Zahl eine niedrigere war.

3. Was den Grosskern, der die auffallendsten Umbildungen erleidet, anbelangt, so muss vor allem betont werden, dass diese nicht so sehr als eine blosse regellose Degeneration aufzufassen sind, sondern sich als eine mehr oder weniger bestimmt geartete Rückbildung erweisen, da sie bei fast allen Thieren gleichartig und bestimmt verlaufen; auch scheint zwischen beiden Kerntheilen eine Differenz, deren zum Theil oben schon gedacht wurde, zu bestehen, da sich auch der obere, etwas lang, biscuitartig dehnt und schliesslich zertheilt, während der untere mehr oval bleibt, ein Verhältniss, dass wahrscheinlich schon STEIN beobachtete und das neben der weiteren Degeneration und dem Verhalten bei der Ernährung auf eine innere Verschiedenheit hinweist (Heteroplastiden, Energiden). In der ersten Periode der Conjugation lässt sich eine gewisse Volumzunahme der Kerne feststellen, wobei besonders der obere eine kurz „faserige“ Anordnung in der Structur annimmt; durch derartige eigenartige „Theilungen“ entstehen meist drei, aber auch vier Kernreste, wobei die zwei oberen oft durch eine dünne Membranröhre, deren Lumen noch Chromatinkrümmel ausfüllen, eine zeitlang verbunden sind. Auf diesem Stadium kommt manchmal auch die eigenartige „Verbindungsfaser“, die sich zwischen den beiden Kernen ausdehnt und gleichsam als ein leerer, faserig zusammengesunkener Schlauch aufzufassen ist, insofern zum Ausdruck, als durch sie theilweise der untere Kerntheil mit dem oberen in Contact tritt. Nach und nach wird die sich färbende Substanz mehr gehäuft, compact, und es treten oft besondere helle Alveolen, deren Zahl oft ziemlich beträchtlich ist, in den Kerntheilen auf; in ihren Zwischenräumen findet sich dann die krümmelartig gehäufte Chromatingranula. Die Umbildung nimmt von da an einen etwas unregelmässigeren Gang und besitzt schon mehr den Charakter der Degeneration (Fig. 25 *n, o, p, q, r*).

In dem rückgebildeten Kern nimmt man oft, besonders in der Gegend der früheren Kernspalten, eine grössere oder im oberen Theile viele kleinere Alveolen wahr, das Chromatin wird gleichzeitig unregelmässig krümmelig gehäuft, der Kern stellt immer mehr und mehr rundliche oder ovale Formen dar, wobei das Chromatin besonders central zusammenbackend, eine Art von Chromatininseln und -kugeln bildet; schliesslich entstehen intensiv sich färbende¹⁾, bestimmt umschriebene Kugeln, die auf ihrer Oberfläche manchmal gleichsam knitterig eingebogen erscheinen, oft aber auch einen helleren Spalt besitzen oder zu beiden Seiten oder nur wiederum

¹⁾ Bei der *Bursaria* wandert das Chromatin verändert unter das Ectoplasma, wo es ausgeschieden wird, daher sind die Kugeln später ungefärbt.

an einer eine Art von Alveole haben. Mit Neutralroth färben sie sich auf diesem Stadium dunkelroth. Was geschieht weiter mit diesen Kugeln? Einmal konnte ich mit Bestimmtheit feststellen, wie ein derartiger, mit Neutralroth gefärbter Kernrest ausgestossen wurde. BÜTSCHLI beobachtete bei *Stylonychia mytilus* gleichfalls nach 6—8 Stunden ein Ausstossen der Kernreste, die eine längere Zeit im Infusor nachweisbar sind und nach BÜTSCHLI noch am 3. Tage nach aufgehobener Conjugation im Thiere vorhanden waren. ENGELMANN gibt an, dass sie nach 6 Stunden, aber auch nach zwei Tagen erst verschwinden und er hält es für wahrscheinlich, dass sie ausgestossen werden, wovon er sich bei der *Stylonychia histrio* überzeugen konnte. MAUPAS ist der Ansicht, dass die Kernreste resorbirt werden.

4. Die interessantesten und bedeutsamsten Vorgänge spielen sich aber an den Kleinkernen ab; leider wird die Feststellung dieser vielfach wegen ihrer Kleinheit sowie Undeutlichkeit der Structuren, besonders aber auch wegen der reichlichen Excretsubstanz schwierig gemacht; allerdings kann man die letztere durch ein kurzes Einwirken von Pereny'scher Flüssigkeit entfernen.

Gleich zu Beginn der Conjugation schwillt der sonst compact und etwas oval aussehende Kleinkern fast zu einer doppelt so grossen Kugel an (Fig. 24 *a*₂), ein Vorgang, der seine Ursache nicht bloß in einer Flüssigkeitsaufnahme von aussen und einer mit ihr verbundenen „Quellung“, sondern auch in zweiter Linie in tieferen inneren Processen besitzt. Im Inneren zeigt er einen reticulären Bau mit chromatischen Einlagerungen; auf diesem Stadium kann man alsbald eine deutliche Sonderung der achromatischen und chromatischen Substanz, die nun über jener eine seitliche Lagerung behauptet, feststellen. Die chromatische Substanz zeigt an Präparaten eine mehr oder weniger polygonale oder rundliche Gestalt im Umriss und häuft sich central etwas mehr an; bald verändert sich ihre Gestalt, sie wird innen lockerer und von ihren einzelnen Eckpunkten, oft aber anfangs nur einseitig, wandert das Chromatin in fein gekörnelten Strahlen auf den achromatischen Fasern herab, um sich alsdann äquatorial anzusammeln (Fig. 24 *b*); bemerkenswerth ist die fast immer anfangs nicht gleichmässige Chromatinansammlung an der Peripherie, wie dies Fig. 24 *b*, *b*₂ zeigt. Inzwischen übergeht der achromatische Theil nach und nach in die Spindelform und das Chromatin ordnet und orientirt sich in der Mitte in der Gestalt von körnigen Kernstäbchen an, von denen ich auf der einen Seite sechs zählen konnte; sie sind nicht ganz gleichmässig, sondern laufen polar wie spitz zu; sehr oft sieht man oben am Pole der Spindel oder

etwas seitlich ein noch zurückgebliebenes Chromatinkorn (Fig. 24 *b*₃). Die Kernstäbe sondern sich wahrscheinlich durch Spaltung (Fig. *c*₁) und wandern sodann getrennt den Polen der Spindel zu, die inzwischen auch ihre Gestalt verändert hat und eine anscheinend mehr oder weniger langrechteckige Form (Fig. *e*) annimmt. Hernach findet eine fortwährende Dehnung der Spindelfasern, ein polares Zusammendrängen der Chromatinstäbchenteile und eine fortschreitende äquatoriale Einschnürung der Spindel statt und man erhält Bilder wie Fig. 24 *f*. Schliesslich reisst auch die letzte Spindelfaser zwischen den getheilten Kleinkerntheilen und wird wohl vom umgebenden Plasma resorbiert, da keine weitere Verbindung später nachgewiesen werden konnte, und die chromatische Substanz ballt sich oval zusammen, wobei auf der schmälere Gegenseite, wo die chromatische Substanz noch undeutlich körnigreichig ausgebildet ist, Antheile der achromatischen Substanz sich nachweisen lassen. Auf diese Weise theilen sich die beiden Kleinkerne in vier (Fig. 26, 27, 28, 29). Bald verändern sich aber die derart entstandenen Theile, sie werden abermals grösser, zeigen eine undeutliche hellere netzige Structur, der feinkörnig zertheiltes Chromatin anliegt.

In kurzer Zeit gehen sie wieder in die Spindelform über, die aber mit den fortschreitenden Theilungen immer blässer und undeutlicher ausfällt. Dem 4 Kleinkernstadium folgt so ein 8 Kernstadium; da aber die Theilungen nicht einen gleichmässigen Verlauf nehmen, so kann man noch ein 6 Kernstadium einschalten (Fig. 30 rechts, 31). Schon auf dem 6 Kernstadium konnte eine besondere Lagerung gewisser Kleinkerntheile beobachtet werden, die noch deutlicher auf dem 8 Kernstadium wird, da sich jene getheilt haben und so noch mehr gegen die Mittellinie vorrückten (Fig. 32, 33). Nach diesem Stadium bildet sich der betreffende Kerntheil in eine Befruchtungsspindel um (Fig. 34), die die Wander- und stationäre Spindel liefert; sie entstammt nur einem Kern, virtuell können sie wohl beide liefern — während der andere nach den Theilungen zugrunde geht.

Auf dem folgenden Stadium sieht man nun in jedem Conjuganten zwei in gleicher Höhe liegende Spindeln, die nicht weit oberhalb des Winkels, den die beiden Theile zusammen bilden, ruhen; es ist dies je eine Wander- und eine stationäre Spindel; unweit von ihnen kann man dann die 7 weiteren, mehr oder weniger gut erkennbaren ablassenden Theile der Kleinkerne, die in der Form von runden kleinen Kugeln auftreten, beobachten. Die Verschmelzung (Fig. 24 *i, j*) der beiden Spindeln erfolgt in einer fast parallelen oder

etwas einen Winkel formirenden Lage — doch ist sie wegen der Kleinheit der Kerne nicht so gut ausgeprägt wie etwa beim Paramecium, wo sie Hertwig genau beschrieb und zur Darstellung brachte. Die Wanderung selbst konnte nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden.

Welches Schicksal erleiden nun die 7 übrigen Kerntheile, die ungefähr $\frac{3}{4}$ des einen und einem ganzen Kern entstammen? Auf Präparaten stellen sie sich anfangs als ziemlich compact aussehende, gut färbbare Kerntheile dar, später erscheinen sie als rundliche Körnchenanhäufungen chromatischer Substanz, die oft hellere Stellen — gleichsam Alveolen — (Fig. 24 g) in sich besitzen und nicht selten sich derart stark aneinander lagern, dass es aussieht, als ob sie zu zweien verschmelzen wollten; auf späteren Stadien wurden sie mehr compact, etwas glänzend, nehmen nun einen schwach röthlichgelben Farbenton an und verschwinden schliesslich, indem sie aller Wahrscheinlichkeit nach ausgestossen werden. Sie stellen die Reductionskerne dar. Aus den beiden Spindeln, die verschmelzen und in dem unteren dichteren Theil der Conjuganten, in deren oberen Partien gegen die Mittellinie zu oft helle Stellen und Blasenräume entstehen, vorkommen, geht nun eine einzige gemeinsame Kernanlage hervor, aus der sich später der neue Gross- und die beiden Kleinkerne differenziren.

