Beobachtungen über die Diatomeen.[1])

Von

P. Mitrophanow,

o. Professor d. vergl. Anatomie, Histologie und Embryologie an der K. Universität Warschau.

Während meines Aufenthaltes am Mittelmeere, im Herbst 1895 in Banyuls sur Mer, im Winter 1895/96 in Algier und im Frühlinge 1896 in Neapel, benützte ich auch die Gelegenheit, in einigen Beziehungen die Organisation der Diatomeen zu studieren, welche sich daselbst in ungeheuren Mengen auf den Seealgen oder einfach auf der Oberfläche des Meeres befinden. Meine Beobachtungen waren zufällig und können in keiner Richtung als vollendet gelten, doch scheint es mir, dass einige, welche sich auf die innere Struktur der Diatomeenzelle, wie auch auf die in den Diatomeen beobachteten Parasitismusfälle der Pilze (Chytridineae) beziehen, es verdienen, mitgetheilt zu werden.

Die ersten und ausführlicheren Beobachtungen fanden in Banyuls sur Mer, im bekannten, von Lacaze-Duthiers gegründeten Laboratorium statt.

Das Object der Nachforschungen war hauptsächlich Striatella Ag. (Hyalosira Kütz., Tessella Ehrenb., Thaumaleorhabdium Trev.); sie bietet die Sect. II der Gattung Tabellaria Ehrenb. aus der Familie Fragilarioideae-Tabellariae Tabellariinae der Gruppe Pennatae.[2])

Die Art, welche ich zu meiner Verfügung hatte, zeichnete sich durch stumpfe Winkel aus, weshalb ich sie provisorisch als Hyalosira obtusangula Kütz. bestimmt habe; aller Wahrscheinlichkeit nach ist es Striatella unipunctata Ag. (Schütt, l. c., S. 104; Fig. 182 E, F). Sie wurde von den zum Ufer nahe gelegenen und fadenartigen Algen anfangs September erhalten; leider wurden dieselben infolge eines Sturmes bald zerstört und später konnte ich

---

1) Diese Arbeit ist eine etwas verkürzte Uebersetzung einer russischen Abhandlung, welche die XVII. Lieferung (1898) der vom Verfasser in russischer Sprache herausgegebenen „Arbeiten aus dem Zootomischen Laboratorium der Universität Warschau" vorstellt und von einer chromolithographischen Tafel begleitet ist.

2) F. Schütt, Bacillariales (Diatomeae): Bacillariaceae. — Die natürlichen Pflanzenfamilien von A. Engler, Lief. 143—145, 1896, S. 104.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0297-8

schon diese interessanten Diatomeen in genügender Anzahl und im nöthigen Zustande nicht bekommen.

Ueberhaupt muss man hinsichtlich der Seediatomeen bemerken, dass sie für Veränderung der Bedingungen sehr empfindlich sind. In den Aquarien ohne fliessendes Wasser sterben sie sogar nach Verlauf einiger Stunden; viele Arten, wie auch die Striatella, erhalten sich schlecht sogar im fliessenden Wasser. Doch war es mir während einiger Tage möglich, die letztere jedesmal aus frischen, soeben aus dem Meere gebrachten Portionen zu studiren.

Ohne mich in eine ausführliche litterarische Bearbeitung zu vertiefen, die ich den speziellen Botanikern gänzlich überlasse, werde ich mich hier nur mit denjenigen Seiten der Organisation der von mir studirten Diatomeen beschäftigen, welche mir für die Lehre über die Zelle, als eines elementaren Organismus, interessant erschienen.

Infolge der verschiedenen Versuche, die Gesetze der Complication der organischen Formen aufzusuchen, hat sich die sehr verbreitete Meinung begründet, dass die Organisation der einzelligen Organismen (der sog. Protozoen) sich durch die Einfachheit auszeichnet, welche nur den sich noch nicht differenzirten Embryonalzellen der höheren Organismen eigen ist.

In Wirklichkeit ist diese Thatsache nur für die niedrigsten Vertreter aus der Gruppe der Sarcodinen richtig, denn schon ihre nächsten Verwandten sind zu solchen Complicationen fähig, welche wir nur in den am meisten differenzirten Elementen der höheren Thiere treffen.

In der grossen Mehrzahl der Fälle sind die freien einzelligen Organismen viel complicirter als die Gewebezellen, schon infolge der Mannigfaltigkeit ihrer Organisation. Ihre Fähigkeit zu theilweisen verschiedenartigen Complicationen scheint wirklich unbegrenzt, im Gegensatz zu der auch unbegrenzten Fähigkeit der Gewebezellen der höheren Thiere, sich in irgend einer Richtung zu compliciren.

Die freien Pflanzenzellen bieten vielleicht eine noch grössere Stufe der Complication infolge der Mannigfaltigkeit der Organoiden, welche sich in ihrem Körper befinden. Die Beobachtungen derselben sind für den Cytologen schon deshalb wichtig, damit er sich durch die scheinbare Einfachheit der Organisation nicht verblenden lasse, wenn die vorhandene Anzahl der Organoiden gering ist, wie es manchmal bei den Vertretern der niederen Thiere stattfindet. Diese

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0298-4

Einfachheit ist nur eine scheinbare, denn ihr ging eine complicirte organische Synthese voran.

Die Striatella stellt das Beispiel einer complicirten vegetativen Zelle bei verhältnissmässig einfachen Gegenbeziehungen ihrer Bestandtheile dar; deshalb wollen wir ihre Organisation aufmerksam studiren, um so mehr als diese Seediatomee überhaupt, so weit ich es erfahren konnte, noch nicht genug studirt ist.

Die Methode der Beobachtungen stellte in meiner Praxis nichts ausschliessliches dar. Ich wendete die gewöhnlichen Methoden der Fixirung und der Färbung an, wie ich es immer für das Studium der Zellenstrukturen und der Zellentheilung that. Die Diatomeen wurden in kleinen Gefässen und am besten mit einer Mischung von Chromessigosmiumsäure, Sublimat und Pikrinschwefelsäure fixirt und mit Saffranin, Hämatoxilin, Rubinmischung und Methylgrün gefärbt. Die Methoden der Färbung mit Methylenblau intra vitam und nach dem Tode, welche ich bei dem Studium der Bakterien anwendete,[1]) erwiesen sich wenig erfolgreich.

Die Manipulationen mit den Diatomeen, welche sich auf den Algen befinden, bieten nichts Schweres: es ist leicht, dieselben auf den Uhrgläsern in ganzen Gruppen zu fixiren und zu färben, und dann schon auf dem Präparate in Canadabalsam vor der Bedeckung mit einem Deckgläschen von einander zu trennen. Es verhält sich anders mit den einzelnen Exemplaren, z. B. mit der Striatella; hier ist die einzige Methode die der Manipulation auf dem Objectträger und unter dem Deckgläschen.

Für die Schnitte benützte ich die vorläufige Einschliessung ins Photoxylin und schon dann ins Paraffin.[2]) Das Photoxylin wurde auch für die Bearbeitung der Striatella in Gruppen angewendet; man übertrug die fixirten Exemplare allmählich in absoluten Alkohol und von da in ein $^1/_2$ proc. Lösung des Photoxylins; nach ungefähr einer Stunde wurde es sammt den Diatomeen auf einen Objectträger ausgegossen. Nach dem Erstarren erhielt man eine feine Haut,

1) P. Mitrophanow, Ueber die Methylenblauanwendung etc. Sitzungsber. d. Biolog. Section d. Warschauer Naturforschergesellsch., 1892. Auch in „Étude sur l'organisation des Bactéries." Internationale Monatsschrift von W. Krause, X, 1893.

