

Glycerin geboten wurde, den Goldfisch zur Deckung von 56,2% seines Gesamtumsatzes durch die gebotenen Stoffe, den Stichling zum Stoffansatz zu bringen.

Da der Fisch „trocken frisst“, wie Schiemenz gezeigt hat, d. h. kein Wasser mit den Nahrungsbissen verschluckt (und auch sonst kein Wasser in seinen Magen gelangt), aber überhaupt a priori die Aufnahme des 2—6fachen Eigenvolumens an Wasser pro Stunde durch den Darm als ein Ding der Unmöglichkeit betrachtet werden darf, so bleibt als Weg für die Aufnahme der gelösten Nahrung einzig und allein die respiratorische Oberfläche des Körpers: Haut und Kiemen übrig. Da bei den Fischen die Atmung durch die schlecht vaskularisierte Haut sehr gegenüber der Kiemenatmung zurücktritt, kann nur das Kiemenepithel, das den im Wasser gelösten Sauerstoff resorbiert, für die Aufnahme der im Wasser gelösten Nahrungsstoffe in Frage kommen. Und in der Tat gehen stündlich weit größere Wassermengen durch die Kiemen hindurch, als zur Lieferung der gelösten Nährstoffe erforderlich ist, wie Pütter rechnerisch nachweist.

Nach den Pütter'schen Untersuchungen haben wir also in den gelösten ausnutzbaren Stoffen, die in den natürlichen Gewässern vorhanden sind, die Grundlage der Fischnahrung zu sehen. Inwieweit etwa daneben in einzelnen Fällen und unter gewissen Bedingungen auch geformte Nahrung zur Verfügung stehen muss, ist vorläufig noch nicht zu entscheiden gewesen. Ein prinzipieller Unterschied ist wohl kaum gegeben in den beiden Ernährungsarten. Wahrscheinlich spielt die geformte Nahrung im allgemeinen eine um so größere Rolle, je weniger gelöste Stoffe vorhanden sind.

Alles in allem stehen wir hier einer Entdeckung von weittragender Bedeutung gegenüber. Die Perspektiven, die uns Pütter eröffnet hat, sind so völlig neuartig und überraschend, dass über die Wichtigkeit dieser Forschungen kein Wort weiter verloren zu werden braucht.

Polyenergide Kerne.

Studien über multiple Kernteilungen und generative Chromidien bei Protozoen¹⁾.

Von Max Hartmann.

(Aus dem Kgl. Institut für Infektionskrankheiten in Berlin.)

Bekanntlich hat Sachs vor einer Reihe von Jahren den Begriff der Energide in die Biologie einzuführen versucht, wobei er

1) Nach einem am 9. März 1909 in der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin gehaltenen Vortrag.

als Energide jeden Kern mit der von ihm beeinflussten Protoplasmazone definierte. Eine vielkernige Zelle besteht demnach aus vielen Energiden; sie ist eine polyenergide Zelle. Diese Auffassung hat sehr viel für sich, besonders wenn man mit dem Zellenbegriff zugleich die Vorstellung von einem Elementarorganismus verbindet; und eine Reihe von Einwänden, die man gegen die Auffassung der Zelle als Elementarorganismus mit Recht erhoben hat (Withman, Gurwitsch) lassen sich dabei beseitigen. Besonders tritt die Berechtigung dieser Auffassung bei den meisten vielkernigen, also polyenergiden Protozoen zutage, die bei der Fortpflanzung einfach in so viele einkernige, monoenergide Teile zerfallen, als vorher Kerne vorhanden waren (multiple Teilungen). Hier ist es zweifellos, dass jede kernhaltige Plasmapartie ohne weiteres als Elementarorganismus und vollwertige Individualanlage gelten muss. Nun kommen aber bei Protozoen nicht nur multiple Zellteilungen vor, sondern auch multiple Kernteilungen, bei denen in ähnlicher Weise wie dort die Zelle, hier der Kern mit einem Schlage in eine größere Anzahl von Tochterkernen zerfällt. In konsequenter Anwendung des Energidebegriffes müsste man hierbei die Auffassung vertreten, dass wie dort polyenergide Zellen, so hier polyenergide Kerne vorliegen, mit anderen Worten, dass auch ein Kern nicht immer eine einzige Einheit, eine Energide darstellt, sondern schon viele Energiden in ihm enthalten sein können.

