

kleinere Stücke würde die raschere Färbung ebenfalls begünstigen; allein die Thatsache, dass an Bastfasern mit vollkommen gesättigter Färbung die Risslinien nur noch verwischt oder gar nicht mehr sichtbar sind, spricht gegen die Annahme eines solchen Vorganges.

An dritter Stelle sei hier noch ausdrücklich auf die Wahrnehmung hingewiesen, dass das Aufbleichen im polarisirten Licht bei starker Färbung, zumal mit Chlorzinkjod, allmählich schwächer wird und zuletzt vollständig verschwindet. Nach der Entfärbung durch Liegenlassen in Wasser tritt jedoch die alte Leuchtkraft wieder hervor. Man begreift, dass mit dem Dunklerwerden des Farbentons eine merkliche Lichtabsorption verbunden sein muss, allein so lange die Faser durchsichtig bleibt, ist das vollständige Verschwinden der Lichtlinien nicht recht verständlich.

36. A. Borzi: Ueber *Dictyosphaerium* Naeg.

Eingegangen am 19. October 1894.

Im ersten Hefte des ersten Bandes, II. Serie, der „Nuova Notarisia“¹⁾ habe ich unter dem Titel „Noterelle algologiche“ eine Reihe von Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte, die Morphologie und die systematische Verwandtschaft von verschiedenen Algen veröffentlicht, und das erste Kapitel dieser Arbeit behandelt die Gattung *Dictyosphaerium*. Die in Rede stehende Gattung ist in neuester Zeit Gegenstand einer ausführlichen Arbeit des Herrn Prof. Dr. ZOPF²⁾ gewesen, und nach dem Wortlaut eines Referates in der Botanischen Zeitung³⁾ erhalten wir durch dieselbe eine Entwicklungsgeschichte dieser Algengattung, welche das hinsichtlich ihrer Strukturverhältnisse und deren Zustandekommen bisher bestehende Dunkel in vielen Beziehungen lichtet.

Herrn ZOPF ist leider meine oben angegebene Arbeit unbekannt geblieben, obwohl auch über dieselbe im Botanischen Jahresbericht⁴⁾ referirt worden ist. Es scheint mir deshalb eine Pflicht der Ge-

1) Publicirt am 2. März 1891.

2) W. ZOPF, Ueber die eigenthümlichen Strukturverhältnisse und den Entwicklungsgang der *Dictyosphaerium*-Colonien. (Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen, Heft 3, Seite 15—25.)

3) Bot. Zeitung 1894, II. Abth., Seite 90.

4) Bot. Jahresbericht Bd. XIX, 1. Abth., Seite 97.

rechtigkeit, meine Publication aus der Vergessenheit zu ziehen, umso mehr, da meine Beobachtungen in vielen Punkten weiter gehen als diejenigen des Herrn ZOPF, und einige Thatsachen, die von Herrn ZOPF mehr oder minder übergangen worden sind, in das richtige Licht stellen. Ich lasse deshalb eine möglichst wortgetreue Uebersetzung meiner oben citirten Arbeit folgen.

Nach meinen Beobachtungen nehmen die charakteristischen schwimmenden Colonien von *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* ihren ersten Ursprung aus besonderen, kugeligen Elementen, die, von zarter und amorpher Gelatine eingehüllt, sich auf dem Boden der Wasserbehälter finden und kleine *Palmella*-artige Massen bilden. Derartige Colonien lösen sich stets auf, und die einzelnen frei gewordenen Zellen unterliegen einem rapiden Theilungsprocess. Die Theilung des Zellinhaltes findet nur in zwei Richtungen statt; die Initialzelle theilt sich in der Mitte, und die beiden Tochterzellen erreichen bald eine halbkugelige Form. Während des weiteren Wachstums und der Separation bleibt diese Gestalt der einzelnen Zellen fast unverändert, da die Region, welche der ursprünglichen Berührungsfläche der beiden Tochterzellen entspricht, in geringerem Masse als die übrige Wandfläche wächst. Bei völliger Entwicklung haben die in Rede stehenden Zellen eine ovale oder ellipsoide, in einem Theile mehr oder weniger zusammengedrückte Gestalt; dieselben können aber auch, falls das erwähnte ungleiche Wachsthum mehr überhand nimmt, nierenförmig werden. Ganz entsprechende Verhältnisse finden wir bei den unter dem Namen *Nephrocytium* beschriebenen Formen. Diese Art des Wachstums verursacht eine leichte Drehung der einzelnen Zellen, welche beim Beginn einer neuen Theilung noch deutlicher wird. Letztere findet in der Richtung des Längsdurchmessers der Mutterzelle statt; die vier Elemente sind dann in drei Richtungen angeordnet, dergestalt, dass die relativen Centren den vier Spitzen eines Tetraeders entsprechen. Bei einer derartigen Lage der Initialzellen muss die Colonie nothwendiger Weise eine ungefähr kugelige Gestalt annehmen, da die weiteren Zelltheilungen sich in zwei Richtungen des Raumes vollziehen.