2) P. Mitrophanow, La photoxyline dans la technique zoologique et hystologique. Archives de zoologie expérim. et générale. 3me série, t. 3, 1896.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0299-1

welche sich leicht in 70 proc. Alkohol ablöst mit den Diatomeen, welche man auf diese Weise leicht vorläufig studiren und nach Auswahl weiter bearbeiten, d. h. färben, für die Schnitte in Paraffin einschliessen und dergleichen thun konnte. Wenn im fertigen Präparat das Photoxylin aus irgend einem Grund (z. B. infolge seiner Färbung) unbequem war, entfernte man dasselbe mit einer Mischung des Alkohols und des Aethers.

Der äusseren Form nach ist unsere Diatomee ein rechtwinkliges, öfter quadrates Packet, welches etwas aufgeblasen ist und stumpfe Winkel hat. Sie erhält ihre Form von der äusseren Hülle, welche Panzer, Schale oder Frustel genannt wird.

Die Struktur des Panzers ist eigenartig und weicht in einem gewissen Grade von der für die Diatomeen typischen Form ab. Bei dem Drucke zerfällt er leicht in eine Reihe Zwischenbänder (pleurae, copulae), welche einander mit der Rändern festhalten, wie die Segmente der zusammenlegbaren Reisegläser. Jedem Zwischenbande gehört eine klar ausgedrückte Quersepte oder Rippe in der Mitte. Da, wo die Zwischenbänder zusammen kommen, sieht man zartere Linien, gerade in der Mitte zwischen zwei von den erwähnten Rippen; mit den letzteren ertheilen sie dem Panzer Querstriche. Zwischen den Rippen und diesen Linien, zu den letzteren perpendiculär, existirt ein anderes System feinerer Linien. Durch alle diese Linien wird die Zeichnung des Panzers gebildet. Die Zusammenstellung des Panzers aus Zwischenbändern ist besonders klar auf Präparaten, welche erst in Photoxylin und dann in Canadabalsam eingeschlossen waren, später aber etwas zerquetscht wurden. In dieser Beziehung stimmen meine Beobachtungen mit denen von A. Reinhardt über die Rhabdomena[1]) zusammen.

Von beiden Enden werden die Zwischenbänder der Zelle von den Schalen eingeschlossen, welche der mittleren Linie entlang eine Pseudoraphe besitzen und an den Enden etwas abgeschnitten sind. An diesen Stellen — folglich an den stumpfen Winkeln des Panzers — sieht man Oeffnungen, durch welche augenscheinlich der innere Inhalt der Zelle mit der äusseren Umgebung in Verbindung steht. Von diesen Winkeln beobachtet man gewöhnlich gallertartig ausgehende Füsschen, mittelst welcher die einzelnen Zellen der Striatella sich auf den Algen befestigen und mit einander verbinden.

---

1) A. Reinhardt, Algologische Studien, I. 1885 (russisch) S. 364.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0300-7

Der protoplasmatische Körper der Striatella, welcher in lebendigem Zustande den Panzer ausfüllt, steht auf den fixirten Präparaten an den Rändern etwas ab, bleibt aber immer in Verbindung mit der Peripherie an den Winkeln des Panzers. An den Enden der Zelle bildet der Rand des Protoplasmas, welches von den Schalen absteht, einen Bogen, längs der Rippen der Zelle aber gewöhnlich eine unregelmässige zickzackartige Linie, wobei seine nach aussen hervortretenden Theile mit den Quersepten der Zwischenbänder zusammenfallen.

Auf den gut erhaltenen und ordentlich gefärbten Präparaten zeichnet sich klar im protoplasmatischen Körper der Striatella die oberflächliche, hüllenartige, fast strukturlose Schicht und das damit vermittelst seiner peripherischen Theile innig verbundene netz- und faserartige Gerüst aus, dessen Ausgangspunkt der mittlere protoplasmatische Knoten ist, welcher in seinem Centrum den Kern und neben demselben auch die anderen Organoiden, die Chromatophoren und die Pyrenoiden enthält. Der ganze darnach freibleibende Raum im Körper der beobachteten Diatomee ist mit Zellensaft ausgefüllt.

Bei der Beobachtung von der breiten, d. h. der sogenannten Gürtelseite der Zelle wird die Lage der genannten Theile bei der Striatella gewöhnlich so ausgedrückt: der mittlere protoplasmatische Knoten nimmt das Centrum des Panzers ein, wie das Siegel auf einem Packet. Von hier verbreiten sich radial die Lappen der Chromatophoren, welche mit dem groben netzartigen Gerüst des Protoplasmas innig verbunden sind; gewöhnlich erreichen aber ihre Enden die Peripherie der Zelle nicht. Eben da tritt das erwähnte Protoplasmanetz selbständig hervor; ihre feinsten Verzweigungen verlieren sich in der oberflächlichsten Schicht. Bei der Beobachtung auf einem Querschnitte (den Schalen parallel) bietet der mittlere protoplasmatische Knoten eine Art Brücke zwischen den beiden breiten Oberflächen der Zelle, an welche sich auch von jeder Seite die Chromatophoren anschliessen.

Der Knoten und die Chromatophoren bilden im Innern des Panzers zusammen eine Figur, welche an den Buchstaben (X) erinnert, der in Paranthese steht. Diese eigenartige Lage der Bestandtheile der Striatella, welche sich bei anderen Bedingungen aufs Wesentlichste ändert, hat meine Aufmerksamkeit auf sich gelenkt.

Indem ich mich jetzt zu der Detail-Struktur jedes der genannten Theile wende, muss ich bemerken, dass man ausser der erwähnten Absonderung der peripherischen Protoplasmaschichte darin noch zwei verschiedene Strukturen unterscheiden muss; die eine, welche

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0301-3

das netz- und faserartige Gerüst des ganzen Körpers, ausser dem Centralknoten, und die andere, welche die Struktur dieses letzteren bietet. Die erstere geht von dem mittleren protoplasmatischen Knoten erst in der Gestalt von gröberen Schnüren ab, welche sich dann abzweigen und zur Peripherie ausbreiten. In dieser Ausbreitung ist jedoch eine bestimmte Regelmässigkeit, indem die Hauptschnüre Seitenzweige absondern, welche sich mit einander anastomosiren und auf diese Weise ein Netz bilden, richten sie sich gerade nach den stumpfen Winkeln des Panzers, von denen die oberflächliche Schicht des Portoplasmas sogar bei starkem Zusammenziehen nicht absteht. Im letzteren Falle spannen sich die beschriebenen Schnüre des protoplasmatischen Gerüstes wie Saiten und bieten nur stellenweise knotenartige Verdickungen. Ausser diesen Hauptschnüren verbreiten sich die mit ihnen und mit einander verbundenen feinsten secundären unter der ganzen oberflächlichen protoplasmatischen Schicht.

Die Struktur des mittleren Knotens, unabhängig von den Organoiden, welche darin eingeschlossen sind, ist eine ganz andere. Sie ist körnig, compact und stellt eine dichte schwammige Masse dar, welche im optischen Schnitte ein feinstes Netz zu sein scheint. Fester ist dieses Knotenprotoplasma unmittelbar beim Kerne und auf seiner Oberfläche, d. h. bei der Anheftungsstelle der erwähnten Schnüre und der Chromatophoren. Die erwähnten Einzelnheiten der Struktur des protoplasmatischen Gerüstes stimmen im Allgemeinen mit den neuesten Angaben von Lauterborn[1]) überein; eigenartig ist in unserem Falle das Verhältniss der Chromatophoren zum Protoplasma.

