

(Mörch) Gott., *M. Flotowiana* (N. ab E.) Schffn., *M. hibernica* (Hook.) Gott., *M. radiculosa* (Steph.) Schffn.

4. Die andere Gattung: *Calycularia* Mitt. gehört zu den *Codo-
nioideae* (und zwar zu den Gattungen dieser Gruppe mit grundständigen Elaterenträgern) und setzt sich zusammen aus folgenden Arten: *C. crispula* Mitt., *C. birmensis* Steph. und *C. laxa* Lindb. et Arn.

5. Ueber den Sporogonbau der genannten Pflanzen werden neue Beobachtungen mitgetheilt und einige mangelhafte frühere Angaben berichtet.

Kerntheilung und Vermehrung der *Polytoma*.

Von S. Prowazek (Wien).

Mit einer Tafel (I).

Um die feineren Kernverhältnisse der Flagellaten sowie ihr weiteres Verhalten während der Theilung einem genaueren Studium zu unterziehen, wurden von einer reichhaltigen Cultur der *Polytoma uvella* Ehrb. mehrere Separateulturen angelegt und ihre Vermehrungsverhältnisse eingehender untersucht. Die besagte Flagellatenform fand in Raoul Francé einen trefflichen Monographen, auf dessen Darstellung einzugehen ich vielfach die Gelegenheit benutzen werde.

Die Bewegung der *Polytoma uvella* ist sehr charakteristisch; die beiden terminal sich nur in unbedeutender Weise verschmälernden, peitschenförmigen Geisseln sind in eigenthümlicher Weise nach hinten gerichtet, und von ihrem Insertionspole aus betrachtet, erscheinen sie oft im Uhrzeigersinne nach zwei verschiedenen Richtungen gewendet, so dass durch die folgenden peitschenden Bewegungen eine eigenartige, rasche, anscheinend pendelnde Körperrotation, die die ovoide Zellgestalt noch in ihrer Art unterstützt, zu Stande kommt. Rückwärtsbewegungen, die bekanntlich bei anderen Flagellatenformen recht häufig sind, erfolgen hier viel seltener — nur in älteren, erschöpften Culturen schien dies häufiger der Fall zu sein — offenbar erfolgte hier durch die Function eine Art von „locomotorischer physiologischer Bahnung“ in den elementaren Constituenten der Geissel, derzufolge die Contractionswelle, auf die die Bewegung der Geissel zurückzuführen ist, fast stets nach einer Richtung und in einer Art sich vollzieht. — Es sei hier anschliessend zunächst noch eines bemerkenswerthen Tropismus unserer Flagellaten gedacht. Lässt man einen offenen Tropfen mit Polytomen im Dunklen unter gleichbleibenden Verhältnissen und normaler Zimmer-temperatur eine Zeit lang stehen, so sammeln sich bald die Flagellaten an einzelnen Stellen und Randpartien des Tropfens in ungeheuren Mengen an und finden hier bei vorschreitender Verdunstung den Tod. Es sind dies vornehmlich diejenigen Stellen des Tropfens, wo der Tropfenrand weniger gespannt ist und flacher erscheint, sowie mehr im centrifugalen Sinne vor-

gerückt ist — das Verhältniss bleibt dasselbe, selbst wenn man den Objectträger geneigt hinlegt, so dass der Tropfen auf der einen Seite stärker gespannt ist — auch hier sammeln sich die Polytomen an besonderen Stellen der optimalen Spannung, die oft gerade der Stelle stärkerer Spannung entgegengesetzt ist; dieses Phänomen lässt sich auch umkehren und kehrt selbst nach mannigfachen Variationen der äusseren Bedingungen in seiner charakteristischen Weise immer wieder. Vielleicht lässt sich diese Erscheinung als eine Art von Spannungstropismus, als eine Contactwirkung auffassen, von der ja auch der Thigmotropismus bei den Protisten schon bekannt ist. Verworn führt in seinen psycho-physiologischen Protistenstudien als thigmotropisch Diatomeen, Oscillarien, hypotriche Infusorien und Dewitz, vielleicht mit Unrecht, die Spermien der *Periplaneta orientalis* an.