Die Kernanlage wird bald darauf undentlich faserig, das Chromatin vertheilt sich fein körnchenartig, sie schwillt etwas an und geht langsam vom neuen in die Spindelform über, theilt sich zuerst in zwei (Fig. 36), dann in vier Theile (Fig. 37) — weitere, Theilungen konnte ich trotz aller Bemühungen nicht constatiren, es ist jedoch wahrscheinlich, dass schon von diesen der eine Theil zugrunde geht, zwei aber die neuen Kleinkerne bilden, während aus dem vierten die neue Grosskernanlage hervorgeht. Dieser Kerntheil wird nämlich alsbald verworren faserig (Fig. 24 k), das Chromatin vertheilt sich äusserst fein, und er selbst bildet sich zu einer grossen, hellen Kugel um, die später in sichtbarer Weise keinen Farbstoff deutlich annimmt. Bei stärkerer Vergrösserung kann man eine feine, etwas unregelmässige, netzige Structur beobachten; bei jeder Verschiebung des Tubus ändert sich dieses eigenartige Bild; hie und da, besonders aber an der Peripherie, wo die Netzmaschen feiner und etwas länglich angeordnet sind, nimmt man später wieder grössere, sich färbende Körnchen wahr. Seitlich von dieser Kernanlage, die in einem eigenartigen Plasmahof liegt, befinden sich die beiden, körnelig aussehenden, ziemlich grossen, sich gut färbenden, neuen Kleinkerne und weiter von ihnen lagert gleichsam ein Kranz der schon oben erwähnten fettartigen, schwächer blauröthlich sich färbenden Kugeln

(Fig. 39, Fig. 40). Auf diesem Stadium ist das Thier gedrunken, oval, in der Mitte etwas wie nach aussen ausgebaucht. Später nimmt jene Kugel unter Veränderung der Structur eine ovale Form an, die periphere chromatische Substanz vermehrt sich zusehends, und nach und nach geht eine eiförmige Kernanlage hervor, die unter fortgesetzter Streckung den neuen, später sich einschnürenden Grosskern zur Darstellung bringt.

Mit Neutralroth behandelt, färbte sich die neue Kernanlage später blass rosa, doch in einer anderen Nuance als die normalen Kerne und entfärbte sich beim Zerfliessen sehr rasch.

Noch kurz vor dem Austausch der Spindeln bildete sich die erste Anlage zu einem neuen Cytostom unterhalb des alten Mundes; ursprünglich ist sie als eine leichte Einbiegung im Ektoplasma angedeutet, bald kommen aber die Anlagen der neuen Membranellen beiderseits zum Vorschein.

Vor der Trennung, die vor der eigentlichen Ausbildung, der neuen Grosskernanlage, der Placenta der früheren Beobachter, erfolgt, werden die Thiere wieder etwas unruhiger, beweglicher, man bemerkt, wie sie nicht mehr in einer Ebene liegen, sondern wie gekreuzt unter einem Winkel zu einander gestellt herumschwimmen; der Winkel, der im hinteren Theile von den beiden Conjuganten gebildet wird, vergrössert sich zusehends, die Thiere drehen sich bisweilen um 90° zu einander, die Verbindungsbrücke zwischen beiden wird dünner und durchsichtiger, sie schwimmen hernach oft in einer vollständigen Gegenstellung, suchen nach Stützpunkten und entfernen sich schliesslich mit einem Riss von einander.

Die getrennten Stylonychien, die während der ganzen Zeit keine Nahrung aufnahmen, erscheinen nun viel kleiner, welche Erscheinung auch auf eine Art von innerer Concentration zurückzuführen wäre. Während der inneren Umbildung der Grosskernanlage und der Ausbildung des neuen Peristoms sind sie ganz trübe und dunkel infolge der vielen in sich bergenden Excretkörnchen.

Encystirung. Bildet die Conjugation ein Remedium gegen Schädlichkeiten mehr innerer Natur, so ist die Encystirung als ein solches gegen äussere Schädigungen aufzufassen. Abnahme der Nahrung, sowie Auftreten von gewissen Mikroorganismen (Bakterien) in letzten Stadien der Fäulniss der Culturen, die vielleicht gewisse organische Fermente ausscheiden, oder in den für Stylonychien günstigen Gasverhältnissen eine schädigende Aenderung durch ihre Lebensprocesse herbeiführen, scheinen ganz besonders die Erscheinung der Encystirung allgemein hervorzurufen.

Einigemale erhielt ich auch durch langsames Verdunsten der Nährflüssigkeit Cysten, doch scheint dies nur ein mehr begünstigendes Moment zu sein; häufiger erhält man auf diese Weise Cysten anderer Infusorien, wie z. B. *Colpoda*, dessen Cysten auch im Heu von überrieselten Wiesen oder auf Flechten (STEIN), sowie im trockenen Moos von alten, morschen Bäumen vorkommen. Vor der Encystirung werden die Thiere ruhiger, träger, das Plasma büsst seine durchsichtige helle Beschaffenheit ein und wird trübe und gelblich, welche Erscheinung zum Theil in einer grösseren Flüssigkeitsabgabe durch die contractile Vacuole ihren Grund besitzt (Fig. 10).

Die Excretsubstanz und die wenigen groben Nahrungsreste, die sich an einzelnen Stellen ballenweise sammeln, werden ausgestossen, oft nimmt man aber in Cysten hie und da noch einige Körnchen Excretsubstanz sowie schon weiter verdaute Nahrungsreste, die sich mit Neutralroth roth färben, wahr. Auch in einer *Colpodacyste* konnte ich einen unbestimmt abgegrenzten, mit Neutralroth roth verfärbten Nahrungstheil, der sich noch etwas weiter veränderte beobachten. Das Infusor nimmt alsdann eine etwas gedrungene Gestalt an, der Stirnsaum erscheint mehr nach vorne gezogen, die Mitte ist etwas ausgebaucht und man kann nun die feineren Rückenborsten, sowie -furchen deutlicher wahrnehmen. Die stärkeren Wimpergebilde fallen nun leichter polar einer Zersäuerung anheim. Fortschreitend zieht sich das Infusor zusammen; das weitere Kugeligwerden der Gestalt dürfte aber vornehmlich auf eine Wasseraufnahme und Verquellung der äusseren Schichten — also auf ein Ungleichwerden der Spannungsverhältnisse des Zelleibes zurückzuführen sein; in diesem Stadium kommt die Pelli-cula besser zum Ausdruck, auch wird das Thier jetzt oft von *Coleps hirtus* angefallen und ausgesogen, eine Erscheinung, die gleichfalls auf eine Aenderung in der Consistenz der äusseren Schichten zurückzuführen wäre; die Thiere scheinen durch eine Art von Chemotropismus angelockt zu sein. — Bezüglich der Encystirung lässt sich ein Unterschied zwischen den Oxytrichen und etwa den holotrichen Infusorien insofern feststellen, als bei diesen um den Zellkörper ein feines Niederschlagshäutchen, innerhalb dessen das Thier rotirt, ausgeschieden wird, wobei die Cilien langsamer zumeist nacheinander schlagen, so dass sie das Bild einer ringsherumlaufenden Welle liefern; bei den Stylyonychien findet keine ausgesprochene Rotation statt, die Cilien und Cirren schlagen ganz unregelmässig und träge, und die ganze äussere Schichte bildet die Cystenhülle. Zuerst findet von der Basis der Rückenborsten eine

pyramidenförmige Verquellung statt, wobei sich noch die Börstchen etwas bewegen, diese schreitet nun auf die andere Seite zu den Basen der Cirren fort, die auch seitlich verquellen und distal sich umbiegen. Auf diese Weise, indem auch die Zwischenräume zwischen den Organoidenbasen etwas verquellen, entsteht ringsherum eine unregelmässige stachelig aussehende coronaartige Hülle. Die Hauptstacheln entsprechen den Cirren- und Cilienbildungen, die infolge der kugelig gewordenen Gestalt des Infusors einander näher gerückt werden.

Die Verquellung geht ziemlich rasch von statten, weil nach den Untersuchungen von DUVERNOY, WIEDEMANN und LÜDEKING die Wasseraufnahme durch Quellung mit Wärmebildung verbunden ist und so, die organischen Theilchen in grössere Bewegung gerathend, mehr und rascher freie Flächen einer Umgebung von Wasserhüllen darbieten.

Da durch die dickere colloidale Hülle langsamer die Flüssigkeit in der Zeiteinheit diffundirt, der Zelleib aber diese fortwährend noch nach aussen ausscheidet — sie sich aber jetzt zwischen der Hülle und ihm ausbreitet, um langsam nach aussen zu gelangen — so löst sich bald der runde Zelleib von jener ab; andererseits ist die Hülle jetzt gleichsam polar verschiedenen Bedingungen ausgesetzt und sie erstarrt äusserlich, während sie nach innen zu noch etwas ihren ursprünglichen Zustand bewahrt. Auf diesem Stadium werden die Stylonychien auch von keinen Protozoen mehr angegriffen. Den eigenartigen Verquellungsvorgang illustriren die Segmente der Fig. 12. Die Vacuole entleerte sich im Anfang der Encystirung in einer Frequenz von 18—20 Secunden in folgender Weise: Zuerst entstand eine helle, unregelmässig abgegrenzte Stelle in dem gelblichgrauen Plasma, hierauf fliessen die Flüssigkeit zu einem ovalen Tropfen, der gegen die Wand zu noch etwas verbreitet ist, zusammen, erlangt allmählich die vollständige Kugelgestalt und entleert sich mit einem Ruck nach aussen; da durch den entstandenen Riss eine Oberflächenspannungsänderung ausgelöst wurde, inzwischen aber neue Flüssigkeit und das Plasma von der Gegenseite nachdrängt, so ergibt sich hieraus die etwas verbreitete oben eingebuchtete Form der Vacuole während der Entleerung. Die Wände um die entstandene Porusstelle sinken etwas nach und verkleben dabei übereinandergreifend. Nach der Ausbildung der Cystenmembran entleert sich die Vacuolenflüssigkeit in den Raum zwischen dieser und dem Zelleib, ein Verhältniss, das man aus dem Auftreten eines röthlichen Spaltraumes zwischen beiden erschliessen kann. Die fertige Cyste liefert ein Bild, wie es in Fig. 11 zur Darstellung kam. Die äusseren Stachelbildungen der Cystenmembran

sind zumeist schief gestellt, an der Basis dunkler, an der Spitze oft wie verbogen und vermitteln ein leichteres Festhaften zwischen Detritus u. a. Von der Kalilauge wurde die Membran nicht gelöst, Schwefelsäure löst sie langsam auf; durch die Perenyische Flüssigkeit wurde sie angegriffen; mit Picrocarmin färbte sich der Cysteninhalte lebhaft gelblich, während der Farbstoff aussen blieb, mit Jodlösung färbte sich der Cysteninhalte, der sich bald zusammenzieht und seitlich eine stärkere Einfaltung zeigt, gelblich-braun. Die Grosskerntheile werden wahrscheinlich infolge der Spannungsänderungen etwas gedrungener und verschmelzen meist später theilweise in der Richtung des Verbindungsfadens geldbeutelartig mit einander, wie man an zerdrückten Cysten oft sehr gut beobachten kann; auf diesem Stadium enthielten sie zahlreiche rundliche, glänzende Körnchen und färbten sich nicht oder nur spurenweise mit Neutralroth, im Gegensatz zum normalen Kern; dagegen nahmen die Färbung in manchen Cysten die noch nicht ganz verdauten Nahrungstheilchen nach 2—3 Stunden an. Zugleich konnte später nur ein Nebenkern (von 100 untersuchten zerdrückten Cysten besaßen nur 7, 2 Kerne) nachgewiesen werden, derselbe erscheint glänzend, ziemlich gross, färbt sich nach längerem Einwirken von Alauncarmin dunkler als der Grosskern und lässt beim Heraustreten aus der Cyste seine Membran, der er oft seitlich anliegt, leichter erkennen als der isolirte Kleinkern der normalen Thiere. Manchmal besaß er eine langgestreckte Gestalt und körnigen Inhalt. — Es ist sehr wahrscheinlich, dass die beiden Kleinkerne auf späteren Cystenstadien verschmelzen, ein Verhalten, das ich manchmal aus der Form zu entnehmen glaubte. M. NUSSBAUM gibt an, dass bei *Gastrostyla vorax* sämtliche Miconuclei verschmelzen. Um die Kerne bemerkt man eine grössere Anzahl von runden kleinen Körnchen von Excreten, die deutliche Beugungskreise besitzen; daneben kommen aber noch kleinere helle Körnchen vor. Die Vacuole stellt sich später oft nur als ein kleines, rundes, röthliches Bläschen dar. Cysten, in denen sich die Nahrungsreste mit Neutralroth noch roth färbten, nahmen sodann nach der Behandlung mit Schwefelsäure einen diffusen blauen Farbenton an und entfärbten sich später. Wurden die Cysten nach einiger Zeit in eine andere Culturflüssigkeit gebracht oder ihre Concentration verändert, so vollzog sich bald das Ausschlüpfen. Zuerst macht sich die wiedererwachte Excretionsthätigkeit bemerkbar; die neue Vacuole entsteht aus einem unbestimmt abgegrenzten Flüssigkeitsraum und entleert sich in einem Turnus von circa 140 Secunden. Bald kommen die ersten Cirrenanlagen

als membranöse helle Bildungen zum Vorschein — ich konnte zuerst 3 noch kleine Stirnmembranellen constatiren. Später entleerte sich die Vacuole in 30—40 Secunden, vor dem Auskriechen in circa 25 Secunden.