Die Chromatophoren der Striatella haben den allgemeinen typischen Charakter, erleiden aber grosse individuelle Abweichungen. Sie sind das erste, was in den lebenden Diatomeen auffällt. Ihre goldene, schmutzig gelbe, manchmal fast braune Schattirung und die eigenthümliche strahlenartige Vertheilung in dem ganz durchsichtigen, mit Strichen leicht bedeckten Panzer der Striatella gewähren der letzteren ein sehr schönes Aussehen. Die Vertheilung der Chromatophoren hängt ganz vom Bau des mittleren protoplasmatischen Knotens ab. In den Quadratzellen, und das auch selten, hat der Knoten eine sphärische Form, sein Centrum ist dabei gewöhnlich gar nicht mit dem Kerne, sondern mit einer complicirten Bildung besetzt, welche

---

1) R. Lauterborn, Untersuchungen über Bau, Kerntheilung und Bewegung der Diatomeen. 1896. S. 16—24.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0302-9

vor Allem auffällt und die ich geneigt bin, als eine Gruppe von Pyrenoiden zu betrachten, wie es aus meiner weiteren Auseinandersetzung folgen wird; der Kern aber, welcher überhaupt vergleichnissmässig klein ist, liegt nach einer Seite hin und ist zur Oberfläche des Protoplasmaknotens abgestossen, von der dann radial, den beiden breiten Seiten der Diatomeenzelle entlang, wie ausgebreitete Finger die zahlreichen Lappen der Chromatophoren auseinandergehen. Diese Lappen erscheinen entweder als einfache lange cylindrische Bildungen, oder sie zerspalten sich und biegen etwas ihre äusseren Enden. Erwähnenswerth ist, dass die Lappen der Chromatophoren mit den schon beschriebenen protoplasmatischen Schnüren, welche sie, so zu sagen, einschliessen, organisch verbunden sind.

Viel öfter haben die Chromatophoren eine doppelt symmetrische Vertheilung. Das findet gewöhnlich in den mehr ausgedehnten Zellen statt, wo der mittlere Knoten eine ganz andere Struktur hat als in dem eben beschriebenen Falle. Wenn man ihn von der breiten Seite der Zelle betrachtet, erscheint er ausgedehnt (in welcher Richtung — der Länge nach, einer queren oder diagonalen — das hat Schwankungen, obgleich die Richtung der Länge nach den Vorrang zu haben scheint), er schliesst in seiner Mitte den Kern ein, und von den diametral entgegengesetzten Seiten des letzteren die originellen rosettenartigen Bildungen, welche ich als Pyrenoide betrachte [1]). Die Chromatophoren gruppiren sich in diesem Falle von den beiden breiten Oberflächen der Zelle, vermittels ihrer centralen Enden neben diesen Pyrenoiden und bilden, indem sie sich radial auf der Peripherie ausbreiten, schon keine mono-, sondern eine bicentrische Figur. In einigen Fällen sind die Gruppen der Pyrenoiden nicht in doppelter, sondern in dreifacher Anzahl und dann erhält der centrale protoplasmatische Knoten eine unregelmässige asymmetrische Form, wie auch die Lappen der Chromatophoren sich ohne besondere Regelmässigkeit auf der Peripherie der Zelle verbreiten. Wenn vier Pyrenoidengruppen da sind, hängt die symmetrische Lage des Chromatophoren von ihrer symmetrischen Lage in der Zelle ab, wie es bei der Theilung stattfindet. Sind sie aber unregelmässig zerstreut und sind dabei keine Spuren der Zelltheilung vorhanden, so haben die Chromatophoren auch eine wunderliche unregelmässige Form.

Nach der Pikrinschwefelsäurewirkung und Hämalaunfärbung erhalten

1) Die hier beschriebene Vertheilung der Chromatophoren und der Pyrenoiden ist schon in kurzen und allgemeinen Zügen von Fr. Schmitz in seiner Monographie (Die Chromatophoren der Algen, Bonn 1882, S. 40) dargestellt worden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0303-5

die Chromatophoren eine gelb-grauliche Färbung; das Saffranin gibt ihnen eine hellrosa Farbe; nach dem Sublimat und einer kürzeren Rubin-Orange-Methylgrünmischungfärbung erscheinen die Lappen der Chromatophoren mit einer gelblichen Schattirung; wenn man sie aber länger mit dieser Mischung färbt, werden sie rosig.

Was die Anzahl und besonders den Grad der Ausdehnung, wie auch die Vollständigkeit der Chromatophorenlappen anbelangt, so hängt das alles vom physiologischen Zustande der Diatomee ab. Wenn sie ausgedehnt und in der Zelle regelmässig vertheilt sind, bezeichnen sie augenscheinlich ihren äusserst lebensthätigen Zustand; unter dem Einfluss der gewöhnlich neutralen Lösungen, wie z. B. der schwachen Lösungen des Methylenblaues, ziehen sie sich zusammen und bilden auf der Oberfläche des centralen protoplasmatischen Knotens charakteristische Ausstülpungen. Die Zahl der Lappen, wenn sie gut ausgedehnt sind, beträgt 30, schwankt aber öfter zwischen 20 und 40. Ueberhaupt haben die Lappen denselben Durchschnitt auf der ganzen Länge und sind am Ende abgestumpft und abgerundet; doch beobachtet man auch bei gewissen Bedingungen Fälle, wo sie an der Oberfläche des mittleren protoplasmatischen Knotens mit einer ziemlich dicken Wurzel anfangen, bei dem Annähern zur Peripherie allmählich feiner werden und mit dem protoplasmatischen Netze zusammenzufliessen scheinen; in diesen Fällen erreichen ihre Enden auch die Peripherie der Zelle. Die Grundlage der Chromatophorenlappen hat überhaupt einen zarten, körnerartigen Charakter, doch manchmal tritt die Körnigkeit sehr scharf hervor. In augenscheinlich ausschliesslichen Fällen verwandelt sich der regelmässige, lappenartige Charakter der Chromatophoren in einen gliederartigen, wobei die Lappen in eine Reihe Abtheilungen zerfallen, welche mehr oder weniger gleichmässig in der Zelle zerstreut sind und sich in den Querbalken ihres Gerüstes befinden. Dieser Zustand der Chromatophore ist mit den Veränderungen in der Gruppirung der Pyrenoiden innig verbunden, und daher werden wir weiter zu derselben zurückkehren [1]).

Da die Chromatophoren mit der protoplasmatischen Grundlage

---

1) Bei der Striatella ist das Verhältniss der Chromatophoren zum centralen protoplasmatischen Knoten bemerkenswerth. Letzteres kann unzweifelhaft nicht im Ganzen zu ihren Bestandtheilen gerechnet werden, da weder die Färbung zu Lebenszeiten, noch das Verhältniss zu der Färbung nach dem Tode dazu ein Recht geben. Der Knoten, wie auch die Lappen der Chromatophoren sind selbständig, und in gewissen Bedingungen zeigen auch die Pyrenoiden eine gewisse Unabhängigkeit von den Chromatophoren.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0304-1

der Diatomee, welche zur Veränderung der Lebensbedingungen sehr empfindlich ist, sich in enger Verbindung befinden, so erscheinen sie, so zu sagen, als Ausdruck ihres physiologischen Zustandes, d. h. sie fühlen vor Allem die ungünstigen äusseren Einflüsse; andererseits erleiden ihre Form und ihre Vertheilung Veränderungen, dem Alter und den Bedingungen der Nahrung und der Vermehrung gemäss. Es versteht sich denn, wie gross der Fehler der Diatomisten ist, welche bestrebt waren, nach der Form des Endochroms oder der Chromatophoren die Klassifikationszeichen für die Diatomeen festzustellen. Zugleich bestimmt diese Empfänglichkeit der Chromatophoren der Diatomee, welche wir beobachten, für alle äusseren und inneren Lebensbedingungen, nicht nur ihre feste organische Verbindung mit den Hauptbestandtheilen der Diatomeenzelle, sondern deutet auch auf ihre hervorragende Rolle in ihren Lebensvorgängen. Das wird noch klarer hervortreten, wenn wir die Beziehungen zu ihnen jener eigenthümlichen Organoiden betrachtet haben werden, welche wir für Pyrenoiden annehmen.