Diese Auffassung hat sich mir zum ersten Male aufgedrängt, als ich im Winter 1904/5 in Neapel und Messina beim Studium der Fortpflanzung der Radiolarien mehrmals beobachtete, wie sich unter meinen Augen eine große (ca. 5—8 mm) einkernige *Thalassophysa* in eine Kolonie von Tausenden von mehrkernigen Individuen umwandelte²⁾, worauf sich diese einzelnen Individuen wiederum ihrerseits in eine große Anzahl von Schwärmen auflösten.

Im Laufe der letzten 4 Jahre habe ich dann diese Idee stets im Auge behalten und allmählich auch noch eine Reihe anderer cytologischer Probleme der Protistenkunde damit in Beziehung bringen können. Ich bin jedoch damit noch nicht an die Öffentlichkeit getreten, weil ich meine damals hauptsächlich am lebenden Material und Totalpräparaten gewonnene Auffassung noch nicht durch lückenlose entwicklungsgeschichtliche Kernstudien beweisen konnte und ich durch meine Übersiedlung nach Berlin nicht dazu gekommen war, diese Untersuchungen weiterzuführen. In der bisherigen Literatur lag aber nur eine einzige Angabe von Schaudinn (1904) für die Mikrogametozytenkerne von *Halteridium* vor, die man als Beweis für diese Auffassung hätte anführen können. Erst im Laufe des letzten Jahres wurde es mir durch die Mitarbeit des

2) Soweit hatte schon Brandt (1902) zuvor den Vorgang beobachtet.

Herrn Kollegen Dr. Hammer möglich, mein reiches fixiertes Material zu bearbeiten, und wir können nun die erwähnte Auffassung auch cytologisch vollständig bestätigen. Zu gleicher Zeit hat einer meiner Schüler, Herr Jollos (1909) bei der Coccidie *Adelea orata* einen besonders einfachen und klaren Fall der Entstehung eines polyenergiden Kernes aufgefunden, und Frl. Dr. Zuelzer, die mir öfters ihre Präparate demonstrierte, hat bei den verschiedenen Vermehrungsarten der interessanten Heliozoe *Wagnerella* ebenfalls überzeugende Befunde für das Vorkommen polyenergider Kerne gemacht, die trotz etwas größerer Komplikation sich leicht dem Jollos'schen Fall anreihen lassen. Schließlich sei noch erwähnt, dass inzwischen auch über Radiolarien einige Arbeiten erschienen sind (Brandt, 1905; Häcker, 1907), die sich in diesem Sinne verwerten lassen, und dass vor allem in einer demnächst erscheinenden Arbeit Borgert (1909) bei *Aulacantha* ganz übereinstimmende Befunde bringt, die er auch in diesem Sinne deutet. Der Zeitpunkt scheint mir daher geeignet, all diese Befunde übersichtlich im Hinblick auf die oben geäußerte Idee zusammenzustellen, sowie ihre Beziehungen zu anderen cytologischen Problemen speziell der Bildung der sogen. generativen Chromidien zu erörtern.

