© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

9. G. Lagerheim: Zur Entwickelungsgeschichte des Hydrurus.

Eingegangen am 13. Februar 1888.

Die merkwürdige Alge *Hydrurus* ist erst in den letzten Jahren Gegenstand genaueren Studiums gewesen. Die Zelltheilung und Verzweigungsweise ist von BERTHOLD[1]) eingehend geschildert worden. Im Jahre 1882 erschien eine Abhandlung von ROSTAFINSKI[2]), in welcher die Bildung von „Sporen" und die Keimung derselben beschrieben wird. In einem Referat wird diese Abhandlung von KLEBS[3]) kritisirt; auch er beobachtete die Bildung von Sporen, ist aber dabei zu anderen Resultaten gelangt als ROSTAFINSKI. Ohne Frage sind durch diese drei Abhandlungen sehr wichtige Beiträge zur Kenntniss dieser Alge geliefert worden, aber mehrere wichtige Punkte blieben unbekannt oder unklar. Die einzelnen Botaniker weisen dieser Alge einen verschiedenen Platz im System an, und bis zum heutigen Tage konnte die von den Algologen angewiesene Stellung angegriffen werden. In diesem Winter hatte ich Gelegenheit, einige nicht unwichtige Beobachtungen über *Hydrurus* anzustellen, und glaube ich, dass dieselben Licht in die Streitfrage über die Sporen bringen werden und uns einen Schritt näher führen der Alge einen definitiven Platz im System anzuweisen. Die folgende Darstellung mag deshalb gestattet sein.

Hydrurus kommt in der Dreisam bei Freiburg i. Br. im Winter und Frühjahr ausserordentlich zahlreich vor. Fast jeder Stein im Flusse ist mit einem dunkelbraunen Ueberzug versehen, der von dieser Alge herrührt. Die Alge vegetirt nur im kalten, fliessenden Wasser[4]). Deshalb ist sie im Dreisam-Flusse im Sommer und Herbst scheinbar ganz verschwunden. In Schwedisch-Lappland kommt *Hydrurus* auch

1) Untersuchungen über die Verzweigung einiger Süsswasseralgen (Nova Acta d. Leop. Carol. Akad. Bd. XL, 1878).

2) *Hydrurus* i jego pokrewienstwo (Osobne odbicie z Rozpraw Akad. umiej., Wydz. matemprzgr., tom. X, Krakow 1882); L'*Hydrurus* et ses affinités (Ann. des sciences nat. Bot. tom. XIV, Paris 1882).

3) Bot. Zeitung, Jahrg. 40, 1882, S. 683—687.

4) In den warmen Quellen Californiens soll eine Form von *Hydrurus foetidus* β *calidarium* Wolle = *Nostoc calidarium* Wood) vorkommen. Da mir weder Exemplare der Alge noch die Arbeiten von WOLLE und WOOD zugänglich waren, kann ich mich nicht über diese Form äussern; nach meiner Erfahrung möchte ich bezweifeln, dass diese Alge der Gattung *Hydrurus* angehört.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

im Juli und August vor, aber nur in denjenigen Bächen, welche direkt aus den Schnee- und Eismassen hervorquellen und fast eiskaltes Wasser führen. Wie empfindlich *Hydrurus* für höhere Temperaturgrade ist, kennt jeder, der versucht hat, die Alge in einem geheizten Zimmer zu kultiviren. Nach kurzer Zeit stirbt die Alge ab und zersetzt sich rasch. Dagegen zeigt sie sich weniger empfindlich gegen niedere Temperatur. Ich liess z. B. eine Quantität Wasser, in welcher sich *Hydrurus* befand, gefrieren und in diesem Zustande mehrere Stunden bleiben. Nach dem langsamen Aufthauen des Eises war die Alge noch ganz frisch und lebend. Wenn also das Wasser eine niedrige Temperatur hat, bietet es keine besondere Schwierigkeit, die Alge während ein Paar Tage lebend zu erhalten. Um die Alge zu kultiviren, ist es vortheilhaft, aber nicht absolut nothwendig, sie einem sich erneuernden kalten Wasserstrome auszusetzen.