In den Lappen der Chromatophoren beobachtet man in jeder mehrere dunkle Körner (nach der Sublimatwirkung und Rubinmischungfärbung), beobachtet gleiche in den protoplasmatischen Strahlen nach der Färbung beim Leben, welche aber bis zum Tode fortgesetzt worden ist, mit der Lösung des Methylenblaues im Seewasser und der darauffolgenden Fixirung mit Sublimat. Im letzteren Falle gruppiren sich die erwähnten Körner näher zur Oberfläche des Centralknotens, wohin sich die Chromatophoren zusammenziehen. Das Hämatoxylin nach der Pikrinschwefelsäure färbt auch die Körner in den Strahlen der Chromatophoren und bei ihrem Anfange (es färbt die Pyrenoide entweder gar nicht oder nur schwach). Das Methylgrün in einer Lösung von Essigsäure sondert auch solche Körner ab.

Die Pyrenoiden von Striatella erscheinen nicht einzeln, sondern gruppiren sich dicht zu Sphären und Rosetten, welche das erste sind, was auf den fixirten und gefärbten Präparaten in die Augen fällt, wenn man dazu etwas, ausser dem Hämatoxylin, besonders Saffranin oder Rubinmischung benützt; diese Rosetten, welche in diesen Fällen grell gefärbt sind, und wenn sie im centralen protoplasmatischen Knoten die Mitte einnehmen, gleichen beim ersten Blick den Kernen und, auch wenn sie doppelt sind, scheinen sie die Theilung der Diatomeenzelle anzudeuten. Das erste, was diese Illusion entfernt, ist die wählerische Beziehung zu ihnen des Rubins, während der wirk-

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0305-6

liche Kern gleichzeitig aus der Rubinmischung sich vorzüglich mit Methylgrün färbt. Bei der Saffraninfärbung färben sich die Pyrenoide greller als die Kerne und einförmiger, doch mit ihrer eigenen Schattirung.

Nach dem Sublimat und der Rubinmischung (mit Orange und Methylengrün) erhalten die das Licht stark brechenden Pyrenoide, indem sie sich in Roth färben, manchmal auch eine etwas grünliche Schattirung; dabei beobachtet man manchmal im centralen protoplasmatischen Knoten noch kleine, mit Rubin grell gefärbte Körnerchen.

Die im Verhältniss zu den Kernen morphologisch vorwaltende Lage, welche die Pyrenoide in der Striatella annehmen, wenn der mittlere portoplasmatische Knoten eine sphärische Form und die Lappen der Chromatophoren eine monocentrische Vertheilung haben, ist schon erwähnt worden. Da die Pyrenoide dabei in eine gemeinsame Sphäre gruppirt werden, so erhält jede die Form sphärischer Segmente; doch können sie in anderen Fällen mehr oder weniger getrennt oder im Centrum etwas von einander geschoben sein, so dass dazwischen sich eine Art centralen sphärischen Raumes bildet. Der letztere Umstand fällt besonders auf, wenn die Chromatophoren eine bisymmetrische Gruppirung ihrer Lappen haben. Diese Veränderung in der Gruppirung scheint allmählich stattzufinden, so dass man Bilder erhält, wo die noch einzige Gruppe der Pyrenoide eine ovoide Form annimmt und der Kern in ihr Centrum hereintritt, während er früher sich auf einer Seite, näher zur Peripherie des Centralknotens befand. Die Pyrenoide sind dabei so wenig auseinandergeschoben, dass ihre Gruppe in ihren beiden Hälften als einförmige Bildung erscheint. Doch öfter, wenn der Centralknoten ausgedehnt und seine Mitte vom Kern besetzt ist, vertheilen sich die Rosetten der Pyrenoide auf den Seiten des letzteren und haben auf den optischen Schnitten den Charakter von Ringen. Die Einförmigkeit der letzteren in einigen Fällen, d. h. ihr ununterbrochener und nicht zergliederter Charakter hängt augenscheinlich von der vorläufigen Bearbeitung ab (z. B. mit der Sublimat-Essigmischung, während bei der Bearbeitung mit dem Sublimat allein ihre Struktur aus einzelnen Segmenten bei derselben Färbung ganz klar ist).

Aus den angeführten Thatsachen ist es schon klar, dass die Vertheilung der Pyrenoide mit der Gruppirung der Lappen der Chromatophore innig verbunden ist; ausserdem scheint jede der letzteren in ihrer entsprechenden Gruppe ihre Pyrenoide zu haben; wenigstens sind die Zwischenbeziehungen dieser Bildungen bei verschiedenen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0306-2

Bedingungen solche, dass diese Schlussfolgerung sich von selbst bietet. Nur im Fall einer Pyrenoidengruppe und des monocentrischen Charakters der Chromatophoren steht die erste, welche eine centrale Lage einnimmt, deutlich von allen Seiten der Oberfläche des mittleren protoplasmatischen Knotens ab, auf dem sich die Lappen der Chromatophoren befinden; in anderen Fällen befinden sich die Pyrenoiden oft so nahe von der Oberfläche des Protoplasma-Knotens, dass es bei einer überhaupt regelmässigen Vertheilung scheint, als wäre auf jeder ihr eigener Lappen der Chromatophore. Doch kommen Fälle vor, wenn die Pyrenoiden in einige verschiedenartige Gruppen zerfallen, welche im protoplasmatischen Knoten unregelmässig um den Kern herum oder seinen Seiten entlang zerstreut sind, während sie selbst eine unregelmässige Form und eine zufällige Gruppirung haben, welche der Vertheilung der Lappen der Chromatophoren nicht entspricht.

Infolge der engen Verbindung zwischen den Pyrenoiden und den Chromatophoren befindet sich die Veränderlichkeit in ihrem Charakter und ihrer Gruppirung in unmittelbarer Beziehung zu den letzteren; ihre regelmässige Form und geometrische Vertheilung erscheinen als Ausdruck des besonders lebensfähigen Zustandes unserer Diatomee, während die Störungen in der Vertheilung die tiefen inneren Veränderungen unter dem Einfluss äusserer und innerer Factoren bezeichnete; besonders wichtig sind in dieser Beziehung die Veränderungen in der Gruppirung der Pyrenoide in den Gruppen selbst, wie auch die Schwankungen in der Menge des in ihren Bestandtheilen sich befindenden Stoffes.

