

Protozoenstudien III.

Euplotes harpa.

Von

S. Prowazek.

(Mit einer Tafel.)

In den nachfolgenden Zeilen soll über einige weitere Befunde an den Zellen der hypotrichen Infusorien, vor allem des marinen *Euplotes harpa* Stein, berichtet werden. Die Neubildungs- und Resorptionsprocesse bei der Theilung der genannten Form wurden in der letzten Zeit schon von H. WALLENGREN¹⁾ zutreffend geschildert, so dass hier nur auf die diesbezügliche Arbeit, deren Resultate im allgemeinen bestätigt werden konnten, hingewiesen werden soll.

Das Plasma des lebenden, ungepressten *Euplotes* zeigt keine deutlich wahrnehmbare Structur; an Präparaten nimmt es dagegen vornehmlich gegen die Peripherie hin äusserlich ein schaumiges, bläschenartiges Aussehen an, dem inneren Entoplasma kommt aber nur eine spärliche Gerüststructur zu; hier unterliegen auch die sich vom Cytopharynx ablösenden Nahrungsvacuolen einer charakteristischen, bestimmt gearteten Wanderung und Verschiebung. Ausserdem findet man im Zellinneren verschiedene Einschlüsse und Granulationen, die sich ungefähr in folgende Gruppen eintheilen lassen: a) spärliche Microgranula, b) grössere Hyalogramula, c) runde oder gleichsam eingeschnürte, grünlichgelb schimmernde „Stoffwechsellkörper“, die in der unteren Zelleibpartie den Spannungstrajectorien der Structur folgend in einer oft sehr charakteristischen Weise sich circulär anordnen. Meist in besonderen „Excretvacuolen“, die sich mit Neutralroth dunkelröthlich (sauer) färben, ruhen oder schweben dunkle, schmutziggrüne Excretkrystalle oder Aggregate derselben (Garbenform). Man findet sie meist innerhalb der Krümmung des bandförmigen Kernes.

Ueber den Chemismus dieser beiden letzteren Producte der Zellthätigkeit kann man nichts bestimmtes aussagen, da sie sich nicht isolieren und in hinreichender Menge chemisch untersuchen lassen. Im allgemeinen wurde rücksichtlich der „Stoffwechsel-

¹⁾ H. WALLENGREN, Zur Kenntniss des Neubildungs- und Resorptionsprocesses bei der Theilung der hypotrichen Infusorien. Zoolog. Jahrbücher Abth. für Anat. und Ontog. 1901, Bd. XV.

körper“ folgendes ermittelt. Von der Jodtinctur werden sie zuerst gelblich verfärbt, dann nehmen sie eine weinrothe Färbung an, die zuweilen auch das Plasma um die Vacuole herum auszeichnet.

Im Alkohol (absolut) und destillirtem Wasser sind sie unlöslich, dasselbe gilt von der Pikrinsäure und Schwefelkohlenstoff, dagegen lösen sie sich von der Peripherie angefangen in der Salzsäure und verschwinden sodann nach Art einer Vacuole, auch in Schwefel- und Salpetersäure sowie in Aether sind sie löslich; die Murexidreaction gelang in keinem Fall. Auf Grund der Reactionen und des Aussehens möchte ich sie in die Nähe der Paraglykogenkörnchen stellen, doch lässt sich darüber vorläufig nichts sicheres ermitteln. Die Kryställchen sind in Salz-Salpeter- und Schwefelsäure löslich, in Aether scheinen sie nach einiger Zeit angegriffen zu werden, unlöslich sind sie dagegen in Alkohol (werden nach 3 Tagen höchstens angegriffen), ferner in Wasser und Schwefelkohlenstoff. Nach SCHEWIAKOFF bestehen die Excretkörner, resp. Krystallé der Paramaecien aus phosphorsaurem Kalk; den geschilderten Reactionen zufolge dürften die Euplotheskrystalle mit ihnen verwandt sein.

Das nicht scharf abgesonderte Ectoplasma wird nach aussen von einer derben, deutlich doppelcontourirten Pellicula umgrenzt, die besonders nach der Alkoholbehandlung zuweilen recht verdeutlicht wird, indem unter ihr eine alveolarsaumartige Structur zum Vorschein kommt.

