© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

## 2. Bemerkungen zu einer Theorie der Cytomorphe.

Von S. Prowazek.

(Aus dem Institut f. Schiffs- u. Tropenkrankheiten Hamburg.
Leiter: Geh. Medizinalrat Dr. Nocht.)

(Mit 5 Figuren.)

eingeg. 7. Juni 1909.

Das Hauptergebnis der vergleichenden Protozoenkunde der letzten Zeit gipfelt zunächst in der Tatsache, daß der Kern der meisten Protozoen auf den Typus eines bläschenförmigen Kernes zurückzuführen ist, der aus 1) einem Caryosom (Plastin, Chromatin, vielleicht auch Achromatin) mit 2) Centriolen, sowie 3) einer Kernzone (Chromatin, Achromatin und Kernsaft) besteht. Das Caryosom selbst ist als ein zweiter Kern mit besonderem Plastin, Chromatin und Centriolen aufzufassen. Keysselitz (Arch. f. Protistenkunde 11. Bd. 1908) beobachtete am Caryosom von *Oxyrrhis marina* Dujardin sogar eine membranartige dunklere Hülle des Caryosomkernes. Das Caryosom teilt sich bei *Plasmo-*

Fig. 1.

Fig. 2.

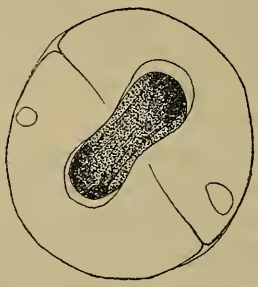

Fig. 1. Cyste von *Colpoda cucullus* O. F. M. Fragmente eines Carysoms im Innern.
Fig. 2. Cyste von *Colpoda cucullus*. Kern in Teilung mit einem Caryosomrudiment.

*diophora*, vielen Amöben, Flagellaten, *Halteridium*, Trypanosomen, z. T. Gregarinen und Coccidien wie ein zweiter Kern auf selbständige Art und Weise. Im Macronucleus der Ciliaten ist entweder wie bei *Chilodon* dauernd ein Caryosom, in dem allerdings bis jetzt keine Centriolen nachgewiesen worden sind, erhalten, oder es tritt auf gewissen Entwicklungsstadien bei *Leukophrys*, *Colpidium*, *Colpoda steinii* und *Cucullus* u. a. m. temporär ein derartiges Gebilde auf und ist von cyclischer Natur (Fig. 1 u. 2). Sehr verlockend ist die Annahme, daß die Centriolen der Macronuclei der Infusorien sich multipel geteilt haben und aus sich die Stützorganoiden der Cilien, die Basalkörper hervorgehen ließen. Bei vielen Protozoen, besonders aus der Ordnung der Hypotricha (*Euplotes*), sind von den Cilien und Membranulae bzw. von ihren Basalkörpern aus Fibrillenzüge in das Innere des Sarks beobachtet worden,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

doch ist man leider über den Ort ihrer Endigung noch im unklaren. Thon (Arch. f. Protistenkunde 5. Bd. 1905) gibt für *Didinium nasutum* O. F. M. an, daß die Basalfilamente »zu einer Stelle, die unter dem Kern liegt« hinziehen. Besonders wichtig ist die Beobachtung von G. Entz (Arch. f. Protistenkunde 15. Bd. 1909), daß das Peristom der Tintinniden im Innern des Plasmas entsteht und die Neubildung der Basalkörperchen von der Oberfläche des Macronucleus ausgeht. »Es scheint, als ob sie durch eine Art Häutung des Macronucleus entstanden waren.«

In erster Linie verleihen diese Stützfilamente, die von den Basalkörpern allein oder von besonderen Reihen dieser ausgehen, dem völlig untypischen Protoplasma zum Teil die typische Gestalt, die von der Kugelform der Flüssigkeiten — das Protoplasma ist ja eine Flüssigkeit — abweicht. Koltzoff (Archiv f. Zellforschung 2. Bd. 1908) hat gleichfalls in der letzten Zeit auf Grund seiner Studien über das Kopfskelet der Spermien darauf hingewiesen, »daß eine jede Zelle einen Tropfen flüssigen Protoplasmas repräsentiere«, dem ein aus festen Fasern bestehendes Skelet die eine oder andre von der Kugelform abweichende Gestalt verleihen kann«. Mit den Centriolen der Caryosome hängen bei den Flagellaten entweder direkt (*Monas*-Arten, *Polytoma*, Trypanosomen, *Bodo* u. a. m.) oder indirekt durch Fibrillen (*Lamblia*, *Trichomonas*, *Trichomastix* u. a. m.) besondere formative Stützstrukturen, Achsenstäbe und Randfäden der undulierenden Membranen zusammen, die größtenteils den fraglichen Formen nächst der Membran die charakteristische Gestalt induzieren. Auch die mit formativen Prinzipien in Zusammenhang stehenden Axopodien der Heliozoen sind entweder wie bei *Actinophrys sol* und *Camptonema* Kernprodukte oder gehen von einem Centralkorn aus, das ein Derivat des Caryosoms ist (*Acanthocystis*, *Raphidiophrys*, *Heterophrys*, *Sphaerastrum* u. a. m.) vgl. Keysselitz, Studien über Protozoen (Arch. f. Protistenkunde 11. Bd. 1908).