Ausser den schon erwähnten Fällen der Veränderung in der Gruppirung der Pyrenoide muss man die Fälle angeben, wann die Pyrenoide mit den Chromatophoren besonders eng verbunden sind, wie z. B. bei dem Zusammenziehen der letzteren, welches durch die oder jene Ursache hervorgerufen wird, erscheinen die Pyrenoide wie eingegraben in den zusammengezogenen und intensiv gefärbten Chromatophorenlappen. In seltenen Fällen erhält die Vertheilung der Bestandtheile der Striatella einen solchen Charakter:[1]) der mittlere Knoten hat einen kleineren Umfang und schliesst nur den Kern mit dem stark gefärbten Kernkörperchen ein; die Stränge des protoplasmatischen, unregelmässigen und mit breiten Maschen versehenen Netzes fallen durch ihre Dicke auf, welche augenscheinlich durch den

1) Fig. 19 des russischen Textes.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0307-8

Umstand hervorgerufen wird, dass in seiner Struktur veränderte Lappen der Chromatophoren getreten sind, welche in einer anderen Form hier fehlen; dabei beobachtet man an vielen Stellen dieser Stränge oder Balken, besonders in deren Verzweigungspunkten, stärker gefärbte Körnchen. Da hier auch keine anderen Elemente sich vorfinden, welche die Pyrenoide vorstellen könnten, und da die Färbung der genannten Körnchen (Rubin) diese Idee ganz bestätigt, so ist der Gedanke natürlich, dieselben als zerstreute Pyrenoide zu betrachten. Dass diese Zumuthung der Wirklichkeit entspricht, bestätigten andere Präparate, welche bei denselben Bedingungen erhalten wurden. Man beobachtet darauf[1]) ein Bild, welches für die Striatella gewöhnlich, doch beim ersten Anblick schwer erklärlich und augenscheinlich durch ungünstige Bedingungen hervorgerufen ist. Der mittlere protoplasmatische Knoten hat hier eine sphärische Form; sein Protoplasma ist, wie auch in anderen ähnlichen Fällen, compact und körnig und auf der Oberfläche mit einer dichteren Schicht bedeckt, welche sogar etwas absteht. Weder die gewöhnlichen Pyrenoide, noch die lappenartigen Chromatophoren sind vorhanden, und anstatt derselben beobachtet man in der ganzen Zelle radialartig vertheilt einzelne ovoide Theilchen, welche augenscheinlich aus dem Zerfallen der Lappen der Chromatophoren entstanden sind, und von denen ein jedes ein stark gefärbtes Körnchen einschliesst. Es ist sichtbar, dass die Chromatophoren, welche auf einzelne Theile zerfielen, dabei die einzelnen Pyrenoide nach sich zogen, deren Vertheilung auf diese Weise eine noch grössere Veränderung erlitt, wie das schon früher gezeigt war. Die einzelnen Theile der Chromatophoren mit ihren Pyrenoiden bieten in diesem Falle eine Art einzelner Organoiden, welche in der protoplasmatischen Grundlage ebenso wie den typischen, lappenförmigen Chromatophoren enthalten sind.

Vor dem Zerfallen der Lappen der Chromatophore in einzelne Theile zerfallen auch die Pyrenoide in Körnchen, welche vorläufig noch im centralen, protoplasmatischen Knoten bleiben; sie sind glänzend, färben sich mit Rubin und Saffranin und haben regelmässige Umrisse. Die Allmählichkeit des Zerfallens der Lappen der Chromatophoren in einzelne Theile sammt den Pyrenoiden wird beim Vergleiche der verschiedenen Präparate beobachtet. Es ist überflüssig, hier noch besonders hervorzuheben, dass bei einer solchen Vertheilung der Bestandtheile die Striatella einen ganz anderen Charakter hat; doch

1) Fig. 17 u. 17 a des russischen Textes.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0308-4

was diese Vertheilung hervorruft und wozu dieselbe führt, ist mir unklar geblieben. Wenn die Bedingungen nicht normal sind, wie z. B. in den Fällen des Parasitismus, finden mit den Pyrenoiden auch tiefe Veränderungen statt: ihre typische Rosette zerfällt in ungleichmässige Häufchen und verliert augenscheinlich ihre Verbindung mit den Chromatophoren, deren Lappen ihren Charakter noch bewahren. Das Zerfallen der Chromatophore mit den Pyrenoiden zusammen ist, wenigstens in gewissen Fällen, der Ausdruck des Absterbens der Zelle: der protoplasmatische Knoten erhält dabei unbestimmte Umrisse mit einer gewissen Körnigkeit, und die einzelnen Theile der Chromatophore sind unregelmässig zerstreut.

Die hier erwähnten Veränderungen in der Gruppirung der Pyrenoide wirken augenscheinlich auch auf die Schwankungen in der Menge des Stoffes, welcher in ihren Bestandtheilen sich vorfindet. In den Fällen, wo die Pyrenoide in Gruppen als stark gefärbte Rosetten hervortreten, ist die Grösse der letzteren unbeständig; jedoch in anderen Fällen sind die einzelnen Pyrenoide bei den übrigen gleichen Bedingungen kaum sichtbar. Aus dem schon Gesagten folgt, dass die Chromatophore mit den Pyrenoiden in engem Verhältnisse zu der protoplasmatischen Grundlage der Diatomeenzelle stehen und durch ihre Veränderungen jene andeuten, welche in derselben als Resultat des Einflusses der äusseren Factoren und als Folge der Lebensvorgänge in der Zelle selbst entstehen.

Da es meine Aufgabe nicht ist, eine ausführliche Beschreibung der Pyrenoide überhaupt bei den Diatomeen zu geben, und da ich nur diejenigen der Striatella ausführlicher behandelt habe, möchte ich noch in kurzen Zügen die Pyrenoide einer anderen Seediatomee, Licmophora flabellata Ag., beschreiben, welche ich in Neapel studirt habe.

Dieselbe ist in der Beziehung interessant, dass bei ihr die Pyrenoiden typisch in doppelter Zahl beobachtet werden; in dem langen Panzer, welcher einem zusammengelegten Fächer gleicht, ist die Mitte (von der Gürtelseite) vom protoplasmatischen Knoten mit dem Kern besetzt; von seinen Seiten berühren die plattenartigen Chromatophore diejenigen des Panzers und die Achsenlagen nehmen zwei sphärische und das Licht stark brechende Körner ein, welche eben die Pyrenoide darstellen. Nicht selten beobachtet man Exemplare, welche sich zur Theilung bereiten; dann gehen die Chromatophore aus einander, indem sie die Schalen (valvae) des Panzers berühren und zwischen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0309-2

einander einen freien Raum lassen, in welchen von jeder Chromatophore eine halbsphärische Pyrenoide hervortritt; ihre Verdoppelung bezeichnet in diesem Falle den Anfang der Theilung. Die Struktur der Pyrenoide bei der Licmophora ist eine andere als bei der Striatella; man beobachtet darin kein Zerfallen in Theilchen und infolge ihrer Einförmigkeit ist es möglich, bei ihnen Schichten zu beobachten, hauptsächlich eine gewisse Absonderung der oberflächlichsten Schicht und des Mittelpunktes. Deshalb, indem sie die den Pyrenoiden eigenthümliche Neigung zur grellen Färbung mit Safranin kennzeichnen, erscheinen sie oft ungleich gefärbt. Es ist mir nicht gelungen zu bemerken, welche Art Veränderungen die Pyrenoide bei ihrer Theilung erleiden und wie dieser Vorgang ausführlich stattfindet (augenscheinlich geschieht es sehr schnell), doch kann man einen gewissen Unterschied im Charakter des einelnen sphärischen Pyrenoides und der zwei neu gebildeten betrachten.

Meine Beobachtungen, welche sich auf die anderen Bestandtheile des protoplasmatischen Körpers der Striatella beziehen, sind nicht reich. Als Ausnahme hatte ich die Gelegenheit, im Körper einer Diatomee (nach der Wirkung des Methylgrüns in einer schwachen Lösung der Essigsäure) orangefarbige Tropfen (Fett?) zu beobachten, grosse im Protoplasma selbst und kleinere (eben solche?) in den Strahlen der Chromatophore; im letzteren Falle, wenn die Lappen der Chromatophore in Gliederchen zertheilt sind, haben sie eine bräunliche oder dunkelorange Schattirung und liegen, scheint es mir, theilweise im Innern der Glieder selbst und theilweise auf ihrer Oberfläche. Das Fett bildet überhaupt keinen beständigen Theil des Körpers der Striatella; man beobachtet es in ausschliesslichen Fällen, wenn es nach Chromessigosmiumsäure, auch ohne Färbung, zwischen den Lappen der Chromatophore und hauptsächlich neben dem Centralknoten in Gestalt kleiner, dunkler, unregelmässig zerstreuter Punkte hervortritt.