Es ist von Interesse, unsere Aufmerksamkeit auf das eigenartige Verhalten der Mutterzellwand zu lenken. Zunächst ist hervorzuheben, dass Chlorzinkjodlösung keine deutliche Reaction bezüglich der chemischen Beschaffenheit der Membran ergiebt. Bei starker Vergrößerung erkennt man, dass die Wand, wie dünn sie auch sei, aus einer gelatinösen Substanz besteht, welche Anilinfarben, besonders Methylgrün, stark absorbirt und eine Färbung annimmt, deren Intensität nach dem Innern zu abnimmt. Mit Benutzung dieses Reagens kann man leicht die Membran während der Zelltheilung beobachten.

Die beiden aufeinander folgenden Theilungen des Zellinhaltes vollziehen sich in kürzester Zeit; man könnte fast sagen, dass eine simultane Viertheilung statt hat. Die vier Tochterzellen sind von einer dünnen Schicht amorpher Gelatine eingehüllt, welche durch das Auseinanderfliessen der inneren Wandschichten der Mutterzelle entsteht, während die äussere Schicht derselben, die von grösserer Widerstandsfähigkeit ist, erhalten bleibt. Diese letztere wird schliesslich durch den immer stärker werdenden Druck der inneren Gelatine überwunden, so dass schliesslich die äussere Schicht zerreisst, von oben beginnend, wie bei einer Kapsel. Dieses Zerreißen geht etwas unregelmässig vor sich; es entstehen jedoch stets vier getrennte Stücke oder Zipfel, die nur an der Basis einen ganz geringen Zusammenhang haben. Die vier Tochterelemente bleiben als eine tetraëdrische Gruppe vereinigt im Innern der primären Gelatine, welche eine zarte, sehr transparente und homogene Umhüllung bildet und dazu dient, dieselben an den oben erwähnten vier Zipfeln angeheftet zu halten. Wenn die vier Tochterzellen fortfahren zu wachsen und die oben angegebene Lage eingenommen haben, so bleiben dieselben an der Spitze der erwähnten Zipfel dergestalt hängen, dass jedem der letzteren eine Tochterzelle entspricht, und es hat fast den Anschein, als ob diese Zipfel eine Art Stiel derselben bilden. Da die in Rede stehenden Zipfel in einem Punkte zusammentreffen, so scheint es, als ob von diesem vier besondere Stiele ausgehen, die als Stützpunkte der vier Zellen der jungen Colonie dienen. Wegen dieses Zusammenhängens spreizen sich die Zipfel auseinander und biegen sich derart, dass sie der Richtung der vereinigten Elemente folgen.

Während dieses Vorganges und im Verhältniss zur fortschreitenden Separation der Zipfel streben ihre Ränder danach sich zurückzubiegen, was eine sehr geringe Verdickung derselben verursacht; dadurch werden die Zipfel sichtbar, auch ohne Anwendung von Farbstoffen, trotz ihrer ausserordentlichen Durchsichtigkeit. Sie heben sich jedoch nur sehr undeutlich ab; man sieht nur Allgemeines, was jedoch genügt, um sie als zarte Fäden zu charakterisiren. Es ist gerade diese Form, unter welcher diese Gebilde von allen Autoren, von NÄGELI an, beschrieben worden sind. Auch WILLE¹⁾ stellt sie als Fäden in einer auf *Dictyosphaerium pulchellum* Wood. bezüglichen Figur dar, jedoch hat derselbe sehr richtig die Beziehungen derselben zu der Mutterzellwand der Colonie-Elemente erkannt.