Die Zellen sind, wie bekannt, alle von einer Gallerte umgeben. Diese Gallerte ist in verschiedenen Theilen des Thallus von verschiedener Konsistenz. In den Zweigspitzen ist sie sehr weich, oft mit kaum sichtbarer Kontur. Gegen die Basis hin wird die Gallerte immer fester, und ein wenig oberhalb der Befestigungsfläche des Thallus ist sie mit einer scharfen Kontur versehen. Unmittelbar oberhalb des Befestigungspunktes ist der Thallus ein wenig erweitert und hat hier wieder eine weniger scharfe Kontur. Dieses Zunehmen der Festigkeit gegen die Basis ist für die Alge sehr vortheilhaft, weil dadurch ihr Vermögen der ziehenden Kraft des rasch fliessenden Wassers Widerstand zu leisten erhöht wird. Durch die grosse Schlüpfrigkeit der Gallerte wird die Reibung gegen des Wasser sehr reduzirt, welcher Umstand auch dazu beiträgt die Alge gegen Wegreissen zu schützen [1]). In seinem Referat von WILLE's Abhandlung behauptet BRUNCHORST [2]), dass der Schleim bei *Hydrurus* die viel wichtigere Bedeutung als ein Schutzmittel gegen Austrocknen haben könnte, da er *Hydrurus* trocken gelegt gesehen hat. Dass *Hydrurus*, wenn das Wasser fällt, trocken gelegt wird, ist ganz richtig, aber dass dann die Schleimhülle als ein Schutzmittel gegen Austrocknen fungirt, muss ich bestreiten. Wenn das Wasser in der Dreisam zu fallen anfing, wurde die auf den Steinen am Flussufer wachsenden *Hydrurus*-Exemplare sehr schnell trocken, nahmen eine grüne Farbe an (schon ehe sie ganz trocken waren) und gingen zu Grunde.

Die Gallerte des lebenden Thallus sieht vollständig strukturlos aus. Behandelt man aber die Alge mit Alkohol, so kontrahirt sich die

---

1) Conf. WILLE, Bidrag til Algernes physiologiske Anatomi pag. 39 (Svensk. Vet. Akad. Handl. Bd. 21, No. 12, Stockholm 1885); Bot. Centralbl. 1886, Bd. XXVII, pag. 246.

2) Bot. Centralblatt 1886, Bd. XXVII, pag. 5.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Schleimhülle ein wenig und zeigt in der mittleren und unteren Zone der Hauptachse eine faserige Struktur. Diese Struktur wird immer deutlicher gegen die Basis des Thallus hin. Ich bin geneigt, diese Struktur so zu erklären, dass wenigstens der untere Theil des Thallus von Schleimfäden durchsetzt ist, welche fester gegen die Basis werden. Nicht unwahrscheinlich ist, dass diese Schleimfibrillen von den Zellen ausgeschieden und diesen angesetzt sind. Freilich kann ich diese Vermuthung nicht durch direkte Beobachtung stützen. Etwas ähnliches kommt bei *Porphyridium*[1]) vor und wahrscheinlich auch bei anderen Algen mit gallertigem Thallus in welchem die Zellen zerstreut liegen, z. B. *Tetraspora cylindrica* (Wahlenb.) Ag.[2]). Ein gutes Mittel um die Schleimhülle des *Hydrurus* zu färben ist Methylviolett.

Die Zellen liegen in dieser Gallerte zerstreut. An den Spitzen der Zweige liegen die Zellen einander sehr nahe und berühren sich gegenseitig; in den älteren Theilen des Thallus sind die Zellen von einander weit entfernt und berühren sich nicht; an der Basis des