Zur Kategorie der zufälligen Bildungen bei der Striatella gehören auch die Körner, welche nach der vorläufigen Fixirung des Präparats mit Chromessigosmiummischung vom Hämatoxylin eine dunkelviolette Farbe erhalten. Die Form (die sphärische überwiegt jedoch), die Grösse und die Vertheilung sind nicht beständig. Da man diese Körner hauptsächlich auf den Präparaten beobachtete, welche complicirte vorläufige Manipulationen erlitten, bin ich geneigt zu denken, dass diese Körner beim Leben vielleicht nicht vorhanden

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0310-3

waren, sondern später hervortraten. Der Wahlverwandtschaft mit dem Hämatoxylin gemäss könnte man sie denjenigen Einschliessungen der Diatomeenzellen gleich halten, welche sich ausserhalb des Kernes befinden und vor Kurzem von Lauterborn[1]) unter dem Namen Bütschli'scher rother Körnchen beschrieben wurden. Es ist mir jedoch nicht gelungen, bei der Striatella ihre Färbung während des Lebens mit Methylenblau zu beobachten, wie es ihrem Charakter gemäss sein müsste.

Der Kern der Diatomeen lenkt schon seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Mikroskopiker auf sich, doch sind unsere Auskünfte darüber infolge seiner geringen Grösse noch lange nicht vollständig. Die schönen Beobachtungen Lauterborn's (l. c.) haben diese wissenschaftliche Lücke beträchtlich ausgefüllt, doch müssen sie in einigen Beziehungen umgearbeitet werden. Der genannte Autor war bis jetzt, so viel ich weiss, der einzige, dem es gelungen ist, nicht nur einen unzweifelhaften karyokinetischen Vorgang bei den Diatomeen zu beobachten, sondern ihn auch aufs Ausführlichste, den neuesten wissenschaftlichen Forderungen in dieser Frage gemäss, darzustellen.

Weshalb hat es vielen anderen Forschern in dieser Beziehung weniger geglückt als Lauterborn? Sogar in der letztesten Zeit lesen wir bei Karsten[2]) (l. c. II, S. 33): „Eine Zerlegung des Kernes in Chromosomen vermochte ich niemals auch nur andeutungsweise zu erkennen" u. s. w.

Desgleichen war Klebahn[3]) nicht viel glücklicher; er sagt darüber Folgendes von der Rhopalodia gibba (l. c. S. 615): „So häufig aber sich theilende Zellen gesehen wurden, so selten wurden Kerntheilungen bemerkt. Dies erscheint nicht wunderbar, wenn man bedenkt, wie mühsam diese kleinen Objecte zu präpariren sind, und dass das Erkennen der Karyokinese nur an völlig aufgehellten Objecten und mittelst starker Vergrösserung möglich ist. Bisher habe ich nur ein einziges deutliches Kerntheilungsstadium gefunden, das jedoch immerhin geeignet ist, einige vorläufige Aufschlüsse über die hier in Betracht kommenden Verhältnisse zu geben (Fig. 29, 30, Taf. X). Der Zustand des Kernes entsprach dem Diasterstadium. Die beiden Tochterkerne, die sich in der Richtung der Pervalvarachse

---

1) l. c. S. 30.

2) G. Karsten, Untersuchungen über Diatomeen. Flora 1897.

3) H. Klebahn, Beiträge zur Kenntniss der Auxosporenbildung. Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. 29, 1896.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0311-9

bereits ziemlich weit von einander entfernt hatten, waren noch durch einen matt gefärbten Strang, offenbar den Ueberrest der Centralspindel (Fig. 29), mit einander verbunden. Die Chromosomen zeigten die Gestalt von Körnern, ihre Anzahl schien in der Gürtelbandlage, in der ich die Zelle zuerst untersuchte, eine sehr beschränkte zu sein, da man nur 3—4 mit Sicherheit unterscheiden konnte." Nach der Theilung und bei der Beobachtung vom Pol waren in einem der Tochterkerne 5 (Fig. 30 a) und in dem anderen (Fig. 30 b) 6 Chromosomen „ziemlich deutlich zu unterscheiden".

Inwiefern die beschriebenen Figuren, falls sie ausschliesslich vorkommen, den karyokinetischen entsprechen, ist die persönliche Ansicht des Forschers. Ich würde zögern, sie als solche zu betrachten, wie ich es auch im Falle der Theilung der Striatella nicht gethan habe [1]), wo die Kerne sich augenscheinlich in demselben Zustande befanden, wie bei Rhopalodia gibba nach Klebahn (l. c. Fig. 29).

Die Vermehrung der Diatomeen geht, wie bekannt, sehr schnell. Hätte diese Vermehrung als Grundlage ausschliesslich einen karyokinetischen Vorgang, indem sie hauptsächlich in der Theilung ausgedrückt wäre, so würde die Schwierigkeit ihrer Beobachtung unerklärlich sein, um so mehr, als die anderen Kennzeichen der Theilung der Diatomeenzellen vergleichnissmässig oft beobachtet werden. Es ist also unentbehrlich anzunehmen, entweder dass der karyokinetische Vorgang vollständig nur einigen Formen angehört oder dass er nur in ausschliesslich vortheilhaften Bedingungen hervortritt, obgleich er jeder Diatomee eigen ist und in anderen Fällen solchen Veränderungen in den Kernen Platz macht, welche eher zur Kategorie der sogenannten „direkten Theilung" gehören können.

In meinen Beobachtungen über die Striatella und andere Diatomeen (Synedra, Rhizosolenia, Licmophora u. A.) war ich nicht glücklicher als viele andere Forscher und hatte nicht den Erfolg, der die Arbeit Lauterborn's gekrönt hat. Kein einziges Mal und bei keiner von den studirten Diatomeen gelang es mir, irgend einen bestimmten Wink hinsichtlich des karyokinetischen Vorganges zu bemerken. Kaum hatten dabei die Jahreszeiten und die Temperatur Bedeutung: ich studirte die Diatomeen am Mittelmeere vom September bis Juni. Infolge ihrer äussersten Empfindlichkeit zum Zustande des Seewassers fixirte ich sie womöglich gleich, nachdem sie aus dem Meere gebracht wurden, und mit allen für die Karyokinese patentirten Mitteln, jedoch alles umsonst.

1) Fig. 14 u. 14a des russischen Textes.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0312-5

Einerseits dieser Umstand, andererseits der geringe Umfang der Kerne, die verhältnissmässig einfache Organisation und die wenige Absonderung vom Protoplasma des mittleren Knotens haben mich dazu bewogen, die Karyokinese bei den Diatomeen als einen ausschliesslichen Vorgang zu betrachten, dem complicirte Veränderungen in der Struktur des Kernes selbst und die Vergrösserung seines Umfanges vorangehen — Umstände, die in den tiefen Functionsversetzungen in der ganzen Diatomeenzelle ihren Grund haben.

Ausser diesen Bedingungen zeichnet sich der Kern der Striatella und der anderen von mir studirten Diatomeen durch grosse Einfachheit der Organisation aus: er hat eine sphärische oder diskenartige Form, eine körnige und feinnetzige Struktur und schliesst nur ein Kernkörperchen ein, welches auf den fixirten Präparaten von einer hellen Zone umringt ist. Als charakteristische Eigenthümlichkeit des Kernes erscheint seine ausserordentlich schwach ausgedrückte Absonderung vom Grundprotoplasma des Centralknotens; auf dem grössten Theile der Präparate hält es sehr schwer, die bestimmten äusseren Umrisse des Kernes anzugeben.