Da die Vergrösserung der Zellcomplexe fortfährt, durch Zweitheilung in zwei Richtungen des Raumes stattzufinden, so bleibt die ursprüngliche Form der Colonien im Laufe der weiteren Entwicklung völlig unverändert: dieselben nehmen einen kugeligen, ovalen oder

1) In „ENGLER und PRANTL, Natürliche Pflanzenfamilien“, I. Th., 2. Abth., S. 44.

elliptischen Umriss an. Die erwähnten stiel förmigen Gebilde, welche ausdauernd sind, stellen die Anzahl der Generationen dar, welche die Colonie zusammensetzen. Je nachdem sich in jeder Zelle während des beschriebenen Theilungsprocesses eine oder zwei Theilungen vollzogen haben, werden wir dieselben in zwei- oder viertheiligen Quirlen beobachten, wie es von NÄGELI auch angegeben worden ist.

Es bleibt nun die Entstehung der dünnen Gelatineschicht festzustellen, welche meistens eine Art von allgemeiner Hülle um die Colonie herum bildet. In dieser Hinsicht fehlen genaue Angaben in den Beschreibungen, und auch WILLE hat dieses unbeachtet gelassen. Es ist jedoch hervorzuheben, dass die Bildung einer derartigen Hülle weder regelmässig stattfindet, noch in solchem Umfange, wie die Figur von NÄGELI zeigt. In den meisten Fällen existirt davon keine Spur, oder man beobachtet sie höchstens als sehr dünne und transparente Schicht. Kleine Körperchen und Bacillen von äusserst geringen Dimensionen, die sich zufällig im Wasser finden, bleiben an ihrer Aussenfläche hängen und bilden einen Kranz zarter Zähnchen oder kleiner Cilien.¹⁾ Hierdurch tritt der Umriss der Hülle mit einer gewissen Deutlichkeit hervor. Wie zart diese Gelatine auch sei und in welcher Menge sie auch auftrete, dieselbe entsteht während des Theilungsprocesses der Zellelemente aus den inneren Schichten der Mutterzellwand; in Folge dessen nimmt die Gelatinemasse beständig im Laufe der Entwicklung zu, und alle Zellen, einschliesslich der stiel förmigen Anhängsel, werden von derselben eingehüllt. Es ist folglich die diagnostische Angabe der Autoren unrichtig, dass die Colonien von *Dictyosphaerium* hohl seien; dieselben bestehen aus einer soliden, wenn auch äusserst zarten und zusammenfliessenden Gelatinemasse.

Die Zellstructur von *D. Ehrenbergianum* bietet einiges Interesse, besonders in Bezug auf die Chromatophoren. Nach WILLE²⁾ sind dieselben mantelförmig und umfassen die Zellhöhlung von einer Seite. Und in der That hat es diesen Anschein; bei aufmerksamer Beobachtung sieht man jedoch, dass, anstatt einer Chlorophyllscheibe, es sich hier um einen wirklich soliden Körper handelt, der oft die Gestalt eines Kugelsegments zeigt, bisweilen auch halbkugelig ist und sich der einen Seite der Zellwand anschmiegt. Man könnte sagen, dass das Chromatophor aus einem ursprünglich kugeligen Körper, der eine starke einseitige Zusammendrückung erlitten hat, hervorgegangen sei. Ferner zeigt das Chromatophor eine stärkere Verdickung in der Mitte als an den Seiten, wodurch eine Erhöhung entsteht, die sich bis über das Centrum der Zellhöhle fortsetzt. Hierdurch wird die Annahme unter-

1) Derartige Gebilde sind thatsächlich von den Algologen als Cilien beschrieben und als unterscheidendes Merkmal des *D. reniforme* Bulnh. betrachtet worden. (Vgl. DE TONI, Sylloge Algarum I, S. 660.)

2) l. c. S. 51.

stützt, dass das Chromatophor von *D. Ehrenbergianum* aus einem soliden centralen gelappten Chlorophyllkörper entstanden sei, der aus dem Mittelpunkte gerückt, eine einseitige Stellung angenommen hat und etwas zusammengedrückt worden ist.