---

1) Bei dieser Alge liegen die Zellen mehr oder weniger zerstreut in einem gemeinsamen Schleim. Von der unteren Seite jeder Zelle geht ein keilförmig zugespitzter Schleimfaden aus, welcher auch ohne Anwendung von Reagentien ziemlich leicht zu beobachten ist. Auch *Porphyridium* konnte ebenso wenig wie *Hydrurus* bis heute einen definitiven Platz im System angewiesen werden. Rabenhorst (Fl. Eur. Alg. III, pag. 397) stellt es zu den *Porphyraeeen*; Schmitz (Die Chromatophoren der Algen, pag. 11) in die Nähe von *Goniotrichum*, *Bangia*, *Erythrotrichia* und *Porphyra*, welche Gattungen er den *Chlorophyceen* einreihen will. Dass die Alge keine Floridee ist, unterliegt wohl keinem Zweifel. Der rothe Farbstoff ist nicht Phycoerythrin, sondern ein nur bei dieser Alge gefundener Farbstoff, Palmellin (Phipson, Sur la matière colorante du *Palmella cruenta* in Comptes rendus 1878, T. 89, pag. 316, 1078). Kirchner (Algen Schlesiens, pag. III), Wittrock (Plantae Scandinaviae 4, pag. 20) und die meisten anderen Algologen rechnen es zu den Palmellaceen. Klebs (Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen in Tübinger bot. Inst. Unters. Bd. I, Heft 2, 1883) stellt es zu den Pleurococceae. Hansgirg (Ueber den Polymorphismus der Algen, pag. 380, tab. III, Fig. 24 im Bot. Centralblatt 1884) will sie als ein Entwickelungsstadium einer *Lyngbya* betrachtet wissen. Diese Hypothese entbehrt nach meinem Dafürhalten genügender Grundlage. *Porphyridium* hat, wie es Schmitz (l. c. p. 18, 21, 38, tab. II, Fig. 23) nachwies, ein sternförmiges Chromatophor, welches mit einem dicken, gerundeten Pyrenoid versehen ist. Ausserdem besitzt *Porphyridium* einen Zellkern. Nun hat *Lyngbya* weder Chromatophor noch Zellkern, und wäre es sehr merkwürdig, wenn bei der Umwandlung der *Lyngbya* in *Porphyridium* ein Chromatophor und ein Zellkern entstehen würden, oder umgekehrt bei der Entwickelung des *Porphyridium* in *Lyngbya* diese beiden wichtigen Theile des Zellinhaltes verschwinden würden. Irgend welchen genetischen Zusammenhang zwischen diesen beiden Algen halte ich desshalb, wie bereits oben angedeutet, für sehr unwahrscheinlich. Der Platz des *Porphyridium* im System wird wohl unsicher bleiben, bis man die Entwickelungsgeschichte desselben klargelegt hat.

2) Conf. übrigens Klebs, Ueber die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten (Tüb. Bot. Instit. Unters. Band II, Heft 2, 1886).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Thallus, oberhalb der Befestigungsfläche liegen die Zellen sehr dicht an einander. Die Zellen der Hauptachse sind mehr oder weniger eiförmig oder cylindrisch (die obersten verhältnissmässig breiter, durch den gegenseitigen Druck mehr oder weniger polyëdrisch, die unteren mehr ausgezogen). Die Zellen der Zweige sind mehr rundlich. Die Spitzenzellen sind ungefähr halbkugelig, und diese Gestalt besitzen auch die durch die Theilung einer Zelle entstandenen jungen Tochterzellen.

Was die Zelltheilung und die Entstehung der Zweige anbelangt, so verweise ich auf die Arbeiten von BERTHOLD und ROSTAFINSKI.

