Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Zentralinstitut für Hygiene, Direktor: Dr. Stevan Ivanić.)

Über die mit der Chromosomenbildung verbundene promitotische Großkernteilung bei den Vermehrungsruhestadien von *Chilodon uncinatus* Ehrbg.

Von

Momčilo Ivanić (Belgrad).

Mit 4 Abbildungen im Text.

In meinen früheren Arbeiten (Ivanić, 1928, 1933 und 1936) habe ich den Nachweis erbringen können, daß die in den Vermehrungsruhestadien vorhandenen Großkerne sich nicht durch Amitose, sondern durch Promitose vermehren. Bei den parthenogenetischen Vermehrungsruhestadien besteht die chromatische Äquatorialmutterplatte aus feinkörnigem Chromatin. Bei den gewöhnlichen Vermehrungsruhestadien waren dagegen die an die Chromosomenbildung erinnernden Ansammlungen des feinkörnigen Chromatins im Äquator der Lininteilungsspindel zu unterscheiden. Die Möglichkeit der Chromosomenbildung bei einer Großkernteilung irgendeines Ciliaten stellt eine Überraschung dar, weil sich bei allen Ciliaten die Großkerne durch Amitose vermehren, — einen Kernteilungsmodus, bei welchem die beiden wesentlichen Bildungen der mitotischen, resp. promitotischen Teilung, sowohl die deutlich ausgesprochene Spindelbildung als auch die Bildung der chromatischen Äquatorialmutterplatte, regelmäßig ausbleiben. Wenngleich die Großkerne der *Chilodon*-Arten noch immer den typischen Bläschenbau beibehalten haben, so daß in ihnen das Lininnetzwerk, das mitten in dem Lininnetzwerke liegende, riesengroße, kreisrunde oder ovale Plastincaryosom und das im Außenkerne

zerstreute, stark färbbare und kornartige Chromatin mit voller Deutlichkeit zu unterscheiden sind, so sind diese Kerne doch als wahre Großkerne zu betrachten, weil sie entsprechend riesengroße Kerngebilde sind und weil sie sich insbesondere bei freilebenden Stadien durch Amitose vermehren, bei welcher weder deutlich genug herausentwickelte Lininteilungsspindel noch die chromatische Äquatorialmutterplatte und die daraus hervorgehenden chromatischen Tochterplatten zustandekommen.

In meinen erwähnten Arbeiten habe ich das Vorkommen der promitotischen Großkernteilung bei den Vermehrungsruhestadien von *Chilodon uncinatus* einwandfrei erweisen, die Möglichkeit der Chromosomenbildung dagegen nur wahrscheinlich machen können. An dieser Stelle soll nun auch der endgültige Beweis dafür erbracht werden, daß die Chromosomenbildung bei den in den gewöhnlichen Vermehrungsstadien vorkommenden Großkernteilungen auch vorkommen kann und vorzukommen pflegt.

Die in Abb. 1—4 im Text wiedergegebenen Vermehrungsruhestadien liefern den unzweideutigen Beweis dafür. Die Vermehrungsruhestadien sind nach mit Schaudinnschem Sublimatalkohol fixierten und mit Heidenhainschem Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten mit Hilfe des Abbeschen Zeichenapparates in der Höhe des Arbeitstisches bei Vergrößerung Zeiss Oc. 4 Obj. Aprochr. Imm. 1,5 mm entworfen worden.

Das allererste, zur gewöhnlichen Zweiteilung schreitende Vermehrungsruhestadium ist in Abb. 1 wiedergegeben. Es handelt sich hier um ein ursprünglich kleines, freilebendes Tier, welches in die Ruheperiode eingetreten ist. Vergleicht man die Größe dieses Ruhestadiums mit den weiteren (Abb. 2—4 im Text), so fällt es auf, daß die Vermehrungsruhestadien sich der Größe nach voneinander erheblich unterscheiden. Die erheblichen Größenunterschiede zwischen den verschiedenen fertiggebildeten Ruhestadien sind auf die mehr oder minder rege und fortgesetzte, vor der Ruhestadienbildung stattfindende gewöhnliche Zweiteilung bei den vor der Ruheperiode stehenden Tieren zurückzuführen. Da verschiedene freilebende Tiere eine verschiedene Zahl der hintereinander folgenden gewöhnlichen Zweiteilungen durchmachen, kommen auch recht verschiedengroße, in die Ruheperiode eintretende Tiere zustande.

