

(Aus dem Zoologischen Institut der Deutschen Universität zu Prag.)

Über Kernresektion bei einem Hypotrichen (nov. spec.?).

Von

Hans Fortner.

(Hierzu 6 Textfiguren, 2 Diagramme und Tafel 8 u. 9.)

Inhaltsübersicht.

| | Seite |
|--|-------|
| I. Milieubeschaffenheit und Kultivierung | 284 |
| II. Morphologische und systematische Daten | 287 |
| III. Die Methode der Kernresektion | 290 |
| IV. Das Verhalten der entkernten Tiere (Bewegung, Stoffwechsel, Desorganisation) | 294 |
| V. Zusammenfassung | 304 |

I.

Die vorliegende Studie trägt den Charakter eines kurzen, zusammenfassenden Berichtes über einige Ergebnisse der Kernresektion bei einem hypotrichen Infusor, welches mit Hilfe der zur Zeit zur Verfügung stehenden systematischen Sammelwerke¹⁾ nicht bestimmt werden konnte. Von der Auf-

¹⁾ KAHL, A.: Protozoa, Ciliata (Infusoria), in „Die Tierwelt Deutschlands“. ENGELMANN, TH. W.: Zur Naturgeschichte der Infusionsthierie, in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 11, 1861. BLOCHMANN, F.: Die mikroskopische Thierwelt des Süßwassers, Hamburg, 1895. KIRCHNER, O.: Die mikroskopische Pflanzen- und Thierwelt des Süßwassers, Braunschweig, 1891. PÉNARD, E.: Études sur les Infusoires d'eau douce, Geneve, 1922. STEIN, F.: Der Organismus der Infusionsthierie, I., II., Leipzig, 1859—1867. DOFLEIN, F. u. REICHENOW, E.: Lehrbuch der Protozoenkunde, Jena 1929.

stellung einer neuen Spezies sehe ich aus dem Grunde ab, da die betreffende Form nur innerhalb einer kürzeren Zeitspanne zur Beobachtung kam und seither nicht mehr aufgefunden werden konnte. Deshalb haben die angestellten Experimente auch hinsichtlich ihres sinngemäßen Umfanges nur fragmentarisches Gepräge. Sie scheinen mir aber in ihren interemistischen Resultaten beachtenswert genug, um über sie zu berichten und sollen gleichzeitig ein eventuelles Wiederauffinden der fraglichen Form ermöglichen. Dies hat hier deshalb besondere Bedeutung, da sich dieselbe für die in folgendem zu beschreibende Methode der Entkernung außerordentlich geeignet erwiesen hat.

Der Milieutypus, aus dem die Individuen erstmalig zur Anschauung gelangten, war ausgesprochen saprobiontisch. Die betreffenden Kulturen wurden ursprünglich zu anderen Zwecken angelegt. Ihr Ausgangsmaterial bestand in pflanzlich-tierischem Detritus¹⁾, dessen bakterieller Abbau noch nicht weit fortgeschritten war, als es in Einsudgläser von ca. 1 $\frac{1}{2}$ l Inhalt übertragen wurde. Da es sich ursprünglich darum handelte, die Sukzessionsreihe (WOODRUFF) der heterotrophen Protistenformen einer Saprobiose in vitro zu untersuchen, bin ich in der Lage, präzisere Angaben über den Populationszustand dieser Kulturen zu machen. Dies scheint, obwohl es nicht unmittelbar zum Thema gehört, aus obengenanntem Grunde geboten; um nämlich ein allfälliges Wiederauffinden des Hypotrichen zu erleichtern.

Nebenstehendes Diagramm (1) zeigt die in den Versuchskulturen ermittelte mittlere Aufeinanderfolge der augenfälligsten heterotrophen Siedler. Die Durchführung der Zählungen erfolgte an 1,0-ccm-Proben, welche mittels einer eigenen Kultursonde (mehrstufig) entnommen wurden und über die gelegentlich an anderer Stelle berichtet werden soll. Das Faulmaterial befand sich in strenger Abgrenzung gegen das freie Kulturwasser (Mengenverhältnis ca. 1:6), so daß es im Verlauf der Milieugestaltung zur Ausbildung von Schichten kam, die in ihrer jeweils bestehenden bakteriellen Besiedlung ein Existenz-

¹⁾ Der Detritus entstammte einer älteren Limnetikonanlage unseres Institutes und bestand vorwiegend aus Algenleichen, abgefallenen Blättern von *Syringa vulgaris*, *Helodea*-Beständen und massenhaften Kadavern von *Asellus aquaticus*. Von den darin aufgefundenen Ciliaten seien nur erwähnt: *Stylonichia*, *Strombidium* und *Spirostomum* (letzteres in ganz vereinzelt Exemplaren).

optimum für bestimmte heterotrophe Formen boten. Das sich bildende Oberflächenhäutchen wurde sorgfältig vor einer Zerstörung bewahrt, da die nicht freischwimmenden Formen ebenfalls quantitativ erfaßt werden sollten. Zu diesen gehören ja, außer Amöben, die Hypotrichen, deren Organisationstypus sie zu ausgesprochenen „Weidetieren“ stempelt.

An diesem Oberflächenhäutchen befanden sich auch jene in Rede stehenden Hypotrichen mitten unter *Stylonichia*, *Gastrostyla* und anderen. Der Zeitpunkt, die Dauer und die Häufigkeit ihres Auftretens ist auf Diagramm 1 durch

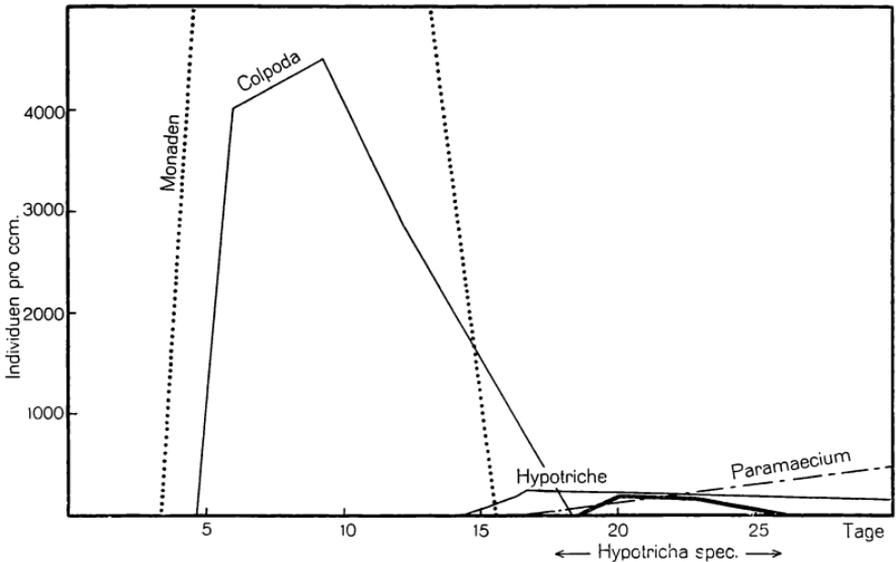


Diagramm 1.

die dick ausgezogene Linie hervorgehoben. Wie ersichtlich, konnten sie zum erstenmal am 18. Tage nachgewiesen werden und es ist wahrscheinlich, daß dies mit dem Zeitpunkt ihres wahren Auftretens koinzidiert, da die Kultur unter sorgfältiger Kontrolle stand und überdies die Zahl der Individuen von der Erstbeobachtung ausgehend stark zunahm. Die Dauer ihrer Auffindbarkeit betrug etwa 8 Tage. Innerhalb dieser Zeitspanne gelangten die in folgendem zu beschreibenden Versuche zur Ausführung und, da die Form trotz eifrigen Suchens in weiteren Kulturexperimenten sowie im Standortsmilieu des verwendeten Ausgangsmaterials bis jetzt nicht wiedergefunden werden konnte, zu ihrem zwangsläufigen Abschluß.

Wie Diagramm 1 dartut, nahmen die übrigen hypotrichen Formen (*Stylonichia*, *Gastrostyla* usw.) beim Auftreten unseres Hypo-

trichen bereits an Zahl — wenn auch nur langsam — ab. *Paramaecium* begann eben die knapp unter dem Oberflächenhäutchen gelegene Kulturzone zu besiedeln, während *Colpoda* nur mehr gelegentlich ganz vereinzelt angetroffen werden konnte. Die Mitbesiedler der Oberflächenschicht bestanden außer den genannten anderen Hypotrichen in sehr kleinen Amöben unbekannter Provenienz, verschiedenen Bakterien und zahlreichen farblosen Flagellaten. Merkwürdigerweise waren die den Cysten entschlüpften Amöben aber nur kurze Zeit (2—3 Tage) im Oberflächenhäutchen selbst anzutreffen; sie übersiedelten an die bakterienbekleideten Glaswände des Kulturgefäßes und bewegten sich dort hauptsächlich in horizontaler zirkumskripter Richtung. Die Wege, an denen sie aus der Oberflächenschicht entwichen, waren ziemlich genau radial gerichtet. Ferner konnte beobachtet werden, wie aus den noch stark in Fäulnis begriffenen tiefer gelegenen Schichten des Kulturraumes eruptionsartige Kegelschlieren gegen das Oberflächenhäutchen emporstiegen, um sich an ihren Berührungsstellen mit demselben gleichförmig auszubreiten. Diese so entstandenen Berührungsflächen waren darum interessant, da sich zirkumregional an ihnen ein chemotaktisches Ausweichen der die Oberfläche besiedelnden Formen beobachten ließ. Erst nach einiger Zeit — mehreren Stunden — schienen sich die hochquellenden Stoffe gleichmäßig über die gesamte Oberfläche ausgebreitet zu haben, womit diese wieder ihr normales Siedlungsbild aufwies.