In der Zelle befinden sich ein oder zwei parietale Chromatophoren, und zwar immer in dem nach oben gerichteten Theil der Zellen. Die Form der Chromatophoren ist von ROSTAFINSKI richtig erkannt worden. Sie theilen sich durch Einschnürung. Die Farbe der Chromatophoren ist braun[1]), und soll diese Braunfärbung nach ROSTAFINSKI von der Anwesenheit von Phycophæin bedingt sein. Um mir darüber Gewissheit zu verschaffen habe ich nach der von SCHÜTT[2]) angegebenen Weise eine wässerige Lösung des Farbstoffes dargestellt. Eine grössere Anzahl von der Alge wurde mit etwa vier Mal so viel Wasser gekocht. Während des Erhitzens nahm die vorher dunkelbraune Masse eine dunkelgrüne Farbe an. Nach und nach wich die grüne Farbe einer grünlich-braunen, welche trotz anhaltenden Kochens nicht wieder verschwand. Nach dreistündigem Kochen wurde filtrirt. Das Filtrat war schwach gelb gefärbt und ein wenig opalisirend. Eine ähnliche schwach gelbe Flüssigkeit erhielt auch SCHÜTT[3]) durch achtstündiges Extrahiren mit heissem Wasser aus *Dictyosiphon* und *Laminaria* aus der Ostsee. Es ist also nicht unmöglich, dass auch die Chromatophoren von *Hydrurus* Phycophæin enthalten. Aus Phæophyceen der Nordsee[4]), die bekanntlich salzhaltiger als die Ostsee ist, erhielt SCHÜTT eine braune Lösung, und es ist anzunehmen, dass der Salzgehalt des Wassers, wenn nicht direkt, eine Einwirkung auf den Phycophæingehalt der Zellen ausübt.

Auch Phycoxanthin scheint vorhanden zu sein. Behandelt man nämlich die Alge mit 40prozentigem Alkohol, welcher, wie bekannt, das Chlorophyll nicht, wohl aber Phycoxanthin löst, so erhält man eine gelbe Lösung.

In dem Chromatophor befindet sich ein linsenförmiges, etwas eckiges Pyrenoid, welches ziemlich deutlich wahrnehmbar ist, wenn man die Chromatophoren von der breiten konvexen Seite beobachtet. Ein sehr gutes Mittel, das Pyrenoid deutlich sichtbar zu machen, ist

1) KIRCHNER (l. c. pag. 106) beschreibt die Farbe des Chromatophors („Zellinhalt") als grün, was nicht zutreffend ist.

2) Ueber das Phycophæin (Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1887, Nr. 7).

3) l. c. pag. 262.

4) *Fucus vesiculosus, serratus, Desmarestia aculeata, Ozothallia nodosa.*

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

eine schwache Jodlösung. Vermittelst dieser kann man die Theilungsstadien desselben sehr leicht und deutlich beobachten. Die Theilung geht auf dieselbe Weise vor sich, wie es SCHMITZ[1]) für *Achnanthes longipes* beschrieben hat. Mit Methylviolett behandelt wird das Pyrenoid stark gefärbt.

Nach ROSTAFINSKI[2]) soll die Zelle einen Zellkern enthalten.

In dem nicht gefärbten Theil des Protoplasmas kommen mehrere mattglänzende runde ölartige Tröpfchen vor. Wie es ROSTAFINSKI hervorgehoben hat, sind diese denjenigen ähnlich, welche bei den Phæophyceen vorkommen. Nach demselben Autor sind diese Tröpfchen als das Assimilationsprodukt anzusehen und sind möglicherweise Glycose. KLEBS[3]) tritt dieser Ansicht entgegen. Er hat die bei den Diatomaceen vorkommenden ähnlich aussehenden Tröpfchen untersucht und fand, dass sie mehr die Charaktere eines Oeles besitzen Die Tröpfchen bei *Hydrurus* zeigen nach meinen Versuchen nicht dieselben Reaktionen als jene in den Diatomaceenzellen. Bei dem Absterben der Zellen quellen sie auf. Wenn man lebende Zellen mit Alkohol behandelt werden sie aufgelöst. Von Osmiumsäure werden sie nicht gefärbt.

Stärke, welche von Jod blau gefärbt wird, ist in den Zellen nicht vorhanhen. An dem Rand des Chromatophors und in dem nicht gefärbten Theil des Zellinhalts sieht man, besonders deutlich wenn man vorher die matt glänzenden Tröpfchen mit Alkohol entfernt hat, viele kleine glänzende Körnchen, welche möglicherweise aus Phæophycenstärke[4]) bestehen. Jedoch waren sie zu minimal um irgend welche Reaktionen vornehmen zu können.