Beim allerersten Vermehrungsruhestadium Abb. 1 sind die beiden Kerne, sowohl der Klein- als auch der Großkern, in Teilung begriffen. Der Kleinkern ist dem Großkern im Teilungsprozeß vorausgeeilt, weil er sich schon im allerspätesten Anaphasestadium befindet.

Wie ersichtlich, haben die chromatischen Tochterplatten bei ihm die entsprechenden Spindelpole erreicht und sitzen ihnen auf. Die Lininteilungsspindel ist sehr stark ausgezogen und zu einem Zylinder geworden, was immer bei den späten Anaphasenstadien der Fall ist. Der Großkern befindet sich erst im Metaphasestadium. Den beiden Polen seiner tonnenförmigen Lininteilungsspindel sitzen die ansehnlichen, homogen tiefschwarz gefärbten Plastinpolkörper auf, so daß der promitotische Charakter dieser Großkernteilung auf den ersten Blick hervortritt. Im Äquator der Lininteilungsspindel ist auch die zweite stark färbbare Kernsubstanz, das Kernchromatin, ohne weiteres zu unterscheiden. Es handelt sich hier um die eben fertiggebildeten Äquatorialmutterplatte, welche aus vier kornartigen Gebilden besteht. Da die Vierzahl bei *Chilodon uncinatus* (Enriques, 1908; McDougall, 1925) die diploide Chromosomenzahl ist, sind wir berechtigt, in den vier im Äquator der Lininteilungsspindel angeordneten kornartigen Gebilden vier Chromosomen zu erblicken. Deshalb haben wir auch das Recht zu sagen, daß wir hier die Bildung echter Chromosomen bei der promitotischen Großkernteilungsfigur vor uns haben müssen.

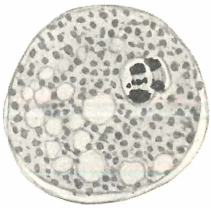

Abb. 1.

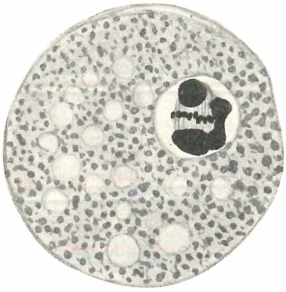

Abb. 2.

Das nächstfolgende, in Abb. 2 im Text wiedergegebene Vermehrungsruhestadium stellt sich als eine erwünschte Bestätigung und Ergänzung des vorhergehenden Stadiums dar. Auch hier sind die beiden Kerne, sowohl der Klein- als auch der Großkern, in Teilung begriffen. Auch hier eilt der Kleinkern im Teilungsvorgange dem Großkerne voraus. Der Kleinkern befindet sich, wie ersichtlich, schon in Durchschnürung zur Bildung der künftigen Tochterkleinkerne. Der Großkern ist dagegen erst im allerfrühesten Anaphasestadium begriffen. Wiederum tritt der promitotische Charakter dieser Großkernteilungsfigur mit außergewöhnlicher Deutlichkeit hervor. Den beiden Polen der ansehnlichen, tonnenförmigen Lininteilungsspindel sitzen, wie ersichtlich, ebenso ansehnliche, homogen tiefschwarz gefärbte Plastinpolkörper auf, wie es bei jeder typischen promitotischen Kernteilung regelmäßig der Fall ist. Von ganz besonderem Interesse ist aber bei dem promitotischen Großkernteilungs-

stadium die Tatsache, daß acht winzige, homogen tiefschwarz gefärbte kornartige Gebilde im Äquator der Lininteilungsspindel mit voller Deutlichkeit zu erkennen sind. Mit Rücksicht darauf, daß vier Chromosomen die chromatische Äquatorialmutterplatte bei *Chilodon uncinatus* bilden, sind die acht kornartigen Gebilde wohl nur als Tochterchromosomen zu betrachten, welche durch Teilung der vier Mutterchromosomen eben zustandegekommen sind. Es handelt sich deshalb um ein allerfrühestes Anaphasestadium, weil jedes Mutterchromosom sich eben in je zwei Tochterchromosomen geteilt hat. Das Auseinandergehen von je vier Tochterchromosomen zu den entsprechenden Spindelpolen steht aber gerade bevor.