Ich beginne mit der Schilderung der Verhältnisse bei dem Coccid *Adelea*, bei dem sich, wie ich schon erwähnt, der einfachste Fall eines polyenergiden Kernes findet. Die gewöhnliche Fortpflanzung der Coccidien im infizierten Wirtstier ist eine multiple Zellteilung, die sogen. Schizogonie. Hier teilt sich in der Regel der Kern durch eine primitive Mitose, bis eine Anzahl Tochterkerne entstanden ist, und diese polyenergide Zelle zerfällt dann ziemlich plötzlich in so viele Einzelzellen, als Kerne vorher gebildet waren. Für *Adelea* haben nun Schaudinn und Siedlecki (1897) sowie Siedlecki (1899) eine multiple Kernteilung beschrieben. Bei einer Neuuntersuchung fand Jollos (1909) nun bei derselben Art alle Übergänge von einer gewöhnlichen Zweiteilung der monoenergiden (einkernigen) Zelle bis zu dem von Siedlecki beschriebenen Vorgang. Die Kernteilung vollzieht sich bei der Zweiteilung in Form einer primitiven Mitose, die sich ganz am Karyosom abspielt, während der Außenkern, der zu Beginn der Teilung kaum mehr chromatische Substanz enthält, ganz unbeteiligt ist. Derartige Kernteilungen sind ja bei Protozoen nichts Neues; besonders für Amöben und Trypanosomen (Hartmann und Prowazek, Nägler, Rosenbusch) sind sie neuerdings beschrieben worden. Wie bei den Kernen jener Amöben und Flagellaten ist auch hier im Karyosom ein Centriol als Teilungsorgan eingeschlossen, was für die richtige Beurteilung dieser Kerne von großer Bedeutung ist. Mit dem Karyosom kann sich nun auch der ganze Kern zugleich in zwei Kerne teilen und dem kann, wie wir ja das sonst bei Zellen ge-

wohnt sind, auch die Zellteilung unmittelbar folgen (Fig. 1 a u. b), was allerdings eine seltene Ausnahme ist. Gewöhnlich geht sogar die Teilung des ganzen Kernes nicht direkt Hand in Hand mit der Karyosom-Mitose, sondern vollzieht sich nachher. Der Prozess wiederholt sich dann, bis mehrere Kerne in der Zelle gebildet sind (Fig. 1 c). Der weitere Fall ist der, dass im Innern der erhalten



Fig. 1. Verschiedene Teilungsweisen bei *Atelea ovata* (nach Jollós).

bleibenden Kernmembran das Karyosom sich nicht einmal, sondern mehrmals hintereinander mitotisch teilen kann und dieser Kern, der also schon mehrere Tochterkerne im Innern enthält, sich dann nach und nach in die Einzelkerne zersmürt (Fig. 1 d). Der letzte Modus schließlich vollzieht sich so, dass auch diese Zersmürung des ganzen Primärkernes unterbleibt; die Kernmembran des Primärkernes wird einfach zum Schluss aufgelöst und die vorgebildeten Sekundärkerne zerstreuen sich hierauf im ganzen Plasma (Fig. 1, e—h).

Hier ist es wohl ohne weiteres klar, dass dieser letztgeschilderte Modus der Kernvermehrung sich von einer fortgesetzten primitiven Mitose des Kernes ableiten lässt, wobei einfach die Membran und die Kernhöhle des Primärkernes erhalten bleibt, weil eben alle wichtige Substanz im Karyosom konzentriert ist und die Mitose somit nur an letzterem stattzufinden braucht. Ebenso sicher ist es, dass jedes durch primitive Mitose entstandene Tochterkaryosom im Innern des Primärkernes als totipotenter Kern gelten muss. Der große Kern vor der multiplen Teilung ist somit unbedingt ein polyenergider Kern im eingangs erwähnten Sinne. Man kann ihn auch im Gegensatz zu einem monoenergiden Kern (Monokaryon) als Polykaryon bezeichnen.

Bei einer anderen Coccidie der *Eimeria schubergi* hat Schaudinn (1900) bei der Mikrogametenbildung gleichfalls eine multiple Teilung beschrieben, wobei sich das Karyosom in eine große Anzahl feiner Körner im ganzen Protoplasma zerstreut, aus welchen letzteren sich dann die Mikrogametenkerne bilden. Später hatte Schaudinn (1903) diese Karyosomzerstreuung als Chromidienbildung aufgefasst. Nach Untersuchungen an dem nahverwandten Kaninchencoccidium, *Eimeria stiedae*, die Herr Dr. Viereck in meinem Laboratorium unternommen hat, scheint es mir im hohen Grade wahrscheinlich, dass es sich auch bei dieser sogen. Chromidienbildung nur um den Zerfall eines polyenergiden Kernes handelt.