Diese Betrachtungen sind geeignet, um die Beziehungen dieser Chromatophorenform zu der für *D. Hitchcockii* Wille charakteristischen zu zeigen; hier enthalten die Zellen ein centrales, sternförmiges Chromatophor. Wegen dieser Eigenthümlichkeit hat LAGERHEIM¹⁾ die Bildung der Gattung *Dictyocystis* vorgeschlagen, zu welcher letztere Art zu rechnen sei. Wenn wir einen Blick auf die auf *D. Hitchcockii* bezügliche Figur von WOLLE²⁾ werfen, so werden wir einige andere Eigenthümlichkeiten antreffen, welche die Ansicht VON LAGERHEIM's unterstützen. Zum Beispiel scheinen die Colonien von *D. Hitchcockii* ausschliesslich aus Elementen aufgebaut, die sich nur nach einer Richtung des Raumes theilen, und diese Richtung ist immer dieselbe, was niemals bei *D. Ehrenbergianum* und den verwandten Formen stattfindet.

Bezüglich des Pyrenoids der Chromatophoren von *D. Ehrenbergianum* ist hervorzuheben, dass es eine regelmässige, polygonale Gestalt hat, oft sogar diejenige eines Pentagons, wodurch immer mehr die von SCHIMPER ausgesprochene Idee, dass das Pyrenoid als wirkliches Krystalloid zu betrachten sei, bestätigt wird. Die Pyrenoide von *Dictyosphaerium* bilden einen der interessantesten Fälle zum Beweise dieser These, besonders wenn man noch die bedeutenden Dimensionen dieser Gebilde in Betracht zieht.

Obige morphologischen Merkmale erleichtern die Untersuchung über die systematische Verwandtschaft der Gattung *Dictyosphaerium*.

Zunächst ist hervorzuheben, dass die Elemente von *Dictyosphaerium* sich im Innern einer Gelatinemasse von bestimmtem Umriss vereinigt befinden. Diese entsteht aus den inneren Schichten der Mutterzellwand, während die äusseren widerstandsfähigeren Schichten derselben sich zu erhalten streben und eine Art solider Tunica bilden. Diese öffnet sich auf der einen Seite und spaltet sich während der Zweitheilung in tiefe Zipfel, nach Art eines Kelches. Die Tochterelemente und so auch diejenigen der aufeinander folgenden Generationen bleiben an der Spitze der Zipfel hängen; es entsteht daraus ein System von Zipfeln verschiedenen Alters, welche, von einem gemeinsamen Mittelpunkte ausgehend, sich wiederholt viertheilen. Der feste Zusammenhang der verschiedenen Zipfelordnungen verursacht, dass die Colonie einen bestimmten, kugeligen Umriss annimmt.

Nehmen wir den Fall an, dass die vier aus der Theilung der äusseren Schichten der Mutterzellwand entstandenen Stücke sich bald

1) Nuova Notarisia, October 1890, S. 226.

2) FR. WOLLE, Fresh-Water Algae of the United States, Taf. 157, Fig. 12.

gänzlich von einander loslösen, eingehüllt bleiben und von einander entfernt werden durch die die Tochterzelle einhüllende Gelatine, welche aus den zusammengeflossenen inneren Wandschichten der Mutterzelle hervorgeht, dann würden die Colonien jeder Regelmässigkeit entbehren. Die einzelnen Elemente würden ohne jegliche Ordnung zerstreut sein und Massen von unbestimmter Ausdehnung bilden; ferner würden wir beobachten, dass die Zipfel hier und da von der gelatinösen Grundmasse umflossen und ohne jegliche Regelmässigkeit zerstreut seien. Dieser Fall entspricht genau in allen Einzelheiten dem Baue einer anderen grünen Alge, *Schizochlamys gelatinosa* A. Br. Ich kenne diese Art von lebenden, im Mai 1881 in den der Feuchtigkeit ausgesetzten Spalten der basaltischen Lava auf der Insel Vulcano gesammelten Exemplaren. Auch diese Chlorophyceae hat Zellen mit grossem centralen Chromatophor, welches ein von einer Stärkehülle umgebenes Pyrenoid enthält. Das Chromatophor zeigt die für *D. Ehrenbergianum* beschriebene einseitige Zusammendrückung weniger deutlich; dieselbe ist angedeutet durch eine kleine, seitliche, farblose Stelle in derselben Weise, wie man es häufig an den isolirten Zellen von *Pleurococcus vulgaris*¹⁾ und am Gonidienzustande im Innern des Thallus vieler Flechten beobachtet.