II.

Hinsichtlich der morphologischen und habituellen Eigenart des aufgefundenen Hypotrichen soll nur soweit berichtet werden, als die kurze Zeit, die zu seiner Beobachtung zur Verfügung stand, zu einem systematischen Studium von Einzelheiten verwendet wurde. Da sich aus den eingangs angeführten Quellenwerken keine Identität mit einer der dort verzeichneten Formen ergab, muß ich in Anbetracht der unzulänglichen morphometrischen und anatomischen Daten, die mir zu Gebote stehen, die Beantwortung der Frage, ob es sich wirklich um eine neue Form handelt, offen lassen.

Textfig. 1 u. 2a zeigt das Tier in der Seiten- und Aufsicht. Als eines seiner Hauptmerkmale sei das Vorhandensein von nur einem Macronucleus hervorgehoben. Gerade das gehört bei den Hypotrichen zu den seltensten Ausnahmen (KAHL führt in seiner monographischen Zusammenfassung meines Wissens nur

drei(!) Formen mit einem Ma an). Der Kern selbst liegt im ersten hinteren Körperdrittel und ist im Vergleich zu den üblichen Kernproportionen stark überdimensioniert. Diesem Umstand ist auch, wie weiter unten angeführt wird, die besonders leicht durchführbare Kernresektion zu verdanken.

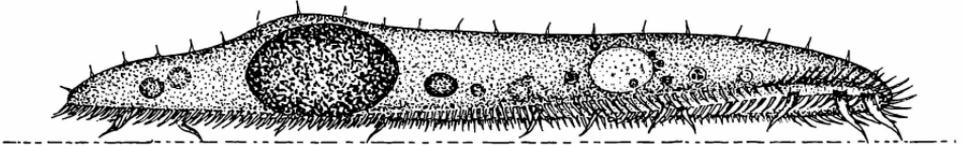


Fig. 1.

Die Gesamtlänge des knapp vor der Teilung stehenden Tieres beträgt 225—270 μ , ist also durchaus in Einklang mit den bei Hypotrichen anzutreffenden Dimensionen. Das Stirnfeld ist

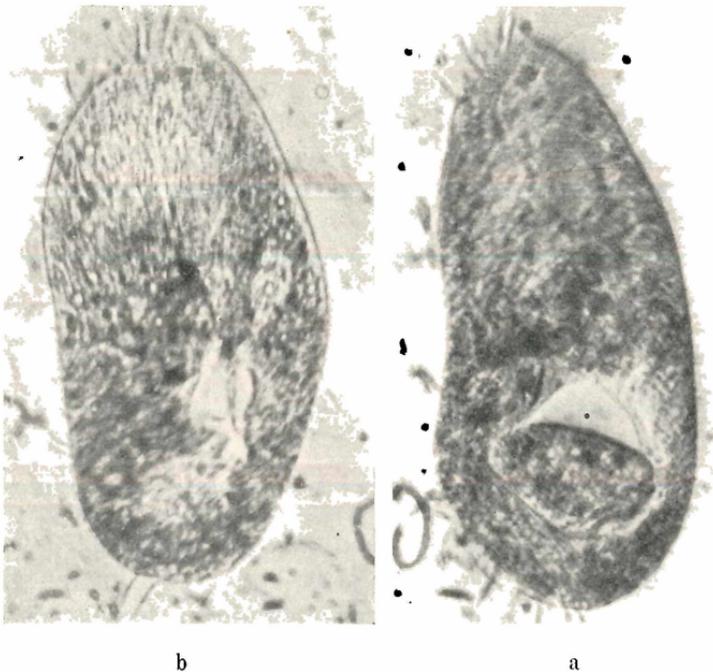


Fig. 2.

mit drei mächtigen Cirren gekrönt (vgl. auch Textfig. 4 eines entkernten Individuums von ventral). Der Stirnklappen hat normale Abmessungen und ist außerordentlich metabol, wie dies besonders an mit dem Vorderende arbeitenden Tieren deutlich wird. Das Peristomfeld hat die Gestalt eines nach vorn zu offenen

sphärischen Zweieckes mit nach links (von dorsal!) weisender starker Bewimperung, die knapp oberhalb der vordersten Stirncirre ziemlich scharf nach rechts abbiegt, um nach einem schwachen Halbbogen bis etwa zur Höhe der untersten Stirncirre zu ziehen. Die Zelle und genaue Lage der schräg von rechts nach links verlaufenden Bauchcirren kann nicht mit Sicherheit angegeben werden. Analcirren sind drei (?) vorhanden, während Schwanzcirren fehlen. Die Randcirren haben fast den Charakter echter Cilien und bilden auf der rechten Seite eine bis über die Körpermitte nach vorn ziehende Doppelreihe. Die linke Seite ist nur einfach bis etwa in halbe Peristomhöhe becirrt und nicht ganz der Außenkontur des Protoplasten folgend.

Wir haben demnach eine Form vor uns, deren Bewimperung noch nicht so weitgehend reduziert ist wie bei *Stylonichia*, andererseits aber weitgehender als bei *Pleurotricha grandis*. Auch bezüglich der Gestaltung des Peristomfeldes steht unsere Hypotriche zwischen den angeführten Repräsentanten. Während dieses bei *Pleurotricha grandis* noch ziemlich weit über die Körpermediane hinaus nach rechts ausholt und auch einen geschweiften Linksbogen beschreibt, verläuft die rechte Kontur der Peristomabgrenzung bei unserer Form fast median — eine Spur paramedian. Bei *Stylonichia* ist diese Grenze schon über

die Mediane hinaus nach links verschoben und überdies die linke äußere Peristomwimperngrenze in ausladendem Bogen über den Körperrand hinaus gewölbt. Es kann daher wohl gesagt werden, daß die zur Rede stehende Form zwischen *Pleurotricha grandis* und *Stylonichia mytilus* nach den besprochenen systematischen Merkmalen liegt, die ja die hauptsächlichsten Vergleichs- bzw. Ableitungscharakteristika der Hypotrichen darstellen.

Das Plasma der Tiere ist von sehr wechselnder optischer Beschaffenheit. An insgesamt etwa 60 Individuen, die zur Beobachtung gelangten, konnten alle Übergänge von schwärzlicher

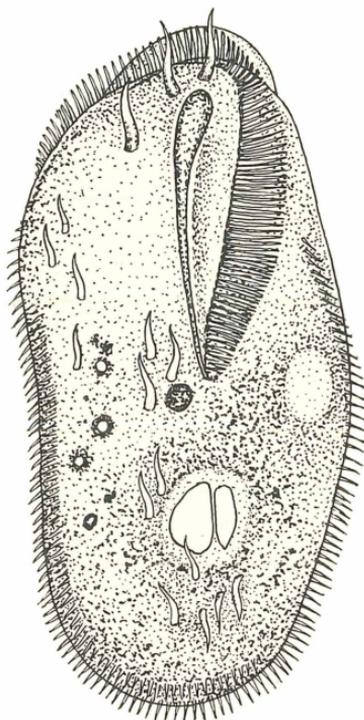


Fig. 4.

grobgranulärer Struktur bis zu strukturlosem hyalinem Aussehen nachgewiesen werden. Der Großkern ist von einer ziemlich derben, glatten Hülle umschlossen, die sich gegen das umgrenzende Plasma übergangslos absetzt. Das Karyosom ist brockig, entbehrt feinerer Gerüstelemente und hat ovoide Gestalt. Textfig. 1 zeigt, wie der Kern die Umrißlinien des Tieres beeinflußt. Es entsteht durch sein monströses Volumen ein dorsaler Buckel.

Die invakuolierten Nahrungselemente haben meist sehr kleine Ausmaße, sowie überhaupt niemals beobachtet werden konnte, daß das Tier größere unproportionierte Brocken verschlang, wie das bei Hypotrichen sonst häufig vorzukommen pflegt. Die Nahrung bestand in der Hauptsache aus Bakterien; Flagellaten und sehr kleine Ciliatenformen wurden seltener gefressen.

Die pulsierende Vakuole (Textfig. 1, 2b, 4) liegt auf der linken Körperseite paraperistomeal und gleicht ganz den bei Hypotrichen bekannten Vakuolenorganellen. Über ihre Frequenz wird weiter unten in Gegenüberstellung zu derjenigen entkernter Individuen noch die Rede sein.