Die Wucht der Vacuolenentleerung überwiegt anfangs noch die Kraft der Cirren und das Protozoon rotirt derart immer nach der Entleerung nach Art einer Turbine im entgegengesetzten Sinne. Die *Stylonychia* bewegt sich nun unausgesetzt in dem Hohlraum der Cyste, der auch von einer trüben Flüssigkeit, in der hie und da noch rundliche Körperchen suspendirt sind, erfüllt ist und befördert wohl durch den oftmaligen Anprall nicht unwesentlich die Lockerung der alten Membran und das Entstehen einer kleinen länglichen Rissöffnung, die sich wahrscheinlich an der Stelle des alten Vacuolenporus oder der Schlundöffnung des sich encystirenden Thieres ausbildet; beim grösseren Druck, der auf das Deckglas ausgeübt wird, kommt sie gleichfalls in ihrer charakteristischen Form zum Vorschein. Das Ausschlüpfen aus der Cyste vollzieht sich langsam und ist ziemlich mühsam (bei einem Thier dauerte es fast 3 Stunden), das Infusor drückt sich unter einer Einschnürung des Körpers durch den engen Spalt nach aussen durch, wobei es oft in zwei Hälften zerreisst; CIENKOWSKI verfolgte ein derartiges Theilstück, „das noch schwache Zuckungen zeigte“, längere Zeit. Einmal hatte ich Gelegenheit, ein derartig entstandenes vorderes Theilstück zu beobachten, das sich bald zu einem kugeligen Körper zusammenzog und lebhaft rotirte — nach ungefähr 24 Stunden aber zugrunde ging.

Theilung. Bezüglich dieses Vorganges sei Folgendes zu den früheren Beobachtungen, die gerade an den Hypotrichen, besonders von STEIN, STERKI, NUSSBAUM u. A. in ziemlich vollständiger Weise gemacht wurden, nachgetragen: Vor der Theilung bilden sich unter den alten Stirncirren im künftigen vorderen Individuum neue aus, die aber anfangs noch sehr hell und durchsichtig sind; dann folgen successive die neuen, adperistomalen Cirren und schliesslich die noch unbedeutenden Aftercirren; hinter den Randcirren sind gleichfalls, allerdings sehr gedrängt, die neuen Randcirren angelegt; die neuen adoralen Membranellen entspringen nahe unterhalb der alten, so dass diese auf einem weiteren Stadium wie gebrochen erscheinen.

Im hinteren künftigen Individuum kann man ferner die noch feinen cilienartigen, unregelmässig flimmernden Stirn- und adperistomalen Cirren in gedrängter Anlage beobachten; die adoralen Membranellen sind nur wie hautartige Stacheln angelegt; die neuen

Aftercirren befinden sich oberhalb der alten in einer ziemlich gedrängten Lage. Alle neuen Wimperbildungen schlagen unregelmässig hastig, während die alten Cirren oft längere Zeit ruhen. Verhältnissmässig spät bilden sich die verschiedenen Peristomorganoide, die anfangs nur als eine Art von Furche angedeutet sind; eine Absackung vom oberen Peristom wurde nicht beobachtet, vielmehr erschien der Schlund sowie die Peristomlamelle in ihrer normalen Lage, nur war der erstere an seinem Ende gleichsam verklebt und in eine Spitze ausgezogen. Auf diesem Stadium wurde die Nahrung auch nicht aufgenommen, sondern zurückgeschleudert. Später bildeten sich zwei neue Vacuolen an Stelle der alten zuführenden Canäle.

Die Excretsubstanzen und die Nahrungsballen waren nun streifenartig polar im Sinne von rechts und links angeordnet, eine Erscheinung, die bei Vitalfärbungen mit Neutralroth besonders schön zum Ausdruck kommt.

Vor der Theilung wurden die Kerne fast ganz rund, wobei der „Faden“ zwischen ihnen besser zum Vorschein kam; sodann begannen sie langsam gegen einander zu wandern und nach ungefähr 43 Minuten fand die Verschmelzung statt. Der Inhalt beider Kerntheile erschien granulös (Oc. 4. Homog. im $\frac{1}{12}$ “, 18^b Reichert) und man konnte ziemlich viel binnenkörperartige Körnchen feststellen. Die Kernmembran hob sich nun etwas von den Kerninhalten ab, und man war imstande, nun eine Art feiner senkrechter Strichelung in der grünlichhellen Doppelcontour zu beobachten, auch an der Oberfläche konnte man deutliche feinste Punktirung in einer Art von concentrischen Reihen wahrnehmen — Verhältnisse, die auf eine innigere Communication der Kerninhalte mit dem übrigen Zelleib hindeuten. Die erwähnte Punktirung weist auf eine Structur der Membran, die aber nicht weiter auflösbar war, hin. Die beiden Kerntheile wanderten nun einander langsam zu, als ob sie von einer contractorischen Kraft des „Verbindungsfadens“ gezogen wären und verschmolzen alsdann ziemlich rasch nach Art von 2 Fetttropfen.

Der obere Kerninhalt besass anfangs eine schmal polygonale Gestalt und legte sich hart an die Verbindungsstelle an, der untere „Kern“ dagegen nahm eine innen unregelmässige, halbmondförmige Form an. Der obere Kern wanderte sodann etwas in die halbmondförmige Ausbuchtung des unteren, wobei sich zuerst die binnenartigen Körper, die später schwanden, reihenweise näherten, und zuletzt die achromatischen Structuren verschmolzen.

Der Kern war dann oval; beim Zerfliessen auf diesem Stadium drang die äussere Flüssigkeit rasch in sein Inneres durch die „Poren“ ein und bildete mit dem Kernsaft eine Art feiner Emulsion — denn man bemerkte einen lebhaften Moleculartanz fettartig geballter Kügelchen, — bald löste sich aber die Membran auf und es blieb nur ein unregelmässiger heller Körnerhaufen zurück. Bemerkenswerth sind auch die Bewegungen einer in Theilung begriffenen St. — Die neuen Cirren des hinteren Individuums schwingen keineswegs gleichzeitig mit dem vorderen, so dass, sobald die Theilung weiter vorgeschritten ist, die Thiere unter einem Winkel zu einander zeitweise sich stellen. Aehnliche Beobachtungen konnte ich an den ungleichmässigen Bewegungen der Membran eines *Cyclidium* anstellen. Nach der Theilung sind die Thiere ziemlich gedrunken, vorne etwas breiter, wogegen sie nach hinten zu sich rasch verjüngen und in einer deutlichen bruchsackartigen Vorrangung, an der die neuen Schwanzborsten entspringen, endigen.

Sonstige physiologische und biologische Bemerkungen. — In normalen Thieren beobachtete ich gewöhnlich keine Parasiten, nur einigemal wurde ein länglich ovaler Flagellat, der einige grössere Körnchen und eine Vacuole im Zellinneren besass, und dessen Geissel basalwärts auffallend dick, sowie lang war, in der Nähe, einmal sogar im Kern beobachtet (Fig. 15 a); ferner wurden inficirte Cysten untersucht, bei denen es allerdings fraglich war, ob die Parasiten schon in den Thieren waren oder erst später in die Cysten gelangten; auch wurden Cysten mit wieder encystirten Mikroorganismen, die einen rundlichen Kern und neben diesem helle, grünliche Körnchen hatten (die Stylonychia war ganz zerfallen und in einem Fall, da 6 derartige, kleine Cysten vorhanden waren, zu einem unbedeutenden Restkörper reducirt), sowie guttulaähnliche Organismen (Fig. 15 b) in einer Stylonychiacyste vor dem Auskriechen derselben beobachtet; der letztere Parasit besass einen kleinen hellen Kern, sowie eine Vacuole und kroch langsam um das Infusor herum.

In älteren Culturen zeigten die St. oft eine Art von seniler Degeneration — die Thiere waren klein, gedrunken, das Plasma war körnchenreich und oft traten grosse, rissige, fettartige Tropfen im selben auf, der Grosskern hatte seine Structur bedeutend verändert, sein Inhalt war wie von ziemlich grossen Lücken und Alveolen durchsetzt, das Chromatin war unregelmässig gehäuft — zumeist spaltete er sich in 2 und mehr ungleiche unregelmässige Theile (Fig. 23).

Da die Consistenz des Plasmas von *Styl. pustulata* ungefähr zwischen der *Styl. mytilus* und der *Urostyla grandis* liegt und eine jede entstandene Wunde einen flachen nicht blasigen Verschluss erhält, so eignet sich dieser Ciliate besonders zu Regenerationsversuchen, sowie zu Experimenten an Theilstücken; die letzteren kann man auf dreifache Weise erlangen: entweder durch die Schneidemethode, die aber durch die Kleinheit der Form sehr erschwert wird, oder durch leichten Druck mit einem stumpfen Gegenstand auf die Mitte des Deckglases, oder durch Abstreichen des Schleimes von den Wänden des Culturglases mit einem mässigsteifen Pinsel, den man dann auf einen Objectträger abdrückt. — EHRENBERG beobachtete schon beim Zerfliessen der *Styl.* das „Entstehen von wunderlichsten fortlebenden Fragmenten“ und WRZESNIEWSKI (1870) verfolgte längere Zeit von *Dileptus* durchgebissene *Styl.* VERWORN konnte nachweisen, dass alle Theilstücke nach einem Excitationsstadium, in welchem die Thätigkeit der Bewegungsorganoide bedeutend erhöht wird, ihre regelmässig ihnen zukommenden und sie bezeichnenden Bewegungen ausführen — sofern nicht die Unregelmässigkeit der Bruchflächen die Bewegungsbahn stört — und führte mit derartig gewonnenen Merozoiten einige Experimente unter Anwendung von Reizen (mechanische Reize, Erschütterung) durch. Der Protist theilt sich unter Druck sehr oft in der Weise, dass ein peristomales kernloses und ein hinteres kernhaltiges Stück entsteht; einmal verlief der Riss in der Art, dass die präorale Membran frei lag, und man nun die feine Streifung an derselben gut wahrnehmen konnte. Dabei bildet sich nicht selten die vordere Lacune zu einer contractilen Vacuole um, die sich einmal in dem sehr verlangsamten Turnus von 62 Sec. bei $17\frac{1}{2}^{\circ}$ C. entleerte, bei anderen Theilstücken wurde aber eine Entleerung in 22 Sec. beobachtet, die Vacuolenentleerung ist jedoch bei den verschiedenen Theilstücken verschieden; manchmal bilden sich Blasenräume aus, die sich überhaupt nicht entleerten. Die Bewegung der verschiedenen Organoide und der Membranen ist nach einiger Zeit wie normal, nur schlagen die an der Bruchstelle befindlichen Cirren ein wenig anders oder werden wie starr gehalten, während die peristomalen empfindlichen Cirren meist in Ruhe verharren. Kernhaltige Theilstücke regenerirten ihr Vorder- oder Hinterende, nachdem sich bald nach der Operation die unregelmässige Wundstelle eigenartig abrundete und oft auch kleine Plasmafetzen abstiess, in ungefähr 12 Stunden, kernlose Stücke gingen früher oder später (kleinere oft nach 3—5 Minuten) zugrunde, indem die