An der Hand der auf die Zellstructur bezüglichen Merkmale können wir auf andere verwandtschaftliche Beziehungen der Gattungen *Schizochlamys*, *Dictyosphaerium* und *Dictyocystis* hinweisen.

Wenn die äusseren Wandschichten der Mutterzelle ebenso wie die inneren in reichliche Gelatine zusammenfliessen würden, so hätten wir Colonien, die ganz und gar aus einer reichlichen amorphen Gelatine-masse bestehen, in der die verschiedenen Generationen der Tochterzellen vereinigt sind. Dieser Fall lässt uns an die Möglichkeit denken, neben obige Gattungen verschiedene von den Autoren unter dem Namen *Tetraspora* beschriebene Formen zu stellen. Ich habe meine Untersuchungen nicht auf alle zu dieser Gattung gehörigen Arten ausdehnen können; an Herbarmaterial ist eine genauere Untersuchung unmöglich. Von den untersuchten Formen scheinen *Tetraspora micrococca* Kuetz. (RABH. Alg. eur., No. 766!) und *T. gelatinosa* Desv.

1) WILLE (l. c. S. 56) stellt die Gattung *Schizochlamys* zu den Pleurococcaceen. Wenn diese Familie ein Recht hat zu existiren — was ich nicht glaube —, so kann *Schizochlamys gelatinosa* absolut nicht dahin gehören, weil diese Alge sich auch durch mit zwei Cilien versehene Schwärmsporen fortpflanzt, die aus aufeinander folgenden Theilungen der vegetativen Elemente in vier bis acht Portionen hervorgehen. Hiervon habe ich mich wiederholt überzeugen können durch Untersuchungen der auf der Insel Vulcano gesammelten Exemplare. Ich halte die Gattung *Schizochlamys* genügend definirt und der Erhaltung werth als selbstständige Gruppe der Prasiolaceen.

(RABH. ib., No. 178!) ein seitliches Chromatophor zu haben¹⁾; anders verhalten sich die unter den Namen *T. natans* Kuetz. (RABH. ib., No. 407!), *T. bullosa* Ag. (RABH. ib., No. 1233, 1150!), *T. Stereophysalis* Kuetz. (RABH. ib., No. 858!), *T. cylindrica* Ag. (RABH. ib., No. 1171!, Desm. No. 916!, WITTR. et NORDST. No. 243!) und *T. explanata* Ag. (WITTR. et NORDST. No. 24!) beschriebenen Formen. Bei letzterer Art beobachtet man ein grosses, centrales, mehr oder minder von einer Seite zusammengedrücktes oder auch an der Peripherie gelapptes Chromatophor. Es ist wahrscheinlich, dass ein genaueres Studium die Nothwendigkeit bestätigen wird, von der alten und klassischen LINK'schen Gattung *Tetraspora* alle diejenigen Formen loszutrennen, die aus mit flächenförmigen, parietalen Chromatophoren versehenen Elementen bestehen. Vielleicht könnte man die Gattung *Tetrasporella* Gaill. (1833) wieder herstellen und derselben die letzteren Formen als die charakteristischen zuzählen.

Nachdem wir hiermit die Gattung *Tetraspora* definirt haben, wird die Art und Weise des Wachstums der laubartigen Colonien neue Berührungspunkte mit den Gattungen *Schizochlamys*, *Dictyosphaerium* und *Dictyocystis* geben; und thatsächlich findet bei den *Tetraspora*-Arten die vegetative Vermehrung der Zellelemente durch Theilungen nach zwei Richtungen des Raumes statt, wenigstens ist diese Art und Weise des Wachstums die vorherrschende.