Die Geisseln der *Polytoma* sind ziemlich homogen, grünlich schimmernd, zucken nach dem Abreissen mehrmals und verquellen dann unter terminalen Blasenbildungen. An der Basis der mit Picrinsublimatossmiumessigsäure (nach Rath) conservierten Geisseln glaube ich eine minutiöse, körnige Netzstruktur wahrgenommen zu haben, die nach Möglichkeit in Fig. 10 skizziert wurde. Die Geisseln entspringen einer knopfförmigen, mit Eisenhaematoxylin schwarz sich färbenden, aber leichter in der Beize sich wieder entfärbenden plasmatischen Differenzierung, von der man auf günstigen Schnittpräparaten eine feine fadenförmige, anscheinend aber noch zusammengesetzte Structurausbildung gegen den Kern zu verlaufen sieht; sie endet an einer dunkleren, calottenartigen Plasmadifferenzierung um den Kern (Fig. 16); noch besser kann man diese Structur an conservierten (mit dem oben genannten Rath'schen Gemisch), aber nicht weiter behandelten Flagellaten erkennen; in diesem Falle verläuft dann ein äusserst zarter, fibrillärer Strahlenkegel von der Geisselbasis gegen den Kern; diese Structureigenthümlichkeit wird noch in den Anfangsstadien der Theilung, sobald der Kern terminal rückt, besser sichtbar. Die knopfartige Plasmadifferenzierung, die Francé offenbar schon beobachtet hat („Die Insertionsstelle der Geisseln ist. . . durch ein kleines über die Körperoberfläche hervorragendes Wärzchen besonders gekennzeichnet“), ist insofern von theoretischem Interesse, als sie mit den Basalkörperchen vieler Flimmerepithelien der Metazoen verglichen werden kann, die nach der Theorie von Henneguy und Lenhossèk mit den Centrakörperchen zu vergleichen wären und gewissermassen Differenzierungen des Kinoplasmas sind. Ein Flimmerhaar würde in diesem Sinne zu seiner Bewegungsfuction weder des Plasmas noch des Kernes, sondern nur der Basalkörperchen bedürfen. Der physiologische Theil der hier nur angedeuteten Theorie, der in der Auffassung der Körnchen als kinetischer Centren ausklingt, lässt sich wohl schwer nachweisen. — Versuche von Peter würden wohl für eine derartige Annahme sprechen, dagegen sprechen aber Versuche von Meves

und Experimente an Flagellaten und Protozoen, die mehrere Protozoenforscher angestellt haben; auch würden hier im gleichen Sinne eigene Untersuchungsergebnisse, die an *Convoluta*-fimmern, Protozoen und Dinophiluscellen gewonnen wurden, anzuführen sein. — Es ist hiebei in erster Linie der Umstand zu berücksichtigen, dass die Operation (Schnitt oder Druck) auf so zarte, sonst auf Reize so fein reagierende, eindimensionale Plasmadifferenzierungen zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Umständen in mannigfacher Weise und oft recht heftig (tödtend, lähmend) einwirken wird, so dass die Deutung der Versuchsergebnisse immer unsicher bleiben wird, — ferner muss aber in Erwägung gezogen werden, dass die Geissel aus contractilem Plasma besteht, dass sie ferner auf Grund von zahlreichen directen Beobachtungen zuweilen nur terminal flimmert und so ihr selbst entschieden eine Autonomie der Bewegung zukommt und dass die eventuellen Basalkörperchen sammt noch weiteren Differenzierungen, die bei vielen anderen Formen in der letzten Zeit Henrique Plenge nachgewiesen hat, nur zur weiteren Regulierung und theilweisen Ernährung des Geisselapparates dienen sollen. — Auf den morphologischen Theil der Theorie mag hier nicht eingegangen werden.

Zum Zwecke der Kernuntersuchung wurden die Polytoemen in Gläschen, die zur Untersuchung der Harnsedimente verwendet werden, mit dem Rath'schen Gemisch conserviert, dann mit der Cori'schen Handcentrifuge centrifugiert und in demselben Gläschen bis zur Paraffineinbettung weiter behandelt und schliesslich in 2, 3 und 4 μ dicke Schnitte zerlegt und auf dem Objectträger mit dem Heidenhain'schen Eisenhaematoxylin (s. Lee-Mayer, Mikroskop. Technik) mit oder ohne Bordeauxrothvorfärbung gefärbt.