III.

Die Art und Weise, vermittels derer die Kernresektion durchgeführt wurde, ist etwas ungewöhnlich. Die Exstirpation des Kernes gelang nämlich ohne jede instrumentellen Hilfsmittel. Textfig. 3 zeigt schematisch die Anordnung, die verwendet wurde. Mit wenig Worten läßt sich etwa folgendes darüber sagen.

Wird das zwischen Deckglas und Objektträger (Textfig. 3 a) befindliche Tier durch Absaugen des Kulturwassers geklemmt (Textfig. 3 b), so fängt seiner Größe zufolge der Großkern die Quetschung auf. Das Individuum ist also nur an einer Stelle seines Leibes fixiert und kann sonst ungehindert Kriechbewegungen ausführen. Die Klemmung bewirkte ausnahmslos in allen beobachteten Fällen das Einsetzen sehr lebhafter Lokomotionsversuche, die wohl als Fluchtreaktion aufzufassen sind und infolge der Behinderung der Fortbewegung sehr eintönig ausfallen. Taf. 8 zeigt einen Teil einer kontinuierlichen mikrokinematographischen Bildserie (Fig. 1—14) von einem, an der Großkernpartie festgeklebten Hypotrichen. Zunächst versucht das Tier durch einfaches geradliniges Wegstreben vom Hindernis weiterzukommen. Die Versuche sind ebenso lebhaft wie erfolg-

los. Darauf wird, über kurz oder lang, meist nach drei bis vier Anläufen, die von kurzen Ruhepausen unterbrochen sind, eine andere Taktik eingeschlagen.

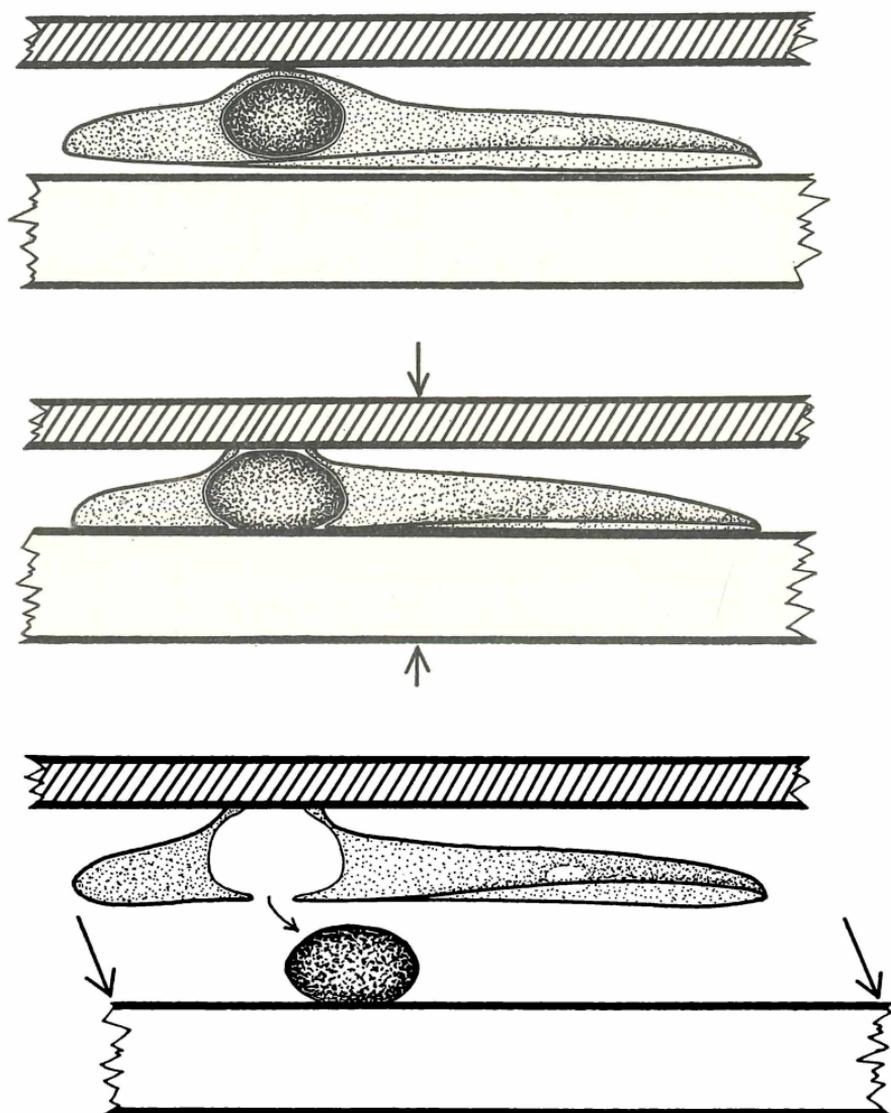


Fig. 3.

Das Tier versucht, sich um das Hindernis herumzubewegen. Die Drehung ist anfangs nur sehr beschränkt, da die Kernmembran und die Pellicula noch recht widerstandsfähig sind. Aber die Bemühungen des Tieres, der Gefangenschaft zu enttrinnen, sind ebenfalls unnachgiebig und unermüdlich. So kommt es schließ-

lich zu einem Zerreißen der den Kern überspannenden Membranen (Pellicula + Kernsack!). Textfig. 3 b verdeutlicht dieses Stadium schematisch. Nun versucht, durch dieses meist plötzliche Nachlassen des Widerstandes ermuntert, das Tier seine fortstrebenden Fluchtbewegungen wiederaufzunehmen. Dabei werden beiderlei Bewegungsmodi — der drehende und der zerrende — kombiniert und es wird sekundenlang ein turbulentes angestrengtestes Treiben um den eigenen Kern herum entwickelt. Das nunmehr um den Kern gebildete Loch erfährt hierbei oftmals Dehnungen, wie das in Taf. 8 Fig. 7—14 (vgl. auch Textfig. 2 a) sehr deutlich zu sehen ist. Der Kern nimmt an den Wendungen und Drehungen des Tieres nicht teil, da er fest mit Deckglas und Objektträger verklebt ist. Kernmembran und Periplast schließen sich an den Reißrändern fest aneinander, so daß es nicht zum Ausquellen von Entoplasma kommt. In allen beobachteten Fällen konnte keine Spur davon bemerkt werden. Wird nun die Situation des Tieres nicht verändert, so führt dessen Freiheitsdrang zu einem totalen Auseinanderreißen der hinteren Körperpartie.

Um das zu verhindern, muß das Tier in folgender Weise befreit werden. Während der ganzen Zeit mußte natürlich streng darauf geachtet werden, daß der durch Flüssigkeitsreduktion stetig anwachsende Deckglasdruck nicht zur Zermalmung des Individuums fortschreitet. Das fällt in Anbetracht des sehr flachen Körperbaues nicht schwer; Unebenheiten des Objektträgers oder Deckglases machen es im Gegenteil oft problematisch, den entsprechend sanften Druck mit genügender Gleichmäßigkeit zu erzeugen.

Nach dem völligen Losdrehen vom Kern (Zerreißen der Kernmembran und Pellicula) fügt man einen Tropfen Wasser zu der zwischen Deckglas und Objektträger befindlichen Flüssigkeitsmenge. Hierdurch erzielt man ein Voneinanderabschwimmen der beiden. Textfig. 3 c veranschaulicht das. Der Kern bleibt nun entweder am Deckglas oder Objektträger haften und das befreite Tier tollt in rasenden Wirbeltänzen davon oder hängt zunächst noch an den Narbenstellen von Pellicula und Kernmembran (vgl. Textfig. 3 c). Diese Behinderung bleibt aber nicht lange erhalten; meist genügen drei bis vier energische Wendungen und das Tier ist endgültig frei.

Taf. 9 Fig. 1—12 zeigt wieder einen Teil aufeinanderfolgender Mikrokine mat o gram me. Die Aufnahmefrequenz beträgt 28 Bilder/Sec. woraus ermessen werden kann, mit welcher Lebhaftigkeit die Bewegungen vor sich gehen. Durch das Bildfeld

schwimmt ein *Paramecium*, stößt in Taf. 9 Fig. 10 auf ein Hindernis und bewegt sich in spitzem Fluchtwinkel zurück. Auch aus dessen Konturverzerrung kann ein Urteil über den Schnelligkeitsablauf der Bewegungen gebildet werden. In Taf. 9 Fig. 8, 9, 11 und zum Teil 12 sieht man die präoralen Wimpern trotz erheblicher Schlaggeschwindigkeit scharf abgebildet. Dies hat seinen Grund bei der hierzu sonst völlig unzureichenden Aufnahme-frequenz (diese müßte etwa 20—30mal größer sein!) darin, daß sich Eigenbewegung der Cilien und Eigenbewegung des Zellkörpers kompensieren, so daß die Cilien relativ zu stehen scheinen, nämlich in bezug auf das ruhende optische System. Dies kann auch noch daraus erkannt werden, daß der Neigungswinkel der Cilien gegen die Bildachsen während der Scharfabbildung gleich bleibt.