Cirren plötzlich stille standen und das Thier zerfloss. — Einmal wurden zwei conjugirte Thiere der Quere nach in einen vorderen peristomalen und einen hinteren Theil zerlegt; das vordere kernlose Theilstück ging nach 18 Stunden zugrunde, das hintere lebte noch circa 36 Stunden, wobei nur theilweise zwei neue Mundeinsenkungen und obere Peristombildungen angelegt wurden und die Thiere nach und nach der Länge nach zum Theil verschmolzen, so dass sie das Bild einer eigenartigen Längstheilung gleichsam lieferten; dabei waren sie bis auf ein mittleres, linsenartiges Stück ganz schwarz infolge der vielen Excretkörnchen — zuletzt gingen aber auch sie zugrunde, da sie wahrscheinlich auf einem Stadium operirt wurden, in welchem es zur Bildung eines neuen Grosskernes gar nicht kommen konnte. Kernlose Theilstücke, die 2—3 Wimpergebilde besaßen, sich bald abrundeten und die Tropfenform annahmen, bewegten sich anfangs sehr rasch, später wurden die Bewegungen immer unregelmässiger und sie zerflossen schliesslich (ein kugeliges Merozoit $d = 9.8 \mu$ zerfloss nach 15 Minuten, ein anderer $d = 15.4 \mu$, der noch in 16 Minuten 42 Umdrehungen um eine fixe Achse machte, nach 62 Minuten). Längliche Spaltstücke mit mehreren Wimpern gingen meist früher ein.

Beim grösseren Deckglasdruck tritt ein charakteristisches Zerfliessen ein; an einzelnen Stellen, nachdem sich die Pellicula tropfen- oder kurz sackartig in steilen Schlingen oft abhob, bildet sich bald eine Art von Bruchsack aus, der aus einer Flüssigkeit besteht — da er alsbald die Tropfenform annimmt. Sein Inhalt besteht vornehmlich aus der die Maschen erfüllenden chylemaartigen Substanz, dann aus dem verflüssigten Maschen- oder Alveolarwerk, das sich bald zu kleinen Tröpfchen ballt, und schliesslich aus zahlreich suspendirten Granula und Excretkörnchen, die anfangs besonders lebhaft Molarbewegungen ausführen.

Oft zerfällt aber gleichsam plötzlich der ganze Körper in viele verschieden grosse Tropfen, die erst später zerfliessen. Diese Zerfliessungsart ist besonders für einige *Holostricha*-formen aus feuchtem Moos charakteristisch. Interessant ist das Verhalten, der verschiedenen Bewegungsgebilde; diese führen ihre Bewegungen so lange aus, als die alveolare Structur des Plasmas eine kleine Strecke weit unterhalb ihrer Ursprungsstätte erhalten ist, mag auch nebenan schon eine Verflüssigung um sich gegriffen haben, so dass das allgemeine Gleichgewicht gestört ist. Es dürfte demnach vielleicht die Annahme nicht so unberechtigt sein, dass der Bewegungsmechanismus oder wenigstens ein wichtiges Moment desselben

in der Schichte des Plasmas unterhalb der Pellicula, der die Organoide entspringen, zu suchen ist.

Dafür würde auch zum Theil der Umstand sprechen, dass die Cirren abgelöst als solche nicht erhalten bleiben, sondern von der Spitze angefangen zur Seite scharf gebogen splitterig in Fasern sich theilend gegen die Basis zu verquellen und sich verflüssigen.

Ferner dürften jene feinen Fibrillen, deren früher gedacht wurde, und die zur Basis der vorderen Bewegungsorganoide hinziehen, als Träger besonderer Contractionsphänomene aufzufassen sein, durch deren rhythmischen Verlauf das Heben und Senken der Cirren besorgt wird. Bei *Stylonychia pustulata* hört ein derartiges Organoid nicht früher auf zu schlagen, als bis es unter einer Art von Ruck von dem unmittelbar darunterliegenden Plasma sich ablöst; bei *Stylonychia mytilus* ziehen die von ENGELMANN schon beobachteten, hellen, homogen aussehenden Fasern schief oberflächlich zu jeder Randcirre; sie gehen ungefähr von der Mittellinie des Körpers aus und inseriren gegen ihr Ende sich ein wenig verbreiternd seitlich an der schief keilförmigen Base der Randcirre; im oberen Theile verlaufen sie gleichwie in der Gegend der Aftercirren etwas convergirend, sonst gehen sie parallel nebeneinander; zu den Aftercirren gehen immer (besonders zu den rechts befindlichen) mehrere derartige Fasern und inseriren ventral an ihrer Base (Fig. 7). Beobachtet man etwas gepresste Thiere, so wird einem nicht das Phänomen entgangen sein, dass gleichsam auf einen inneren Zug hin die Randcirren sich mehrmals heftig heben und senken und dann unter dem Einfluss einer Art von Expansion strecken; dies würde zunächst dafür sprechen, dass der Faserapparat die erwähnten Organoide durch Contractionen in Bewegung setzt und gleichsam nach Hebelgesetzen wirkt (Fig. 6). Es bestand vor allem die Aufgabe, diese eventuellen Contractionen womöglich durch Beobachtung festzustellen; starke Bewegungen der Cirren können aber immerhin, wenn jene autonom schwingen würden, das darunterliegende Plasma erschüttern, es in eine Art von Vibrationszustand versetzen und so selbst Contractionen indirect vortäuschen, bei schwächeren Bewegungen konnte aber an gepressten Thieren nicht mit Sicherheit¹⁾ eine Contraction der Fasern ermittelt werden. — Sollte aber dies thatsächlich gelingen, so darf man die Cirre doch nicht für ein so ganz passiv bewegtes Gebilde auffassen, denn man sieht oft, dass selbst an normalen Thieren aus dem Cirren-

¹⁾ Nur einmal erschien es mir, als ob sich die helle, grünlich schimmernde Fibrille verbreitern und verengern würde.

verbände abgelöste kleinere Faserpartien (als welche die „adoralen Cilien“ bei den gleichbenannten Membranellen vielleicht auch anzusehen sind) an der Basis lebhaft Bewegungen ausführen, sowie dass ferner bei gedrückten Thieren die einzelnen Theile der zerfaserten Cirren (z. B. zerfaserte einmal eine Stirncirre der *St. pust.* in 18 Fasern) mehr oder weniger doch selbständige Bewegungen besitzen, ohne dass sie gerade mit der betreffenden räthselhaften Fibrille seitlich verknüpft wären, ferner ist die Bewegung der Cirren eine complicirte, und sie führen oft erst im oberen Theile eigenartige Bewegungen aus — besonders wichtig erscheint aber die Beobachtung, dass bei *St. mytilus* einigemale ein Zerreißen der Faser beobachtet wurde, während die Cirren einer noch intacten Plasmapartie ansitzend eine Zeitlang sich selbständig bewegten. Es dürfte ferner auch kaum einem Zweifel unterliegen, dass eine jede einzelne Cirre aus mehreren gleichsam verklebten, den Cilien analogen Gebilden besteht, und dass diese auf Geisseln und auf Pseudopodienbildungen, die wir bei der *Amoeba radiosa* so schön beobachten können, sowie auf gewisse Modificationen dieser beiden bei den *Rhizomastiginen* phylogenetisch zurückführbar sind, und dass den Cilien, wenn auch vielleicht nicht ausschliesslich und in einem so strengen Sinne des Wortes, autonome Bewegungen zukommen.

Die grosse Zahl der Fasern im Verhältniss zu der, wenn auch verhältnissmässig weit differenzirten, so doch niedrigen Organisation des Protozoons, die erwähnte Faserzahl bei den Aftercirren, die, wie die Beobachtung lehrt, weniger mit der Reizperception etwas zu thun haben (dies ist besonders die Aufgabe der vorderen Stirnmembranellen und der 3 dorsalen Schwanzborsten, die hauptsächlich dem zurückschnellenden Thier zugute kommen), machen die Annahme auch nicht sehr wahrscheinlich, derzufolge jene Fasern bezüglich ihrer Function in eine Reihe mit den Nervenfasern zu stellen wären; auch müsste man fernerer diesbezüglichen Betrachtungen zufolge zu weiteren psychischen Momenten der Unterscheidung seine Zuflucht nehmen, wenn man annimmt, dass die Fasern auf einen äusseren Reiz hin eine raschere Bewegung auslösen sollen, weil auch durch die Berührung die Bewegungsorganoide untereinander mit Unterbrechungen einen Reiz ausüben, der nicht schwächer ist als der, den etwa ein *Cyclidium* auf einige Cirren ausübt. Immerhin könnte man ihnen nebenbei eine Art von Coordination der mannigfachen Bewegungen der verschiedenen Organula zuschreiben, wiewohl gerade die Theilungsversuche keinen Beweis dafür geliefert haben. — Ihnen eine Function der

Ernährung der Cirren beizulegen, dürfte auf Grund ihres doch festen hellen Aussehens auch nicht recht angehen. Demnach bleibt die Frage betreffs der Function der Fasern nach wie vor unerledigt.

Setzt man *Stylonychien* in eine trübe, bakterienreiche Culturflüssigkeit, in der sich die Protisten erst den Weg, diesen sodann verzeichnend, bahnen müssen, so kann man die Bemerkung machen, dass die Bahnen nach einiger Zeit immer kreisförmig, spiralg oder schlingenartig werden; zum Theil dürfte der Grund hievon in dem zweiseitigen Bau zu suchen sein, vom Vortheil sind diese Bewegungen insofern, als der oft beschränkte Jagdgrund gleichmässig abgejagt wird.