Von besonderem Interesse ist der Aufbau des Kernes. Er besitzt die in Fig. 1 wiedergegebene Form, die auch MÖBIUS schon geschildert hat; oft ist er in der Gegend der Stirncirren mächtiger entwickelt und in eigenartige Lappen ausgezogen (Fig. 10). Sein Aussehen und seine innere Beschaffenheit ist aber höchst mannigfach. Meistens kommt ihm eine gleichmässige Gerüststructur mit zahlreichen chromatischen Einlagerungen zu. Sehr häufig bleibt diese Structur aber nur auf einen centralen Strang, der dann womöglich noch eine dichtere Beschaffenheit annimmt, beschränkt, während an der Peripherie sich in der hellen Rindenschichte schwächer färbare nucleolenartige Reserve- oder Umsatzstoffe der Kernthätigkeit ablagern, die zuweilen eine recht beträchtliche Grösse erreichen (Fig. 11). In einer später noch zu besprechenden Cultur besaßen zahlreiche Individuen folgende Kerne: In den Räumen der Gerüststructur, die von einer Art von Nucleochylema, das im allgemeinen fast farblos ist, erfüllt sind, wurden nach einer Lösung Stoffe in einer äusserst feinkörnigen, hernach fast homogenen Form niedergeschlagen, die sich sodann mit Alauncarmin sehr blass färbte; dieser Vorgang konnte nun in der Folgezeit soweit vorschreiten, dass die eigentlich färbbaren Elemente nur auf beschränkte Stellen

und einzelne Lamellen zurückgedrängt wurden und hierauf die vermuthlich aus ihrer tieferen Veränderung und Lösung hervorgegangene Substanz in der Gestalt von blass-rothen Kugeln das Innere des deformirten und angeschwollenen Kernes fast ganz erfüllte (Fig. 12, 13). Damit hat aber dieser sonderbare und interessante Vorgang noch nicht seinen Abschluss erreicht, — die Verflüssigung und successive Entfärbung kann soweit gehen, dass schliesslich gewissermassen nur ein Negativ (Fig. 14), des sonst compacteren Kernes in dem gefärbten Zelleib zu finden ist, — alles fiel schliesslich einer Lösung anheim, so dass nur einzelne periphere, feinere Granulationen und spärliche achromatische Structurelemente die frühere Kernbeschaffenheit anzeigen. Besonders auffallend sind diese degenerativen Kernverhältnisse auf einfachen Essigsäurepräparaten.

Was die Conjugation unserer Form anbelangt, so stimmt sie im allgemeinen mit den Verhältnissen, die schon MAUPAS bei *Euplotes patella* beobachtet hat, überein. Auch hier, wie bei den übrigen Hypotrichen vor allem bei der *Stylonychia* (Protozoenstud. I) verhält sich die obere Partie des seine Functionen aufgebenden Grosskernes in sehr auffallender Weise anders als der untere Theil des Kernbandes; jene wird zusehends compact, dieser formt sich zumeist zu zwei Kugeln um, die centralwärts eine dichte Einlagerung besitzen, die sodann eine meist helle Rindenschichte umgibt, der peripher ausserdem wieder dichtere Granulationen folgen.

Später gleicht sich diese Verschiedenheit immer mehr und mehr aus (Fig. 20), obzwar manchmal auf sehr späten Stadien noch ein derartiger differenter Aufbau nachweisbar ist (Fig. 21). Der Nebenkern theilt sich unter der gewöhnlichen von dem *Stylonychia*-kleinkern in nichts abweichenden Spindelform zunächst in 2, dann in 4 Kleinkerntheile, von denen 3 Reductionskerne vorstellen, während aus dem einen Kerntheil die stationäre und die Wanderspindel hervorgeht. Die Kerne hatten dann eine stets bestimmte Lagerung im Zelleib (Fig. 17, 18 u. 19) inne. Das nächste Stadium, das beobachtet wurde, besass nur je einen aus der Verschmelzung, die beim *Paramaecium*, *Stylonychia* und *Vorticella* gleichzeitig vom Neuen beobachtet wurde, hervorgegangenen Kern, der sich nach der Trennung der Individuen in 2, dann in 4 Theile theilte. Die Spindeln waren auf diesem Stadium massiger und deutlicher (Fig. 21); aus ihnen geht der neue Kleinkern und der neue Grosskern, der sehr bald zu einem deutlich netzigen zunächst sich blass färbenden, sphärischen Gebilde heranwächst, hervor. Die anderen 2 Kerne gehen vermuthlich zugrunde; es wäre dies ein nachträglicher Diminutionsvorgang, der ja schliesslich in analoger Weise auch bei *Ascaris* vorkommt.