Die im Kinematogramm Taf. 9 wiedergegebenen Befreiungsversuche ergeben bei genauerer Betrachtung einige interessante Einzelheiten.

Während die Drehbewegung des Individuums eine ganz gleichförmige ist, verläuft die simultan damit verwickelte Streck- bzw. Dehnbewegung ruckweise, wie man sich leicht durch Messungen an den Einzelbildern überzeugen kann. In Diagramm 2 sind als Ordinatenwerte die relativen Längen des Tieres (bezogen auf den Ursprungswert 1,0), als Abszissenmaßstab die Einzelbildzeiten von ca. 0,04 Sekunden aufgetragen. Die maximale Dehnung des Protoplasten beträgt also etwa $\frac{1}{5}$ von dessen Gesamtlänge. Auf Ruhepausen erfolgen plötzliche Streckungen, die von weiteren Ruhepausen abgelöst, aperiodisch auf und ab schwanken.

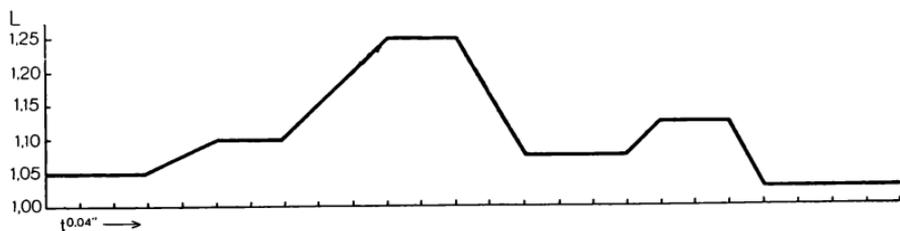


Diagramm 2.

Diese Diskontinuität hat nun ihre wahre Ursache nicht in einer diskontinuierlichen Aktion der Lauffcirren — denn diese sind es, welche für die Streckbewegungen verantwortlich gemacht werden müssen —, sondern im wechselnden Reibungswiderstand derselben mit der Unterlage. Die Tiere finden nicht

mit allen in Tätigkeit begriffenen ventralen Cirren die gleiche Reibung und arbeiten in gewissen Momenten sozusagen im „Leerlauf“. Dadurch gewinnt das manifeste Streckbewegungsbild etwas ruckweise-vorwärtstastendes, was eben auf der Wechselwirkung von Körperelastizität und inkonstantem Haften auf der Unterlage beruht, nichts aber mit wirklichen Tastversuchen zu tun hat.

Aus den Kinematogrammen kann ferner entnommen werden, daß die Stirncirren in besonders wirksamer Weise am Vorwärtstreben beteiligt sind, da das Stirnfeld eine förmliche Zuspitzung erfährt, während sich die Maße der übrigen Körperpartien nicht so ausgesprochen verändern. Nur der retroperinukleäre Teil erweckt auch den Eindruck einer maximal gedehnten Plasmabrücke.

Das Spiel der pulsierenden Vakuole war während des gesamten im Gange befindlichen Entkernungsprozesses nicht gestört. Das Tier konnte gelegentlich sich bis zu 40 mal ohne Zwischenpause um den eigenen Kern drehen. Dann waren die Bewegungen allerdings nicht mit Längsstreckung kombiniert, sondern bestanden lediglich im Herumwirbeln.

Die Entkernung gelang nach zwei fehlgeschlagenen Versuchen lückenlos an insgesamt 15 Tieren, so daß von Zufallsresultaten nicht die Rede sein kann. Einmal konnten sieben gleichzeitig unter dem Deckglase befindliche Individuen in einem einzigen Versuch entkernt werden. Somit glaube ich mit Recht behaupten zu können, daß die vorliegende hypotriche Form infolge ihrer baulichen Eigentümlichkeiten ganz besonders zur bequemen und sicheren Kernresektion ohne irgendwelche instrumentelle Hilfsmittel geeignet erscheint und es ist mir um so bedauerlicher, sie nicht wieder auffinden zu können.

IV.

Textfig. 4 zeigt eine nach Kinematogrammen entworfene Skizze eines entkernten Hypotrichen. Von der Pellicula ist über der Kernlücke ein schmales Reststück stehen geblieben (vgl. auch Textfig. 2 b); der das Loch umgebende helle Hof repräsentiert den darunterliegenden Hohlraum, den Kernsack bzw. dessen Rudiment. Denn der gegen das Entoplasma hin abschließende Teil des Kernsackes blieb bei allen Entkernungen erhalten. Diesem Umstande ist es auch in erster Linie zuzuschreiben, daß das Plasma der Tiere niemals entleert wurde, wie dies bei der Setzung eines so umfangreichen Traumas sonst eine selbstverständliche Folge gewesen wäre.

Überhaupt scheint die Plastizität aller betroffenen Zellanteile, vor allem die des Kernes, ganz besonders ausgeprägt zu sein.

Wie aus Textfig. 3 zu ersehen ist, wird die Kernmasse selbst bei der Quetschung zwischen Deckglas und Objektträger nur wenig deformiert, muß also einen gewissen Formwiderstand, eine innere Verfestigung, besitzen, wie sie sonst im allgemeinen nicht angetroffen wird, obgleich ja die Kernmembran ein mechanischen Insulten gegenüber oft sehr widerstrebendes Gebilde ist. Der eigentliche Kernkörper, ohne umhüllende Membran, besitzt eine gewisse Klebrigkeit, da er in allen beobachteten Fällen an der Unterlage fest haften blieb. Der des Kernsackes beraubte Kern beginnt schon nach wenigen Minuten unter dem Einflusse des Kulturwassers sein strukturelles Aussehen wesentlich zu ändern. Die optischen Kontraste werden deutlicher, die einzelnen Brocken setzen sich schärfer gegeneinander ab. Schließlich zeigen sich Eindellungen, die auf teilweisem Substanzverlust beruhen, zum Teil wohl auch in Quellungsvorgängen ihre Ursache haben. Später setzt ein rapid verlaufender bakterieller Abbau der nucleären Binesubstanzen ein, so daß diffuse körnelige Rückstände sich als letztes erübrigen.

Das im Zellkörper durch die Kernresektion entstandene Loch schließt sich etwa innerhalb 24 Stunden vollständig. Die Dauer des Vorganges, der auf Textfig. 5 schematisch (im Querschnitt) wiedergegeben ist, wechselt und wurde in zwei der beobachteten Fälle nicht beendet, d. h. die Obliteration der Kernlücke unterblieb. Die Rißstelle auf der Ober- und Unter-

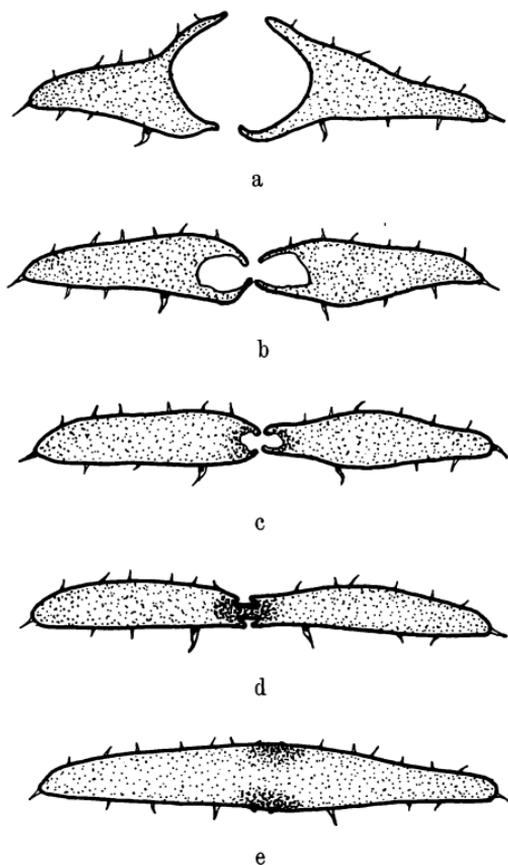


Fig. 5.

seite des Tieres über dem Kern ist, wie aus Textfig. 3 c, 4 u. 5 a hervorgeht, bedeutend kleiner als der Kern selbst und die in den Kinematogrammen (Taf. 8 Fig. 7—14) sichtbare große Öffnung ist nur der aktiven Dehnung des Tieres zuzuschreiben.

Die ovale (in Querschnitt Textfig. 5 a) Kernhöhle sinkt nun langsam in sich zusammen und hat nach etwa 5 Stunden das in Textfig. 5 b dargestellte Stadium erreicht. Dabei wird das freie Lumen der noch vorhandenen Kernhöhle von seitlich nachrückendem Plasma eingeengt und hat in Textfig. 5 c fast den ganzen zu Gebote stehenden Raum erfüllt. In Textfig. 5 c hat sich die ringförmig zusammenrückende Plasmawulst bereits vereinigt. Die Kernmembran scheint hierbei der Resorption zu verfallen; der mit dem Periplast verklebte Teil bildet beiderseitig (Ober- und Unterseite des Individuums) eine flache muldenförmige Papille, die in den meisten Fällen auch noch verschwindet (Textfig. 5 e (d)). Deutlich erkennbar bleiben dauernd Strukturen, welche die Narbenstellen der zerrissenen Partien andeuten.