Der Kern der Flagellaten ist rundlich, liegt in der Mittellinie der Geisselbasis etwas genähert und ist von einem dichter structurirten, annähernd netzig-körnigen Plasma umgeben. Die Membran ist als ein deutlicher zarter Strich wahrnehmbar, ihr anliegend findet man gerade noch sichtbare chromatische Granulationen, von denen hier und dort undeutliche Fäden oder vielleicht Septen gegen einen mit Eisenhaematoxylin tief schwarz sich färbenden, compacten Körper — den wir vorläufig mit dem indifferenten Namen Innen- oder Binnenkörper belegen wollen — hinziehen. Der Kern unserer Form ist demgemäss ziemlich primitiv structurirt und gehört einer Uebergangsform der bläschenförmigen, mit einer Kernsaftzone ausgestatteten Zellkerne der niederen Flagellaten an, denen sich dann Kerne mit einem Innenkörper und deutlicherem peripherem chromatischem Gerüstwerk, wie etwa die der *Chilomonas*, anschliessen; den höchst differenzierten Mastigophorenkern besitzt wohl *Euglena* mit den ihr verwandten Formen.

Unser besonderes Interesse erregt aber ein mit Obj. 7 schon recht gut wahrnehmbares, kleines rundliches Körnchen, das auf den primitiven Stadien durch eine Art von „Stielbildung“ mit

dem Innenkörper im Zusammenhange steht und von dem unten noch weiter die Rede sein wird.

Was die Vermehrung der *Polytoma* anbelangt, so erfolgt sie bekanntlich durch mehrere aufeinanderfolgende Theilungen im freibeweglichen Zustand innerhalb der schon mehrfach beschriebenen äusseren Pellicularhaut; auf dem Höhepunkt der Entwicklung entstehen durch fortgesetzte Theilungen innerhalb der Mutterhülle acht Sprösslinge; später, sobald die Theilungsenergie im Sinken begriffen ist, bilden sich auch nur vier, ja zwei Tochterindividuen aus. Da nun nach Krassiltschik und Francé (obzwar die beiden Autoren bezüglich des Zeitpunktes nicht übereinstimmen) nach diesen Theilungen eine Copulation erfolgen soll, die ich aber, abgesehen von einigen zweifelhaften Fällen, nicht einmal nach Anwendung von morphogenen Reizen beobachtet habe, die ich jedoch trotzdem nicht in Abrede stellen möchte. — so könnte man wenigstens in den letzten Theilungen eine Art von vorbereitendem Reductionsprocess der später copulierenden Kerne nach Analogie der Spermatoocytenreduction der Thiere vermuthen; leider kann man die Zahl der Chromosomen bei den früheren Theilungen wegen ihrer Kleinheit nicht mit der gewünschten Sicherheit feststellen, und wir müssen uns demgemäss hier auf die blosse Vermuthung und den Hinweis einer nur quantitativen Reduction der Tochterkerne, die kleiner und chromatinärmer sind, beschränken.

Den äusseren Verlauf der Theilung, die eine modificierte Längstheilung ist, bringen die Fig. 1—11, die alle nach dem lebenden Material gezeichnet wurden, zur Anschauung.

Vor der Theilung wird zunächst die Kernsaftzone grösser und das früher erwähnte Körnchen beginnt sich zu strecken, bis die „Stielbildung“, die es anscheinend mit dem Innenkörper verband, schliesslich schwindet (26a) und es sogar in einer Hervorragung der Kernsaftzone frei daliegt (26b); sodann wandert es gegen die Membran, durchdringt diese (27), erregt im äusseren Plasma zuweilen eine minutiöse „Hof“-Bildung und beginnt sich unter eigenen Dehnungserscheinungen einzuschnüren und zu zertheilen. Stadien, die in ihrer jedesmaligen charakteristischen Ausbildung in den Fig. 28—32 abgebildet wurden; das weitere Verhalten des anscheinend sich theilenden Körnchens ist von da an etwas unklar, doch wurde es dem jedesmaligen Thatbestande gemäss genau in seiner Ausbildung auf den folgenden Stadien gezeichnet. Der Kern verändert sich nun deutlicher und nimmt im Sinne der Zellachse eine ovoide Gestalt mit polaren körnigen Verdichtungen an, die sodann in eine „Spindelform“ übergeht (Fig. 34), wobei gleichzeitig der Kern gegen die Geisselbasis und ihre plasmatische Differenzierung hinwandert. Bald darauf lichtet sich der nur spindelförmige Innenkörper vom Centrum aus, wird feinkörnig und zertheilt sich über ein nun sichtbares Reticulum (Fig. 35), aus dem die Fasern der künftigen Spindel hervorgehen (Fig. 36, 37).