Nächst diesen permanenten, formativen Funktionen kommen den von den Centriolen bzw. Basalkörpern ausgehenden fibrillären Strukturen noch 2 Funktionen zu: a. sie liefern die temporären Teilungsorganoide des Kernes in Form der intra- oder extranuclearen Spindel (Centrodesmose, Centralspindel); b. sie produzieren die elastischen Achsenfäden der Cilien und Geißeln, die von einem plasmatischen, mehr flüssigen Spiralraum umgeben sind.

Mit diesen drei wichtigsten Funktionen der Centriolen, nämlich der formativen, centrodesmischen und »kinetischen« Funktion in der Protistenzelle hängen folgende Eigenschaften aufs innigste zusammen:

a. Sie sind kontinuierliche Gebilde. Selbst wenn bei der Zell-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

teilung zwei verschiedene Teilungstypen vorkommen wie bei *Plasmodiphora* und ein großer Teil des Caryosoms zugrunde geht, bleiben die Centriolen doch erhalten. Analoge Verhältnisse hat Keysselitz bei *Myxobolus* beobachtet (Arch. f. Protistenkunde 11. Bd. 1908). Die Basalkörper der Flagellaten (*Bodo*) verschwinden nicht vollkommen bei der Encystierung, und man kann sie zum größten Teil in der Cyste nachweisen. Dasselbe scheint auch bei der Encystierung von *Colpoda cucullus* der Fall zu sein. Der Nachweis der Basalkörper in allen Cystenstadien von *Colpoda* ist allerdings mit sehr großen Schwierigkeiten verbunden (Fig. 3). Immerhin scheint die Membran mit den Basalkörnern dauernd zu bestehen; das Protoplasma nimmt bei der Encystierung die untypische Tropfengestalt an, die Cilien verquellen, indem sie terminal oft die bekannten Ösen- und Blasenformen annehmen. Aus der verquellenden oberen Schicht der Pellicula entsteht die Cystenmembran, unter der gleich die Basalkörper tragende, neue Pellicula zum Vorschein kommt. Sie wird durch die in die Cyste sich entleerende Vacuolenflüssigkeit von der Cystenmembran abgetrennt, und ich konnte sie durch Druck bei Dauercysten von *Colpoda steinii* isolieren. Bei *Colpoda* ist in der mit Basalkörpern ausgestatteten Pellicula der Sitz der Morphe zu suchen; denn experimentell kann man durch Druck bei dem kleinen *C. steinii* den Kern teilweise verlagern, die Teilungsebene teilweise rückgängig machen oder etwas verschieben, im Protoplasma Strömungen hervorrufen usw., und doch bilden sich in der Cyste, sofern die Schädigung nicht einen gewissen Grad überschritten hatte, normale Teilungssprößlinge. In diesen Zellen stellt also nur die Membran mit ihren Basalkörpern und eventuellen Stützstrukturen ein Punctum fixum für die Morphe dar. Durch taurocholsaures Natrium in sehr dünnen Lösungen gelang es, die formgebende Pellicula samt den Basalkörperchen zu isolieren; das Protoplasma floß oft am Hinterende wie aus einem Sack heraus, worauf die Pelliculahülle (Fig. 4*p*) schrumpfte. Starke Lösungen von dem gallensauren Salz lösten sie auch ganz auf. Das Protoplasma verwandelte sich zunächst in vergängliche Cavula (Fig. 4*c*). Der ovale Kern rundete sich ab und erfuhr zuerst eine Aufblähung, später platzte an einer Stelle die Membran, der feinkörnige Inhalt trat hinaus, worauf die Membran leicht zusammenschrumpfte. Die contractile Vacuole besitzt eine ziemlich resistente, isolierbare »Niederschlagsmembran« elastischer Natur (Fig. 4*vc*).

