

20. E. Askenasy: Ueber die Entwicklung von *Pediastrum*.

(Mit Tafel VI.)

Eingegangen am 28. März 1888.

Unsere bisherigen Kenntnisse über die Entwicklung von *Pediastrum* beruhen hauptsächlich auf den Veröffentlichungen von A. BRAUN. Schon im Jahre 1851 berichtete BRAUN in seinem Buche: Betrachtungen über die Erscheinungen der Verjüngung in der Natur, über die Entstehung der Macrogonidien von *Pediastrum granulatum* Kütz. und über die Vereinigung derselben zu neuen Coenobien und erläuterte seine Beobachtungen durch Abbildungen. In seiner 1855 erschienenen Abhandlung „Alg. unicell. Gen. nova et min. cogn.“ giebt er eine genaue Beschreibung des Genus *Pediastrum* und sämtlicher bekannter Species desselben. Ausserdem berichtet er darin auf Grund von Mittheilungen DE BARY's über die Microgonidien von *P. granulatum*. DE BARY beobachtete die Bildung und das Austreten dieser Microgonidien, deren von den Macrogonidien wesentlich abweichende Gestalt er durch eine Abbildung veranschaulicht und stellte fest, dass sie nicht zu Coenobien zusammentreten. Ihre weiteren Schicksale blieben ihm aber unbekannt.

Seitdem sind keine weiteren Beobachtungen über die Entwicklung von *Pediastrum* veröffentlicht worden. Wohl aber wurden mehrfach Vermuthungen über deren Verlauf ausgesprochen. Man stützte sich dabei namentlich auf die Thatsachen, die über die Entwicklung von *Hydrodictyon utriculatum* nach und nach bekannt wurden.

Schon A. BRAUN, der zuerst die Macrogonidien und Microgonidien sowie die Ausbildung der ersteren zu neuen Coenobien bei *Hydrodictyon* genauer beobachtete, wies auf die Analogie hin, welche diese Erscheinungen mit den von ihm bei *Pediastrum* gefundenen darbieten.

PRINGSHEIM, der im Jahr 1860 in den Monatsberichten der Berliner Academie, p. 775, die Ausbildung der Microgonidien von *Hydrodictyon* zu Dauersporen, die Entstehung der Polyeder aus diesen, und endlich die Bildung junger Coenobien aus den Polyedern beschrieb und damit die Entwicklungsgeschichte dieser Alge nahezu vollständig darlegte, schloss daraus auf eine ähnliche Entwicklung von *Pediastrum* (und des nahe verwandten *Coelastrum*). Er bemerkt darüber:

„Bei *Pediastrum* sind auch schon zweierlei Schwärmsporen bekannt,

von welchen die grösseren, wie A. BRAUN gezeigt hat, nach ihrer Geburt zu neuen Familien sich vereinigen, während die von DE BARY zuerst aufgefundenen kleinen Schwärmer sich isolirt zerstreuen. Ueber ihre Bestimmung ist zwar noch nichts bekannt, doch liegen in der vergleichenden Betrachtung der Entwickelungserscheinungen, welche bei dieser Gattung und bei dem Wassernetze eintreten, die zwingenden Gründe, sie für die Dauersporen des *Pediastrum* zu erklären.“

„Der gleiche Werth muss den isolirt sich zerstreuenden kleineren Sporen von *Coelastrum* zuerkannt werden, welche ich neben den grösseren, die ich zur neuen Familie zusammentreten sah, bei dieser Gattung gefunden habe. Sie unterscheiden sich zwar von den Dauerschwärmern des *Hydrodictyon* durch das Fehlen eines beweglichen Stadiums, allein die Bewegung tritt bei den Sporen dieser Gattung überhaupt zurück, denn auch die grösseren Sporen dieser Gattung bilden ohne vorherige Bewegung Netze.“

„Die übrigen sich hier anschliessenden Gattungen sind noch zu wenig bekannt, um eine Vermuthung über die Bildungen, welche bei ihnen die Dauerschwärmer vertreten, zu gestatten.“

„Da aber aus dem Vorhergehenden folgt, dass zu jeder dieser Gattungen, deren bekannte Generationen stets in Familien gefunden werden, eine bisher noch unbekannte Generation gehören muss, welche nach Art der Polyeder des Wassernetzes und wahrscheinlich unter ähnlichen Formen im isolirten Zustande lebt, so entsteht die Frage, ob bei der genauen Durchforschung des Gebiets microscopischer Formen jene polyedrischen Bildungen, deren auffallende Gestalt die Aufmerksamkeit des Beobachters auf sich ziehen musste, nicht schon früher gesehen und beschrieben worden sind.“