Die entkernten Tiere bewegen sich nach dem Eingriff ziemlich rasch (etwa 30—40 Minuten lang) und zeigen bei oberflächlicher Beobachtung keinerlei Unterschiede gegenüber kernhaltigen. Bei näherer Untersuchung stellen sich aber verschiedene Bewegungsanomalien heraus, die in Aktogramm Textfig. 6 wiedergegeben sind. Die Aufnahme der Aktogramme erfolgte mit dem Zeichenapparate und betrifft die Länge der Kriechwege innerhalb gleicher (Textfig. 6 a—b) Zeiträume (4 Minuten). Das in der Abbildung den Kriechwegen umzeichnete Quadrat hat 10 mm Seitenlänge in Wirklichkeit und war realiter durch die Deckglasbegrenzung gegeben.

Tabelle 1.

| Rast | Z | (absolute Länge der Kriechwege) | Summe |
|------|---|---------------------------------|-------------------|
| I. | 5 | (1,7—1,4—2,7—0,5—2,2 mm) | 8,5 mm |
| II. | 3 | (1,7—1,1—2,3 mm) | 5,1 " |
| III. | 5 | (1,4—1,6—3,0—1,7—2,0 mm) | 9,7 " |
| IV. | 6 | (1,3—0,3—0,7—2,8—1,4—0,6 mm) | 7,1 " |
| V. | 4 | (2,1—1,9—0,8—1,3 mm) | 6,1 " |
| VI. | 4 | (1,6—1,1—0,5—0,9 mm) | 4,1 " |
| | | | 40,6 mm, M = 6,67 |

Tabelle 2.

| Rast | Z | (absolute Länge der Kriechwege) | Summe |
|------|---|--|-------------------------|
| I. | 3 | (1,7—0,6—1,1 mm) | 3,4 mm |
| II. | 7 | (0,7—0,8—1,8—0,9—0,8—1,1—1,1 mm) | 7,2 " |
| III. | 9 | (1,4—0,8—1,3—0,4—1,6—1,2—0,9 —2,8—1,9 mm) | 12,3 " |
| IV. | 4 | (2,3—0,3—0,7—3,4 mm) | 6,7 " |
| | | | <u>29,6 mm, M = 7,4</u> |

Die in Textfig. 6 mit Kreisen markierten Wendepunkte der Kriechrichtung stellen Rasten von der Dauer von 10—20 Sekunden dar. Kürzere Aufenthalte sind nicht eingezeichnet und solche von länger als 20 Sekunden wurden innerhalb der Registrierzeit nicht beobachtet.

Nebenstehende Tabellen (1, 2) geben die Werte aus in Textfig. 6 abgebildeten Aktogrammen numerisch wieder. Textfig. 6 a bezieht sich auf ein normales kernhaltiges, Textfig. 6 b auf ein entkernetes Individuum, das etwa 3 Stunden nach dem Eingriff zur Beobachtung kam. Tabelle 1 gehört zu Textfig. 6 a, Tabelle 2 zu Textfig. 6 b. Die erste Rubrik (römische Bezeichnung) betrifft die

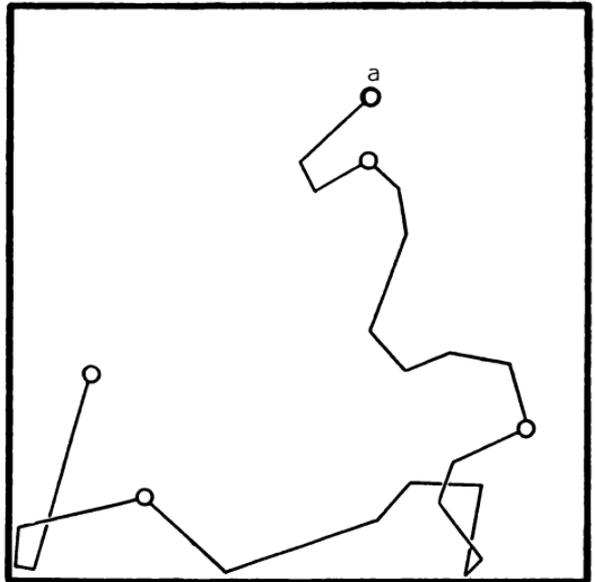
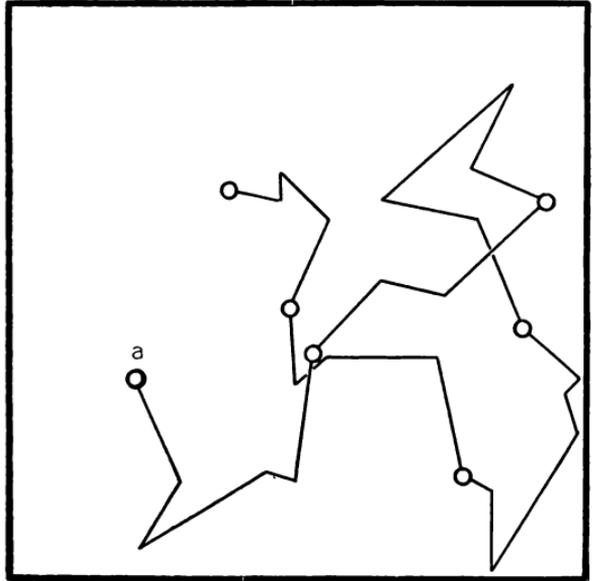


Fig. 6.

eingekreisten Rastpausen, der Anfangspunkt (in Textfig. 6 mit a vermerkt) der Kriechbahn ist nicht einbezogen. Die zweite Vertikalkolonne gibt die Zahl (Z) der Teilstrecken an, welche zwischen zwei Rastpausen gelegen sind. Die dritte Vertikalkolonne verzeichnet die Länge der einzelnen Teilstrecken in Millimeter. Die letzte Rubrik repräsentiert schließlich die Summe der zwischen zwei Rasten gelegenen Teilwege in Millimeter. M ist der Mittelwert aus denselben.

Vergleicht man zunächst nur die Summe der Teilstrecken, die ein normales und ein entkerntes Tier innerhalb von 4 Minuten zurücklegt, so ergibt sich, daß letzteres gegen ersteres in der Länge des zurückgelegten Weges zurückbleibt. Im ersten Falle (normales Tier) betrug dieser 40,6 mm, im zweiten Falle (entkerntes Tier) nur 29,6 mm. Werden die in beiden Fällen verschieden zahlreichen Rastpausen von der Gesamtbewegungsdauer von 4 Minuten in Abzug gebracht, so ergibt sich für das normale Tier eine mittlere Kriechgeschwindigkeit von 0,023 cm/Sec., für das entkernte Tier hingegen nur eine solche von 0,014 cm/Sec. Dies spricht bei genauerem Zusehen nur für eine Verminderung der Bewegungsenergie, nicht aber für eine im allgemeinen herabgesetzte Motilität des entkernten Tieres.

Denn die zwischen den einzelnen Rasten liegenden Wegstrecken sind beim entkernten Tier im Durchschnitt wesentlich höher als beim normalen. Während sie bei diesem nur 6,67 mm im Mittel betragen, haben sie bei jenem den Wert von 7,4 mm. Vergleicht man jedoch die für die Teilstrecken verausgabte Gesamtenergie in bezug auf die mittleren Fortbewegungsgeschwindigkeiten, so findet man nach der Proportion:

$$\frac{c_0}{c_1} = \frac{R_0}{R_1}$$

— wobei c_0 die Geschwindigkeit für das normale, c_1 die des entkernten Tieres darstellt, R_0 die Rastpausen des normalen, R_1 diejenigen des entkernten Tieres sind — einen vollkommen mit der Beobachtung übereinstimmenden Wert von R_1 bzw. c_1 .

Ich möchte dies in der Weise diskutieren, daß ich annehme, daß das zur Fortbewegung benötigte Energiequantum als solches, d. h. in bezug auf den Leistungseffekt nicht vermindert ist, sondern lediglich einer längeren Zeit zum Freiwerden bedarf.

Mit anderen Worten: Die Ermüdung oder das Reizgleichgewicht — es ist ziemlich belanglos, was wir als entscheidend

ansehen — stellt sich überhaupt (sowohl beim normalen als auch beim entkernten Tier) erst bei einer gewissen, zur Fortbewegung aufgewendeten Gesamtleistung des Tieres ein, gleichgültig ob diese rascher oder langsamer entwickelt wird.

Das deutet darauf hin, daß zwar die Gesamtprozesse träger verlaufen, aber in ihrem Wesen nicht gestört oder gar verändert sind und auch nichts von ihrem potentiellen Gehalt eingebüßt haben.