Der alte Grosskern wird ausgestossen, denn weder hier, noch besonders beim *Paramaecium* wurden eigentliche Verdauungsstadien seiner Substanz beobachtet, vielmehr lagerten im letzteren Falle die Kerntheile sogar der Anusstelle so stark genähert, dicht unter dem Alveolarsaum, dass man annehmen darf, dass sie nach aussen ausgestossen werden.

Abgesehen von der vor der Conjugation sehr häufig erfolgenden Theilung wurde später in derselben Cultur ein bemerkenswerther Diminutionsvorgang bei den meisten Individuen, denen aus unbekanntem Ursachen die oben geschilderten Negativkerne zukamen, beobachtet. Zwischen den mit der Zahl 6 und 5 oder zwischen den mit 7 und 8 bezeichneten Cirren bildet sich meist eine Art von Vertiefung aus, die zusehends fortschreitet und zu verschiedenen Plasmamodificationen und Cirrenverlagerungen den Anlass gibt, oft werden die Cirren (6 u. 7) durch die sich immer vertiefende Kerbe förmlich abgeschnürt und ruhen nur auf einer Plasmatabukel, ohne jedoch ihre Bewegung aufzugeben. Die complicirten Verlagerungsverhältnisse geben am besten die Uebersichtszeichnungen (Fig. 5, 6, 7 u. 8) wieder. Der Kern wird auch von dieser „Dehnung“ und „Zerschnürung“ erfasst, ohne sich jedoch im wahren Sinne des Wortes zu theilen, meist geht aber die Diminutionsgrenze hart an ihm vorbei und er wird nur in seiner Lagerung beeinträchtigt.

Sobald die Einschnürung in der entsprechenden Weise weit vorgeschritten ist, schlagen die Cirren in einem verschiedenen Rhythmus und bewirken derart, da die Ermüdungsphasen der *a priori* verschieden sich verhaltenden Bewegungsorganoide durch gegenseitige Beeinflussung alterniren, schliesslich eine Lostrennung der beiden Theilstücke. Mit der sich entwickelnden Furche entstanden im oberen Theile peripher gegen die adorale Membranellenzone zu zahlreiche Alveolen, die gelegentlich sich vereinigend zu einer contractilen Vacuole umgebildet wurden. Kernlose Diminutionstheile gingen nach 1 oder $\frac{1}{2}$ Stunde zugrunde. Einigmal trat der Fall ein, dass aus diesem Zertrennungsvorgang Theilindividuen ohne Kleinkern nur mit einem Grosskern ausgestattet hervorgingen; trotzdem wurde eine Regeneration desselben, die DANTEC angegeben hat, nicht beobachtet. Analoge Vorgänge wurden schon in den Protozoenstudien II für die *Amoeba verrucosa* und *Nebela* angegeben. Dieser Diminutionsvorgang ist die Folge einer über das Normmass hinausgehenden¹⁾ hyperplastischen Production des Chromatins, das seinen zugehörigen Ort verlässt, das Gerüstplasma infiltrirt und

¹⁾ Bei Hungerthieren von *Paramaecium* wächst der Grosskern nach KASANZEFF auf Kosten des Protoplasmas, dieses konnte aber hier nicht allein der Fall sein.

dieses gleichsam zu einem Riesenkern umwandelt, worauf eine mit einer Kataplasie verbundene organische Regulation erfolgt.