„In der That scheint dies der Fall zu sein. Die von mir gefundenen Polyeder des Wassernetzes sind zwar noch völlig neu; dagegen glaube ich die Polyeder anderer Arten dieser Familie, vorzugsweise vielleicht die der Gattung *Pediastrum* in Formen zu erkennen, welche NÄGELI als eine eigene neue Gattung unter dem Namen *Polyedrium* beschrieben hat. Um an diese NÄGELI'sche Gattung zu erinnern, habe ich die isolirten Generationen des Wassernetzes Polyeder genannt.“

„Die Kenntniss der Formen, welche die Gattung *Polyedrium* bei NÄGELI bilden, geht nicht über die Bekanntschaft mit der äusseren Gestalt hinaus und eben deshalb glaube ich sie mit mehr Recht in meinem Sinne als die ersten isolirten Generationen einiger Arten aus der Familie der Hydrodictyeeen deuten zu dürfen.“

In einem Aufsatz von ROSTAFINSKI: *Quelques mots sur l'Haematococcus lacustris*, Mem. de la soc. de Cherbourg 1875, T. XIX, findet sich Seite 152 die Notiz, dass im Jahre 1873 SUPPANETZ in DE BARY's Laboratorium die Copulation der Microgonidien von *Hydrodictyon* beobachtet hat; diese erfolgt schon in der Mutterzelle bald nach dem

Ausschlüpfen, sie copuliren zu 2, 3 oder 6. Die Isospore (Zygote) zeigt die durch PRINGSHEIM bekannte Entwicklung. ROSTAFINSKI fügt noch hinzu: es wäre zu untersuchen, ob *Pediastrum* dieselbe Entwicklung zeigt.

So viel Wahrscheinliches auch die eben angeführten Vermuthungen über die Entwicklung von *Pediastrum* besitzen, so kann volle Sicherheit doch nur durch unmittelbare Beobachtung gewonnen werden. Es ist mir nun gelungen, den Lebenslauf einer Art dieser Gattung nahezu vollständig zu verfolgen. Ich fand dabei, dass sich *Pediastrum* in der That in seiner Entwicklung eng an *Hydrodictyon* anschliesst; die auf die Verwandtschaft beider Gattungen gegründeten Annahmen haben sich also als wahr erwiesen.

Ende April 1887 brachte ich aus einem grossen Wasserbehälter in Schwetzingen eine Anzahl auf der Oberfläche des Wassers schwimmender Algen nach Hause. Sie bestanden hauptsächlich aus *Pediastrum Boryanum* Menegh., dem ziemlich zahlreiche Exemplare von *Polyedrium* und sonst nur wenige andere Algenformen (*Scenedesmus* und *Chlamydomonas*) beigemischt waren. Die Polyedrien waren an Grösse und Gestalt sehr verschieden. Die Grösse lag zwischen $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{5}$ mm. Die Gestalt war bald mehr isodiametrisch, bald mehr flach, zuweilen stumpfeckig, meist aber mit zu mehr oder weniger langen Stacheln vorgezogenen Ecken. Die Anzahl der Stacheln betrug 2, 3, 4, 5, 6 und mehr. Die Abbildungen der Taf. VI, Fig. 1—10, bringen einen Theil der beobachteten Formen zur Anschauung. Obwohl ich nicht bezweifle, dass diese Polyedrien schon von Andern beobachtet worden sind, so vermag ich sie doch nicht einer der bereits benannten Species zuzuweisen, denn, wie mir scheint, haben die bisherigen Beobachter mit Vorliebe einigermaassen regelmässig gestaltete Formen beschrieben und abgebildet. Wenn ich nun auch Exemplare gesehen habe, die mit NÄGELI's *Polyedrium trigonum*, *tetragonum* und *tetraedricum* (NÄGELI: Einzell. Algen, S. 83, Taf. IV B) oder mit REINSCH's *P. pentagonum*, *octaedricum*, *Pinacidium* (REINSCH: Algenfl. des mittleren Franken, S. 75 ff., Taf. III u. V) übereinstimmten, so waren dies doch nur vereinzelt Ausnahmen; die unregelmässig gestalteten Formen wogen entschieden vor. Will man deshalb das von mir untersuchte *Polyedrium* mit einem besondern Namen bezeichnen, so schlage ich vor, es *Polyedrium polymorphum* zu nennen.

Dagegen fand ich bei meinem *Polyedrium* niemals wirklich gelappte oder getheilte Stacheln: *Polyedrium enorme* (RALFS) DE BARY ist also wohl sicher von unserm *Polyedrium* specifisch verschieden; ebenso wie *P. Reinschii* Rabenh. (*Cerasterias raphidioides* Reinsch), und *P. longispinum* Rabenh. (*Phycastrum longispinum* Perty), deren Gestalt eine wesentlich abweichende ist.