Der Kern theilt sich also auf dem Wege der indirecten Theilung, von der schon Blochmann ein Bild in einer kurzen Notiz (im Biologischen Centralblatt) geliefert hat. Die Chromosomen der Spindel (Fig. 21, 37, 38a und b, 39) bestehen aus wenig Körnchen, sind compact, färben sich intensiv und laufen in Vielen Fällen polar etwas spitz aus; ihre Zahl dürfte 10 nicht um Vieles überragen. Die Zertheilung der Spindel wurde in den Fig. 38—43 genau dargestellt, so dass nicht viel über ihren Verlauf zu schreiben übrig bleibt. Die Kernwand scheint hier nie vollkommen zu schwinden, und wir würden in dieser Kerntheilung abermals eine Analogie zu der intranuclearen Spindel des Kleinkernes der Ciliaten besitzen.

Erwähnung verdient noch die Detailbeobachtung, derzufolge die Spindelreste, die sich zwischen den Tochterkernen noch ausdehnen, im Verlaufe ihrer Dehnung zwei knotige Verdickungen etwa im Sinne der Spindelplatte Hoffmanns erhalten, die aber genetisch eben auf Grund ihrer Lagebeziehung mit den früher schon erwähnten räthselhaften Körnchen nichts zu thun haben. Hiemit hätten wir aber gleichzeitig den interessantesten Punkt der vorliegenden Untersuchung gestreift und legen uns gleich die bestimmte Frage vor — wie soll das oben geschilderte Korngebilde aufgefasst und gedeutet werden? — Auf Grund seiner Auswanderung, seiner zeitweiligen „Hofbildung“ und seiner Zertheilung möchte ich es mit einer Zelldifferenzierung im Sinne eines Centrosomas vergleichen, wiewohl gerade die entscheidende Beobachtung — und dies mag hier noch einmal ausdrücklich betont werden, — das Verhalten des Körnchens bei der eigentlichen Spindelbildung nämlich trotz vielfacher Bemühungen nicht einwandfrei (siehe Zeichnungen) angestellt werden konnte. — Bei den niedersten Formen der Flagellaten und Rhizopoden liegen in dem erörterten Sinne höchst interessante und anscheinend primitive Verhältnisse vor, die allerdings im Allgemeinen viel zu wenig untersucht wurden, als dass man jetzt schon aus den einzelnen Beobachtungen weitgehende Schlüsse zu ziehen berechtigt wäre.

Bei den niedersten Flagellaten scheint nach den älteren Untersuchungen von Fisch bei einigen Formen eine Art von Nucleocentrosoma vorzuliegen, gegen das polar auf gewissen Theilungsstadien chromatische Körnchenzüge convergieren.

Es möge aber hier auch darauf aufmerksam gemacht werden, dass gerade schon bei niederen Formen, wie *Monas*, *Oxyrrhis* u. a., Andeutungen einer indirecten Theilung beschrieben wurden. Genau wurde die Structur und das Verhalten des Nucleocentrosomas von Keuten und Blochmann bei der Theilung der *Euglena* untersucht. Im Sinne seiner Function erscheint es mir im Hinblick auf weitere Vergleiche von Wichtigkeit, dass das Nucleocentrosom bei der Theilung mehr „drückt“ und „stemmt“ und nicht etwa im Sinne einer Zugfunction thätig ist. Das Nucleocentrosoma der *Euglena* ist mit den centrosomalen Differenzierungen sammt der sich dazwischen ausspannenden Central-