Diese geringe Absonderung des Kerngerüstes von dem protoplasmatischen habe ich besonders klar bei Rhizosolenia[1]) beobachtet. Der Kern nimmt daselbst die Mitte des protoplasmatischen Diaphragmas ein, welches dem Centralknoten bei anderen Diatomeen entspricht. Das ganze Diaphragma sammt dem Kerne war aus dem Panzer abgesondert, welcher zerquetscht wurde; auf diese Weise konnte die Beobachtung bei den besten Bedingungen stattfinden. Dabei erwies es sich, dass das Kerngerüst sich von dem protoplasmatischen nur durch eine dichtere und intensivere Färbung unterscheidet; die sogenannte Kernmembran fehlte ganz. Bei einer so schwachen Absonderung des Kernes vom Protoplasma des Centralknotens kann oft von regelmässigen äusseren Umrissen des Kernes keine Rede sein; die Störung in seiner Form wird dabei von der Vergrösserung in der Menge der Körnchen begleitet, deren Grösse auch eine verschiedene sein kann. Der Kern ist oft so wenig vom Protoplasma des Mittelknotens abgesondert, dass letzterer für den Kern angenommen werden kann, und dann befinden sich in seiner ungetheilten Masse ein oder zwei Kernkörperchen. Die Centrallage im mittleren protoplasmatischen Knoten ist dem Kerne nur dann eigen, wenn die Chromatophore eine bisymmetrische Vertheilung haben; bei einer monocentrischen Figur ist der

1) Fig. 31 u. 32 des russichen Textes.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0313-0

Kern gewöhnlich zur Oberfläche des mittleren Knotens abgedrängt und hat dann eine linsenartige Form. Uebrigens nimmt manchmal der Kern auch bei einer monocentrischen Vertheilung der Chromatophore das Centrum des Knotens ein, doch findet es augenscheinlich nur in den Fällen statt, wo die Chromatophore sich zum Zerfallen bereiten. Dabei ist der Kern von grossem Umfang, gewöhnlich mit einem grossen Kernkörperchen und von einer körnigen Zone des Protoplasmas umringt, um welche sich die Enden der zerfallenden oder theilweise schon zerfallenen Lappen der Chromatophore gruppiren; im ersten Falle sind die Pyrenoide klein und umgeben den protoplasmatischen Knoten mit einer ununterbrochenen Schicht, indem sie nur theilweise in die Chromatophorenlappen eintreten; im zweiten ist diese Schicht viel schwächer, doch sieht man in einzelnen Gliederchen, auf welche theilweise die einzelnen Chromatophorenlappen zerfallen sind, kernähnliche Pyrenoide. [1]) In den ausgedehnten Exemplaren, welche sich zur Theilung bereiten, dehnt sich auch der Kern aus, doch bleibt seine innere Organisation die frühere; oft ist in diesen Fällen auch das Kernkörperchen in Einzahl. Es ist auch zu bemerken, dass die Anzahl der Kernkörperchen überhaupt von der Form des Kernes abhängt; so sind bei Synedra die Kerne ausgedehnt, und sie schliessen fast immer zwei, drei Kernchen ein und sogar mehr.

Was die Verhältnisse zu den Reactiven anbelangt, so äussern bei verschiedenen Bedingungen die Kerne der Striatella einen ziemlich veränderlichen Charakter. So bleibt nach Sublimatlösung und bei der kurzen Wirkung der Rubinmischung der Kern selbst fast ungefärbt, und das Kernkörperchen erhält eine Rosafarbe; bei denselben Bedingungen, doch bei einer längeren Färbung wird der Kern ganz rosa und das Kernkörperchen grün. Nach der Chromsäuremischung sondert das Saffranin das Kernkörperchen scharf ab, während die übrigen Theile des Kernes ungefärbt bleiben; übrigens kann bei denselben Bedingungen das Kernkörperchen manchmal fehlen und von feinen Rosakörnerchen ersetzt werden. Das Methylgrün mit der Essigsäure färben den ganzen Kern in grün, ohne auch bei den stärksten Systemen eine fernere Differenzirung zu zeigen.

Die sphärische Form des Kernes ist gar keine beständige, sie wird, wie es erwähnt ist, von einer ausgedehnten, mehr oder weniger unregelmässigen, einer linsenförmigen, gürtelartigen oder gegliederten

---

1) Fig. 22 u. 25 des russischen Textes.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0314-6

ersetzt. Da keine Beständigkeit in diesen Veränderungen zu bemerken ist, so ist es schwer zu entscheiden, bis zu welchem Grade dieselben mit denen in der inneren Gruppirung der Theile des Kernes verbunden sind.

Die Veränderungen des Kernes der Striatella bei der Theilung zeichnen sich auch durch Einfachheit aus und können eher zur sogenannten direkten Theilung gerechnet werden. Bei der geringen Absonderung des Kernes vom Protoplasma des mittleren Knotens ist es gewöhnlich sehr schwer, die Veränderungen im ganzen Kerne zu bestimmen, doch ist das Schicksal der Chromatinelemente klar. Bei der noch nicht stattgefundenen Theilung sehen wir zwischen den sich trennenden Zellen einen bisquitartigen Strang, an dessen dickeren Enden man auseinandergehende Chromatinhäufchen und dazwischen eine helle Brücke bemerkt [1]). In einem anderen Falle hatten die sich soeben getheilten Kerne eine Struktur, welche an den Kern der Amoeba cristalligera erinnerte, wie sie Schaundin beschrieben hat [2]). Man beobachtet auch sphärische Kerne, in denen das Chromatin nicht durch Kernchen vorgestellt ist, sondern in der Gestalt von 2—4 Klümpchen sich auf der Oberfläche des Kernes befindet.

Es ist bemerkenswerth, dass bei der Striatella die Theilungszeichen in den Chromatophoren und den Pyrenoyden früher ausgedrückt werden, als im Kerne. Die beschriebene bisymmetrische Vertheilung der Chromatophore und die entsprechende Lage der Pyrenoide bietet natürlich einen Schritt zur Theilung und der Kern bleibt dabei unverändert — sogar wenn die Chromatophore von einander sehr entfernt sind. Es kommt vor, dass die Pyrenoide in vier symmetrische Gruppen zerfallen sind und der Kern doch keine erwünschten Veränderungen aufweist. Seine Theilung findet schon nach derjenigen der anderen Theile der Diatomeenzelle statt und geschieht augenscheinlich sehr schnell. Bei einer unregelmässigen Vertheilung der Pyrenoidengruppen äussert der Kern, welcher dann linsenförmig ist, eine etwas faserige Struktur.

Die beschriebenen Veränderungen im Kerne haben jedoch einen zufälligen Charakter und man muss es gerade wünschen, in der oder jener Form ein Stadium der karyokinetischen Theilung zu sehen. Ohne das Vorhandensein dieses Vorganges bei den grösseren Diatomeen in einer der typischen nahen Form zu verneinen und die Möglich-

1) Fig. 14 u. 14a des russischen Textes.

2) Schaundin, Ueber Kerntheilung etc. bei Amoebe cristalligera. Sitzungsbericht. Berliner Akademie. 1894. XXXVIII.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0315-2

keit der einfachen Erscheinungen der Karyokinese, wie er z. B. in dem von mir beschriebenen Falle bei den Sphaerozoiden ist,[1]) auch allen Diatomeen überhaupt abzusprechen, schliesse ich doch aus meinen zahlreichen Beobachtungen, dass dieselbe in dieser Gruppe unbeständig und vielleicht etwas ausschliesslich ist.