Unser *Polyedrium* besitzt eine ziemlich dünne Zellmembran. Die Stacheln, ursprünglich hohl und Plasma enthaltend, werden später theil-

weise von Zellstoff erfüllt. Bei kleineren (jüngeren) Exemplaren sind die Stacheln im Verhältniss zum Körper meist länger als bei grösseren (älteren). Der Inhalt zeigt sich gleichmässig grün gefärbt, wohl in Folge der Anwesenheit eines einzigen hohlen Chromatophors, wie es ähnlich bei *Pediastrum* vorkommt. Jedes *Polyedrium* hat ein grosses centrales Pyrenoid (Amylonkern) mit deutlicher Amylonhülle. Behandelt man Polyedrien, deren Farbstoff durch Alkohol entfernt ist, mit Haematoxylinlösung, so findet man darin mehrere Zellkerne, deren Zahl mit Grösse und Alter der Exemplare zunimmt, vgl. Taf. VI, Fig. 7 u. 8.

Bei mehreren Polyedrien konnte ich die Theilung des Inhalts und die Ausbildung der Gonidien verfolgen, vgl. Taf. VI, Fig. 9, 10, 11, 12, 13, 14. Die letztere erfolgt wie bei *Pediastrum* durch successive Zweitheilung; auch die Gestalt und das weitere Verhalten der aus der Theilung hervorgehenden Schwärmer entspricht ganz dem der Macrogonidien von *Pediastrum*. Ich habe öfters den Austritt der Schwärmer beobachtet, der vorwiegend in den Morgenstunden erfolgt; vgl. Fig. 11, 12, 13. Die Membran des Polyedriums reisst durch einen grossen Querstrich auf; der gesammte Inhalt, von einer zarten Hülle, der innersten Membranschicht, umgeben, tritt durch den Riss hinaus, die alte Membran des Polyedriums abstreifend. Nur ausnahmsweise haftet die alte Membran der Hülle theilweise an (Fig. 14). Während sich nach dem Austritt die Hülle stark erweitert, und eine kugelige oder ellipsoidische Form annimmt, zeigen die Macrogonidien die charakteristische wimmelnde Bewegung. Diese lässt allmählich nach, die Gonidien ordnen sich in einer Ebene, umgeben sich mit fester Membran und nehmen die Gestalt einer Scheibe von *Pediastrum Boryanum* an. Die Bildung der Scheiben erfolgte in den meisten von mir beobachteten Fällen ziemlich schnell, in viel kürzerer Zeit, als dies A. BRAUN beobachtete. (S. Verjüng., S. 352 ff.) Das Gleiche fand ich aber auch bei der Coenobienbildung der Macrogonidien, die aus den Scheiben von *Pediastrum* selbst hervorgingen, so dass möglicherweise der Unterschied in der Jahreszeit liegt, da BRAUN im November, ich im Frühjahr beobachtete. Ferner fand ich, dass die jungen Coenobien von *Pediastrum Boryanum*, mögen sie aus alten Coenobien oder aus Polyedrien hervorgehen, sehr bald, schon etwa 1 Stunde nach Austritt der Macrogonidien, ununterbrochen Scheiben darstellen, während sie nach BRAUN anfangs in der Art des *Pediastrum pertusum* Lücken zwischen den einzelnen Zellen zeigen und erst nach einem Tag vollständig zusammenschliessen. Kleinere und grössere Lücken zwischen den Zellen sind übrigens auch bei erwachsenen Scheiben von *P. Boryanum* keine gerade seltene Erscheinung, aber lediglich als kleine Unregelmässigkeiten aufzufassen (vgl. Fig. 18).

In den von mir beobachteten Fällen gingen aus den Polyedrien Coenobien von 16, 32 und 64 Zellen hervor, doch dürften wohl auch solche mit weniger Zellen gebildet werden.

Es mögen hier noch einige Zeitangaben über die Bildung der Coenobien aus Polyedrien Platz finden. In einem Falle fand um 9^h 15^m der Austritt der Macrogonidien statt; dann folgte das Wimmeln derselben, doch waren sie schon um 9^h 20^m in einer Ebene geordnet, um 9^h 26^m zeigten sich die ersten Anfänge der Einkerbung in den Randzellen. In einem anderen Falle dauerte das Wimmeln von 7^h 38^m bis 7^h 44^m, dann waren die Macrogonidien in einer Ebene geordnet; um 8^h 25^m waren die Hörner der Aussenzellen bereits deutlich angelegt.

Ich habe keine andere Vermehrung der Polyedrien als durch Macrogonidien, welche *Pediastrumscheiben* bilden, beobachtet; auch in der Litteratur liegt keinerlei Beobachtung über eine anderweitige Vermehrung vor. DE BARY vermuthet zwar, dass aus der Theilung von *Polyedrium enorme* wieder junge Polyedrien hervorgehen, hat dies aber nicht direct beobachtet. (DE BARY, Conjugaten, S. 71).

Mit dem Vorrücken der Jahreszeit wurden die Polyedrien seltener; gegen Ende Mai waren am Schwetzingener Standort keine mehr zu finden. Dies ist leicht verständlich, da sich die Polyedrien immerfort zu *Pediastrumscheiben* umbilden, neue Polyedrien aber nicht gebildet werden. Doch ist dies Verschwinden der Polyedrien keine allgemeine Erscheinung. An anderen Orten, z. B. in Wasserbehältern des botanischen Gartens in Heidelberg fand ich sie auch noch viel später im Jahr.