spindel des Kleinkernes der Ciliaten zu vergleichen, die sich aber bei diesen selbständig ohne weitere Anknüpfungspunkte in diesem Sinne ins Extreme ausgebildet haben. Um das phylogenetische Verhalten der Centrosomen der Metazoen zu ermitteln, ist es wohl richtiger, die diesbezüglichen Verhältnisse bei den höheren Flagellaten genauer zu studieren und zu vergleichen. Höchst interessante Beobachtungen stellte in diesem Sinne Schaudinn an dem Nucleocentrosoma der *Oxyrrhis marina* an: „Hält man die Flagellaten in stark verdünntem Seewasser, so wird das Nucleolocentrosom gegenüber dem chromatischen Theil des Kernes sehr gross und rückt nicht selten an die Oberfläche oder auch ganz aus dem Kern heraus. Bei dem Beginn der Kerntheilung bildet dasselbe eine sehr grosse Spindel, während das Chromatin als winziger Ring den Aequator der Spindel umgibt; nach der Durchschnürung liegen die beiden Theilhälften des Nucleolocentrosoms neben der nicht getheilten Chromatinkugel. Das entgegengesetzte Verhalten konnte ich bei Culturen in sehr starkem salzhaltigem Meerwasser beobachten“ etc. Von diesem, zeitweise herauswandernden Nucleocentrosom wäre dann einerseits als eine nur auf die Centrosomen reducierte Bildung das strittige Körnchen der *Polytomeae*, das später auswandert, abzuleiten, andererseits darauf aber der schon neben dem Kern gelegene Centralkörper der *Diatomeae* zurückzuführen, von dem nach der Beobachtung Lauterborns die Centralspindel entsteht, die sodann als ein Garbengebilde in den Kern eindringt. — Karsten möchte das Vorkommen der Centrosomen der *Surirella saxonica* im Zellplasma nicht als so bestimmt behaupten und lässt derart die Möglichkeit eines Uebertrittes des Centrosomas in das Plasma zu Beginn der Theilung zu. Für den Ursprung des Centrosomas aus dem Kerninnern würde phylogenetisch auch der Centralkörper der Heliozoen und der Umstand sprechen, dass bei der Spermatogenese der Metazoen (*Helix*) der proximale Centrosomtheil in das Kerninnere eindringt. Auch bei den in Salzlösungen parthenogenetisch sich entwickelnden Seeigeleiern (Loeb) entsteht vermuthlich das neue Ovocentrum aus dem Kern. — In diesem Sinne werden aber erst weitere Beobachtungen die nöthige Aufklärung bringen. Der hier nur flüchtig entworfenen Vergleichung würde aber der von Schaudinn bei der *Paramoeba Eilhardi* entdeckte Nebenkörper insofern eine gewisse Schwierigkeit entgegenstellen, als er selbst kernähnlich aussieht und erst im Flagellatenzustand dieser interessanten Amöbe als Centralspindel functioniert; man muss wohl zu der Annahme die Zuflucht nehmen, dass dieser Körper abweichend von all' den oben geschilderten Gebilden phylogenetisch selbstständig entstanden ist und auf einen zweiten Zellkern zurückzuführen ist oder dass das Nucleocentrosoma sich in diesem Falle, was allerdings etwas unwahrscheinlich klingt, nur so aberrant kernähnlich entwickelt hat oder dass schliesslich dieser Nebenkörper zwar auf einen Tochterkern zurückzuführen ist, der

aber mit dem Mutterkern nicht aequipotent war, sondern nur die kinetischen Eigenschaften aus jenem in sich übernommen und ihn so gewissermassen der Rolle als Centronucleus beraubt hat.