Für weitere Folgerungen — ich denke hier vor allem an das komplexe Bewegungsbild — sind die Werte der vorgenommenen Messungen an Zahl zu gering.

Ich habe schon erwähnt, daß die Tätigkeit der pulsierenden Vakuolen bei den entkernten Tieren keine augenfälligen Anomalien aufweist. Um ein Bild über die Exkretionsintensität vor und nach der E nukleation zu gewinnen, wurden Pulsationsfrequenzzählungen bei normalen und entkernten Tieren unter gleichen äußeren Bedingungen (dieselbe Kulturflüssigkeit und konstante Temperatur 18° C) vorgenommen. Nebenstehende Tabellen geben das Resultat dieser Zählungen in $t = \text{Sec. pro Pulsation (P)} = \text{Expulsion bis Expulsion}$ wieder:

| Normales Tier: | | | Entkerntes Tier: | | |
|----------------|----|-----|------------------|----|-----|
| 18° | P | t'' | 18° | P | t'' |
| | 1 | 15 | | 1 | 24 |
| | 2 | 15 | | 2 | 26 |
| | 3 | 16 | | 3 | 26 |
| | 4 | 15 | | 4 | 25 |
| | 5 | 17 | | 5 | 24 |
| | 6 | 16 | | 6 | 24 |
| | 7 | 14 | | 7 | 23 |
| | 8 | 15 | | 8 | 26 |
| | 9 | 16 | | 9 | 25 |
| | 10 | 15 | | 10 | 25 |
| M. W. 15,4 | | | M. W. 24,8 | | |

entspricht einer Minutenfrequenz: $f_0 = 3,88$

entspricht einer Minutenfrequenz: $f_1 = 2,42$

Das Pulsationsvolumen war beim entkernten Tier und beim Kontrolltier gleich, so daß die Pulsationsfrequenzen (f_0, f_1) unmittelbar in bezug auf das aus dem Zellkörper transportierte Wasser proportional gesetzt werden kann. Wenn die Ausscheidungsintensität auch nur mittelbar mit dem allgemeinen Stoffwechselgefälle in Zusammenhang gebracht werden darf, so ist bei ein und demselben Tier eine solche Beziehung wohl herzustellen erlaubt. Da es sich speziell bei der Vakuolentätigkeit um

intraplastische Reorganisationsvorgänge wasserabgebender Plasmaanteile handelt — übrigens in gewissem Sinne mit der Stoffbilanz der Cilienbewegung vergleichbar —, so kann innerhalb der zur Diskussion stehenden engen Grenzen ein Vergleich verschiedener Leistungsqualitäten des Zellorganismus vorgenommen werden. Wenn wir oben aufgestellte Proportion der mittleren Kriechgeschwindigkeiten auf die beobachteten Pulsationsfrequenzen anwenden, so müssen wir schreiben:

$$\frac{c_0}{c_1} = \frac{f_0}{f_1}, \text{ auf } f_1\text{-explizit umgeformt:}$$

$$f_1 = f_0 \cdot \frac{c_1}{c_0}.$$

Wenn wir demnach den Quotienten $\frac{c_1}{c_0}$ und f_0 als gegeben betrachten, so ergibt sich für $f_1 = \frac{0,014}{0,023} \cdot 3,88 = 2,36$, ein mit dem gemessenen 2,42 gut übereinstimmender Wert.

Wir können auch die Herabminderung der Zelleistungsfähigkeit so formulieren, daß wir den Leistungseffekt (Dimension $g \cdot cm^{-2} \cdot sec^{-3}$) der entkernten Zelle in Bruchteilen der Normalen ausdrücken; es ergibt sich für den Leistungseinschränkungskoeffizienten:

$$\frac{c_1}{c_0} = 0,6 \text{ aus den Kriechgeschwindigkeiten errechnet,}$$

für den aus den Vakuolenfrequenzen $\frac{f_1}{f_0}$ hergeleiteten der Wert von 0,62 in guter Übereinstimmung.

Um das Schicksal der entkernten Individuen exakt verfolgen zu können, wurden sie einzeln in Objektträgerkulturen unter Beifügung des natürlichen Milieuwassers (bzw. dessen bakterieller Biocoenose) gehalten. Insgesamt wurden acht Tiere derart beobachtet, von denen jedoch drei noch innerhalb des ersten Tages zugrunde gingen. Die fünf restlichen konnten 3—5 Tage am Leben erhalten werden.

Die Art und Weise, in welcher die Tiere abstarben, war nicht gleich. Allen gemeinsam schien nur die sich ständig verminderte Motilität, die wenige Stunden vor dem Tode bis auf gelegentliches Zucken einer Cirre eingeschränkt war. Ich lasse zwei besonders charakteristische Protokolle folgen, die alles Wesentliche beinhalten.

Protokoll I.

(Am 27. XI. 1931 um 11h 38' entkernt.)

| Zeit | Bewegung | puls. Vakuolen | Nahrungsaufnahme |
|-------------|--|--------------------------------|---|
| 27. XI. 12h | äußerst lebhaft | norm. Pulsation | 0 |
| 15 | ruhig bewegt | " | 0 |
| 17 | " " | " | 1 neugebild. Vakuole |
| 19 | " " | " | 0 |
| 21 | oft stilliegend | " | 0 |
| 23 | bewegt | " | neue Vakuolen |
| 28. XI. 9h | bewegt | " | 0 |
| 12 | still, perorale Zone schlagend | " | 0 |
| 15 | still, perorale Zone schlagend | " | 1 neue Vakuole |
| 17 | oftmaliges Zucken einzelner Cirren | " | 0 |
| 18 | bewegt | " | 0 (Kernwunde geschlossen) |
| 29. XI. 10h | perorale Zone schlagend | / | 0 (Plasma wird viskoser) |
| 13 | Zucken einzelner Cirren | / | unvollständiges Abschnüren von Vak. |
| 17 | still | retard. Puls. | 0 |
| 21 | still, Zucken des ganzen Körpers | " | 0 |
| 30. XI. 10h | nur mehr gelegentlich Zucken von Cirren | Pulsation nicht beobachtbar | 0 |
| 12 | nur mehr gelegentlich Zucken von Cirren | Pulsation nicht beobachtbar | Plasma bis auf einige dunkle Körner glashell |
| 16 | Stillstand der peroralen Zone | Pulsation nicht beobachtbar | 0 |
| 22 | Stillstand der peroralen Zone | 1 ganz langsame Expuls. | 0 |
| 1. XII. 10h | tot | / | Plasma trübe |
| 12 | zerfallen | | |

Das Absterben scheint in Protokoll I in einer ganz allmählich einsetzenden Desorganisation des Plasmas zu bestehen. Dasselbe scheidet feinste Tröpfchen aus, die es milchig-trübe erscheinen lassen und ihm schließlich ein opaleszentes Aussehen verleihen. Schon kurze Zeit nach dem Absterben (dessen Zeitpunkt ist nicht mit Sicherheit festzustellen) zerfällt der Protoplast in lose Brocken, die bei geringster mechanischer Beeinflussung in feine bröselige Wolken zerstieben.

In Protokoll II erfolgt ein scheinbar endogen vorbereiteter Katastrophentod. Der Periplast löst sich explosionsartig an mehreren Stellen gleichzeitig auf und

Protokoll II.

(Am 28. XI. um 16h 22' entkernt.)

| Zeit | Bewegung | puls. Vakuole | Nahrungsaufnahme |
|-------------|----------------------|-----------------|------------------------|
| 28. XI. 17h | turbulentes Treiben | deutl. Retard. | 0 |
| 19 | liegt völlig still | normal | 0 |
| | | | (Schlag der Peristom- |
| | | | cilien gestört |
| 21 | normale Motilität | " | 0 |
| 29. XI. 9h | bewegt | " | 3 neugebild. Vak. |
| 11 | " | " | 0 |
| 13 | " | " | 0 |
| 17 | " | " | 0 |
| 19 | " | " | 0 |
| | | | (Wunde geschl. |
| | | | Dorsalseite des Tieres |
| | | | in zuck. Beweg.) |
| 21 | ruhig liegend | " | 1 neue Vakuole |
| 30. XI. 10h | stockende | seltene Pul- | 0 |
| | Bewegungen | sation | |
| 12 | stockende | seltene Pul- | 0 |
| | Bewegungen | sation | |
| 16 | stockende | Puls. sistiert. | 0 |
| | Bewegungen | | |
| 18 | erregt | " | 0 |
| 1. XII. 9h | liegt still | " | 0 |
| 11 | bewegt sich manchmal | " | 0 |
| 11h 48' | explosionsartiges | / | / |
| | Zerreißen | | |

entleert das sich sofort mit dem Wasser vermischende Entoplasma in kontinuierlichem Strome. Der ganze Vorgang erweckt den Eindruck des Teilhabens starker Oberflächenkräfte, deren Inwirkungtreten durch eine Art von Auslösmechanismus plötzlich erfolgt.

