

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Die Geburt von *Trachelomonas volvocina* EHRBG.

Von

N. Gimesi (Budapest).

(Hierzu Tafel 14.)

Die Trachelomonaden besitzen, wie bekannt, ein ziemlich stark gebautes Gehäuse. Die Struktur und Form desselben variiert bei den verschiedenen Formen auffallend. Bei unserer Art ist es fast kugelförmig und nur vorne hat es eine kleine, von einem Kragen umgebene Öffnung, durch die die Geißel heraustritt. Die Trachelomonaden sind mit wohlentwickelten Chromatophoren ausgerüstet, doch ziehen auch diese Organismen, wie fast alle Glieder der *Euglenales*, kleinere, viel organisches Material enthaltende Wasserbecken vor und sind α — β Mesosaprobien. Das Material stammte von einem kleinen Wasserbecken im Garten der hydrobiologischen Station von Plön, wo ich es in Unmengen fand. In der Gesellschaft von *Trachelomonas volvocina* waren hauptsächlich *Chlamydomonas globosa* (sehr viel), *Trachelomonas hispida*, einige *Euglena*- und *Phacus*-Formen und schöne Purpurbakterien zu finden. Ich habe die Trachelomonaden und Chlamydomonaden in Rohkulturen gezüchtet und viel Zeit der Beobachtung der Teilungen von *Trachelomonas volvocina* gewidmet. Die Teilungshäufigkeit erreichte ihr Maximum um ein Uhr nach Mitternacht. Für die Kulturen wurden Agar-agar und die KNOP'sche Lösung verwendet. *Trachelomonas hispida* gedeihte auf diesem Substrat nicht so gut wie *volvocina*. Die Fixierung habe ich mit dem SCHAUDINN'schen Gemisch vorgenommen und zur Färbung wurden Hämalaun und das BENDA'sche

Eisenhämatoxylin gebraucht. Die Färbung nach BENDA gibt immer schöne und sehr instruktive Bilder, doch werden auch die Chromatophoren mitgefärbt und dadurch wird die gute Übersicht gestört. Hämalaun gibt schöne und gut differenzierte Bilder, besonders wenn die Farblösung vor dem Gebrauch feinfiltrierte (ultrafiltriert) wird. Diese Manipulation habe ich auch bei alten Farblösungen mit Erfolg angewendet.

Im folgenden möchte ich hauptsächlich die Geburt und die Kernstruktur von *Trachelomonas volvocina* var. *globosa* besprechen, weil eben diese Art mir in größeren Mengen zur Verfügung stand. Wegen ihrer Kleinheit ist sie für manche Zwecke nicht besonders geeignet, so kann man die Längsspaltung der Chromosomen und das Centriol nicht sehen, trotzdem glaube ich von der „Geburt“ der *volvocina* einige interessante Beobachtungen mitteilen zu können.

Man kann bei den Trachelomonadinen mit vollem Recht von einem Geburtsakt sprechen, weil nach der (vegetativen) Teilung eine der beiden neuen Zellen sich durch die enge Öffnung des Gehäuses zwingen muß und dies bedeutet eine schwere und längere Zeit (bis 10 Minuten) dauernde Arbeit.

Tabelle I.

Transvers. Durchmesser des Protoplastes ¹⁾ μ	Längsachse des Gehäuses μ	Transv.-Achse des Gehäuses μ	Kerndurchmesser μ	Caryosomdurchmesser μ
13,2	16,2	15,3	5,1 längs 3,4 quer	> 1,71
16,7	18,3	18,3	< 5,1	1,71
18,8	21,3	20,5	5,9	ca. 1,71
18,8	20,52 !	23,94 !	8,5 längs 6,8 quer	
21,3	22,2	23,9	6,8	

Die Kragenöffnung hat einen Durchmesser von ca. 1—2,56 μ .

Die Wandstärke beträgt ca. 0,8—2 μ .

Wenn wir nur den halben Durchmesser des ungeteilten nackten Zellkörpers nehmen, weil eben die halbgroße neue Zelle geboren wird, (also: 6,6, 8,3, 9,4, 10,6 μ), soll sich diese doch durch eine Öffnung von ca. 1,5—2,5 μ Durchmesser pressen!

¹⁾ Die Protoplasten sind der Fixierung wegen mehr-minder kontrahiert!

Das Cytoplasma enthält viele, mehr-minder parietale Chromatophoren, die eine scheibenförmige Gestalt haben. (Ein Pyrenoid ist vorhanden.) Sie sind in der Zelle (nach der Teilung) nicht immer in großer Zahl, doch sind 4—5 von ihnen immer zu finden.