Einen ähnlichen Nebenkörper, der bei weitgehender Eisenhaematoxylin-Differenzierung centralwärts eine Kornansammlung führte und der in der Nähe der Geisselbasis sich vorfand, konnte ich bei einer leider nur auf Schnitten näher bestimmten Flagellatenform — einem *Phylomitus* — constatieren; sein Verhalten auf einem Stadium der Kerntheilung zeigt Fig. 24. — Diese Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit eines so wichtigen Zelleiborganes innerhalb einer Gruppe, wie es die Mastigophoren sind, muss einen jeden Phylogenetiker bei der Verwendung solcher Zellorgane für seine Speculationen zu einer besonderen Vorsicht gemahnen und dies in unserem Falle umsomehr, als viele Zelldifferenzierungen gelegentlich ein gleichartiges Aussehen gewinnen und ein Ausgangspunkt für Strahlungserscheinungen, die man nach den Untersuchungen Morgans auch künstlich hervorrufen kann, sein können. — Abschliessend mit dieser hier nur skizzierten Betrachtung möchte ich noch auf die Fig. 15 die Aufmerksamkeit lenken, wo ein pathologischer Theilungszustand mit zwei deutlichen Körnchen und dementsprechend ausgebildeter Membran abgebildet wurde.

Hier anschliessend wollen wir noch den Verlauf der Zelltheilung der Polytoma in Bezug auf die Polarität der Tochterzellen betrachten.

Wie schon Francé hervorhebt, ist die Polytoma nach dem monaxonen Typus aufgebaut. Bei der Theilung rückt zunächst der sich vergrössernde Kern gegen die Geisselbasis wogegen sich die hernach ausgebildete Spindel stets gegen die eine Seite (Fig. 3, 4, 20—23) anlegt, deren Peripherie auch bald eine stärkere Spannung und Aenderung im Lichtbrechungsvermögen erleidet, so dass man nicht im Stande ist, genau festzustellen, ob das Basalkörperchen auch einer Theilung unterworfen war und nun das eine Theilstück dieses gegen den neuen Apicalpol hinwandert. Inzwischen stellt sich die Spindel, beziehungsweise ihre Descendenten wiederum senkrecht, und von der ihr näheren Seite beginnt sich eine Zelleib-Einschnürung auszubilden, die Anfangs schief, später aber horizontal ist. Die Pole der zwei Tochterzellen markieren wohl am besten die bald einseitig auftauchenden Vacuolen, die leicht zu beiden Seiten der horizontalen Einschnürung mittelst einer stärkeren Vergrösserung nachweisbar sind. Die Theilungsfläche der Viertheilung steht zu der hier eben betrachteten Horizontalfläche der Zweitheilung senkrecht¹⁾; in der Fig. 8 wurden durch die + die künftigen nebst dem durch Vacuolen gekennzeichneten Geissel-

¹⁾ In einzelnen Fällen bildete sie wohl einen spitzen Winkel, ja in drei Fällen entstanden auf diese ins Extrem gerückte Art und Weise kleine unansehnliche Zwergzellen, deren Existenz und Auftreten mit Rücksicht auf das Reductionsproblem sehr interessant ist.

pole markiert; die Pfeile geben die Richtung der Wanderung des ursprünglichen Poles an. Auf diese Weise ist es verständlich, dass auf vielen Viertheilungsstadien zwei Tochterzellen mit ihren breiteren, die Amylumkörner bergenden, distalen Enden der Geisselbasis der gemeinsamen Mutterhülle anliegen. Stets liegt aber das eine Individuum etwas weiter über der Geisselbasis, die ja einer Plasmaturberkel ansitzt, von der aber überdies noch ein feines Fädchen, das ich mit starken Immersionsystemen ($\frac{1}{12}$, Compen. Ocul. 12) mehrfach beobachten konnte, stets gegen das eine Tochterindividuum verläuft, das nun die Locomotion der ganzen Gruppe besorgt. In diesem Sinne wäre die Vermuthung Bütschlis und Steins, dass die beiden Geisseln mit dem einen „Sprössling im Zusammenhang bleiben“, gegenüber der Angabe von Francé bestätigt. — Wir sehen hier, dass im Laufe der Entwicklung stets eine Aenderung in der Zellpolarität, der im Hinblick auf die Art der Zelltheilungen bekanntlich manche Morphologen in etwas übertriebener Weise das Primat unter den Differenzierungsprincipien zuzusprechen geneigt wären, eintritt, die wohl durch einen langsamen Rotationsstrom des Plasmas im Inneren des Zelleibes wie bei manchen Entwicklungsprocessen der Metazoen-eier eingeleitet wird. Aenderungen der Zellpolarität treten vielfach bei Zelltheilungen, bei Regenerationen im Thier- und Pflanzenreich ein und sind wohl regelmässig bei der Spermatogenese vieler Metazoen.