Stylonychia pustulata kommt zumeist in faulenden, stehenden Gewässern vor, insbesondere in seichten Tümpeln mit modernden Blättern; merkwürdiger Weise fand ich einmal auch eine *Stylonychia* in dem Hochquellenleitungswasser in Wien, das ich durch 48 Stunden durch einen vorher ausgekochten Flanelllappen rieseln liess. 1838 fand sie EHRENBERG auch in den Grubenwässern von Freiberg. SCHNEIDER beobachtete sie in den Salz- (10% Salze) und Abraumgruben von Stassfurt, O. ZACHARIAS in dem „Salzigen See“ bei Halle a. d. S. Interessant ist das Vorkommen dieses überall anzutreffenden Protisten mit anderen Mikroorganismen in Infusionen: Zuerst bildet sich ein Oberflächenhäutchen und es treten zahllose Bakterien und Spirillen auf, dann das diese fressenden *Colpoda*, seltener *Chilodon* und *Cyclidium*, die sodann langsam von *Vorticellen* zumeist abgelöst werden und nun ersteht die Dynastie der *Stylonychien*. CIENKOWSKI warf Fliegen oder ölhaltige Samen ins Wasser, worauf sich bald Ueberzüge von *Achlya prolifera* bildeten, zwischen denen sich *Vorticellen* stark vermehrten, und sodann wurde auch *Styl. pust.* beobachtet. Diese Erscheinung dürfte wohl einerseits auf den Grad der Fäulniss der Infusion, auf gewisse Ausscheidungen der Fäulnisserreger, auf die Art der Ernährung, dazufolge zuerst die bakterienfressenden und dann die omnivoren Infusorien auftreten, sowie auf die Beschaffenheit der Membranen der Cysten, die in die Infusion gelangen, und die Zeitdauer, die zu einer Excystirung nöthig ist, zurückzuführen sein.

Zur Zeit, als die Untersuchungen an *Stylonychia pustulata* angestellt wurden, wurde einiger Vergleichspunkte wegen die bei weitem grössere und schönere *St. mytilus* in den Beobachtungskreis einbezogen und es mögen noch einige wichtigere Wahrnehmungen mitgetheilt werden.

Das Plasma dieser Form ist viel gröber, alveolar, die Zwischenwände der einzelnen Räume scheinen verhältnissmässig dünner zu

sein, besonders an den Kreuzungspunkten findet man glänzende rundliche oder längliche, in der Mitte wenig nach aussen ausgeschweifte Granula neben vielen kleinen grünlicheren Excretkörnchen, die unter den wechselnden Spannungsverhältnissen Glitschbewegungen verschiedener Art ausführen; in manchen Alveolarräumen kommen auch noch Haufen von rundlichen oder wenig eckigen glänzenden gelblich-grünen Excretkörnchen mit Kryställchen vor, die fortwährend vibriren; zuweilen kamen auch blasse, äusserst kleine Granulabildungen, die in der Mitte eine punktartige „Höhlung“ besaßen, zur Beobachtung.

Ausser diesen Körnchen kommen noch grössere und schliesslich grosse runde fetttröpfenartige Excretkugeln, die in einer deutlichen Excretvacuole sich befinden, sowie Excretkryställchen vor; diese Excretkugeln zeigen oft eine Art von feiner concentrischer Schichtung und es hat den Anschein, als ob eine festere Substanz, die sich etwas mit Neutralroth anders färbt, peripher allmählich um ein Korn abgelagert wird.

Die Kerne sind länglich, fein netzig, mit kleiner Chromatingranula, der Kernspalt zumeist gegen den einen Pol verschoben und sehr deutlich abgesetzt; in einem öfters oben derart entstandenen Kernfach findet man rundliche, etwas hellere Binnenkörperchen, die von einer Art Alveole umgeben sind. Der die beiden Kerne verbindende Faden ist oft sehr deutlich ausgebildet. Die Zahl der Kleinkerne, die compact einer Excretkugel ähnlich erscheinen, ist keine streng constante, es wurden meist 2, aber auch 3 und 4 gezählt. Einmal wurde die Umwandlung der aus der Theilung hervorgegangenen Spindelkernteile in das Ruhestadium bis zum Absterben der Thiere unter dem Mikroskop durch eine Stunde beobachtet: In der zur Theilung sich vorbereitenden Stylonychia waren schon vier Kleinkernteile angelegt und der gestreckte Grosskern befand sich auf dem Stadium der letzten Durchschnürung. Die Faserung des Spindeltheiles wurde alsdann undeutlich, wiewohl man noch später feine Fasern unterscheiden konnte, zuletzt nahmen die Kernteile allmählich eine feine netzig-wabige Structur an, in der äusserst fein das Chromatin vertheilt war.

Beim Zerfliessen kommt oft gut die sich abhebende doppelt-contourirte Kernmembran der Kleinkerne zum Vorschein.

Von den Randeirren gehen seitlich die schon oben erwähnten Fasern gegen die Mittellinie des Körpers ab; sie leisten dem Einfluss der Essigsäure verhältnissmässig einen ziemlichen Widerstand.

Von den Aftereirren, die oben wie schief abgeschnitten sind und sich dort zerfasern, welche Fasern beim Anstützen sich oft

umknicken, gehen von der verbreiterten und stärkeren Basis mehrere Fasern ab, die ich bis in die Höhe der Kerne verfolgen konnte. Unter günstigen Umständen bemerkt man auch eine Art von plattenartiger Verdickung der Pellicula, der die Cirre ansitzt; hier kommen auch noch bei normalen Thieren feine, separat schwingende, wahrscheinlich vom Cirrenstamme abgesplitterte „Börstchen“ vor (Fig. 7). Die Tastborsten entspringen auch hier etwas dorsal und werden nur wenig von dem darunter liegenden Plasma mitbewegt. Bei höherer Einstellung des Mikroskops nimmt man oberflächlich schief verlaufende feine Streifensysteme (Fig. 8) besonders zu beiden Seiten der Randcirrenreihen wahr, denen wohl nur zum Theil eine contractile Eigenschaft zukommen dürfte, weil das Infusor wenig „metabolisch“ ist; in erster Linie dürften sie zur Verfestigung der äusseren Schichten dienen.

Das Plasma der aufgenommenen Nahrungsprotozoen wird in den Nahrungsvacuolen bald granulös, trübe, nachdem der Kern sich besonders deutlich abhob; dieser färbt sich ausserhalb des Zelleibes sofort mit Hämatoxylin lebhaft violett. Einmal wurde in den Nahrungsvacuolen mit Jod Stärke nachgewiesen, doch dürfte sie von den aufgenommenen *Chlamydomonaden* herrühren. Das Chlorophyll der Algen wird bald moosgrün, gelblich, und schliesslich lebhaft rothbraun und röthlich. Mit Neutralroth färbte sich zuerst der Kern der Nahrungsprotozoen (z. B. der der Vorticellen) lebhaft roth und erst auf einer weiteren Stufe der Verdauung das Plasma selbst; aus dem Körper gewaltsam ausgestossen, verlor sich bald diese „Kernfärbung“, Thatsachen, die für eine künftige Auffassung der intracellulären Verdauung von Wichtigkeit sein dürften. Vital färben sich ferner die grösseren Excretkugeln roth, die sich sodann in einer rosa verfärbten Vacuole befinden, sowie eigenthümlicher Weise je 3 bis 5 feinste Körnchen zwischen den Insertionsstellen der Stirnmembranen. Der Kern färbte sich mit Neutralroth in verschiedenen Nuancen des Roth, wie der von *Stylonychia pustulata*, *Nassula* (hier färbt sich manchmal nur ein Theil des Plasmas), *Stentor* und wahrscheinlich auch *Trachelius*; einmal wurde auch eine zarte Verfärbung des Kleinkernes beobachtet; oft nahm der Grosskern aber einen bläulichrothen Farbenton an, den manchmal die Nahrungsvacuole oder Excretvacuole mit ihrem Korn gleichfalls in verschiedener Stärke besass, und der dem ähnelte, sobald man einem Tropfen Säure etwas Essigsäure einer Neutralrothlösung zusetzt. Vital gefärbte Thiere gingen normaler Weise Theilungen ein. Die ersten ovalen oder mandelförmigen Excretkörner bilden sich noch in der Nahrungsvacuole,

wenigstens sah ich dieselben meist einseitig oder längs des Randes cumulativ in der Vacuole angeordnet, während die Verdauung ziemlich weit vorgeschritten war und der verkleinerte Kern des Beutethieres sich ganz dunkel färbte; in den fast schwarz verfärbten Theilchen, die man oft hie und da im Plasma findet, glaubte ich ihn wiedergefunden zu haben, er wird wohl in dieser Form sodann ausgestossen. Mit Bismarckbraun färben sich die Nahrungsballen in verschiedener Art gelblich, auch besass das Plasma manchmal einen schwach gelblichen Ton. Beim ersten mässigen Zusatz von Neutralroth führen die Thiere äusserst regelmässige Rotationsbewegungen um eine imaginäre Achse im Uhrzeigersinn aus, bald aber beruhigen sie sich und unterscheiden sich in nichts von in reiner Culturflüssigkeit gehaltenen Thieren.

Im Potamoplankton aus der unteren Moldau (bei Klingenberg, 0·5—4 Meter Tiefe, 1·27 Meter Geschwindigkeit) fand ich Ende September drei ziemlich grosse Exemplare.

Präparation: Mit Vortheil wurde bei den Hypotrichen zum Conserviren Perényi'sche Flüssigkeit angewendet, die man circa $\frac{1}{2}$ Stunde (bei *St. pustulata* weniger) einwirken liess, dann das Präparat in 30%igem Alkohol oder Wasser auswusch und dann entweder mit Alauncarmin oder Boraxcarmin (zur Hälfte verdünnt 10 Minuten einwirken lassen) färbte und weiter behandelte. Die Cirren- und Wimperverhältnisse lassen sich gut an Glycerinpräparaten studiren. Auch *Paramaecium caudatum* wurde mit Vortheil mit der Perényi'schen Flüssigkeit conservirt.

* * *

Während ich mich mit der Untersuchung der *Stylonychia pust.* beschäftigte, entwickelte sich in meinen Culturen auch die *Oxytricha pellionella* Ehrb. in grosser Menge, und es war mir derart die Gelegenheit geboten, auch sie in vielen Punkten zum Vergleich heranzuziehen. Die Wimper- und Cilienverhältnisse dieser Form, die in manchem Analogien zu der *Stylonychia pust.* darbieten, sind von den früheren Beobachtern genau und richtig beschrieben worden. Der Grosskern ist bezüglich seiner beiden rosenkranzartig eingeschnürten Theile minder langgestreckt, auch beschränkt er sich im Hinblick auf seine Lagerung auf ein im Verhältniss zur Körpergrösse kleines Territorium unterhalb des Schlundes. Der sogenannte Kernspalt klafft weniger und hat so mehr den Charakter einer Spalte. Im Inneren besitzt der Kern deutlicher ausgebildete Binnenkörperchen, als dies bei der *Stylonychia pust.* der Fall war (Fig. 16).

Die contractile Vacuole entsteht durch das Zusammenfliessen zweier kurzer canalartiger Theile, wölbt sich etwas über die äussere Körperform vor und entleert sich ruckweise. Neben den grossen runden dunklen Excretkugeln im vorderen und hinteren Theile des Körpers, die zumeist in der Einzahl vorkommen und die schon älteren Forschern auffielen, kommen noch kleinere runde Excretkügelchen, die innen oft eine Art Höhlung zu besitzen scheinen und sich besonders im hinteren Theile anhäufen, ferner stäbchenartige, prismatische oder verschiedene Combinationsformen besitzende grünliche Kryställchen, die sich seltsamer Weise parallel in der Längsachse der Ciliaten anordnen. vor. Schliesslich wurde noch feine Granula beobachtet (Fig. 17).