Der Zellkern von *Trachelomonas volvocina* ist ein ausgesprochener Caryosomkern und nimmt seinen Platz im unteren Teil des Zelleibes ein und hat eine glodoide Gestalt. (Der Kern von *hispida* ist mehr ellipsoidal.) Kleinere Abweichungen kommen immer vor. Der Außenkern ist im „ruhenden“ Zustand mehr-minder dicht mit diskreten, seltener ganz kurzen, im allgemeinen aber längeren fadenförmigen Chromatinteilchen gefüllt. Wie aus den nacheinander folgenden Teilungsstadien ersichtlich ist, hat das Chromatin schon eine chromosomale Bedeutung: so groß ist eben die Ähnlichkeit (im Außenkerne) mit den „echten“ karyokinetischen Erscheinungen der höheren Pflanzen. Das vorerst erwähnte Stadium mit den ganz kurzen Teilchen ist seltener zu sehen, immerhin vorhanden. Bei aufmerksamer Beobachtung erfährt man, daß der „ruhende“ Kern in der Regel längere radial orientierte Chromatinfäden enthält, die nach der Teilung in einer dichteren und in einer lockeren Packung von ungefähr gleicher Häufigkeit zu sehen sind.

In dem ruhenden Kern sind also drei Formen der Chromatinstruktur zu unterscheiden:

- | | | |
|-------------------------|---|--|
| Chromatin-
teilchen. | { | 1. Sehr kurze (körnige) bis kurze Fadenstruktur. |
| | | 2. Lockere radiale Fadenstruktur. |
| | | 3. Dichtere radiale Fadenstruktur. |

Dem Grad der Kernkontraktion entspricht ein kleinerer und größerer Kerndurchmesser. Das Caryosom ist immer vorhanden und hat eine klumpenförmige Gestalt.

Vor der Formveränderung des Caryosoms entsteht im Außenkerne ein dichterer und lockerer Fadenknäuel. Nachher beginnt das Caryosom senkrecht zur Richtung der Zellhauptachse sich zu strecken, bleibt noch im Bereiche des ganzen Kernes und besitzt eine spindelförmige Gestalt, ist also in der Mitte dicker und an den Enden zugespitzt. Nach und nach wächst das Caryosom aus dem Kerne hinaus und verjüngt sich in seiner ganzen Länge gleichmäßig, und endigt mit zwei Endkolben im Cytoplasma, hat also eine langgezogene hantelförmige Gestalt. Das eben erwähnte Caryosomgebilde liegt aber nicht immer in einer Ebene, sondern weist öfters eine ausgesprochene Krümmung auf.

Wenn das Caryosom noch im Kerne ist, nimmt auch der Außenkern eine tonnenförmige Gestalt an, und so entsteht eine

parallele Orientierung der Chromatinsubstanz um die Caryosomachse. Jetzt ist der Kern noch nicht geöffnet. In dieser Phase kann man schon die einzelnen Chromosomen sehen, die nachher (Caryosom schon mit Endkolben im Cytoplasma!) in dem Kernäquator um das Caryosom einen ziemlich breiten Ring bilden. Jetzt stehen die Chromosomen mit ihrer Längsachse mit dem Caryosom ganz parallel. Nun erfolgt eine Teilung der Chromosomen und die entsprechenden Garnituren wandern nach den zugeordneten Caryosomkolben hin, um dort die neuen Kernanlagen zu bilden, und zwar so, daß die Chromosomen mit ihren Enden nach der Peripherie der neuen Kernanlagen divergieren, also fangen an mit der Achse des Caryosoms einen spitzen Winkel zu bilden, und nachdem das Caryosom in der Mitte durchgeschnürt wurde, nehmen sie ihre, für den ruhenden Kern charakteristische, radiale Lage um das eingezogene, klumpenförmige Caryosom ein.

Wie aus meinen Darlegungen ersichtlich, spreche ich nie von einem „Centriol“, weil ich ein solches an meinem Material nicht sehen konnte. KARL (1915) spricht ausdrücklich vom Vorhandensein des Centriols und konnte auch die Centrodosome gut sehen (bei den Euglenen vom *viridis* Typ). TSCHENZOFF (1916) und auch TISCHLER (1921) äußern sich gegen diese Auffassung, und nach BĚLAŘ (1926) machen die literarischen Angaben über Centriolen „keinen vertrauenswürdigen Eindruck“, doch konnte er sich neuerdings von der Existenz dieser Gebilde überzeugen, aber daß sie auch wirkliche Centriolen sind, folgert er daraus keineswegs. Eine ganz offene Frage also, die ich bei meinem Material nicht einmal annähernd aufhellen kann.