Im untersten Theil des Protoplasmas kommen mehrere kleine Vakuolen vor. Wenigstens zwei von diesen Vakuolen sind pulsirend, was sehr zu beachten ist. Besonders deutlich ist das Pulsiren der Vakuolen in den mittleren und unteren Zellen der Hauptachse zu beobachten. Bekanntlich sind Beispiele nicht frei und spontan beweglicher Algen, deren vegetative Zellen mit pulsirenden Vakuolen versehen sind, sehr selten. Eine derartige Ausnahme machen *Chlorangium marinum* Cienk.[5]) und ein Paar Palmellaceen. Von Algen, bei welchen das ganze Exemplar, oder von jenen, wo nur die einzelnen vegetativen Zellen frei beweglich sind, kennt man ja mehrere Beispiele davon, z. B. die Zoosporen vieler Chlorophyceen, die Volvocineen, *Physocytium confervicola* Borzi[6]).

---

1) l. c. pag. 62, tab. II, Fig. 9.
2) l. c. pag. 31.
3) Bot. Zeit. 1882.
4) Conf. SCHMITZ, l. c. pag. 155.
5) Algologische Excursionen in das Weisse Meer (St. Petersburg. Gesellsch. d. Naturf. Bd. XII, Heft 1, 1881).
6) Studi algologici I, Messina 1883.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Zellen sind von einer äusserst zarten Membran umgeben. Diese Membran scheint aus irgend einer schleimartigen, wasserreichen Substanz zu bestehen („verschleimte Cellulose"?), vielleicht aus demselben Stoff wie die Schleimhülle, nur wasserärmer.

Ich gehe jetzt zu der Bildung der Zoosporen über. RABENHORST[1]) ist der erste, welcher die Zoosporen von *Hydrurus* erwähnt („propagatio gonidiis agilibus"). Näheres über ihre Entstehung etc. aber führt er nicht an. KIRCHNER[2]) sagt über die Fortpflanzung: „Die Zoosporen entwickeln sich je eine in einer Mutterzelle". FALKENBERG[3]) sagt, dass bei *Hydrurus* der Inhalt der Mutterzelle zu einer einzigen Zoospore umgeformt wird, und dass diese Zoospore mit einer pulsirenden Vakuole versehen ist. ROSTAFINSKI[4]) hat eine Art „Sporen" beobachtet. Nach ihm findet die Sporenbildung nur des Nachts statt und zwar auf folgende Weise: „Die unteren Thallusäste fingen an zu schwellen und der Prozess schritt unregelmässig vorwärts, wodurch die gallertartige Matrix der Zellwände bis zur Unkenntlichkeit zerfloss (Fig. 9). Die nackten Plasmazellen nahmen zuerst Kugelgestalt an (Fig. 10), die langsam in eine Tetraëderform überging, endlich bekamen sie an den Winkeln kleine Schnäbel (Fig. 11 und 12; die Schnäbel sind zu fein und zu lang ausgeführt). Die Zellen blieben dabei nackt." KLEBS[5]) ist zu anderen Resultaten gekommen. Er beschreibt die Sporenbildung folgendermassen: „Des Morgens wurden hauptsächlich an der Peripherie der dickeren Thallusäste eine grosse Menge von Sporen gebildet; in der Mitte der Aeste befanden sich die Zellen in einem theilungsunfähigen Dauerzustande, sie sind lang spindelförmig und weit von einander getrennt. Die peripherischen, mehr eiförmigen bis rundlichen Zellen theilten sich in zwei Tochterzellen, die durch Quellung der umgebenden gallertartigen Substanz in das Wasser befördert wurden. Sie waren zuerst rundlich, wie ROSTAFINSKI es auch bei den seinigen beobachtet hat, zeigten aber sofort eine sehr deutliche Bewegung, die in einem lebhaften Hin- und Herzittern und damit verbunden in einer langsamen Rotation und Vorwärtsbewegung bestand. Cilien waren nicht zu beobachten. Während dieser Bewegung veränderte sich die Gestalt, die Sporen wurden tetraëdrisch, die Ecken zogen sich in oft sehr lange farblose Schnäbel aus; ausserdem war aber auch sonst vielfach eine Formveränderung in den Umrissen zu beobachten. Gegen Ende der Schwärmzeit wurden die farblosen Schnäbel langsam wieder eingezogen, die Spore rundete sich ab, umgab sich mit einer Membran, und später fand die erste Theilung statt, deren Verlauf ich übrigens nicht direkt beobachtet habe."