Es scheint auch, dass bei vielen Protozoen periodisch Theile des Zelleibes abgestossen und von neuem regenerirt werden. Hier sei an die Beobachtung BALBIANI'S am *Stentor* erinnert, wo eine Neubildung des Oesophagus, der Oraltheile der Peristomzone und des Peristomfeldes periodisch unabhängig von der Theilung erfolgt. Auch für die *Holosticha rubra* gibt H. WALLENGREN analoge Neubildungsprocesse an. Nach der Diminution zeigte die Cultur das normale Bild.

Anschliessend sei hier einiger Beobachtungen, die die Cirren und ihre Genese betreffen, gedacht. Die Cirren werden vorzeitig bei der Theilung zunächst auf ihnen definitiv nicht zukommenden Stellen angelegt und gelangen erst durch complicirte Wachstums- und Dehnungsprocesse auf ihre entsprechenden Functionsorte. Zuerst ist in der starken Pellicula eine Art von Spalte ausgebildet, aus der sich bald eine mehr homogene, platte Protoplasmatubukel erhebt und in unregelmässige vibrative Bewegungen geräth; diese ersten Vorgänge laufen ziemlich rasch ab. Etwas ähnliches wurde für eine abnorm spät angelegte Geissel eines *Chilomonas paramaecium* nach der Theilung beobachtet; dieselbe wurde in der Gestalt eines minutiösen stumpfen Plasmafädchens angelegt, das nach 8 Minuten zur halben Grösse der normalen Geissel heranwuchs und auf diesem Stadium 19 unregelmässige Schläge in je 20 Secunden ausführte.

Die neuen Cirren erlangen erst ziemlich spät ihr definitives, starres Aussehen und ihre so charakteristische Bewegungsart; diese ist höchst complicirt und mannigfach geartet. Einer näheren Analyse hat sie A. PÜTTER in seinen Studien über die Thigmotaxis der Protisten unterworfen. Die Cirren können unabhängig von einander schlagen, ja benachbarte Bewegungsorganellen können entgegengesetzten Bewegungsphasen unterworfen sein. Sie functioniren theils als Schreit-, Lauf-, theils als Sprung- und Schwimorganoide. Die zwei seitlichen Cirren, die beim *Euplotes* unterhalb des Peristoms liegen, sollen wohl die zu jenem hinführende Nahrungsströmung durch Hinwegschaffen der schon abgestossenen Partikeln unterstützen. Das Vorderende des Thieres ist empfindlicher als das Hinterende und die Protisten antworten kraft einer besonderen Reizleitung auf Reize, die das Vorderende treffen, sofort mit einer Sprungreaction. Von den 50—55 adoralen Membranellen schlagen die vorderen 19—20 fast fortwährend, in einer lebhaften Bewegung befinden sich auch die zwei seitlichen schon erwähnten schwächeren

Cirren, sowie die hinteren Randeirren, die an Zahl stark variiren (einmal bloß 1, sonst 2, 4, ja selbst 6 beobachtet).