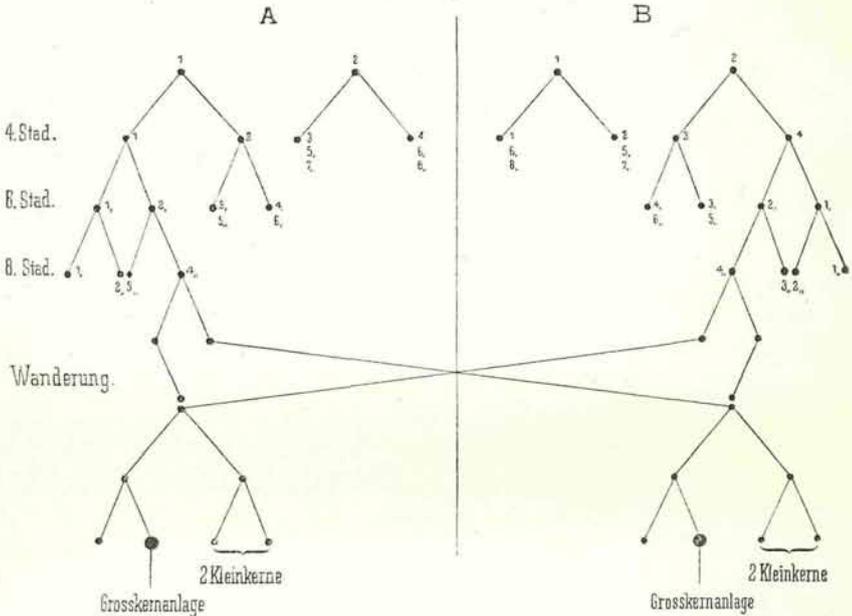
Was die Encystirung anbelangt, so verläuft sie im wesentlichen gerade so wie bei den *Stylonychien*. Das Plasma des Thieres wird nach und nach trübe und nimmt schliesslich eine glänzende perlgraue Nuance an, während das Infusor allmählich in die charakteristische Kugelform übergeht. Die Entstehung der Vacuole kann man jetzt bequemer verfolgen. Die Excretkryställchen sammelten sich im Inneren des Körpers an und werden in dunkler Ballengestalt nach aussen abgeschieden und hafteten so noch geraume Zeit an der Zelleiboberfläche.

Die Ausscheidung der Cystenmembran erfolgt in ähnlicher Weise wie bei *Stylonychia pustulata*, nur dass es hier zur Entstehung von jenen charakteristischen Cystenstacheln gar nicht kommt, sondern die Oberfläche nur Unebenheiten aufweist. Dass sich die Vacuole in einen feinen Spaltraum zwischen den Zelleib und die Cystenmembran anfangs entleert, konnte einmal genauer verfolgt werden, als nämlich die Vacuole mit Gewalt ihre Flüssigkeit nach aussen (zwischen die Cystenmembran und den Körper) entleerte, diese sich aber nicht so schnell ausbreiten und ihre eigene Flüssigkeitspannung überwinden konnte, was zur Folge hatte, dass der innere, noch nicht ganz seiner Oberflächenspannkkräfte beraubte Flüssigkeitstropfen in der Vacuole von dem äusseren Theil wie von einer Flüssigkeitcalotte bedeckt erschien und für einen Augenblick das Bild von zwei zum Theil übereinandergelagerter Vacuolen lieferte (Fig. 13). Vor dem Auskriechen aus der Cyste bemerkt man, wie das Thier — zumeist im oberen Theil wie umgebogen — lebhaft Bewegungen im Cystenohlraum ausführt, der von einer mässig schleimigen verdichteten Flüssigkeit, in der hie und da kleine glänzende Körnchen oft verstreut sind, erfüllt ist, wobei die noch kleinen Stirnmembranellen, sowie die grösseren Aftercirren zur Be-

obachtung gelangen. Das eigentliche Auskriechen aus der Cyste erfolgt in der von AUERBACH beschriebenen Weise.

Diese schönen Infusorien hielten sich lange Zeit in flachen Schalen und Tuben; sie kriechen gerne auf Detritushaufen herum, wobei man die Metabolie ihres Körpers gut studiren kann, oder schwimmen in mässig gedrehten Spiraltouren.

Abbildung 4.



Schema der Stylonychiaconjugation.

Einmal fand ich die *Oxytricha* in einer leichten Mulde eines Kiesweges, die eben mit Regenwasser gefüllt war; auch sammelte ich einige wenige *O. pel.* im Potamoplankton der schnell fliessenden, aber nicht tiefen Wotawa (Nebenfluss der unteren Moldau, 0.5 bis 1.10 Meter Tiefe, 0.9 Meter per Secunde Geschwindigkeit); am feuchten Waldmoos (*Tamariskenmoos Hypnum cupress.*) kommen noch verwandte Formen vor.

Ostern 1898.

Literaturübersicht,

die Hypotrichen betreffend.

1695. A. v. LEEUWENHOEK: Arcana naturae, detecta Delphis.
1777. GLEICHEN: Auserlesene mikroskopische Entdeckungen. Nürnberg.
1838. CH. EHRENBERG: Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig.
1841. F. DUJARDIN: Histoire naturelle des Zoophytes, Infusoires. Paris.
1846. C. ECKHARD: Die Organisationsverhältnisse der polygastr. Infusorien mit besonderer Rücksicht etc. S. 209—235, T. VII—VIII. Archiv für Naturgeschichte. Bd. I, 12. Jahrg.
1854. F. STEIN: Die Infusionsthierchen. Auf i. Entwicklungsgesch. untersucht. Leipzig.
1854. L. AUERBACH: Ueber Encystirung von Oxytricha pellationella. Zeitschrift für wissenschaftl. Zool. V, pag. 430—433.
1855. J. CIENKOWSKY: Ueber Cystenbildung bei Infusorien. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zool. VI, T. XXI, pag. 301—306.
1859. F. STEIN: Der Organismus der Infusionsthierchen nach eigenen Forschungen in system. Reihenfolge bearbeitet. I. Abth. S. 161—165. Leipzig, Engelmann.
1861. BALBIANI: Recherches sur les Phénomènes sexuels d. Infusoires. Paris, Journ. de la physiolog. T. IV.
1862. ENGELMANN: Zur Naturgeschichte der Infusorien. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. XI, T. XXVIII—XXX, S. 347.
1868. E. CLAPARÈDE et JOH. LACHMANN: Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Genève et Bâle.
1874. J. ROSSBACH: Die rhythmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Organismen und ihr Verhalten gegen physikal. Agentien und Arzneimittel. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut zu Würzburg. T. I—II, S. 9—72.
1876. W. ENGELMANN: Ueber Entwicklung und Fortpflanzung der Infusorien. Morph. Jahrbuch I, T. XXI, XXII, pag. 573.
1876. O. BÜTSCHLI: Studien und die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Mit 15 Tafeln, S. 213—452.
1877. M. NUSSBAUM: Ueber die Theilbarkeit der lebendigen Materie. I. Die spontane und künstliche Theilung der Infusorien. Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. XXVI, T. XVIII—XXI, S. 485.
1877. A. WRZESNIOWSKI: Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. XXIX, T. XIX—XXI, S. 267.
1878. V. STERKI: Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zool. Bd. XXXI, T. IV, S. 29—55.
1880. TH. W. ENGELMANN: Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen. Archiv f. d. gesammte Physiologie, Pflüger. Bd. XXIII, T. V, S. 505.
1881. J. VAN REERS: Zur Kenntniss der Bewimperung der hypotr. Infusorien etc. Amsterdam, J. Theil (konnte leider nicht benutzt werden).

1882. M. KOWALEWSKI: Beiträge zur Naturgeschichte der Oxytrichinen. Physiograph. Denkschrift. Warschau. Bd. II, pag. 395—441, T. XXIX—XXX (polnisch). Ref. von A. WRZESNIEWSKI, Biolog. Centralbl. Bd. III, 1883, Nr. 8, S. 235—243.
1883. E. MAUPAS: Contribution à l'étude morphologique et anatomique des infusoires ciliés. Arch. de zoolog. expériment. (2) T. I, pag. 427—664, T. XIX—XXIV.
1884. C. F. JICKELI: Ueber die Kernverhältnisse der Infusorien. Zoolog. Anzeiger. 7. Jahrg., pag. 468, 491.
1888. E. MAUPAS: Recherches expérimentales sur la multiplication des Infusoires ciliés. Arch. d. zoolog. expériment. Deuxième série T. VI, pag. 166—277.
1888. L. RHUMBLER: Die verschiedenen Cystenbildungen und die Entwicklungsgeschichte der holotrichen Infusoriengattung Colpoda. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. XLVI, T. XXXVI, pag. 546.
- 1887—1889. O. BÜTSCHLI: BRONNS Classen und Ordnungen d. Thierreiches. Bd. I. Protozoa.
1889. L. PLATE: Studien über Protozoen. Zool. Jahrbücher. Abth. für Anatomie und Ontogenie. T. III—V, S. 135.
1889. S. BERGH: Recherches sur les noyaux de l'*Urostyla grandis* et l'*Urostyla intermedia* n. sp. Arch. Biolog. Tom. pag. 497—514. F. 35.
1889. E. MAUPAS: Le Rajeunissement karyogamique chez les ciliés. Arch. d. Zoolog. expérimental. Deuxième série T. VII, T. IX—XXIII, pag. 149—517.
1889. M. VERWORN: Psycho-physikalische Protistenstudien. Jena, V. Fischer.
1890. B. M. SCHÜRMEYER: Einfluss a. Agentien auf einzellige Wesen. Jena. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXIV, S. 402—470, T. XIV.
1892. R. HERTWIG: Ueber die Conjugation der Infusorien. Abhandl. der mathem.-physik. Classe der königl. bayerischen Akademie d. Wissenschaften. Bd. XVII, 4 Tafeln, S. 153—233.
1892. O. BÜTSCHLI: Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma etc. Leipzig, Engelmann.
1898. D. JOUKOWSKY: Beiträge zur Frage nach den Bedingungen der Vermehrung und des Eintrittes der Conjugation b. d. Cil. Vdl. Nat. Med. Ver. Heidelberg. N. F. VI. Bd., pag. 17—42; auch Inaug.-Diss., Heidelberg, C. Winter, erschien nach der Drucklegung der Arbeit.

Tafelerklärung.

Taf. III.

Fig. 1. *Stylonychia pustulata*.

Fig. 2. Eine zerfaserte Stirncirre, etwas schematisirt.

Fig. 3 a. Eine Syzygie von *St. pustulata*.

Fig. 3 b. Stellt die beiden Infusorien dar, nachdem in der Gegenstellung die erste Verschmelzung vollzogen wurde, und sie sich an- und nebeneinander zu lagern trachten; die beiden Pfeile deuten eben die hernach stattfindende Bewegung an (schematisch).

Fig. 4. Schema, das die Anordnung der Cirren zur Darstellung bringen soll. $s_1 s_2 s_3$ Stirncirren, $a_1 a_2 a_3 a_4 a_5$ die adperistomalen Cirren, $a_3 a_4 a_5$ werden zumeist straff gehalten, während a_1 und a_2 hakig gebogen erscheinen, $b_1 b_2 b_3 b_4 b_5$ Bauchcirren, von b_4 und b_5 gilt dasselbe wie von a_1 und a_2 , $af_1 af_2 af_3 af_4 af_5$ Aftercirren. Die Cirrenbildungen der hinteren Hälfte erscheinen aber etwas mehr zusammengedrängt, als es gezeichnet wurde.

Fig. 5. Peristombildung *m* = Membranellen, *opl* = äussere Peristomlamelle, *pcr* = präorale Cilienreihe, *pm* = präorale Membran, *aoc* = adorale Cilien(faser)reihe, *enm* = endorale unduläre Membran, die sehr schwer wahrnehmbar ist. Der Pfeil deutet die Art und Weise der Nahrungsballenablösung an.