Nach meiner Meinung kann das einheitliche und „einfachere“ Caryosom seine Rolle ebensogut erfüllen, wie ein differenzierteres, wie es per analogiam sehr schön aus dem Gegensatz der Eumitosen von höheren Tier- und Pflanzenzellkerne ersichtlich ist, wo die letzten keine „Centrosomen“ besitzen und verläuft doch die Pflanzen-caryokinese nach den Regeln der sog. Eumitose.

Bei der Besprechung der *Trachelomonas volvocina*-Mitose sieht man einer großen Schwierigkeit betreffs der Längsspaltung der Chromosomen entgegen, welche Frage bei unserer Art nicht einmal mit den sorgfältigsten Untersuchungen zu entscheiden ist. Vielmehr könnte man bei der Betrachtung der Bilder für die Querspaltung der Chromosomen im Sinne DANGEARD'S (1910) eintreten, doch müssen wir, wie die eingehenden Studien von KARL (1915) und TSCHENZOFF (1916) zeigen und die schönen und wichtigen *Ceratium*-Arbeiten von

ENTZ jun. u. a. wegen der großen Analogie der Erscheinungen als sehr wahrscheinlich machen, eine Längsspaltung der Chromosomen behaupten. Wahrscheinlich kann ich bald die Mitose der *Trachelomonas hispida* besprechen (diese Art ist viel größer als unsere!) und so für die endgültigere allgemeine Interpretierung der Euglenalemitose im Sinne von M. HARTMANN, TISCHLER und BĚLAŘ, der die modernste Zusammenfassung auf diesem Gebiet gibt, Beweise liefern.

Wir können die Veränderungen des Außenkernes im allgemeinen sehr gut mit der Eumitose in Einklang bringen, doch ist das Caryosom etwas für sich und immer nachweisbar und von Spindelfasern (vgl. BĚLAŘ, 1926, p. 108, 240) ist nichts zu sehen.

Nun ist sehr interessant, daß die Kernteilung bei der *Trachelomonas volvocina* sich ein wenig asymmetrisch verhält, d. h. man kann schon bei der Ausbildung des hantelförmigen Caryosoms eine Ungleichheit beobachten, nämlich wächst das eine Ende ein wenig früher aus dem schon ellipsoiden Kern aus, als das andere, und damit hängt auch ein Unterschied der entsprechenden Chromosomen-dispositionen zusammen, also kann man während dem Verlaufe der Kernteilung einen Unterschied, besser gesagt, eine Unsymmetrie zwischen den beiden neuen Kernanlagen sehen. (Man sieht manchmal, daß die eine Caryosomhälfte schon kurz und ganz in den neuen Kern eingezogen ist, bis die andere noch weit nach den Äquator hinausragt.) Damit hängt eine Differenz zwischen den beiden neuen fertigen „ruhenden“ Außenkernen zusammen, indem der eine eine dichtere und die andere eine lockere Packung der Chromatinelemente zeigt!

Diese beiden Kernformen sind vor und nach der Cytoplasmadurchschnürung in einem Gehäuse nebeneinander und nach der Geburt in den nur einen Organismus enthaltenden Gehäusen in gleicher Zahl zu finden: also kommen Formen mit lockeren und mit dichteren Kernen vor.

Nach der endgültigen Kernteilung teilt sich auch das Cytoplasma, und zwar senkrecht zur Richtung der Achse der mitotischen Figur. Man kann an lebenden Exemplaren gut beobachten, wie die eine Monade sich nach der Zellteilung sofort in Bewegung setzt und mit rotierenden Geißelbewegungen und in der Richtung der Zellhauptachse auftretenden Kontraktionsbewegungen durch die kleine Öffnung des Gehäuses sich durchzuzwingen sucht. Nach diesem mehrere Minuten lang dauernden „Geburtsakt“ bewegt sich der neue, noch nackte Organismus sofort frisch und lebensfreudig im Medium herum,

um sein selbständiges Leben zu treiben. Die Geißeln sind, wie es scheint, schon früh vorhanden und sind in einem vorn geraden, um den Kern aber sich krümmenden und hinter dem Kern endigenden Kanal untergebracht.