Treten auf dem oben betrachteten, umpolarisierten Viertheilungsstadium keine weiteren Theilungen ein, so bildet sich zunächst auf dem Apicalpol der Tochterzellen eine Plasmaturberkel aus, von der die Anfangs noch kurzen, nicht so versteiften, leicht flimmernden Geisseln entstehen. Auf diese Art erhält auch das die Mutterhülle in Bewegung setzende Tochterindividuum auf der Gegenseite eine Geissel, die aber zunächst nicht synchron mit der Muttergeissel schwingt. Vor dem Auskriechen der Sprosse werden die beständigen rotierenden Bewegungen etwas sistiert, die Schläge der Geissel unregelmässig, und schliesslich platzt die Hüllhaut, die zart punktiert erscheint, auf der einen Seite, und die Tochterzellen schwärmen langsam in Pausen aus; zuletzt verlässt die die Locomotion besorgende Tochterzelle die gemeinsame Hülle, wobei sie sich unter einem deutlich wahrnehmbaren Ruck von der Geisselbasis losreisst — in Kurzem hört auch der Schlag der Muttergeisseln auf, die nun mit ihren etwas keuligen Enden aus einer Vertiefung der leeren Hüllhaut entspringen.

Da den Tochterindividuen auch eine gewisse metabolische Beweglichkeit zukommt, so werden sie oft in der gemeinsamen Hüllhaut verschieden orientiert, eine Erscheinung, die auf Achtheilungsstadien deutlicher wird.

Zum Schlusse seien noch einige morphologische und physiologische Detailbeobachtungen erwähnt.

Peripher bemerkt man an der Polytomazelle mittelst stärkerer Vergrößerungen einen körnigen Saum, der auf eine Art von Alveolarsaum hindeutet (Fig. 4). Flach von dem Microtommesser getroffene Pellicularhäute der *Polytoma* zeigten nach der Eisenhaematoxylinfärbung eine oberflächliche runzelige, unregelmässige Sculptur, die je nach dem Grade der Eisenhaematoxylin-differenzierung schwarz oder hellgrau war (Fig. 14). Sie dürfte, wiewohl sie ein Kunstproduct ist, doch auf tiefere Structureigen-thümlichkeiten hindeuten.

Polytomen, die unter dem Deckglase in der feuchten Kammer in stetig an Nahrung ärmer werdenden Culturen gehalten wurden, zeigten alsbald eigenartige Degenerationserscheinungen; zunächst wurden die Einschlüsse corrodirt, verkleinert und rückten mehr gegen den Kern oder die Vacuole zu. Die Pigmentosa des Augenfleckes zerfiel in einzelne hellgelbliche Tröpfchen, und das Plasma nahm, wie unter der Einwirkung gewisser Salze, ein homogeneres grünliches Aussehen an; vielfach traten seitlich alveoläre Räume auf, die zuweilen eine schaumartige Structur besaßen (Fig. 12). In vielen Fällen wurden die Amylumkörner in eine dunkelviolette, feine, krümelige Masse verwandelt, die in höchst charakteristischer Weise an einzelnen Stellen, die sich später verbreiterten, unter der Pellicularhülle zur Abscheidung gelangte (Fig. 13).

Die Vacuolen der *Polytoma* pulsieren in circa 20 sec (Zimmer-temperatur) im abwechselnden Rhythmus — ihre Bildungsweise wurde zutreffend von Francé in einer Monographie der Polytomeen geschildert; was den zu der sich bildenden Vacuole hin-führenden „zuleitenden Gang“ anbelangt, so konnte ich eine der-artige Bildung nur in der Gestalt einer zwei Vacuolendurchmesser etwa in der Längenausdehnung betragenden Spalte constatieren.

Figuren-Erklärung (Taf. I).