b. Die Centriolen stehen fast immer im Teilungswachstum; man findet sie meistens auf Diplosomstadien. Die Centrodesmose, die sich zwischen ihnen ausspannt, befindet sich gleichsam in einem Tonuszustand, und sobald die Morphespannung im umgebenden Protoplasma,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

die wohl durch die Zelllipoide bedingt wird, eine Änderung erleidet, zertrennt die Centralspindel oder Centrodesmose den »Kern«, indem sie sich fibrillär umbildet. Die Centrospindelfasern des Micronucleus der Ciliaten sind aus eben diesem Grunde für den Kern zu lang, ebenso wie der Randfaden der undulierenden Membran der Trypanosomen. Die Cytodiaerese ist in erster Linie ein physikalischer, den Capillaritätsgesetzen folgender Vorgang, und daher kann man sie nach eignen Untersuchungen an Seeigeleiern durch specifische Eier- und Spermasera (Kaninchensera) nicht in specifischer Weise beeinflussen. Wesentlich beherrscht wird sie von lipoidlöslichen Mitteln, deren Li-

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

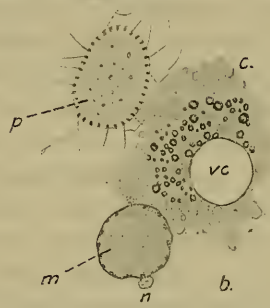


Fig. 3. *Colpoda cucullus.* a. Basalkörper im Diplosomzustand. b. Bildung der Cilien.
Fig. 4. Zwei Stadien der Auflösung von Colpidium durch taurocholsaures Natrium. *p*, Pellicula; *c*, Cavula; *vc*, Vacuole; *m*, Großkern; *n*, Kleinkern.
Fig. 5. Ausstrich eines Kernes aus dem Hoden von *Macacus cynomolgus.* Homog. Im. Ocular 12, Giemsafärbung.

poidlöslichkeit parallel mit dem Teilungskoeffizienten der Erniedrigung der Oberflächenspannung geht. Im gleichen Sinne hat Reinke (Arch. f. Entwicklmech. Bd. 24) beobachtet, daß Ätherlymphe im Gehirn der Salamanderlarve die Mitose der Zellen anregt, und ich glaube mit der Annahme nicht fehlzugehen, daß die Zellteilung, Bewegung, Cytolyse und Agglutination in erster Linie noch nur aus physikalischen Capillaritäts- und Kolloidgesetzen ableiten. Von besonderer Wichtigkeit sind die Untersuchungen von Kupelwieser (Arch. f. Entw. d.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

Org. XXVII 1909) über die »Befruchtung« von Seeigeleiern durch Molluskensperma. Der Autor konnte nachweisen, daß die Teilungserregung durch einen durchaus nicht specifischen, artfremden, sozusagen banalen »entwicklungserregenden Spermastoff« angebahnt wird, und daß es sich vielleicht im Sinne von Ostwald und Fischer um einen gelbildenden Faktor handelt, wie bereits für die Protozoensexualität im Arch. f. Protistenkunde 1907 auseinandergesetzt worden ist. In diesem Sinne kann die Teilung auch keine Folge einer specifischen Kernplasmaspannung im Sinne von Hertwig sein, sondern eine periodische Funktion eines physikalisch wirkenden Stoffes, der durch die Befruchtung mit den Spermatozoen- oder Microgametenblepharoplastcentriolen in die Zelle hineingelangt. Die männlichen Zellen sind gleichsam biologisch abnorm gewordene Träger dieser gelbildenden Plasmafaktoren, die sonst durch Einfluß der Salze (künstliche Parthenogenese, Colpidienteilung), Gifte und Säuren, Hunger (Infusorien) usw. zur Tätigkeit angeregt werden.

d. Die Centriolenteilungsebene ist stets um mindestens 90° zu der früheren Richtung gedreht; diese Verhältnisse kann man bei der Spermatogenese von *Helix*, *Astacus*, im Epithel der Salamanderlarve sowie bei der Teilung von *Polytoma* verfolgen.

In allen den Fällen, wo infolge der Morphogenie die erste Teilung der Centriolen permanent geworden ist, so daß sich wie bei den Flagellaten zwischen dem Centriol des Caryosoms und dem des Blepharoplasts dauernd eine Centrodesmose (Rhizoplast) ausdehnt und die Gestalt der Flagellaten mitbestimmt, kann die nächste Teilung keine Querteilung sein, sondern es muß eine Längsteilung erfolgen, und die Flagellaten klappen dann um 180° auseinander. Die Längsteilung der Flagellaten ist ein Postulat der Morphogenese dieser Protisten.