Schlussfolgerungen.

In der gegenwärtigen Beschreibung einer von den wenig studirten Diatomeen war mein Ziel nicht, die botanische Litteratur mit neuen Thatsachen zu bereichern, welche bei mir in vielen Beziehungen unvollständig und vielleicht bei weitem ungenügend bearbeitet erscheinen, sondern als Cytologe wünschte ich die Aufmerksamkeit auf die Gegenbeziehungen der Bestandtheile der Diatomeenzellen zu lenken, welche bei der scheinbaren Einfachheit ihrer Lebensvorgänge einen hohen Grad der Complicirung äussern.

Die zwei Hauptbestandtheile der Zelle, Zellsubstanz und Kern, sind hier oft von einander sehr schwach getrennt, und letzterer scheint daselbst gar nicht eine so complicirte und verantwortliche Rolle wie in den Zellen der höheren Organismen zu spielen. Die complicirte Struktur des Kernes und der karyokinetische Vorgang, den vor Kurzem Lauterborn bei einigen Diatomeen beschrieben hat, scheint für alle gar keine beständige Bedeutung zu haben und findet nur bei besonders günstigen Bedingungen statt.

Finden diese Bedingungen immer bei der normalen Existenz der Diatomeen in der Natur statt? Muss bei ihrer Theilung der karyokinetische Vorgang immer vorhanden sein? Wenn es so wäre, könnte man ihn wahrscheinlich bei ihrer ungewöhnlich schnellen Vermehrung öfters beobachten als es bis jetzt geschehen ist. Den Forschern heute eine genügende Bekanntschaft mit der Technik vorzuwerfen, hat man grösstentheils keinen Grund, da nicht nur einzelne Auserwählte, sondern schon alle Mikroskopiker darin mehr und mehr befleissigt sind. Es ist augenscheinlich, dass neben diesem complicirten und schon der höheren Organisation eigenen Vorgange auch einfachere Vermehrungsweisen vorhanden sind.

Bei dem karyokinetischen Vorgange bleiben, wie bekannt, die anderen Functionen der Zelle entweder ganz stehen oder werden auf den Hintergrund verschoben, weshalb in der auf dem Wege der

---

3) Mitrophanow, Ueber die Theilung der Kerne des vegativen Zustandes bei den Sphaerozoidae. Zoolog. Centralblatt. 1897.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0316-8

Karyokinese sich theilenden Zelle die verschiedenen Organoiden entweder fehlen oder aus der Einflusssphäre des Kernes gedrängt sind, welcher eigenthümliche und complicirte Veränderungen erleidet.

Anders verhält sich die Sache in den Fällen der einfachen Theilung, wie wir dieselbe z. B. bei vielen einzelligen Organismen beobachten. Die Ursache der Theilung wird daselbst im Körper der Zelle vorbereitet, wie auch vorläufig die fertige Organisation für jede Individualität[1]) und wenn alles Wesentliche fertig ist, findet die Theilung statt, wobei im Kerne selbst sich Veränderungen ereignen, die, ohne so complicirt wie in der Karyokinese zu sein, jedenfalls die Umgruppirung seiner Bestandtheile[2]) äussern, was zuletzt doch das Wesentliche des karyokinetischen Vorganges bildet. Die Hauptrolle gehört dabei dem Körper der Zelle mit all seinen theilweisen Veränderungen, Organoiden und Einschliessungen; der Kern erfüllt so zu sagen nur die unentbehrlichsten Formalitäten.[3]) In den Zellen höherer Organisation oder, wenn dieselbe ihnen noch nicht ganz eigen ist, bei einer gewissen Energieerregung, gehen die Functionen, welche erst dem Protoplasma, d. h. dem Zellkörper, gehörten, zum Kerne über, weshalb bei der Theilung ein complicirterer Cyclus seiner Veränderungen sich ausarbeitet, deren Grundlage jedoch in den einfachsten Beispielen der Kernfragmentation sich verbirgt, wenn das Zellenprotoplasma alles Wesentliche auf sich nimmt.

Bei der von uns studirten Diatomee hat der Körper eine complicirte Organisation, da die protoplasmatische Grundlage, die Chromatophore und die Pyrenoide darin, meiner Ansicht nach, ein unzer-

---

1) Als Beispiel kann man die Theilung des Stentors anführen, dessen Kern, welcher Form und Lage verändert, seinen Charakter behält; nur im Augenblick der vollständigen Theilung der beiden Tochterinfusorien zerreisst er sich in zwei Segmente. (Traité de zoologie concrète, par G. Delage et E. Hérouard, 1896, p. 464, Fig. 785.)

2) Eine gute Illustration dazu bietet die Theilung der Amoeba cristalligera nach Schaundin (l. c.)

3) Die Theilung der Englypha alveolata nach Schewiakoff (Ueber karyok. Kerntheilung u. s. w. Morpholog. Jahrbuch, XIII, 1888) ist in dieser Beziehung von besonderem Interesse, da bei dieser Rhizopode der Kern alle Stufen der typischen Karyokinese durchgeht. Indessen, bevor man darin wesentliche Veränderungen in dieser Richtung bemerkt, beobachtet man den Wuchs des protoplasmatischen Körpers des Thieres bis zur Verdoppelung seines Umfanges und der Bildung der Schale. Der Kern vollführt jedoch seinen Veränderungscyclus auf der früheren Stelle, und schon nach seiner Theilung daselbst in zwei Kerne bleibt einer der letzteren an der Stelle des Mutterkernes und der andere versetzt sich in den neu ausgewachsenen Organismus.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0317-4

trennliches Ganzes bilden. Es ist eben dieses Ganze, dem in allen, wenigstens von uns studirten Fällen, die vorwaltende Rolle in den Lebensvorgängen gehört. Deshalb hat dieses morphologische Ganze ein unvergleichliches Uebergewicht vor dem kaum sichtbaren und gewöhnlich schwach differenzirten Kern.

Das complicirte Bild der Veränderung in der Vertheilung der Bestandtheile der Diatomeenzelle, welches seinen typischen Charakter ganz umgestaltet, wovon wir im Laufe dieser Beschreibung Zeugen waren, flösst uns die Idee ein, dass hier als Hauptelemente jene hervortreten, welche man gewöhnt ist, als secundäre zu betrachten, während der Kern eine wenig sichtbare und untergeordnete Rolle spielt. Diese Elemente sind die Chromatophore und die Pyrenoide, die wesentlichsten Bestandtheile unserer Diatomee. [1])

Die untergeordnete Rolle des Kernes bei den niederen Organismen kann durch seine genetische Jugend und ungenügende Beständigkeit erklärt werden, doch wird er in diesem Falle noch mehr auf den Hintergrund verdrängt, denn es erscheinen die Chromatophoren, Organoiden, welche vielleicht das Geheimniss der primitiven organischen Synthese enthalten.

Die Rolle der Pyrenoide ist uns nicht ganz klar, doch da, wo sie vorhanden sind (und vielleicht sind sie in der oder jener Form immer anwesend), wie in unserem Falle, beweist ihre enge Verbindung mit den Chromatophoren und die Unzertrennlichkeit ihres Schicksals, dass diese Rolle keineswegs eine von den letzten ist.

---

1) Infolge der hier ausgedrückten Ansicht ist der Vergleich höchst interessant, den von einem anderen Standpunkte aus Schmitz zwischen den Chromatophoren- und Diatomeenkernen macht (Schmitz, l. c. S. 167—175).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05159-0318-0

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: 85

Autor(en)/Author(s): Mitrophanow P.

Artikel/Article: Beobachtungen über die Diatomeen.[1]) 293-314