Wir können jetzt ganz natürlich die Frage aufwerfen, welcher der beiden neuen Organismen das gemeinsame Gehäuse verläßt, also wer die nicht leichte Geburt durchmacht? Wie ich beobachten konnte, bleibt die eine Monade, die nicht in dem Geburtsakt beteiligt ist, währenddessen in vollkommener Ruhe, aber wenn der andere, geborene Organismus das Gehäuse verläßt, bewegt sich auch der zurückgebliebene mit seiner Geißel (und mit dem Haus!) sofort weg: es bilden sich also die beiden Geißeln spätestens unter dem Geburtsakt vollkommen aus. Man kann an lebenden Exemplaren die Kerne und die Einzelheiten des Cytoplasmas nicht sehen, doch gibt die eingehende Untersuchung der gefärbten Präparate auf unsere Frage eine genaue Antwort, nämlich: das Individuum mit dem kleineren, dichteren Kern wird geboren. Die Unterschiede in den Tochterkernen hängen also mit der Geburt zusammen. Diese Unterschiede sind wirklich vorhanden und sind nicht etwa auf Beobachtungsfehler zurückzuführen, die durch schiefe Lage und durch die Verschiedenheit der optischen Orientierung der Kerne bedingt wären. Die „lockeren“ und „dichteren“ Kerne sind Dinge für sich und ihre eigene Struktur ist in jeder Lage die gleiche. Die beiden Außenkernbilder zeigen also nicht den gleichen Kern von verschiedenen optischen Durchschnitten her. Im günstigen Fall können wir im Präparat so ein Gehäuse mit schon zwei Protoplasten bekommen, daß die Kragenöffnung dem Beobachter zugekehrt ist und dann sehen wir am auffallendsten und ohne Zweifel richtig diese Unterschiede, weil die beiden neuen Organismen im Gehäuse die gleiche Orientierung einzunehmen suchen.

Man kann die Unterschiede an der Hand der beigegebenen Mikrophotogramme deutlich sehen.

Die erste Aufnahme zeigt den Caryosomkern mit dem chromatin-körnigen Außenkern. Interphase. In der Regel zeigt der Außenkern eine ausgesprochene Fadenstruktur; das ist an den Fig. 2, 3, 4 gut zu sehen. Spätere Interphase. Die Formen 2, 3, 4 sind am häufigsten sichtbar. Dieses Stadium bildet auch den Übergang zu der eigentlichen Prophase, wo die vorher diskreten Chromatinfäden sich zu vereinigen beginnen, was sich in einer Abrundung der Kernform kundmacht und zu der Knäuelstruktur führt (Fig. 5,

echte Prophase). Jetzt streckt sich das Caryosom und um seine Achse nimmt die wiederum aus einzelnen Fäden bestehende Chromatin-substanz eine mehr-minder parallele Lage ein (Fig. 6, späte Prophase). An unserem Bilde 7 können wir die Metaphase sehen. Darauf folgt die Wanderung der beiden Chromosomengarnituren nach den Caryosomenden hin (Fig. 8, 9, 10, Anaphase). Hier entwickelt sich ein klarer Unterschied zwischen den beiden neuen Kernanlagen, der sich in einer Unsymmetrie ausdrückt. Das langgezogene Caryosom ist an den Fig. 8, 9 gut sichtbar und ist noch einheitlich. Fig. 10 zeigt u. a. mehr nur die Spuren des Caryosoms und am Bilde 11 kann man ganz ausgeprägt die Unterschiede der beiden Kerne sehen, wo auch der Zelleib sich schon fast ganz geteilt hat (Telophase). An der letzten Fig. 12 sehen wir sehr instruktiv den schweren Geburtsakt der nackten Trachelomonade mit dem dichten Kern, bis die andere mit dem lockeren Außenkern im Gehäuse zurückbleibt (rechts unten der ziemlich große ovale Fleck).

* * *

Wenn wir unsere Resultate zusammenfassen, dann können wir ohne viel Teleologisieren sagen, daß die Geburt bei unserer *Trachelomonas* eng mit der Unsymmetrie der „Caryokinese“ und folglich mit dem Unterschied der beiden Kerne untereinander zusammenhängt. Natürlich ist dieser Unterschied nicht groß, doch sicher feststellbar und genügend dazu, daß einer der neuen Organismen einen Vorsprung für die Geburt gegen den anderen gewinnt.

Die Figuren habe ich mit dem „Phoku“ (Objektiv ZEISS $\frac{1}{12}$ Hom. Imm. 90:1) aufgenommen und nachher vergrößert. REICHERT'sche Nitralampe, Lifa Grünfilter Nr. 200 b, Agfa Chromo-Isolar-Platte. Exposition ca. 60 Sekunden.

Literaturverzeichnis.

- BĚLAŘ, K. (1926): Der Formwechsel der Protistenkerne. Eine vergleichend-morphologische Studie. Sonderabdruck aus „Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie“ Bd. 6 p. 108—110 (337). Jena.
- DANGEARD, P. A. (1910): Recherches sur les Eugléniens. Botanique sér. 8, 1902, p. 97—357, Taf. 1—4, 53 Fig. — Etudes sur le développement et la structure des organismes inférieures. Botanique sér. 11 p. 1—311, Taf. 1—33, 29 Fig.