An die Befunde von Jollos schließen sich ganz die noch unveröffentlichten Ergebnisse von Frl. Dr. Zuelzer an der Heliozoe *Wagnerella* an, deren Benutzung mir Frl. Dr. Zuelzer in liebenswürdiger Weise gestattet hat. Auch hier teilt sich im Innern des Primärkernes das mit einem Centriol ausgestattete Karyosom fortgesetzt durch Zweiteilung, und so entstehen Kerne mit einer großen Anzahl von Karyosomen, von denen jedes einen Sekundärkern darstellt (Fig. 2 a—d).

Wie bei der *Adelea*, so haben auch hier die einzelnen Karyosome (Sekundärkerne) eine verschiedene Größe, was durch das ungleiche Wachstum der einzelnen Tochterkerne bedingt ist. Meist sind sie von einer helleren Zone mit radialgestellten Linienwänden umgeben (Fig. 2 a, c, d). Ich will hier nicht auf die verschiedenen komplizierten Fortpflanzungsweisen und das genaue Verhalten der Kerne dabei eingehen (multiple Kernteilung, Kernknospung etc.) und verweise auf die vorläufige Mitteilung von Zuelzer und ihre demnächst erscheinende ausführliche Arbeit. Erwähnt sei, dass bei der sogen. dicken Generation die Teilung der Karyosome im Primärkern besonders gut zu erkennen ist (Fig. 2), während bei dem polyenergiden Primärkern der dünnen Generation, bei der sich Kern und Zelle durch Knospung vermehrt, die Kernnatur der

Karyosome (Sekundärkerne) sich mit aller Deutlichkeit aus ihrem morphologischen Bau ergibt. Der Hinweis auf die oben genauer geschilderten Vorgänge bei *Adela* genügt wohl, um zu begreifen, dass es sich bei der Zerfallteilung, wie bei der fortgesetzten Kernknospung einfach um das Freiwerden aller resp. einzelner vorgebildeter, totipotenter Sekundärkerne aus dem polyenergetischen Primärkern (Polykaryon) handelt.

Besonders erwähnen möchte ich noch die Bildung der Gametenkerne bei *Wagnerella*, weil der Vorgang große Ähnlichkeit mit manchen Prozessen bei der später zu besprechenden Gametenbildung der Radiolarien (spez. *Autocantha*) aufweist. Es treten nämlich in der Umgebung des großen Polykaryons kleine von einem hellen Hof umgebene Chromatinbrocken auf, die sehr an die bei Foraminiferen beschriebenen Chromidien erinnern. Es sind offenbar

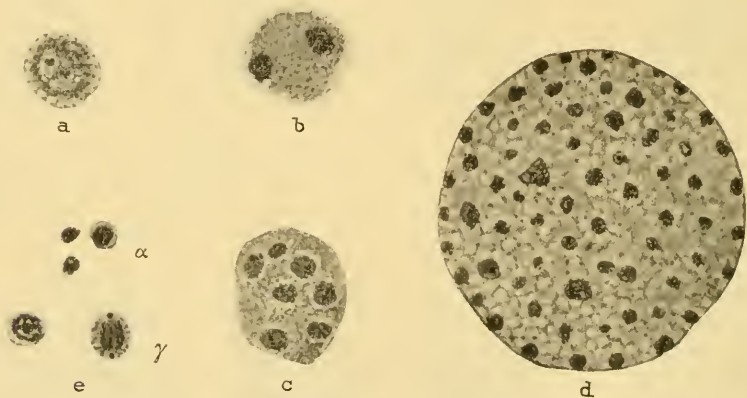


Fig. 2. Kernteilungen bei *Wagnerella* (nach Zuelzer).

Sekundärkerne, die aus dem Primärkern ausgetreten sind, wie wir es bei Radiolarien noch genauer kennen lernen werden. Jedes Chromatinkorn wird nun zu einem kleinen Kern, der sich weiterhin durch eine außerordentlich charakteristische Mitose vermehrt.