Das nächstfolgende Vermehrungsruhestadium (Abb. 3 im Text) stellt sich im Vergleich mit dem vorhergehenden Stadium als ein in jeder Hinsicht erheblich fortgeschrittenes Vermehrungsruhestadium dar. Der Kleinkern befindet sich schon im späten Anaphasestadium, weil die Tochterchromosomen schon die entsprechenden Spindelpole der Kleinkernteilungsfigur erreicht haben. Je vier Tochterchromosomen treten in jeder Tochterplatte mit außergewöhnlicher Deutlichkeit hervor. Daß wir es hier mit einem Anaphasestadium zu tun haben, geht ohne weiteres auch daraus hervor, das die Lininteilungsspindel sich in die Länge stark ausgezogen hat und zu einem Zylinder geworden ist. Es handelt sich hier, wie ersichtlich um eine typische Mitose bei dem Kleinkernteilungsstadium, weil die den beiden Spindelpolen aufsitzenden, homogen tiefschwarz sich färbenden Plastinpolkörper bei der Kleinkernteilungsfigur völlig fehlen. Es kommen bei zahlreichen Protozoen Fälle vor, in welchen Promitose und Mitose nebeneinander als Kernteilungsmodi bei derselben Art vorkommen. Die Mitosenstadien kommen nach meinen wiederholt gemachten Beobachtungen bei zahlreichen Protozoen dadurch zustande, daß das die Polkörper bildende Plastin im Verlaufe der Teilung des betreffenden Kernes der Auflösung und der Resorption unterliegt, so daß keine Spur mehr von ihm in den betreffenden Teilungsfiguren zu bemerken ist. Der Großkern befindet sich beim Vermehrungsruhestadium Abb. 3 auch im fortgeschrittenen Anaphasestadium. Je vier Tochterchromosomen sind, wie ersichtlich, in Wanderung zu den entsprechenden Spindelpolen begriffen. Die Lininteilungsspindel hat sich sehr in die Länge ausgezogen und ist zu einem zylinderförmigen Gebilde geworden. In der Mitte hat eine Durchschnürung der Lininteilungsspindel begonnen, sich bemerkbar zu machen. Auf den beiden Spindelpolen sind die Plastinpolkörper zu sehen, welche auf den promitotischen Charakter dieser Großkernteilung hinweisen. Sie sind

nicht, wie gewöhnlich, einheitlich und homogen tiefschwarz gefärbt, anstatt der einheitlichen Plastinpolkörper sind hier stark färbbare Plastinkörnchen zu sehen. Der körnige Bau der Plastinpolkörper ist einerseits auf die während der Präparation erfolgte starke Entfärbung, andererseits dagegen auf die Auflösung und Resorption und die daraus erfolgte Verminderung der Plastinsubstanz zurückzuführen. Auf diesem Wege der Auflösung und der Resorption einer Menge des Kernplastins kommen einerseits viel kleinere Plastinpolkörper zustande und entstehen andererseits Stadien, welche mehr oder minder Mitosen ähneln. Von ganz besonderem Interesse ist deshalb die Tatsache, daß ein Großkernteilungsstadium gewissermaßen einer Mitose ähnelt, weil die überwiegende Mehrzahl der Großkerne sich durch Amitose teilt.

Noch ist beim Vermehrungsruhestadium Abb. 3 darauf aufmerksam zu machen, daß auch das Muttertier in Durchschnürung zu Tochtertieren begriffen ist. Die so früh eintretende Durchschnürung des Protoplasmakörpers stimmt völlig mit den völlig normalen Zweiteilungsstadien freilebender Tiere überein, was heißt, daß wir es hier bei den Vermehrungsruhestadien mit völlig lebensfrischen Stadien zu tun haben. Daraus geht aber ohne weiteres hervor, daß die so lebensfrischen Vermehrungsruhestadien auch völlig lebensfrische Kerne besitzen müssen, sowie daß die mit der Chromosomenbildung vorbundene promitotische Großkernteilung in der Lebensfrische der Großkerne wurzelt.

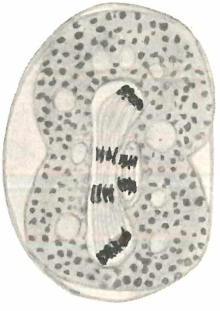

Abb. 3.