Von großer Wichtigkeit für die Zellenlehre sind ferner die Ergebnisse der Untersuchungen an tripyleen Radiolarien von Borgert (Arch. für Protistenkunde Bd. XIV 1909); der Autor kommt zu dem Schluß, daß die chromosomenartigen Kernelemente einen »hohen Grad der Selbständigkeit besitzen«, und daß die »einzelnen Chromosomen« »zu durch Teilung sich vermehrenden kleinen Kerngebilden werden«. Der Kern setzt sich aus einer »Unmenge einzelner sekundärer Kernanlagen« zusammen, und Hartmann bezeichnet auf Grund eigner Untersuchungen solche Kerne als »polyenergide Kerne«. So zerfällt im phylogenetischen Sinne der Kern in Partialkerne (Chromosomen) und wir finden hier ähnliche Forschungstendenzen, denen auch Ehrlich bezüglich seiner Vorstellung über Partialfunktionen der Zelle huldigt.

Die Morphe dieser Chromosomkerne würde dann nach Analogie der Spirochaeten und Spermien (Koltzoff, Arch. f. Zellforschung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

2. Bd. 1908) von besonderen fibrillären Differenzierungen der Chromosomen, die in der Tat Bonnavie (Arch. f. Zellforschung 1908) nachgewiesen hatte, getragen. In nach Giemsa gefärbten Ausstrichen aus dem Hoden von *Macacus cynomolgus* L. konnte ich 1906 stellenweise diese Fibrillen isolieren (Fig. 5 *f*, *n*, Nucleolus mit einem centriolartigen Einschluß). Da sich nach meinen früheren Untersuchungen Fibrillen nicht teilen, sondern de novo entstehen, bedarf die Lehre von der Längsspaltung der Chromosomen einer Revision. Vielleicht sind die Enkelchromosomfibrillen bereits sehr früzeitig angelegt, wofür die von Němec beobachtete frühe Spaltung von *Allium*-Chromosomen, die ich bestätigen kann, sowie die zweite Spaltung der *Aulacantha*-Chromosomen nach Borgert sprechen würde.

Hamburg, 30. Mai 1909.

## 3. Nachtrag zur Gastrotrichen-Fauna Plöns.

Von Dr. phil. M. Voigt, Oschatz, Sachsen.

(Mit 3 Figuren.)

eingeg. 11. Juni 1909.

Ein kurzer Aufenthalt in Plön gab mir Gelegenheit, Proben aus dem an Gastrotrichen reichen Schloßparkteich zu untersuchen. Leider erschwerten die ungünstigen Lichtverhältnisse der wenigen Wintertage (28. Dez. 1908—5. Jan. 1909), die zur Verfügung standen, die Untersuchung außerordentlich. Die Veröffentlichung meiner Befunde gibt mir aber erwünschte Gelegenheit zu einer Reihe von Berichtigungen. Wie ich im Nachwort meiner Arbeit über die Rotatorien und Gastrotrichen der Umgebung von Plön (Plön. Forschungsber. Bd. XI. 1904) hervorhob, konnte ich bei der Bearbeitung der Gastrotrichen in den meisten Fällen nicht auf die Originalabhandlungen zurückgehen, sondern mußte die Bestimmung nach der Monographie der Gastrotrichen von Zelinka (Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XLIX. 1889) vornehmen. Die Unterlassungssünde hat sich gerächt, und ich bin Herrn Professor Dr. A. Collin (Berlin) sehr zu Dank verbunden, daß er mich bei einem Vergleich meiner Zeichnungen mit den Originalabbildungen auf die Differenzen aufmerksam gemacht hat.

Von den in meiner Arbeit namhaft gemachten Gastrotrichen erwiesen sich als falsch bestimmt die unter den Bezeichnungen *Chaetonotus acanthodes* Stok., *Dasydytes saltitans* Stok. und *Dasydytes goniathrix* Gosse angeführten Formen. Zweifelhaft ist mir noch, ob die von mir als *Dasydytes bisetosus* P. G. Thompson beschriebene und abgebildete Art nicht doch mit den Tieren übereinstimmt, die Thompson bei der Untersuchung und Aufstellung dieser Species vorgelegen haben.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zoologischer Anzeiger

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: 34

Autor(en)/Author(s): Prowazek S.

Artikel/Article: Bemerkungen zu einer Theorie der Cytomorphe. 712-717