Wie Protokolle I und II zeigen, ist die Cilien- und Cirrenbewegung offenbar kein ganz geeignetes Maß für den Destruktionszustand der Individuen, besonders wenn dieser offensichtlich schon weiter fortgeschritten ist. Einen besseren Anhaltspunkt scheinen da die pulsierenden Vakuolen zu bieten, deren Tätigkeit ja — wie schon erwähnt — in weit stärkerem Maße von der Reversibilität plasmatischer Sol-Gel-Umgestaltung abhängig ist. Die stetige Verminderung der Pulsationsfrequenz bis zum endgültigen Stillstand deutet bei sonst indifferenten Umweltsbedingungen darauf hin, daß dem Plasma effektiv allmählich die Fähigkeit verloren geht, abgenutzte Teile des gesamten Stoffwechselmechanismus wieder arbeitsfähig zu machen. Diese

Vorstellung wird besonders durch die Tatsache gestützt, daß der Desorganisationsprozeß nicht plötzlich (in Hinsicht auf die pulsierenden Vakuolen), sondern recht langsam vor sich geht.

Auch die nutritiven Funktionen bieten hierfür einen Beleg. Wie aus den Protokollen zu entnehmen ist, sistiert die Nahrungsaufnahme ebenfalls sukzessiv. Bemerkenswert erscheint mir der Umstand, daß die Bildung von Nahrungsvakuolen noch dann stattfindet, wenn die Verdauung von bereits gebildeten Nahrungseinschlüssen schon zum Stillstand gekommen ist. Hier ist es mir wieder besonders bedauerlich, nicht mehr Versuche in dieser Richtung angestellt haben zu können, da nach eigener Stellungnahme (Arch. f. Protistenk. 1933, im Druck) sich eine ganze Reihe von Fragen bezüglich der Kernbeteiligung hätten experimentell erörtern lassen. Die wenigen Stichproben, die mit verschiedenen Futtermitteln vorgenommen wurden, vermögen nicht ein klares Urteil über die hierbei gemachten Beobachtungen gewinnen zu lassen.

Es scheint nämlich eine Verdauung lebender Bakterien bei den entkernten Tieren überhaupt nicht mehr stattzufinden. Sie werden zwar invakuolisiert, aber nicht immobilisiert oder angedaut. Hingegen werden Suspensionen von hitzeokoaguliertem, fein zermahlenen Hühnereiweiß einem Auflösungsprozeß unterworfen, der ganz das Bild einer normal verlaufenden Verdauung bietet.

In der Diskussion dieser Tatsache könnte man annehmen, daß die phagocytären Fähigkeiten (Toxin-Antitoxin-, Agglutinin-Antiagglutinin-, Lysin-Antilyysin-Produkte) des Plasmas der Protozoenzelle mit dem Stoffwechsel des Kernes untrennbar verbunden wären, die fermentative Phase der Verdauung hingegen nicht so unmittelbar von Kernsekreten, sondern mehr von a priori an das Plasma bzw. dessen Synthesen gebundenen Fermenten bewirkt würde. Daß diese Fermente nicht bald verbraucht oder inaktiviert werden, deutet darauf hin, daß eine Rückresorption aus dem Nahrungsenfarkt mit den löslich gewordenen Nährstoffen stattfindet. Die Frage, warum dann die Verdauung überhaupt vor dem endgültigen Absterben der Zelle zum Stillstand kommt, ist wohl unmittelbar dahin zu beantworten, daß eben die Fähigkeit zur Zyklose usw. für den Fortbestand der Verdauung ebenso wesentlich ist, wie die Sekretion entsprechender Stoffe, und daß ein Sistieren derselben nur den allgemeinen Desorganisationszustand bzw. Grad des Plasmas kennzeichnet. Viel-

leicht ist der in Protokoll II verzeichnete Katastrophentod nur das letzte Stadium einer sich allmählich ausbreitenden Selbstverdauung.

Abschließend möchte ich nochmals hervorheben, daß die vorliegenden Untersuchungen nur das Gepräge einer angebahnten universelleren Erforschung der kernlosen Zellexistenz darstellen, die aus den mehrmals genannten Gründen nicht weitergeführt werden konnte. Deshalb wurden auch Fragen, wie etwa nach Chromidien oder sonstigen kernstoffverwandten Derivaten im Zellplasma, nach der Fortpflanzung usw., überhaupt nicht gestellt. Dazu bedarf es einer großangelegten Durcharbeitung aller kasuistischen Voraussetzungen, die hier leider mangeln. Die besprochenen allgemeinen Erfahrungen möchten bei Wiederauffindung des „*Hypotrichum ignotum*“ in erster Linie zu weiteren Versuchen in ihrer Richtung anregen.

Zusammenfassung.

1. Am Oberflächenhäutchen einer Saprobiontenkultur wurde zwischen dem 18. und 26. Tag des Milieubildungsprozesses ein nicht näher bestimmtes hypotriches Infusor mit nur einem Großkern gefunden.

2. Nach seinen morphologischen und morphometrischen Eigentümlichkeiten ist das neue Individuum zwischen die hypotrichen Formen *Pleurotricha grandis* und *Stylonichia mytilus* zu stellen. Als systematische Zuordnungsmerkmale wurden die Gestaltung des Peristomfeldes sowie die Bcirrung der Ventralseite gewählt.

3. Infolge der Lage und relativen Größe des Großkernes im Zellkörper der Ciliaten erwiesen sich diese zur Kernresektion besonders geeignet.

Die Gesamtlänge des Individuums ist 225—270 μ größte Länge des rundovoiden Kernes 50—60 μ , seine größte Dicke ca. 40 μ .

4. Die Entkernung wurde ohne instrumentelle Beihilfe lediglich mit Deckglas und Objektträger ausgeführt. Dies geschah in der Weise, daß das Tier zwischen beiden leicht geklemmt wurde. Da der Großkern infolge seiner Größe eine Verdickung des Zellkörpers an seinem Lageplatz bedingt, wird bei der Quetschung lediglich die Kernpartie festgehalten.

Das Tier sucht durch lebhaftere Fluchtbewegungen das Hindernis zu überwinden und zerreißt hierdurch

die Pellicula und den darunter liegenden Kernsack in einem kleinen (perinukleären) Bereich. Wird, sobald dies geschehen ist, der Deckglasdruck durch Wasserzugabe aufgehoben, so schwimmt das Tier unter Zurücklassung des meist am Objektträger festhaftenden Großkernes davon.

5. Die durch eine derartige Entkernung verursachte Läsion wird durch Vereinigung des Plasmas um die Kernlücke beseitigt, wozu durchschnittlich 24 Stunden erforderlich sind. Die verletzte Pellicula selbst verwächst nicht wieder, sondern bleibt über der vernarbten Stelle in Gestalt einer unscheinbaren Papille liegen. Der zerrissene Kernsack wird vermutlich resorbiert. Entoplasma geht bei der Entkernung höchstens spurenweise nach außen verloren.

6. Der Entkernungsvorgang wirkt auf das Tier als lebhafter Reiz und führt zu einer außerordentlichen Steigerung der Motilität während und kurze Zeit (20—30 Minuten) nach der Entkernung.

7. Nach dem Abklingen der traumatischen Insulterscheinungen ist die Motilität normal. Es werden vom entkernten Tier in gleichen Zeitabschnitten im Vergleich zum kernhaltigen kürzere Wegstrecken durchkrochen, etwa im Verhältnis 1:0,6. Die dabei eingeschalteten Rastpausen verteilen sich aber auf die beim normalen Individuum beobachtete Kriechstrecke derart, daß pro Weg die gleiche Leistung aufgewendet wird.

8. Die pulsierenden Vakuolen zeigen beim entkernten Tier im Verhältnis zum kernhaltigen herabgeminderte Frequenz. Der Verminderungsfaktor beträgt 0,62, steht also in guter Übereinstimmung mit der Herabsetzung der Kriechgeschwindigkeit (0,60).

9. Die Fähigkeit, Nahrungsvakuolen zu bilden, bleibt den entkernten Tieren noch eine gewisse Zeit lang erhalten, bis zu 2 vollen Tagen. Dann machen sich Viskositätsänderungen des Entoplasmas geltend, die die reguläre Abschnürung von Nahrungsvakuolen unmöglich werden lassen.

10. Soweit die Verdauungsvorgänge selbst beobachtet werden konnten, hat es den Anschein, als ob lebende Bakterien nicht, wohl aber feine Partikel koagulierten Eiweißes aufgelöst werden würden. Die phagocytäre Phase der

Verdauung scheint somit an die Gegenwart des somatischen Kernes der Zelle gebunden zu sein.

11. Die mittlere Überlebenszeitspanne der entkernten Tiere wird zu 3—5 Tagen gefunden. Es konnten fünf von insgesamt acht Individuen so lange am Leben erhalten werden.

12. Das Absterben der entkernten Tiere bereitet sich durch Herabsetzung der Motilität, Retardation des Vakuolenpulses und Stocken der Nahrungsaufnahme vor und besteht in einem mehr oder weniger rapiden Zerfall des Protoplasten.