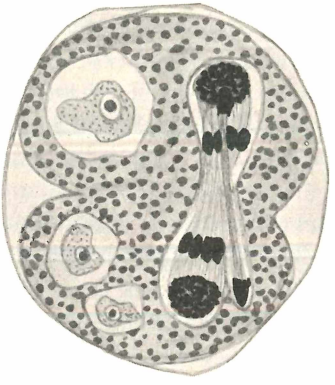

Abb. 4.

Das in Abb. 4 im Text wiedergegebene Vermehrungsstadium stellt sich im Vergleich mit den vorhergehenden Stadien wie ein wahrer Riese dar. Es handelt sich hier um ein Stadium, welches dem vorhergehenden in jeder Hinsicht im Zweiteilungsvorgange vorausgeeilt ist. Die Kleinkernteilungsfigur hat sich, wie ersichtlich, überaus stark in die Länge ausgezogen und ist zu einem sehr langen Zylinder geworden, welcher wohl gerade vor der Durchschnürung steht, weil die Tochterplatten die entsprechenden Spindel-

pole erreicht haben und zu einheitlichen chromatischen Massen geworden sind. Von ganz besonderem Interesse ist aber die promitotische Großkernteilungsfigur dieses Vermehrungsruhestadiums. Infolge der außergewöhnlichen Größe des Vermehrungsruhestadiums ist auch der Großkern dieses Vermehrungsruhestadiums erheblich größer als alle bisherigen Großkerne und deshalb läßt er die Chromosomenverhältnisse so deutlich, wie nur möglich, erkennen. Wie ersichtlich, handelt es sich hier um ein spätes Anaphasestadium, bei welchem die Lininteilungsspindel sich nicht nur stark in die Länge ausgezogen hat, sondern auch begonnen hat, sich in der Mitte, sowie seine Membran, durchzuschnüren. Den beiden Spindelpolen sitzen die Plastinpolkörper auf, deren körniger Bau auf die stärkere Entfärbung zurückzuführen ist. Von ganz besonderem Interesse sind aber die beiden chromatischen, zu den entsprechenden Spindelpolen wandernden Tochterplatten, welche aus je vier überaus deutlichen, weil ansehnlichen Chromosomen bestehen. Die Chromosomennatur der die Tochterplatten bei dem Vermehrungsruhestadium bildenden Gebilde tritt mit einer solchen Deutlichkeit hervor, daß das Vermehrungsruhestadium allein als ein genügender Beweis dafür betrachtet werden kann, daß die Chromosomenbildung während der Großkernteilung bei den Vermehrungsruhestadien von *Chilodon uncinatus* vorkommen kann, sowie daß sie auch manchmal vorzukommen pflegt. Die Durchschnürung des Muttertieres in zwei Tochtertiere ist auch bei dem Vermehrungsruhestadium eingetreten. Wiederum überzeugen wir uns, daß wir es hier bei den Vermehrungsruhestadien mit völlig normalen Stadien zu tun haben, weil die gewöhnliche Zweiteilung dieses Ruhestadiums mit Rücksicht auf die Großkernteilung — welche von Chromosomenbildung begleitet worden ist —, wohl mit Recht als eine mehr lebensfrische und normale Teilung, als die Großkernteilung freilebender Tiere, zu bezeichnen ist, mit Rücksicht aber auf die Protoplasmakörperteilung die gewöhnliche Zweiteilung des Ruhestadiums in völlig derselben Weise wie die gewöhnliche Zweiteilung freilebender, völlig lebensfähiger Tiere vor sich geht.

Wie Lebensfrische bei den Ruhestadien in vollem Umfange erhalten geblieben ist, als ob wir es hier mit freilebenden, lebensfrischen Stadien zu tun gehabt hätten, ist auch daraus zu ersehen, daß die Stadien neben der Vermehrung die Ernährung noch nicht verlassen haben. Wie ersichtlich, sind drei Amöben im Protoplasmakörper dieses Vermehrungsruhestadiums enthalten. Daß das Ruhestadium in reger Verdauungstätigkeit begriffen ist, geht ohne weiteres