Bevor ich weiter gehe, muss ich es rechtfertigen, dass ich für das von mir untersuchte *Pediastrum* den Namen *P. Boryanum* gewählt habe. Nachdem ich eine grosse Zahl von *Pediastrum*formen gesehen habe, glaube ich, dass A. BRAUN, der bisher allein eine gründliche systematische Uebersicht der Species von *Pediastrum* gegeben hat, nicht hinreichend unterschieden hat zwischen wohlbegrenzten Formenkreisen und solchen, die durch allmähliche Uebergänge verbunden sind. Vielleicht hat er auch auf die Veränderungen, die Alter und Wachsthum in der Gestalt der Zellen bewirken zu wenig Werth gelegt. Ich bin der Ansicht, dass NÄGELI's Section *Anomopoedium*, sowie alle die Arten von *Diactinium* BRAUN, die durch einen *discus continuus*, *cellulae radii altius conjunctae*, charakterisirt werden, also *P. integrum*, *muticum*, *vagum*, *Selenaea*, *angulosum*, *Boryanum*, *granulatum*, sowie *P. serratum* Reinsch eine zusammenhängende, durch allmähliche Uebergänge vermittelte Gruppe bilden, die man am besten unter den Namen *P. Boryanum* Menegh. zusammenfasst und die von anderen Arten, wie z. B. *P. simplex*, *P. pertusum*, *P. Ehrenbergii* gut geschieden ist.

P. (Anomopoedium) integrum wird von NÄGELI (a. a. O. S. 96) folgendermaassen charakterisirt: Familien einschichtig oder stellenweise

zweischichtig, Randzellen nicht gelappt; bei der Erklärung der Abbildung wird dann von dieser Art noch gesagt: Randzellen abgerundet oder stumpfeckig, meist mit zwei kurzen starken Stacheln. Was nun die Zweischichtigkeit betrifft, so ist sie keineswegs auf diese angebliche Art beschränkt, sie kommt auch bei Formen mit anders gestalteten Randzellen vor, wie schon A. BRAUN (Alg. unic. gen. S. 90) auch zweischichtige Exemplare von *P. Boryanum* gesehen hat. Diese Doppelschichtigkeit, die nicht gerade besonders selten angetroffen wird, entsteht dadurch, dass bei dem Zusammentreten der Macrogonidien einzelne derselben durch zufällige Umstände ausgeschlossen werden und sich dann über der schon fertig gebildeten Scheibe zu einer zweiten kleineren Scheibe vereinigen. Dies ergibt sich aus dem Umstande, dass in den Fällen, wo man die Zahl der Zellen solcher doppelschichtigen Scheiben feststellen kann, die Anzahl der oberen Zellen die der unteren zu den bekannten Normalzahlen der Coenobien ergänzt.

Die andere angebliche Eigenthümlichkeit des *P. integrum*, die nicht gelappten Randzellen, ist ebensowenig charakteristisch. Denn wir finden ganz allgemein bei *P. Boryanum*, dass die Einschnitte der Randzellen mit dem Wachsthum der Zellen immer flacher werden und zuletzt oft ganz schwinden; man vergleiche z. B. Fig. 16 mit Fig. 15 und 18 und Fig. 20 mit Fig. 24. Aehnliches konnte ich auch bei *P. pertusum* beobachten. Auch die Zähne oder Hörner der Randzellen sind im Verhältniss zu dem Durchmesser der Zellen in der Jugend meist länger als im Alter, da ihr Wachsthum bald aufhört, während das der Zellen noch lange anhält. Ausserdem findet man in der Länge dieser Zähne, und in ihrer gegenseitigen Lage und Form sehr mannigfaltige durch allmähliche Uebergänge vermittelte Variationen, wie ein Blick auf die Figuren 15 bis 24 der Tafel lehrt.

Die Beschaffenheit der Zellmembran lässt sich auch nicht als spezifisches Kennzeichen verwerthen, wie denn schon A. BRAUN in den Alg. unic. gen., *P. granulatum* als eine Varietät von *P. Boryanum* auführt; man findet alle möglichen Abstufungen zwischen Coenobien mit glatter und solchen mit warziger Membran. *P. simplex* zeigt dieselbe Veränderlichkeit in Bezug auf die Sculptur der Membran. Es scheint mir bemerkenswerth, dass die Coenobien von *P. Boryanum*, die ich im April und Mai in Schwetzingen sammelte, durchweg eine glatte oder schwach punktirte Membran besaßen, die in den Sommermonaten gesammelten eine grob punktirte oder warzige.