1) Flora europaea Algarum III, pag. 50.
2) l. c. pag. 106.
3) Die Algen im weitesten Sinne, pag. 194, 195.
4) l. c. pag. 32.
5) Bot. Zeit. 1882, Sp. 683.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Diese Angaben von KLEBS kann ich bestätigen und ergänzen Ich habe die Zoosporenbildung fast zu allen Stunden des Tages beobachten können. Wie es ROSTAFINSKI und KLEBS hervorheben, werden die Zoosporen nur in den Zellen der Aeste gebildet. Jede Astzelle kann entweder zwei oder vier Zoosporen bilden. Zwei Zoosporen entstehen auf die Weise, dass der Zellinhalt sich in der Längsrichtung des Astes in zwei gleiche Portionen theilt. Während und nach dieser Theilung zerfliesst die Wand der Mutterzelle und die umgebende Schleimhülle. Die beiden jungen Zoosporen runden sich jetzt allmählich ab und fangen an sich langsam in dem Schleim zu bewegen. Während dieser Bewegung ändern die Zoosporen ihre Form, sie werden allmählich tetraëdrisch und die Ecken werden in dünne farblose Schnäbel ausgezogen. Die tetraëdrische Form, ebenso wie die Schnäbel, entstehen nicht direkt, sondern zuerst wird die Zoospore eiförmig, dann birnenförmig mit einem Schnabel, und jetzt entwickeln sich allmählich die drei übrigen Schnäbel, bisweilen alle gleichzeitig, bisweilen einer nach dem anderen. Gleichzeitig erhalten auch die Zoosporen ihre normale tetraëdrische Form mit etwas konvexen Flächen. Schliesslich sind die Zellmembran und die Schleimhülle so zerflossen, dass die Zoosporen den umgebenden Schleim durchbrechen und fortschwimmen können.

Entstehen vier Zoosporen, so theilt sich die Astzelle kreuzweise in vier gleich grosse Theile, welche sich auf die oben geschilderte Weise zu Zoosporen herangebildet werden. Nach KIRCHNER, FALKENBERG und ROSTAFINSKI entwickeln sich die Zoosporen je eine in einer Mutterzelle. Weder KLEBS noch ich konnten dies beobachten; immerhin aber ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen. Aehnliches ist nämlich bei anderen Algen bekannt, z. B. *Hormiscia zonata* (W. et M.) Aresch. [1]) und *Conferva bombycina* (Ag.) Wille [2]).

Die Grösse der fertig ausgebildeten, frei umherschwimmenden Zoosporen (Fig. 1—3 auf S. 80) hängt von der Grösse der Mutterzelle und der Anzahl der gebildeten Zoosporen ab. In der einen Ecke der tetraëdrischen Zoospore ist das braune Chromatophor gelegen. Der übrige Theil der Zoospore ist farblos. Mitten auf der dem Chromatophor zugekehrten Fläche des Tetraëders ist eine einzelne kurze Cilie [3]) befestigt. Die Cilie ist ziemlich leicht zu sehen, wenn man die Zoosporen mit Jod-Jodkalium tödtet. Sogar an lebenden Zoosporen

1) DODEL-PORT, Die Kraushaaralge (PRINGSHEIM's Jahrb. Band X, 1876).

2) LAGERHEIM, Zur Entwickelungsgeschichte einiger Confervaceen (Deutsch. bot. Gesellsch. Ber. 1887, Bd. V, Heft 8).