daraus hervor, daß die überaus deutlichen Vakuolen um jede aufgenommene Amöbe zustandegekommen sind. Es handelt sich hier um Verdauungsvakuolen, welche durch Ausscheidung der Verdauungssäfte von seiten des Ruhestadiums zustandegekommen sind. Das heißt aber, daß die Ruhestadien nicht nur in reger Vermehrung, sondern auch in reger Ernährung begriffen sind. Diese Lebensfrische bietet uns auch die Erklärung dafür, warum diese Großkerne sich nicht durch Amitose, sondern durch Promitose und dazu durch die durch Chromosomenbildung gekennzeichnete Promitose vermehren. Es handelt sich hier wohl überall um völlig normale und lebensfrische Tiere, welche freilich auch völlig normale und lebensfrische Kerne, darunter auch Großkerne, besitzen müssen und auch in der Tat besitzen.

In meinen erwähnten Arbeiten, sowie in einer theoretischen Zusammenstellung (Ivanić, 1933 a) habe ich mich bemüht, den Nachweis dafür zu erbringen, daß die Großkerne bei Ciliaten keine physiologisch besonderen, somatischen Kerne darstellen, sondern daß wir es hier vielmehr mit mehr oder minder pathologischen und deshalb nicht dauernd lebenden und durch einen pathologischen Kernteilungsmodus, durch Amitose, sich teilenden Kernen zu tun haben. Es ist nicht wunderzunehmen, daß neben der überwiegenden Mehrzahl der degenerativen Großkerne hier und da Fälle normaler Großkerne vorhanden sind, wie wir sie z. B. hier kennengelernt haben. Solche normalen Großkerne sind freilich, aber jedoch nur ausnahmsweise, vorhanden. Durch ihre promitotische, von einer Chromosomenbildung begleitete Teilung stellen sich diese Großkerne als völlig normale Kerne dar. Deshalb sind alle Großkerne, die sich durch Amitose teilen, wohl nicht als normale Kerne, sondern vielmehr als mehr oder minder pathologisch veränderte und geschädigte Kerngebilde aufzufassen und zu bezeichnen. Deshalb drängt sich uns die Annahme auf, daß die Großkerne keine physiologisch besonderen, sog. somatischen Kerne darstellen können, wie es in der Doppelkernigkeitstheorie bei Ciliaten angenommen worden ist und wie man noch immer geneigt ist, die Doppelkernigkeitstheorie aufrecht zu erhalten. Durch das Vorkommen der von der Chromosomenbildung begleiteten Großkernteilung ist der endgültige Beweis dafür erbracht worden, daß alle amitotischen Großkernteilungen nicht normale, sondern mehr oder minder gestörte, pathologisch veränderte Kernteilungsstadien darstellen müssen, was heißt, daß auch die betreffenden, amitotisch sich teilenden Großkerne mehr oder minder pathologisch veränderte Degenerationskerne darstellen.

Literaturverzeichnis.

Enriques, P. (1908): Die Konjugation und sexuelle Differenzierung der Infusorien. Arch. Protistenkde **12**.

Ivanić, M. (1928): Über die mit den parthenogenetischen Reorganisationsprozessen des Kernapparates verbundenen Vermehrungsruhestadien von Chilodon uncinatus Ehrbg. (Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der promitotischen Kernteilung bei Infusorien.) Arch. Protistenkde **61**.

— (1933): Neue Beiträge zur Kenntnis der mit dem Reorganisationsprozesse des Kernapparates verbundenen Vermehrungsruhestadien von Chilodon uncinatus Ehrbg., nebst einem neuen Beitrage zur Kenntnis der promitotischen Teilung des Großkernes bei Infusorien. Ibid. **79**.

— (1933a): Zur Kritik der Doppelkernigkeitstheorie bei Infusorien. Zool. Anz. **105**.

— (1936): Zur Kenntnis der Vermehrungsruhestadien bei Chilodon uncinatus Ehrbg. Arch. Protistenkde **87**.

MacDougall, M. L. (1925): Cytological observations of gymnostomatous ciliats with a description of the maturation phenomena in diploid and tetraploid forms of Chilodon uncinatus. Quart. J. microsc. Sci. **69**.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year: 1938

Band/Volume: 91_1938

Autor(en)/Author(s): Ivanic Momcilo

Artikel/Article: Über die mit der Chromosomenbildung verbundene promitotische Großkernteilung bei den Vermehrungsruhestadien von Chilodonuncinatus Ehrbg. 61-68