Wenn wir die erwähnten Kriterien acceptiren, so gelangen wir zu einer Reihe von Formen, wo die ebenfalls mit einem grossen, centralen Chromatophoren von mehr oder minder gelapptem oder zerschlitztem Umriss versehenen Zellelemente häufig in Massen von bedeutender Ausdehnung vereinigt sind, wie die *Prasiola*. Hier ist die gelatinöse Grundmasse, die die Elemente einhüllt und zusammenhält in geringer Menge, oft nur sogar sehr spärlich vorhanden; es entstehen dadurch feste, flächenförmige Colonien, die gänzlich einem wirklich vielzelligen Körper von der Beschaffenheit des Thallus einer *Ulva* ähneln, oder, je nach den Entwicklungsbedingungen, in denen wir die Alge betrachten, nehmen die Colonien die Form von mehrreihigen (*Schizogonium*) oder einreihigen (*Hormidium*) confervoiden Massen an, oder dieselben reduciren sich in Folge von wiederholter Zerklüftung in kleine würfelförmige oder flächenförmige Gruppen (*Pleurococcus*). In allen Fällen bleibt die Grundstructur der Zellen unverändert und die Colonien unterscheiden sich von denen von *Tetraspora* nur durch die geringere Menge der umgebenden Gelatine. Im Uebrigen zeigt uns die Gattung *Trypethallus* von HOOKER die Möglichkeit eines allmählichen Ueber-

1) Das in der RABENHORST'schen Sammlung unter No. 1115 ebenfalls als *T. gelatinosa* bezeichnete Exemplar verhält sich nicht so, indem es ein centrales Chromatophor aufweist.

ganges der einen in die andere Form, und besser thun dies noch die Arten der Gattung *Palmophyllum*. Es ist ferner noch hinzuzufügen, dass überall bei den besagten Formen der Zelltheilungsprocess vorherrschend in zwei Richtungen des Raumes statt hat, und folglich ist für dieselben die Bildung von flächen- und laubartigen Massen charakteristisch; auch existirt keine Ausnahme von der allgemeinen Regel bezüglich der Fortpflanzung. Diese vollzieht sich auch bei *Prasiola*¹⁾ mittelst zweiciliger Zoosporen, wie es bei den Arten der anderen angegebenen Gattungen der Fall ist.

Diese kurze Arbeit, die weiter ausführt, was ich bereits auf Seite 232 u. ff. in meinen „Studi algologici“ mittheilte, giebt mir Gelegenheit zu wiederholen, dass ich der Meinung bin, dass unter den *Protococcolales* die Prasiolaceen eine sehr natürliche und gut definirte Gruppe bilden. Dieselben sind grüne, ausschliesslich einzellige Algen, die Colonien von verschiedener Form und Ausdehnung bilden. Die Vereinigung geschieht mittelst einer Gelatinemasse, die in verschiedener Menge von der Zellwand gebildet wird. Die Colonien wachsen auf vegetativem Wege durch wiederholte Zweitheilung, die sich alternirend nach zwei Richtungen des Raumes vollzieht, selten nur nach einer, ausnahmsweise auch nach drei Richtungen. Die Zellen besitzen ein centrales Chromatophor, das häufig gelappt-zerschlitzt, seltener auf einer Seite etwas zusammengedrückt ist; im Centrum des Chromatophors findet sich ein deutliches Pyrenoid mit Stärkehülle. Alle Prasiolaceen vermehren sich auf agamischem Wege durch mit zwei Cilien versehene Zoosporen.

Ein Blick auf obige Zeilen wird den Leser überzeugen, dass schon zwei Jahre vor dem Erscheinen der Arbeit des Herrn ZOPF das Dunkel in Bezug auf die Entwicklungsgeschichte, die Morphologie und die systematische Verwandtschaft der Gattung *Dictyosphaerium* genügend gelichtet war. Dieser Fall zeigt, wie nothwendig es ist, sowohl beim Studium eines Gegenstandes, als auch beim Referiren die einschlägige Litteratur gründlich zu kennen, falls man nicht Ungerechtigkeiten begehen will.

Palermo, R. Orto Botanico, October 1894.

1) Dieser Gegenstand wird ausführlich im 2. Bande meiner „Studi algologici“ behandelt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Borzi Antonio

Artikel/Article: [Ueber Dictyosphaerium Naeg. 248-255](#)