Die anderen oben angeführten Species werden von A. BRAUN fast allein durch die Beschaffenheit der Randzellen, insbesondere durch die Gestalt der Zähne oder Hörner characterisirt. Ohne hier ein endgiltiges Urtheil abzugeben, muss ich doch sagen, dass ich nach meinen Beobachtungen nicht glaube, dass sich auf jene Eigenthümlichkeiten gut abgegrenzte Arten gründen lassen. Wollte man auf jene

Charaktere wirklich Gewicht legen, so müsste man noch viel mehr Arten unterscheiden als dies A. BRAUN gethan hat. Ich will nicht tadeln, dass man solche Formenkreise beschreibt und benennt; man sollte aber dann immer angeben, ob sie durch scharfe Merkmale getrennt oder durch allmähliche Uebergänge verbunden sind. Die aus einem Wasserbehälter stammenden *Pediastrum* derselben Art zeigen oft eine gewisse Aehnlichkeit mit einander, was wohl aus der lebhaften ungeschlechtlichen Vermehrung herzuleiten ist. So hatten die Formen des *P. Boryanum* aus Schwetzingen eine Art Familien-Aehnlichkeit und unterschieden sich von denen aus dem Heidelberger Botan. Garten. (Fig. 15, 16, 18, 22 stammten aus Schwetzingen, Fig. 19, 20, 21, 23 und 24 aus Heidelberg).

Ueber die Beschaffenheit des Zellinhalts von *Pediastrum Boryanum* will ich nur soweit berichten, als ich Neues mitzutheilen habe. Ich finde nicht, dass in den älteren Veröffentlichungen die Zellkerne von *Pediastrum* erwähnt werden. Sie sind leicht durch ihre dunkle Färbung zu erkennen, wenn man in Alkohol entfärbte Exemplare mit Haematroxylinlösung behandelt. In jungen Zellen von 9—13 μ findet man dann einen gewöhnlich excentrisch gelegenen Kern von etwa 2 μ Durchmesser (vergl. Fig. 17). In solchen von 13—18 μ findet man manchmal einen, häufiger aber zwei Zellkerne. Mit dem Wachsthum nimmt die Zahl der Kerne stetig zu, so dass man in erwachsenen Zellen eine grosse Anzahl findet (vgl. Fig. 18). Wenn sich die Zelle zur Theilung anschickt, sind die Zellkerne nicht mehr deutlich sichtbar zu machen, da sich dann der ganze plasmatische Inhalt durch Haematroxylin stark färbt. Ich kann daher über das Verhalten der Kerne bei der Theilung nichts mittheilen und habe es auch versäumt, die Macrogonidien auf ihren Zellkern zu untersuchen; es ist aber nach dem bisher Gesagten nicht zweifelhaft, dass sie nur einen Zellkern besitzen. Die Zellen von *Pediastrum* sind also in der Jugend einkernig, später mehrkernig; man wird in der Vermehrung der Zellkerne wohl eine Vorbereitung zur Theilung sehen dürfen, obwohl sie lange vor der letzteren erfolgt.

SCHMITZ führt (Botan. Ztg. 1882 Sp. 579) *Pediastrum* als eine der Algen auf, bei denen er geformte Chromatophoren gefunden hat. Man kann sich in der That an sehr jungen Coenobien (vgl. Fig. 12 und 14, wo die schattirten Theile grün sind) leicht überzeugen, dass nicht das ganze Plasma gleichmässig grün gefärbt ist, sondern, dass in jeder Zelle ein ursprünglich wie in den Macrogonidien zweilappiges Chromatophor vorhanden ist. Bald jedoch hüllt das Chromatophor das farblose Plasma vollständig ein und erlangt eine beträchtliche Dicke, so dass man es an etwas älteren Coenobien nicht mehr deutlich unterscheiden kann, und dann gewöhnlich das ganze Plasma grün gefärbt zu sein scheint.

In jeder Zelle des *Pediastrum* ist ein Pyrenoid (Amylonkern) enthalten. Es ist schon an ganz jungen Coenobien deutlich erkennbar und wächst mit der Grössenzunahme der Zellen in ziemlich regelmässiger Weise (vgl. Fig. 16, 17, 15 und 18). Um das Pyrenoid liegt eine Amylonhülle, ausserdem finden sich noch kleine Amylonkörner im Plasma zerstreut. Bei der Theilung bleibt das Pyrenoid zunächst deutlich sichtbar, die erste Theilungsebene geht entweder durch dasselbe hindurch, wobei es in zwei meist ungleiche Theile zerfällt, oder dicht an ihm vorbei. Mit den weiteren Theilungen wird das Pyrenoid undeutlich und entzieht sich der Beobachtung.

Jede Zelle von *Pediastrum* hat ihre eigene Membran; wo benachbarte Zellen zusammenstossen ist ihre Grenze durch eine dünne Mittellamelle auch an älteren Coenobien (vgl. Fig. 18) sehr deutlich bezeichnet. Die Richtungen der Zellwände an regelmässig ausgebildeten Exemplaren (vgl. Fig. 15) geben interessante Belege für die neuerdings von ERRERA und BERTHOLD näher erörterte Analogie, welche die Anordnung der Zellwände mit derjenigen der Lamellen eines Seifenschumes darbietet.