- DOFLEIN, FR. u. REICHENOW (1927): Lehrbuch der Protozoenkunde 2. Aufl. I. Teil p. 220—221, II. Teil Erste Hälfte, 1928, p. 499—500. Jena.
- ENTZ, G. jun. (1921): Über die mitotische Teilung von *Ceratium hirundinella*. Arch. f. Protistenk. Bd. 43 p. 415.
- HARTMANN, M. (1911): Die Konstitution der Protistenkerne und ihre Bedeutung für die Zellenlehre 13 Fig. 51 p. Jena.
- KARL, J. (1915): Über die Kernteilung der Euglenen vom Typus *viridis*. Botanikai Közlemények (Zeitschrift der bot. Sektion der königl. ungar. naturwissenschaftl. Ges.) Bd. 14. Mitteilungen für das Ausland: p. 99—107. Ungar. Original auf p. 135—144.
- OLTMANN, FR. (1922): Morphologie und Biologie der Algen, II. umgearb. Aufl., 1. Bd. Chrysophyceae-Chlorophyceae. Mit 287 Abb. im Text p. 45—50. Jena.
- TISCHLER, G. (1921): Allgemeine Pflanzenkaryologie p. 259—260. Berlin.
- TSCHENZOFF, B. (1916): Die Kernteilung bei *Euglena viridis* EHRBG. Arch. f. Protistenk. Bd. 36 p. 137—173, Taf. 11—12 Fig. 2.
- UTERMÖHL, H. (1925): Limnologische Planktonstudien p. 400—401. Stuttgart.

Tafelerklärung.

Tafel 14.

Die Vergrößerung von Fig. 1—11 ist 1264 : 1, von Fig. 12: 1350 : 1.

- Fig. 1. Interphase.
- Fig. 2. Spätere Interphase. Radiale Struktur des Außenkernes.
- Fig. 3. Spätere Interphase. Größeres Exemplar.
- Fig. 4. Spätere Interphase. „Kernkontraktion.“
- Fig. 5. Prophase.
- Fig. 6. Spätere Prophase.
- Fig. 7. Metaphase.
- Fig. 8. Anaphase.
- Fig. 9. Anaphase.
- Fig. 10. Späte Anaphase.
- Fig. 11. Telophase. Siehe die Kerne!
- Fig. 12. Geburt von *Trachelomonas volvocina* var. *globosa*.
-



Fig. 1

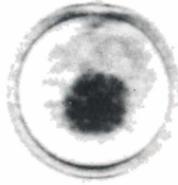


Fig. 2

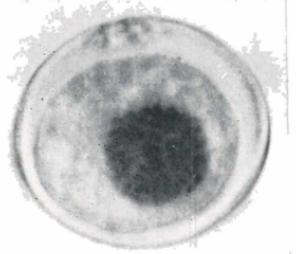


Fig. 3



Fig. 4

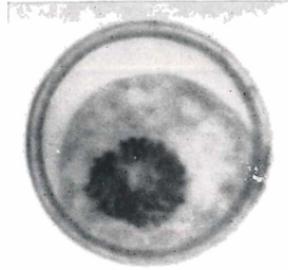


Fig. 5

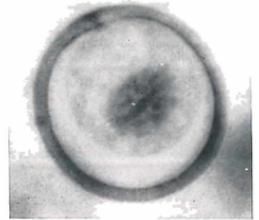


Fig. 6

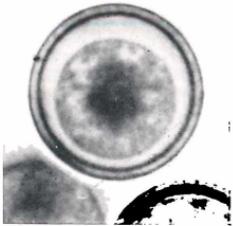


Fig. 7



Fig. 8

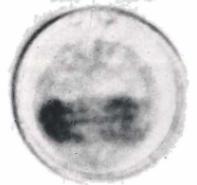


Fig. 9

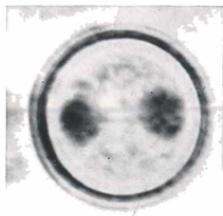


Fig. 10



Fig. 11

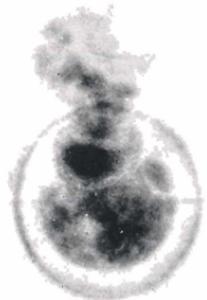


Fig. 12

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1930

Band/Volume: [72_1930](#)

Autor(en)/Author(s): Gimesi N.

Artikel/Article: [Die Geburt von Trachelomonas volvocina Ehrbg. 190-197](#)