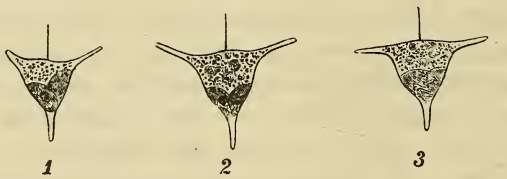
3) Andere Algen mit einwimperigen Zoosporen sind *Botrydium granulatum* (Wallr.) Rost. et Wor., *Conferva bombycina* (Ag.) Wille, *Peroniella Hyalothecae* Gobi, *Dactylococcus Debaryanus* Reinsch, ferner *Sciadium* A. Br. und *Ophiocythium* Näg. nach einer kurzen Mittheilung GOBI's in Notarisia 1887, Nr. 7, pag. 384; vergl. die ausführliche Abhandlung GOBI's in Scripta botanica Horti Univ. imp. Petrop. 1886/87, tom. I, pag. 244, welche Arbeit mir nicht zugänglich war.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ist es mir gelungen die Cilie zu sehen, wenn ich das Deckgläschen entfernte und die Immersionslinse direkt in das zoosporenhaltige Wasser tauchte. Ich sah dann mehrere Zoosporen ihre Cilie langsam nach rechts und links bewegen. In dem vorderen Theil der Zoospore, nahe dem Befestigungspunkt der Cilie, befinden sich (zwei?) pulsirende Vakuolen, deren Anzahl ich nicht genau ermitteln konnte. Ein rothes Stigma ist nicht vorhanden. Die Zoosporen bewegen sich sehr langsam mit der Cilie nach vorne. Nach einiger Zeit runden sie sich ab.

Die Keimung der Zoosporen habe ich leider nicht verfolgen können. Dagegen habe ich viele Keimpflänzchen (an Moosblättern) gefunden. Bei der Keimung scheint die Zoospore sich mit einer Gallertmembran zu umgeben. Die Keimpflänzchen waren mit einem Gallertstiel an den Moosblättern befestigt. Dass die Zoosporen ohne eine vorhergegangene Kopulation keimen, scheint sicher.

Wie Klebs hervorhebt, ist *Hydrurus* während eines Theiles des Jahres scheinbar verschwunden, und ist es deshalb wahrscheinlich,



dass die Pflanze während dieser Zeit (Sommer und Herbst) ein Ruhestadium durchmacht. Nach diesem fraglichen Ruhestadium der Alge habe ich im vorigen Sommer viel gesucht, ohne etwas, was man dafür halten könnte, aufzufinden. Dagegen habe ich jetzt im Winter, als der *Hydrurus* wieder zum Vorschein kam, auf den Steinen in der Dreisam Anhäufungen von rundlichen Zellen gefunden, welche von einem gemeinsamen Schleim zusammengehalten waren, und deren Chromatophor und übriger Zellinhalt mit demjenigen von *Hydrurus* vollständig übereinstimmte. Sie theilten sich nach allen Richtungen des Raumes, nach der Art von *Palmella*. Ich finde es sehr wahrscheinlich, dass diese Zellen dem Entwickelungskreis des *Hydrurus* angehören, obgleich ich diese meine Vermuthung nicht auf direkte Beobachtungen stützen kann. Wenn es sich bestätigen würde, dass diese Zellen mit *Hydrurus* in genetischer Verbindung stehen, besässe *Hydrurus* ein „Palmellastadium“. Ob die Alge eben in diesem Stadium die warme Jahreszeit verbringt oder nicht, blieb eine offene Frage. Möglich ist auch, dass *Hydrurus* Dauerzellen hat, mit welchen er übersommert.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

WILLE[1]) ist geneigt, die von ROSTAFINSKI beobachteten Sporen als eine Art von Akineten oder Aplanosporen anzusehen.