Vom besonderen Interesse ist ein System von im Ectoplasma an der Ventralseite transversal zu den Cirren (die sich selbst aus feineren Fibrillenelementen zusammensetzen) verlaufenden Fibrillen, die sich mit der Eisenhämatoxylinmethode erst in der entsprechenden Weise darstellen lassen. Dieses Fibrillensystem stellt wohl die complicirteste Differenzirung dar, die bei den Einzelligen nachgewiesen wurde. Die Basis der Cirren schwärzt sich meistens nach Art der Basalkörperchen und gegen sie zu strahlen die Fibrillensysteme aus, von deren Verlauf und Anordnung die nach Schnitten combinirte Zeichnung der Fig. 4 das beste Bild liefert. Die stärksten Fibrillen besitzen die so wirksamen Sprungcirren, man kann sie bis in das Vorderende verfolgen, wo sie conisch gegeneinander verstreichen, daneben kommen diesen Cirren aber noch seitliche viel zartere, weniger beanspruchte Fibrillen zu. Dass diese Fibrillen solide und fest sind, beweist der Umstand, dass sie beim Schneiden durch das Mikrotommesser herausgerissen und drahtartig umgebogen werden. Sie gleichen in dieser Hinsicht den Gliafibrillen. An Dicke stehen ihnen die in der Längsrichtung von den Stirncirren verlaufenden Fasern am Nächsten. Bemerkenswerth ist es, dass zu den Cirren stets mindestens von zwei Seiten fast unter einem rechten Winkel die meisten Fibrillenzüge verlaufen, eine Erscheinung, die sehr gut mit der Bewegungsfuction der Cirren in Einklang zu bringen ist, da diese Gebilde, wie schon früher erörtert wurde (Protozoenstudien I), im allgemeinen nach zwei Richtungen sich bewegen können. Die Fibrillen dürften eine noch ungesonderte, contractorische und reizleitende Function besitzen. Sie wären demnach doch der Sitz von stärkeren Contractionsphänomenen, obzwar der Cirre an und für sich eine Bewegungsfähigkeit niederen Grades zukommt. Denn die Cirre bewegt sich oft nur in ihrem distalen Theile, und wird auch bei dem geschilderten Diminutionsvorgang fast ganz von ihrer Unterlage abgeschnürt, ohne ihre Bewegungsfähigkeit, die sogar gesteigert sein kann, einzubüßen. Ferner schlagen auch die Elemente der zerfaserten Cirre, die an ihrer Oberfläche klebrig sind und so zuweilen secundär nach ihrer Aufpinselung zu einem Cirrengelbde wieder scheinbar verschmelzen, vollkommen unabhängig. Abgelöste Cirrenelemente zuckten schliesslich noch selbständig.

Auch zu den präoralen Membranellen gehen feinere Fibrillenzüge, die parallel, lamellenartig angeordnet sind.

Die Thiere verhalten sich im allgemeinen thigmotropisch; erhält man sie aber durch beständiges Schütteln über eine halbe Stunde

in gleichmässiger Bewegung, so nimmt ihr Plasma zunächst in Neutralroth einen sehr zarten röthlichen Farbenton an, später, d. i. nach einer Stunde, schlägt dieser Farbenton in eine gelbliche Nuance (alkalische Wirkung) um und bald werden rigide Körnchen von gelbrother Färbung in dem Paraplasma der Structur peripher niedergeschlagen; geht die Ermüdung noch weiter vor sich, so vergrössern sich diese Gebilde zu ganzen Tröpfchen, die besonders unterhalb der besonders thätigen adoralen Membranellen zu finden sind. Manchmal färbt sich auch in den gewöhnlichen Culturen unter den Membranellen, die beständig vibriren, eine Granulation in diesem Farbenton, der oft im allgemeinen dem dorsalen Theil der sogenannten Ventralrippe auch zukommt.