Die Bildung und den Austritt der Macrogonidien aus Zellen von Coenobien habe ich wiederholt beobachtet. Beides ist bereits von A. BRAUN in sehr lebendiger und ausführlicher Weise beschrieben worden, so dass ich seinen Angaben nur wenig hinzuzufügen habe. BRAUN konnte an den Macrogonidien keine Geisseln wahrnehmen (Alg. unicell. gen. p. 68)¹). Letztere sind in der That, da sie sehr kurz und dünn sind, schwer zu sehen. Doch gelang es mir nach Anwendung von Osmiumsäure, sie mit Hülfe von ZEISS' System J und homogener Immersion wiederholt deutlich zu erkennen. Wie dies bei schwierigen Objecten häufig vorkommt, sieht man oft nur eine Geissel deutlich, weil die andere minder günstig gelegen ist; ich konnte mich aber mehrmals vom Vorhandensein zweier Geisseln überzeugen (vgl. Fig. 25).

1) FALKENBERG (Algen im weitesten Sinn, SCHENKS Handbuch der Botanik, Bd. II, S. 275) sagt allerdings von den Macrogonidien von *Pediastrum*: „Bei *Pediastrum* sind dieselben zweiwimprige Zoosporen, welche aus der aufreissenden Mutterzellmembran heraustreten u. s. w.“; aber diese Angabe scheint auf einem Missverständniss zu beruhen, denn die in Fig. 20 VII, auf welche dabei verwiesen wird, dargestellten Körper können ihrer spindelförmigen Gestalt nach keine Macrogonidien sein, sondern nur Microgonidien. Unrichtig ist auch der unmittelbar folgenden Satz: „Bei *Hydrodictyon* und *Coelastrum* sind die zur Bildung eines neuen Coenobiums bestimmten Tochterzellen gleichfalls Zoosporen, aber diese Zoosporen treten niemals als solche aus der Mutterzelle heraus, sondern kommen schon innerhalb derselben zur Ruhe“. PRINGSHEIM, dessen Aufsatz in der Flora (1852) Verf. selbst pag. 279 citirt, sagt nichts von beweglichen Macrogonidien bei *Coelastrum*. Endlich bemerke ich noch, dass das Fig. 20 VI als *Pediastrum Ehrenbergii* bezeichnete *Pediastrum* nicht zu dieser Art gehört, sondern zu *P. pertusum*.

Die Coenobienbildung aus beweglichen Gonidien ist eine interessante Erscheinung. Wir sehen hier in der vegetativen Sphäre sich Vorgänge abspielen, die sonst nur bei der Befruchtung vorkommen. Man wird das Zusammentreten der Gonidien zu regelmässig geordneten Scheiben wohl nur durch eine Anziehung erklären können, die von denselben gegeneinander ausgeübt wird, und es liegt hierbei nahe, an chemotactische Reize zu denken, wie sie neuerdings von PFEFFER gründlich untersucht worden sind (Unters. d. Bot. Inst. in Tübingen I 363, II 582).

Nicht minder merkwürdig ist die Verschiedenheit der Gestalt, welche die Zellen annehmen, je nachdem sie am Rande oder in der Mitte der Scheibe liegen; es muss hier augenscheinlich eine eigenthümliche Reizwirkung der benachbarten und sich berührenden Zellen aufeinander stattfinden, wodurch deren Gestalt modifizirt wird, während solche Zellen, die ganz oder theilweise frei liegen, ihrem natürlichen Gestaltungstrieb folgen können. Nach den vorliegenden Abbildungen zeigen einige andere Arten von *Pediastrum* besonders interessante Verhältnisse, so namentlich *P. simplex*, *P. Rotula*, *P. Ehrenbergii*.

An einigen *Pediastrum*-Coenobien, die in hängenden Tropfen cultivirt wurden, beobachtete ich die Abnormität, dass nach der Theilung die Macrogonidien nicht entleert wurden, sondern dass die Theilzellen, ohne ihre ursprüngliche Lage zu ändern, Zellwände ausbildeten und miteinander in festem Verbands verblieben.

Wie DE BARY, so fand auch ich, dass bei im Zimmer cultivirten *Pediastrum* die Macrogonidienbildung allmählich aufhörte oder spärlich wurde und dass nach Verlauf von 8—10 Tagen (vom Anfang der Cultur in Gläsern gerechnet) Microgonidien gebildet wurden. Die Bildung letzterer scheint durch ungünstige Lebensumstände gefördert zu werden; ich fand z. B., dass sie bei Cultur in wenig Wasser früher erfolgte als sonst. Ebenso tritt sie im Hochsommer früher ein als im Frühjahre.