Für die verschiedenen komplizierten Kernvermehrungsvorgänge der *Wagnerella* dürfte die Berechtigung unserer Auffassung mithin ohne weiteres einleuchten.

Eine Reihe der von Zuelzer beschriebenen Vermehrungsvorgänge erinnert auffallend an Verhältnisse, wie sie Schaudinn und neuerdings Winter (1907) für verschiedene Foraminiferen beschrieben haben. - Speziell für *Calcituba* hatte Schaudinn (1895) eine Kernvermehrung angegeben, die prinzipiell mit den nach Jolloz und Zuelzer soeben geschilderten übereinstimmt. Beim Zerfall des polyenergetischen Kernes weist derselbe eine Anzahl äußerst gleichmäßiger Binnenkörper (Karyosome) auf, die sich dann als toti-

potente Kerne erweisen. Leider lässt sich aus der alten Arbeit von Schaudinn nicht erkennen, ob nicht auch hier die vielen Karyosome wie bei *Adelea* und *Wagnerella* durch fortgesetzte Zweiteilung entstehen. Dieser Punkt, der mir nach den Erfahrungen an *Wagnerella* äußerst wahrscheinlich vorkommt, müsste durch erneute Untersuchung des Objekts aufgeklärt werden.

Bei *Polystomella* und *Pencroplis* wiederholen sich diese multiplen Kernteilungen in der agamen Generation fortgesetzt, bis das ganze Protoplasma der Foraminiferen mit einzelnen Kernbrocken durchsetzt ist. Diese Kernbrocken werden von Schaudinn und Winter als ein Chromidialapparat betrachtet, aus dem sich später in der Geschlechtsgeneration einmal durch Zusammenfließen von einer größeren Anzahl derartiger Brocken ein sekundärer somatischer Kern³⁾ bildet, während aus den anderen jedes einzelne Korn durch Aufblähung zu einem echten kleinen Kern wird, der sich zweimal mitotisch teilt und hierauf bei der Zerfallteilung (Gametogonie) zum Gametenkern wird. Durch den Vergleich mit den oben geschilderten Verhältnissen bei *Adelea* und vor allem bei *Wagnerella*, wo wir eine ganz ähnliche Kernvermehrung und bei letzterem Objekt auch eine sehr ähnliche Gametenbildung kennen gelernt haben, scheint es mir im hohen Grade wahrscheinlich, dass auch bei den Foraminiferen die Verhältnisse in demselben Sinne zu deuten sind und dass sowohl die multiple Kernteilung im Beginn der agamen Generation, als vor allem auch die sogen. Chromidienbildung nur als fortgesetzte Teilung polyenergider Kerne zu deuten sind. Hierfür spricht auch der Umstand, dass die sogen. Chromidien stets aus gesonderten Körnern bestehen, die in derselben Weise wie kleine Karyosomkerne bei anderen Protozoen von einer hellen Kernsaftzone umgeben sind und dass jedes einzelne Korn später zu einem vollkommenen Gametenkern wird.

(Schluss folgt.)

Goebel, K. Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen.

Leipzig 1908. Verlag von B. G. Teubner,

In seiner amerikanischen Kongressrede¹⁾ hat Goebel Zweck und Ziele der experimentellen Pflanzenmorphologie klargelegt und die Grenzen für die junge Disziplin abgesteckt. Im vorliegenden Werke macht er zum erstenmal den Versuch, die Ergebnisse, welche die experimentelle Forschung für die morphologischen Probleme bisher gezeitigt hat, im Zusammenhang darzustellen, die Wege zu zeigen und die Arbeitsmethoden anzugeben, die dem erstrebten Ziele näher führen können.

3) Derselbe ist natürlich seiner Entstehung nach auch polyenergisch.

1) Goebel, Die Grundprobleme der heutigen Pflanzenmorphologie, s. diese Zeitschr. Bd. XXV, p. 65.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Hartmann Max

Artikel/Article: [Polyenergide Kerne. Studien u̇ber multiple Kernteilungen und generative Chromidien bei Protozoen. 481-487](#)