Fig. 6. Randeirren der *Stylonychia mytilus* mit ihren Fasern.

Fig. 7. Ein Theil einer Aftercirre von *St. mytilus* mit mehreren Fasern. Mit * sind bewegliche Fäserchen bezeichnet.

Fig. 8. Streifensysteme derselben, die mit Homog. Imm. $\frac{1}{12}$ IS δ und Ocular 12 zu beiden Seiten gegen die Rückenseite zu wahrgenommen wurden.

Fig. 9. Fasern (*x*), die von der Basis der zerfaserten Membranellen in der *St. pust.* in die Tiefe gehen.

Fig. 10. *Stylonychia pustulata* vor der Encystirung, die Excretsubstanz sammelt sich haufenweise, zum Theil ist sie schon ausgestossen.

Fig. 11 *a*. Fertige Cyste mit granulösem Plasma und deutlichen Kernen, *vc* deutet die Stelle an, wo sich noch die Vacuole bildete.

Fig. 11 *b*. Zwei isolirte Grosskerne.

Fig. 12. Schematisirte Segmente der äusseren Cystenschichte, die die Bildung der stacheligen Cystenmembran veranschaulichen sollen. 1. Verquollene Basen der Rückenborsten oder ganz einer Verquellung unterlegene Borsten; 2. verschiedene Stadien der verquellenden Cirren; 3. ein späteres Stadium derselben.

Fig. 13. Cyste von *Oxytricha pellionella*, der blassrosa Kreis deutet die sich eben entleerende Vacuole an, die dunklere Calotte die aus dieser entstammende Flüssigkeit, die zwischen Zelleib und Cystenmembran gepresst wird.

Fig. 14. Aus der Cyste auskriechende *Oxytricha pel.* Der Pfeil deutet die Richtung der Rotation an.

Fig. 15. *a*) Parasitische *Flagellaten* aus einer *Styl. pustulata*; *b*) ein amöboider Parasit aus der Cyste.

Fig. 16. Kern und Kleinkern der *Oxytricha pel.*

Fig. 17. Excretsubstanz derselben.

Fig. 18. Verschiedenartige Excretsubstanz der *St. pustulata*, mit * gekennzeichnetes Korn ist in seine Segmente zerdrückt.

Fig. 19. Plasmastructur der *St. pust.*

Fig. 20. Eine mit Alauncarmin gefärbte *St. pust.* In der Mitte von einem röthlichen Hof umgeben, befindet sich ein Nahrungsballen, links und rechts (noch Kernreste) eigenartig umgewandelte Excretsubstanz gefressener Protozoen.

Fig. 21. *St. pust.* die ein parameciumähnliches Protozoon gefressen hatte.

Fig. 22. Ein älterer Kern einer *St. pust.*, an dem man gut die Bildung des Kernspaltes (*ks*) studiren kann, oben ist die häutige Verbindungsbrücke, die zum anderen Grosskerntheil führt, angedeutet.

Fig. 23. Verschiedene Stufen degenerirter Kerne.

Fig. 24. Verlauf der Theilung am Kleinkern bei der Conjugation, *a*–*b*,) Wanderung des Chromatins zum Aequator; *b*,) Umbildung zur Spindel; *c*,) fertige Spindel, in der Mitte zeigen zwei Chromatinstäbchen eine Art von Spaltung; *d*,) *e*) Stadien der Theilung; *f*) getheilte Spindel; *g*) verschiedene Stadien des schon getheilten Kleinkernes; unten sind zwei Kerntheile dargestellt, die weiter sich nicht theilend nun einer Degeneration unterliegen; *h*) ein Kleinkerntheil, der sich zu einer abermaligen Spindelbildung vorbereitet; *i*) *j*,) Stadien der Verschmelzung der beiden Spindeln; *k*,) *l*,) *m*,) Stadien der neuen Grosskernanlage.

Fig. 25. Stadien der Umbildung des Grosskernes bei der Conjugation.

Fig. 26—40. Conjugationsstadien.

Fig. 26. Die beiden Kleinkerne schicken sich zur Theilung an; eine seitlich verfärbte Zone weist auf lebhaften Plasmaaustausch.

Fig. 27. Spindeln dieser beiden Kleinkerne; Grosskern gestreckt, längsfaserig, untere Grosskernteile mehr oval, compacter.

Fig. 28. Weitere Theilungsstadien. Grosskerne körniger, compacter.

Fig. 29. Zwei Kleinkernteile ruhen, während je zwei verschiedene Theilungsstufen einnehmen. Unterer Grosskern mit Alveolen.

Fig. 30. Links drei Spindeln, rechts konnten nur zwei mit Sicherheit nachgewiesen werden; vor dem 6 Stadium.

Fig. 31. 6er Stadium, das zwischen das folgende nur gleichsam eingeschoben ist und bei Fig. 28 links schon in Vorbereitung steht. Auf diesem Stadium stellen sich oft Unregelmässigkeiten ein.

Taf. IV.

Fig. 32. Vor dem 8er Stadium. Grosskerne körnig compact.

Fig. 33. Die Kleinkernteile, die aus dieser Theilung hervorgingen (8. Stadium, rechts noch nicht erreicht).

Fig. 34. Ausbildung der Befruchtungsspindel, hie und da noch Reste der Reductionsspindel.

Fig. 35. Verschmelzung der beiden Spindeln; „Befruchtung“; einzelne Reste der Reductionsspindeln. Plasma in der Mitte vasculös, Grosskernteile: einzelne ganz compact, einzelne alveolar mit innerer dunklerer Insel.

Fig. 36. Zwei neue Kleinkernteile; erste Theilung nach der Befruchtung; Reductionskernreste; neue Anlage des Peristoms, gilt auch für das folgende Stadium.

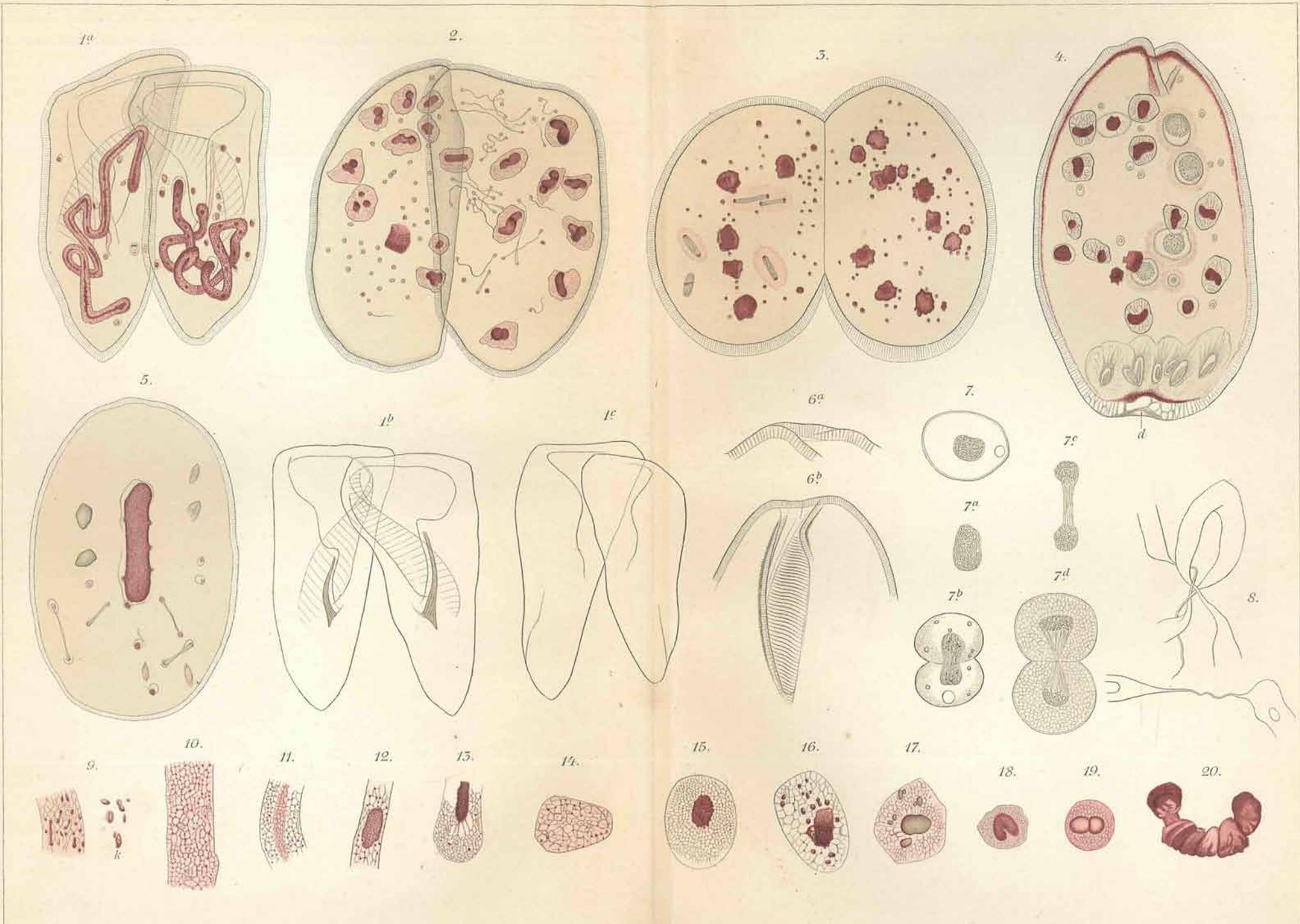
Fig. 37. Ausbildung weiterer zwei Spindeln nach der Befruchtung; einzelne Grosskernteile ganz compact. Reductionsreste.