Wegen der genaueren Beschreibung der Bildung und des Austritts der Microgonidien verweise ich auf A. BRAUN, Alg. unic. gen. Die Microgonidien (vgl. Fig. 26, 27) sind von spindelförmiger Gestalt und besitzen zwei längere Geisseln, die bei Anwendung von Osmiumsäure viel leichter zu erkennen sind als die der Macrogonidien. Sie haben einen Kern, der sich mit Hämatoxylin stark färbt (Fig. 27). Sie sind Gameten und copuliren mit einander. Ich habe immer nur je zwei, die in Copulation mit einander begriffen waren, gefunden. Das Verschmelzen der beiden Gameten findet hier wie in den meisten Fällen zunächst am Vorderende statt und schreitet von da seitwärts nach hinten fort. (Vergl. Fig. 28). Die Microgonidien die aus einer Zelle stammten, sah ich nicht mit einander copuliren. Ob die aus demselben Coenobium mit einander copuliren oder nicht, vermag ich nicht zu sagen.

Die Zygoten kommen bald zur Ruhe, umgeben sich mit einer festen Membran und stellen dann kleine kugelige Körper dar, die man nach Austritt der Microgonidien oft in grosser Menge an den leeren Membranen der Coenobien sitzend findet. Sie nehmen weiterhin langsam an Grösse zu. (Vergl. Fig. 29). Bald nach der Bildung war der durchschnittliche Durchmesser der Zygoten 4μ , nach 2 Wochen bereits 12μ , nach weiteren 4 Wochen $21-24\mu$. Die Zellmembran wurde etwas dicker, der Inhalt nahm eine braungelbe Farbe an. Weiterhin gingen die cultivirten Zygoten zu Grunde, so dass in der Entwicklungsgeschichte von *Pediastrum* noch eine kleine Lücke bleibt. Es ist aber nicht zu bezweifeln, dass aus den Zygoten nach einer längeren Ruheperiode wie bei *Hydrodictyon* Schwärmer hervorgehen, die sich zu Polyedrien ausbilden.

Bei den in Gläsern im Zimmer cultivirten Pediastron hört nach einiger Zeit auch die Microgonidienbildung auf. Die Pediastron selbst bleiben aber noch lange Zeit lebendig; ihre Zellen wachsen zu bedeutender Grösse heran. Macrogonidienbildung findet zuweilen noch längere Zeit hindurch, immer aber sehr sparsam statt. So blieben Pediastron, die ich im Zimmer hielt, den ganzen Winter 1887/88 am Leben. Sie vertragen aber keine Austrocknung, sondern gehen durch dieselbe zu Grunde; es ist daher anzunehmen, dass sie an solchen natürlichen Standorten, die dem Austrocknen unterliegen, sich durch ihre Zygoten erhalten.

Die Entwicklung von *Pediastrum* schliesst sich nach der hier mitgetheilten Beobachtung sehr nahe an die von *Hydrodictyon* an und rechtfertigt die Vereinigung beider Gattungen zu einer Familie. So sehr auch beide in der Gestalt der Coenobien von einander abweichen, so unterscheidet sich *Pediastrum* in seiner Entwicklungsgeschichte von *Hydrodictyon* fast nur darin, dass bei der Bildung junger Coenobien die Macrogonidien in eine Blase gehüllt aus der aufreissenden Mutterzelle entleert werden, während sie bei *Hydrodictyon* in der erweiterten Mutterzelle verbleiben und daselbst zum Coenobium zusammentreten. Auch werden die Macrogonidien bei *Pediastrum* durch successive Zweitheilung, bei *Hydrodictyon* durch simultane Zerklüftung des Plasmas gebildet.

Es sei gestattet, zum Schluss noch einige Worte über die systematische Stellung der Hydrodictyeen zu sagen, wobei ich zugleich auf das von KLEBS in den Unters. des Bot. Inst. z. Tübing. I, 345 gesagte verweise. Die Entwicklung von *Pediastrum* zeigt grosse Analogie mit derjenigen der Volvocineen. Schon PRINGSHEIM bemerkt in seinem Aufsatz über die Paarung der Schwärmsporen (Monatsber. der K. Acad. d. Wissensch. z. Berlin 1869. S. 730) dass die Keimung der Oosporen von *Pandorina* grosse Aehnlichkeit mit der Keimung der ruhenden Sporen des Wassernetzes zeigt. Auch die Beschaffenheit der Coenobien,