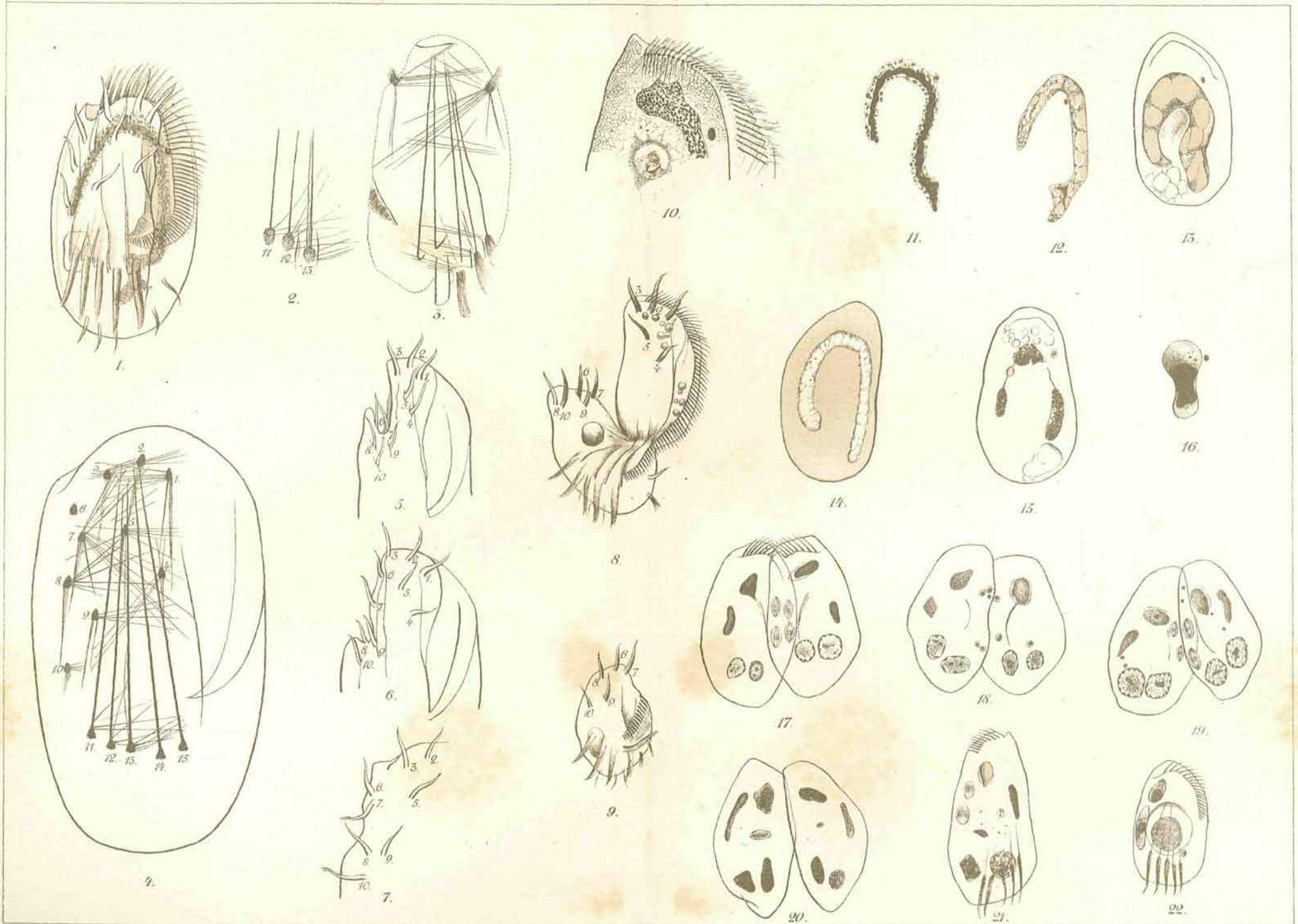
Wird diese Schüttelprocedur noch länger fortgesetzt, so bewegen sich die Protisten nach $2\frac{1}{2}$ Stunden träge, nur ruckweise dahin und lässt man sodann das Gläschen mit ihnen stehen, so sammeln sie sich im allgemeinen nicht mehr oben an, sondern sinken zu Boden. Ihre contractile Vacuole ist meistens nicht mehr in der ihr zukommenden Gestalt ausgebildet, sondern wird oft durch mehrere Bildungsvacuolen vertreten. Nach 3 Stunden des Schüttelns starben sodann viele Protisten unter Entfärbungserscheinungen. Lässt man die gefärbten, ermüdeten Protisten hernach in Ruhe, so entfärben sie sich nach 6 Stunden zum Theil (vor allem die gelben Körnchen und Tröpfchen), so dass nur die Nahrungsvacuolen ihre charakteristische Färbung (sauer) und die Excretvacuolen ihre purpurröthliche Nuance behalten; nach 24 Stunden schwanden vielfach auch diese Tinctionen, obzwar doch die Thiere in derselben Lösung, die allerdings in Bezug auf ihren Farbenton durch die Stoffwechselproducte und die Reduction von einigen abgestorbenen Individuen verändert war, belassen wurden. Es fand offenbar eine Restitution statt, bei der begreiflicher Weise die tinctiven Elemente aus ihrer Oxyform in ein Leucoproduct übergeführt wurden. Zuerst konnte man eine Roth- (Kohlensäureeinfluss?), dann eine Rothgelbfärbung (alkalisch) der farbbaaren Bestandtheile constatiren und nun war man in der Lage, auch die letzte Phase des Biotonus der „ermüdeten“ Plasmaelemente durch die Vitalfärbung (allerdings negativ) annähernd zu bestimmen. Der Kern der gefärbten längere Zeit einer Bewegung unterworfenen Infusorien zeigte im allgemeinen die schon oben geschilderten aberranten Verhältnisse, nur dass noch manches Stadium deutlicher wurde; in vielen Fällen unterlagen aber dessen chromatischen Bestandtheile einer Art von agglutinirenden Häufung und Verschmelzung, wogegen der Kernumriss selbst die ersten Spuren einer Fragmentation zur