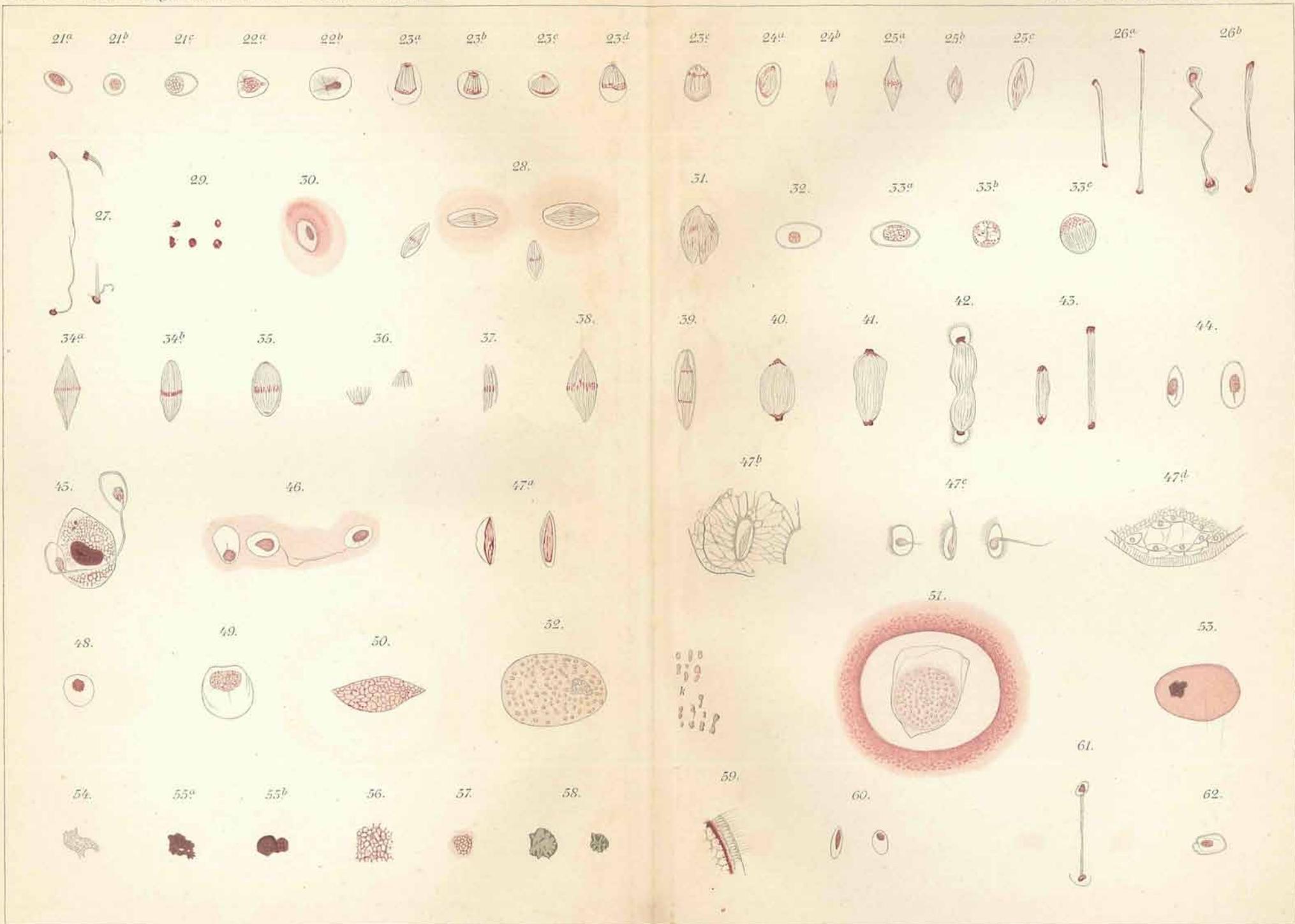
Fig. 38. Rechts neue Grosskernanlage, die zwei neuen Kleinkerne nicht nachgewiesen, wahrscheinlich vom Grosskern verdeckt; links vier Kleinkernteile, von denen der eine zugrunde geht, einer die Grosskernanlage bildet und zwei die definitiven Kleinkerne darstellen; weitere Theilungen nicht nachgewiesen.

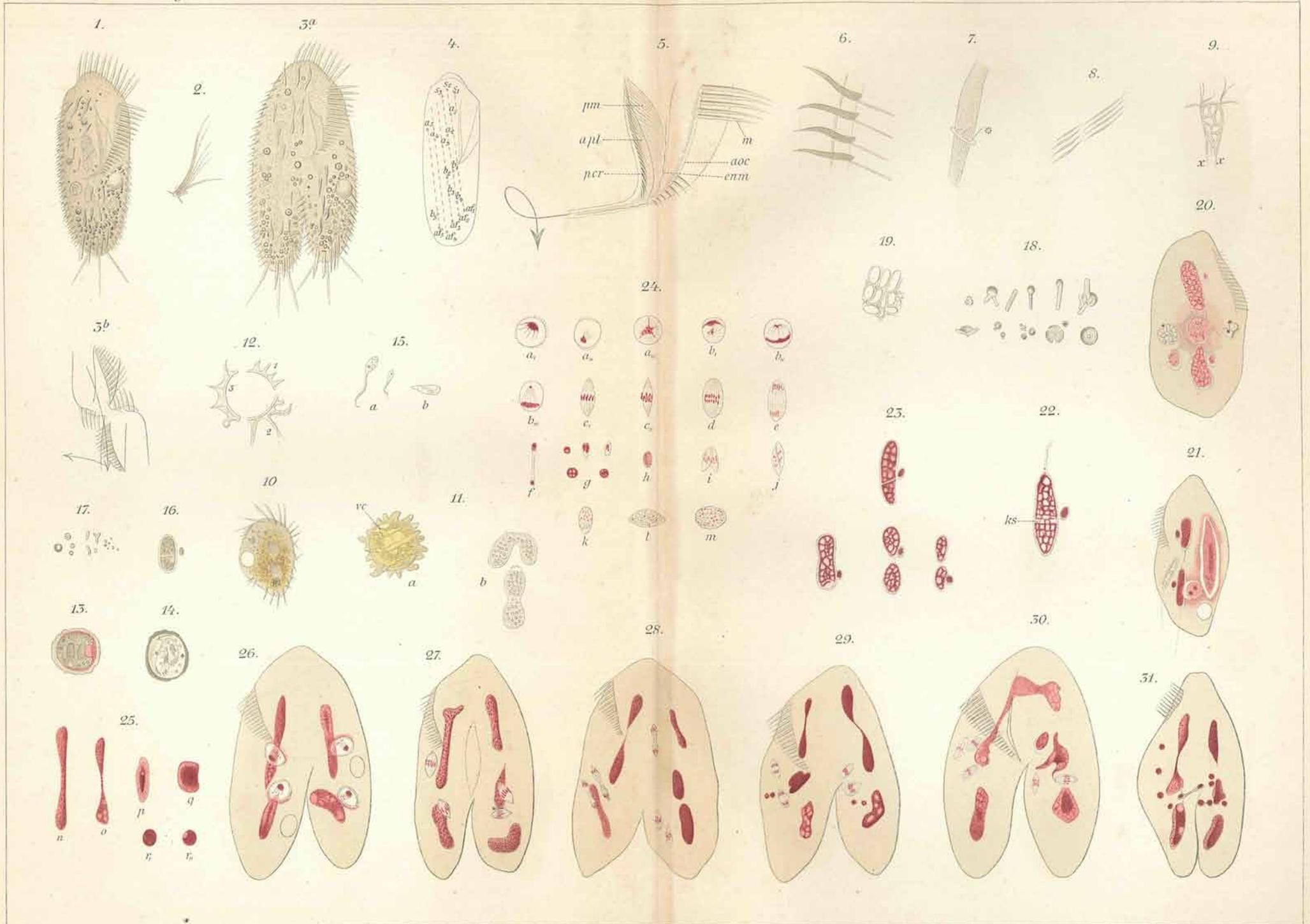
Fig. 39. Weitere Ausbildung der Grosskernanlagen oder „Placenten“, rechts noch zwei blasse Kleinkernteile nachgewiesen, die wohl Reste der Reductionskerne sind.

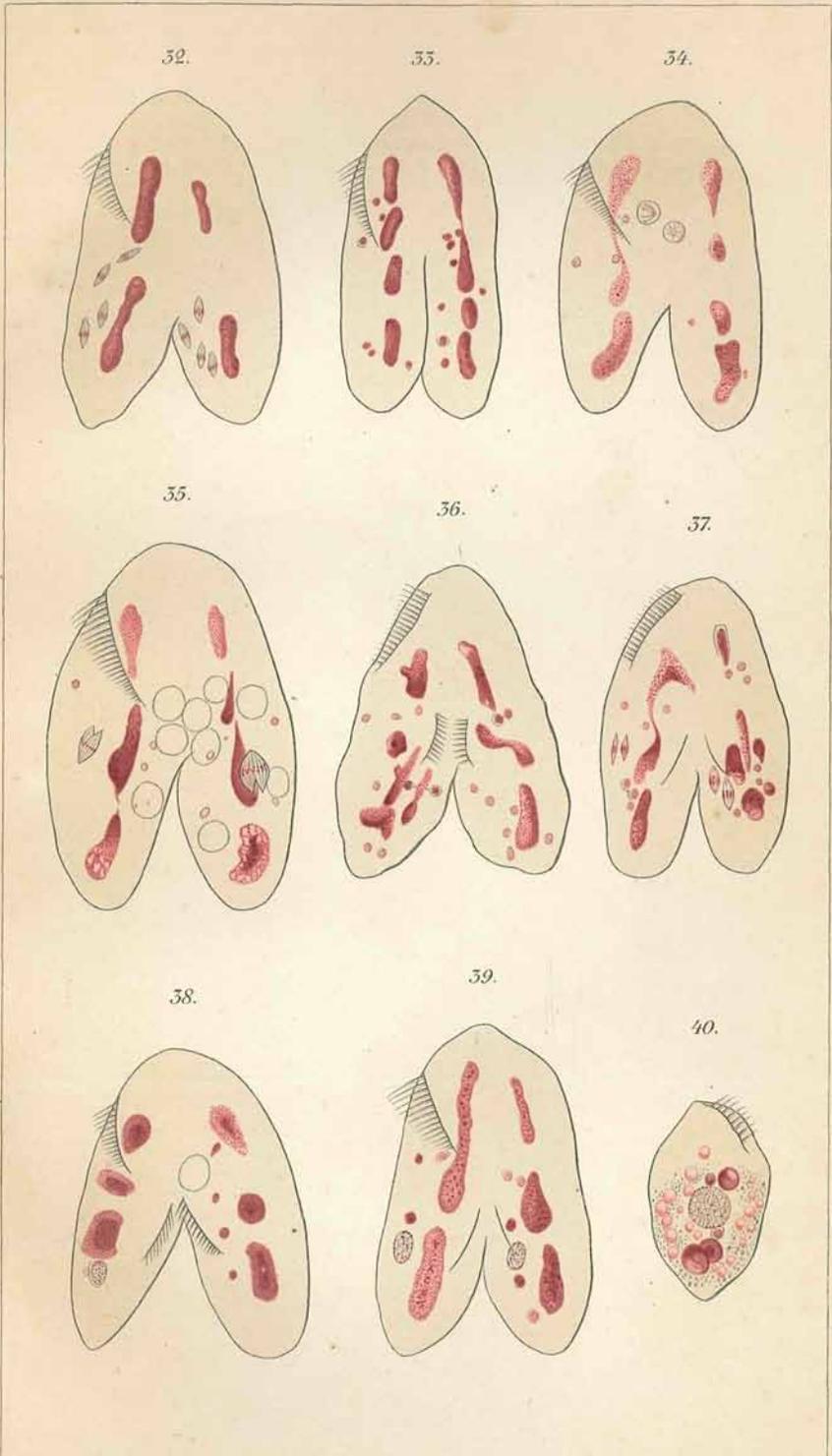
Fig. 40. Nach der Conjugation. In der Mitte die neue Grosskernanlage, in ihrer Nähe die beiden neuen Kleinkerne, die dunkelrothen Kugeln sind die letzten Reste des alten Grosskernes; ringsherum eine Art von Kranz blassrosa gefärbter excretartiger Kugeln.

Fig. 1, 2, 3, 15, 16, 17, 18, 23 gezeichnet mit Ocular 4; Fig. 26—40 mit Ocular 6 und Objectiv Reichert Homog. imm. $\frac{1}{13}$ 18^b; Fig. 5, 20, 21, 24 mit Compensocular 8 und Homog. imm. dtto.; Fig. 6, 7, 8, 9, 19, zum Theil 24 Compensocular 12, zum Theil 8 Objectiv Apochromat. 2·0^m Apert. 1:40 Homog. Immers. Zeis; Fig. 10, 11 Ocular 6, Objectiv 7 (Reichert); Fig. 13 und 14, Ocular 4, Objectiv 7 (Reichert).









ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [11_2](#)

Autor(en)/Author(s): Prowázek Stanislaus von Lanov

Artikel/Article: [Protozoenstudien. 195-268](#)