Bei Tieren, die nach erfolgtem Tode unter Beibehaltung ihrer Zellformen noch einige Zeit unverändert bleiben, hat das Plasma im letzten Stadium des Absterbens, aber noch bei manifesten Lebensäußerungen (schlagende Cirren und Peristomwimpern) ein opaleszentes Aussehen. Andere Tiere hingegen sterben einen Katastrophentod, der darin zum Ausdruck kommt, daß der Protoplast plötzlich explosionsartig auseinandergerissen wird und das Entoplasma sich ausströmend in das umgebende Wasser suspendiert. Bei diesen Individuen sistiert die Vakuolentätigkeit schon frühzeitig und es hat nach allen beobachteten Einzelheiten den Anschein, als würden die endoplasmatischen Desorganisationsvorgänge einen beschleunigteren Verlauf nehmen als beim ersten Absterbetypus. Vielleicht handelt es sich hier um eine Art Selbstverdauung, d. h. Auflösung (Autolyse) des Entoplasmas und schließlich des Periplastes, wofür die Tatsachen des plötzlichen Aufplatzens und der vollkommenen Vermengung des austretenden Endoplasmas mit dem Kulturwasser sprechen.

Tafelerklärung.

Tafel 8.

Fig. 1—14. Zwischen Deckglas und Objektträger festgeklemmtes hypotriches Infusor (nov. spec.?). Lediglich die Großkernpartie der Zelle wird festgehalten, um die das Tier lebhaftere Drehbewegungen macht und durch Streckung dem Hindernis zu entkommen sucht. Fig. 9—14 zeigt deutlich die durch die zerrissene Pellicula und den lädierten Kernsack entstandene Lücke im Protoplasten, die durch die Dehnung des Individuums noch vergrößert wird. (Bezüglich Details vgl. Text.)

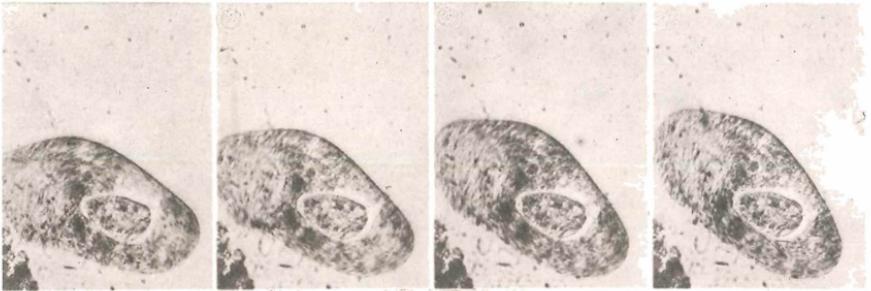
Teil einer kontinuierlichen mikrokinematographischen Bildserie (Einzelbildzeit 40 σ), aufgenommen mit ZEISS-Ikon-Kinamo und dem dazugehörigen Zusatz-Prismenocular, Obj. 40. Apochrom. mit Korr. Fassung — Oc. 3. Die Filmnegative sind etwa in der Reproduktion 5–5,8-fach linear vergrößert.

Tafel 9.

Fig. 1–12. Entkerntes Individuum, mit einem Teil seiner lädierten Pellicula am Deckglas festhaftend. Als Maß für die Schnelligkeit der Turbulenzbewegung kann das mitphotographierte *Paramaecium* dienen. Man sieht deutlich die Kernlücke, die von einer dünnen Lamelle der Pellicula in zwei Abschnitte scheinbar zerteilt ist. Das Individuum bewegt sich am Ort, was aus den feststehenden Bildmarken (Detritusteilchen) zu ersehen ist. Die pulsierende Vakuole ist als heller Fleck am linken Rand des Zellkörpers sichtbar (dorso-ventral bezogen!); sie befindet sich knapp vor der Expulsion. Die präoralen Cilien scheinen infolge der Relativbewegung des Tieres zu stehen (Fig. 2–4, 9 und 11).

Teil eines zusammenhängenden Mikrokinematogrammes (Einzelbildzeit ca. 40–45 σ), aufgenommen mit ZEISS-Ikon-Kinamo und dem dazugehörigen Zusatz-Prismenocular. Obj. 40 Apochrom. mit Korr. Fassung, Oc. 3. Die Filmnegative sind in der Reproduktion etwa 5-fach linear vergrößert.



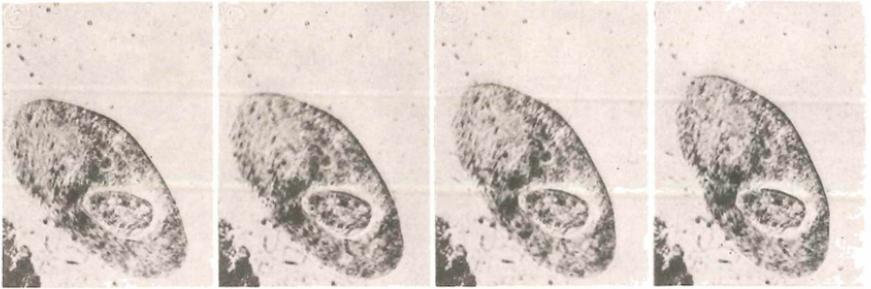


1

2

3

4

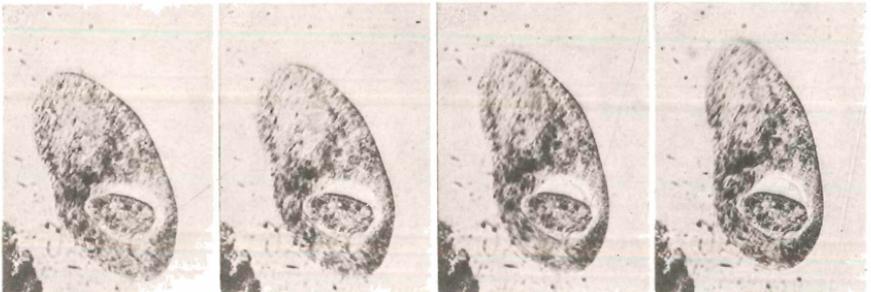


5

6

7

8

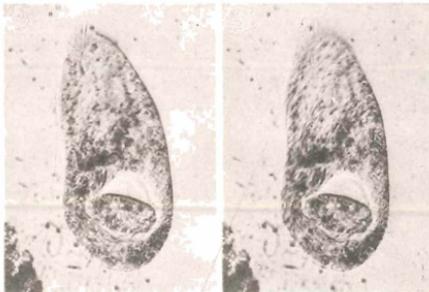


9

10

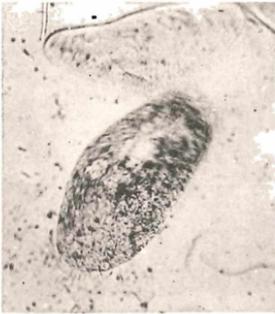
11

12

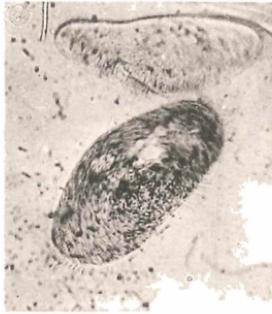


13

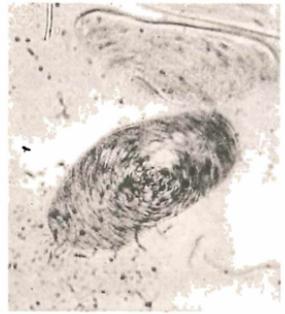
14



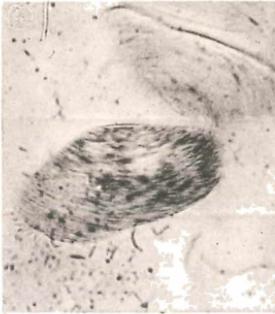
1



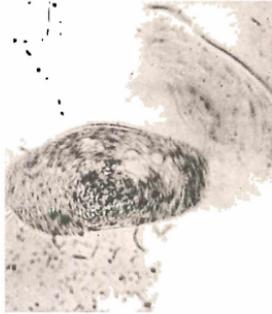
2



3



4



5



6



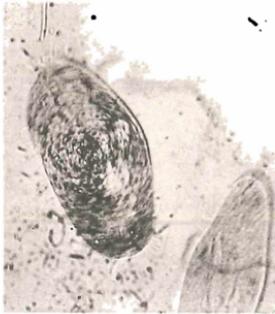
7



8



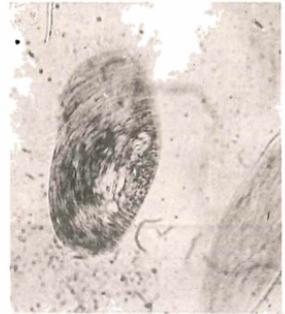
9



10



11



12

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1934

Band/Volume: [81_1934](#)

Autor(en)/Author(s): Fortner Hans

Artikel/Article: [Über Kernresektion bei einem Hypotrichen \(nov. spec.?\). 284-307](#)