sowie die Art ihrer Entstehung bietet manche Analogie mit der Bildungsweise und Natur der Volvocineen-Familien dar. Es scheint mir am natürlichsten zu sein, die Hydrodictyeen von den Volvocineen abzuleiten. Wir können uns etwa denken, dass *Pediastrum* ursprünglich mit Geisseln versehene Coenobien besass, die Geisseln aber im Laufe der phylogenetischen Entwicklung verloren gingen. In den Geisseln der Macrogonidien finden wir noch eine Erinnerung an die ursprüngliche Beschaffenheit der Coenobien. Es scheint aber, dass auch die Geisseln der letzteren in Rückbildung begriffen sind. Bei *Coelastrum* sind sie ganz verloren gegangen; die Macrogonidien sind unbeweglich. *Hydrodictyon* hat sich in der Gestalt seiner Coenobien am weitesten von den Volvocineen entfernt.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1—6. Verschieden gestaltete Exemplare von *Polyedrium polymorphum*. Vergr. 550.
 Fig. 7—8. Zwei Polyedrien mit Haematoxylinlösung behandelt, um die in Mehrzahl vorhandenen Zellkerne zu zeigen. Vergr. 550.
 Fig. 9. Ein *Polyedrium* im Beginn der Theilung, Inhalt (durch Alkohol) etwas contrahirt. Vergr. 550.
 Fig. 10. Desgl. nach vollendeter Theilung, Inhalt etwas contrahirt. Vergr. 550.
 Fig. 11—13. Coenobienbildung aus einem *Polyedrium*. Fig. 11 zeigt dasselbe nach vollendeter Theilung. Bei 12 treten die Makrogonidien von einer zarten Blase umhüllt aus der aufreissenden Membran des *Polyedrium* aus; bei 13 sind sie bereits in eine Ebene geordnet, aber noch von der stark erweiterten Blase umhüllt. Vergr. 550.
 Fig. 14. Ein junges noch von der Blase umhülltes 16zelliges Coenobium von *Pediastrum Boryanum*, dem die alte Membran des *Polyedrium* anhaftet. Vergr. 550.
 Fig. 15. Sehr regelmässig gebildetes 16zelliges Coenobium von *Pediastrum Boryanum* mit schwach eingekerbten Randzellen und kurzen Zähnen (aus Schwetzingen). Uebergang zu *P. integrum* Näg. Vergr. 210.
 Fig. 16. Junges Coenobium (aus Schwetzingen) mit stark eingeschnittenen Randzellen. Vergr. 510.
 Fig. 17. Theil eines jungen Coenobiums, mit Haematoxylinlösung behandelt. In jeder Zelle ein einziger, meist excentrisch liegender Kern. Vergr. 550.
 Fig. 18. Theil eines erwachsenen Coenobiums mit Haematoxylinlösung behandelt. In jeder Zelle zahlreiche Zellkerne. Die Grenzlamelle der Zellen deutlich sichtbar; zwischen ihnen einzelne kleine Lücken (aus Schwetzingen). Vergr. 550.

- Fig. 19. Coenobium aus Heidelberg. Vergr. 240.
Fig. 20. Desgleichen. Vergr. 510.
Fig. 21. Desgleichen. Vergr. 240.
Fig. 22. Szelliges Coenobium aus Schwetzingen = *P. integrum* Näg. Vergr. 240.
Fig. 23. Szelliges Coenobium aus Heidelberg. Vergr. 240.
Fig. 24. Theil eines Coenobiums aus Heidelberg. Die Randzellen sind ohne Einkerbung, aber mit längeren Zähnen versehen als 15, 18 und 22. Vergr. 240
Fig. 25. Macrogonidien. Vergr. 550.
Fig. 26. Microgonidie. Vergr. 550.
Fig. 27. Microgonidien mit Haematoxylin gefärbt, um den einen Zellkern zu zeigen. Vergr. 550.
Fig. 28. Copulirende Microgonidien. Vergr. 780.
Fig. 29. Zygoten, einige Wochen nach der Copulation. Vergr. 240.

21. A. Tschirch: Ueber die Inhaltsstoffe der Zellen des Arillus von *Myristica fragrans* Hott.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 28. März 1888.

Auf der Naturforscherversammlung in Strassburg 1885 habe ich einige Mittheilungen über die Inhaltsstoffe der Zellen des Arillus von *Myristica fragrans* Hott., der Macis des Drogenhandels, gemacht¹⁾, musste jedoch damals zugeben, dass ich ein definitives Urtheil über die chemische Natur der geformten Zellinhaltsbestandtheile mir nicht habe bilden können. Dies ist mir nunmehr gelungen.

Die Arillen von *Myristica fragrans* Hott. sind beiderseits von einer Epidermis bedeckt, deren Zellen an der Innen- und Seitenwand ziemlich stark, an der Aussenwand aber meist sehr erheblich verdickt sind. Die Wand besteht (bis auf die Cuticula) aus Cellulose. Die dicke Aussenwand zeigt oftmals schöne Schichtung, quillt in heissem Wasser ausserordentlich stark, ja scheint sogar bei längerem Kochen sich darin zu einem Celluloseschleim partiell zu lösen. Von der Fläche gesehen, sind die Epidermiszellen ausserordentlich lang, parallelwandig

1) Tageblatt der 58. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte 1885 in Strassburg i. E., S. 88.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Askenasy Eugen

Artikel/Article: [Ueber die Entwicklung von Pediastrum 127-138](#)