Schau trug (Fig. 15), oft schrumpfte er zu einem ovalen oder bisquittförmigen Gebilde zusammen, das in sich die chromatische und achromatische Substanz (Fig. 16) in einer sehr scharfen Trennung barg. Derartige weit geschädigte Individuen gingen später wohl zugrunde. — Plasmaextracte aus analog ermüdeten Paramaecien beeinflussten normale Paramaecien und ihre Vacuolenpulsation in keiner wahrnehmbaren Weise.

Zum Schlusse sei über die Resorption der alten Cirren bei der Theilung, die H. WALLENGREN genau untersucht hat, folgendes bemerkt: Sie zerfasern meistens etwas und zerfallen distal in körniger Weise, um die Cirrenbase herum fällt die Pellicula einer Resorption anheim, die dann auch die Cirre von unten angefangen ergreift, schliesslich bleibt nur eine dreieckige leere Stelle an dem Resorptionsorte zurück, die sich nach circa 10 Minuten von unten angefangen schliesst.

Tafelerklärung.

- Fig. 1. *Euplotes harpa*. Uebersichtsbild.
 Fig. 2. Querschnitt dreier Sprungcirren mit den zugehörigen Fasersystemen.
 Fig. 3. Analoges Bild. Oberflächlicher Schnitt mit den Fasersystemen und den aufgefaseren Cirren.
 Fig. 4. Combinationsbild aller zu den Cirren gehörender Fasern.
 Fig. 5, 6, 7, 8, 9. Einschnürungsvorgang bei der Diminution des Zelleibes. 5, 6, 7 verschiedene Typen, 8 älteres Stadium, 9 Product der Diminution. Kernlos, starb nach 1 Stunde ab.
 Fig. 10. Oberer Theil des Zelleibes. Adorale Membranellen mit den Fasersystemen, Grosskerntheil und Kleinkern. Nahrungsvacuole.
 Fig. 11. Grosskern mit centraler bandartiger Verdichtung.
 Fig. 12, 13. Vacuolisationsvorgang des Grosskerns, in den Vacuolen ist eine äusserst blasse, fast homogene Substanz niedergeschlagen.
 Fig. 14. Degenerirter Kern „ohne“ Chromatin.
 Fig. 15, 16. Kernstadien ermüdeten ($2\frac{1}{2}$ Stunden) *Euplotes*.
 Fig. 17—22. Conjugation von *Euplotes harpa*.
 Fig. 17. Unterschied zwischen den einzelnen Theilen des zerfallenden Grosskernes. 4 Kleinkernspindeln.
 Fig. 18. Product aus dieser Theilung, je 4 Kleinkernreste.
 Fig. 19. Reductionskerntheile und Ausbildung der stationären und der Wander-
 spindel.
 Fig. 20. Nach der Verschmelzung, je ein Kerntheil.
 Fig. 21. Nach der Zertrennung der Syzygie. Aufdifferenzirung des Kern-
 apparatuses.
 Fig. 22. Neue grosse Grosskernanlage, Kleinkern sowie Reste des alten Gross-
 kernes.
 Gez. LEITZ, Mikr. Ocul. 4, ausg. Tub. Oelim. $\frac{1}{13}$.



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: 1902

Band/Volume: [14](#)

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

Artikel/Article: [Protozoenstudien III Euplotes harpa. 81-88](#)