1. Kern einer normalen, conservierten *Polytoma uvella*.
2. Kern vor der Theilung.
3. Ausbildung der Spindel.
4. Andeutung eines Alveolarsaumes.
- 5—7. Weitere Theilungsstadien.
- 8—9. Viertheilungsstadium.
10. Mutterhülle mit den basalen Geisseltheilen; das eine Tochterindivuum ist im Auskriechen begriffen.
11. Achttheilungsstadium.
12. Degenerationsstadium. Vacuolen und Schaumbildungen.
13. „ Absonderung einer violetten Substanz.
14. Sculpturen eines Theiles der flach angeschnittenen Pellicularhülle.
15. Abnormes Theilungsstadium; dieses wie alle (mit Ausnahme von 17, 20, 22) folgenden Stadien sind mit Eisenhaematoxylin gefärbt (3 μ dicke Schnitte).
16. Andeutung eines fibrillären Zusammenhanges der Geisselbasis mit dem Kern.
17. Dasselbe, vor der Kerntheilung. Fibrillen-Konus. Vital.

18. Normaler, gefärbter Flagellat.
 19. Ausbildung der Spindel.
 20. Spindelstadium, vital.
 21. Dasselbe, 2μ dicker Schnitt. Eisenhaematoxylin.
 22. Zertheilung der Spindel, vital.
 23. Weiter vorgeschrittenes Stadium.
 24. Analoges, nur noch etwas weiter vorgeschrittenes Stadium eines im selben Präparate vorkommenden Phyllomitusflagellaten mit besonderer „Nebenkerndifferenzierung“. Ansicht von oben.
 25. Normaler Kern der *Polytoma* mit dem „gestielten“ fraglichen Körnchen.
 - 26 a u. b. Auswanderungsstadien.
 - 28—32. Theilungsstadien dieses Korngebildes.
 33. Eigenartige Gestalt vor der Theilung.
 - 34 a—b. Der Kern nimmt eine ovoide, dann c, d, e spindelförmige Gestalt an und wandert gleichzeitig zur Geißelbasis hin.
 35. und 36. Vorbereitung des Kernes zur Spindelbildung.
 37. Aelteres Stadium.
 - 38 a u. b. Spindelstadium.
 39. Wanderung der Chromosomen.
 40. Aelteres Stadium — dasselbe.
 - 41, 42, 43. Bildung der Tochterkerne. — Spindelreste mit doppelter centraler, minutiöser Anschwellung.
 44. Hart aneinanderliegende Tochterkerne.
- Alle Figuren mit der Leiz $\frac{1}{12}$ Oelimmersion Apert. 1:30 und Fig. 1—9, 11—16, 18—19, 23, 25—28, 33—35, 41 u. 44 Compen. ocular. 8. Fig. 10, 17, 20—22, 24, 29—32, 36—40, 42, 43 mit 12 Compen. ocular gezeichnet.

Literatur-Uebersicht.

1. Francé Raoul. Die Polytomen, eine morpholog. entwicklungs-geschichtliche Studie. Taf. XV—XVIII u. 11 Textfig. p. 295. Jahrbücher f. wissenschaftl. Botanik. 26. Bd. 1894.
Dort ist auch die frühere, hier im Besonderen nicht citierte Literatur angeführt.
2. Blochmann F. Kl. Mittheilungen über Protozoen, 2. Kerntheilung v. *Polytoma uvella*. Biol. Centralbl. 1894. Heft 3. p. 87—88.
3. Keuten J. Die Kerntheilung der *Euglena viridis*. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 60. p. 215. 1895.
4. Schaudinn F. Ueber Kerntheilung mit nachfolgender Körpertheilung bei *Amoeba crystalligera*. Sitzungsberichte d. kgl. Preuss. Akad. d. Wiss. 1894. XXXVIII.
5. — Ueber den Zeugungskreis v. *Paramoeba Eilhardi* n. g. n. sp. Sitzungsberichte d. kgl. Preuss. Akad. d. Wiss. 1896. II.
6. — Ueber das Centrankorn der Heliozoen etc. Verhandl. der deutschen zoologischen Gesellschaft. 1896.
7. Karsten G. Die Auxosporenbild. der Gattungen *Cocconeis*, *Surirella* etc. Flora 1900. 87. Bd. 3. Heft.
8. Plenge H. Ueb. d. Verbindungen zw. Geißel u. Kern etc. Verhandl. d. nat.-med. Vereines zu Heidelberg. N. F. 6. Bd. 3. Heft. 1899.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [051](#)

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

Artikel/Article: [Kerntheilung und Vermehrung der Polytoma. 51-60](#)