Die Gattung *Hydrurus* Ag. hat von verschiedenen Autoren einen verschiedenen Platz im System erhalten. RABENHORST[2]), KIRCHNER[3]), WITTROCK[4]) und andere stellen sie zu den Palmellaceen. GOBI[5]) will sie (jedoch mit?) den Cyanophyceen einreihen. WILLE[6]) rechnet sie zu den Phæophyceen. ROSTAFINSKI[7]) bildet von *Hydrurus* Ag. und *Chromophyton* Wor. eine neue Familie Syngeneticeæ. Er stellt diese neue Familie an den Anfang einer neuen Algenreihe, Phæoideæ, welche die Diatomaceen, Phæozoosporaceen, Fucaceen und Dictyotaceen umfasst. Gemeinsam für alle diese Familien ist nur die mehr oder weniger braune Farbe der Chromatophoren. Wenn man diese Algenreihe annimmt, muss man wohl hierher *Phæothamnion* Lagerh.[8]), welches Zoosporen mit zwei gleich langen nach vorne gerichteten Cilien hat, und die Peridineen rechnen. Dass diese neue Algenreihe unnatürlich ist, hat KLEBS[9]) hervorgehoben. Freilich haben die das Chlorophyll begleitenden Farbstoffe eine sehr grosse systematische Bedeutung, da auch andere morphologische und entwickelungsgeschichtliche Eigenthümlichkeiten sich vorfinden, aber wenn man nur die Farbe des Chromatophors den systematischen Platz der Alge entscheiden lässt, wird man kein natürliches Algensystem aufstellen können. Uebrigens kennt man ja Arten von Algen, bei welchen zuweilen der für die Art charakteristische Farbstoff fehlt, und in diesem Fall wäre man ja gezwungen, wenn man nach der Farbe den Platz der Alge im System bestimmen wollte, einige Exemplare der Art z. B. den Florideen, andere den Chlorophyceen einzureihen. So z. B. kann *Bangia* zuweilen rein chlorophyllgrün gefärbt sein nach den Beobachtungen von BORNET[10]); bei *Askenasya polymorpha* Möb.[11]) ist der Zellinhalt roth, violett oder grünlich, eine an der schwedischen Westküste wachsende *Dermocarpa* ist, wenn sie nahe der Wasserfläche wächst, blauviolett, aber in grösseren Tiefen rein roth; dasselbe ist der Fall mit der an

1) Algologische Mittheilungen pag. 507 (PRINGSHEIM's Jahrb. Band XVIII, Heft 4).
2) l. c. pag. 50.
3) l. c. pag. 106.
4) l. c. pag. 20.
5) Bot. Zeitung 1881, p. 515, 516.
6) Algol. Mitth. pag. 507.
7) l. c. pag. 33.
8) LAGERHEIM, Ueber *Phaeothamnion* (Bih. till K. V. Akad. Handl. Bd. 9, Nr. 19, 1884).
9) Bot. Zeitung 1882.
10) Conf. SCHMITZ l. c. pag. 3.
11) MÖBIUS, Ueber eine neue Süsswasserfloridee (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1887, Bd. V, Generalvers.).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

demselben Ort vorkommenden *Spirulina versicolor* Cohn. Diese Beispiele mögen genügen.

Auch der Werth von ROSTATINKI's Familie Syngeneticeæ wird von KLEBS angefochten. Von HANSGIRG[1]) wird sie angenommen. HECKER und CHAREYER[2]) betrachten Syngeneticeæ als den Uebergang von den Diatomaceen zu den Ectocarpeen. KLEBS bestreitet die Verwandtschaft zwischen *Hydrurus* und *Chromophyton*, und in dieselbe Familie kann man auch schwerlich diese beiden Organismen stellen, besonders seitdem durch die Untersuchungen von WILLE[3]) es sich herausgestellt hat, dass *Chromophyton* möglicherweise ein Palmellastadium von *Dinobryon* und *Chrysopyxis* ist, oder wenigstens, dass diese beiden Flagellaten ein Palmellastadium besitzen, welches mit *Chromophyton* eine täuschende Aehnlichkeit aufweist. Was den systematischen Platz von *Chromophyton* anbelangt, so bin ich ganz derselben Meinung wie WORONIN[4]), WILLE[5]), KLEBS[6]) und WITTROCK[7]), dass es zu den braunen Flagellaten zu rechnen ist (in der Nähe von *Chromulina* Cienk.)

Welchen Platz im System soll man nun *Hydrurus* geben? Darüber lässt sich vorläufig nichts Bestimmtes sagen. Zuerst muss man die Entwickelung desselben vollständig klarlegen und versuchen, nahestehende Formen zu entdecken. Eine gewisse Uebereinstimmung mit den braunen Flagellaten ist jedoch nicht zu leugnen, besonders wenn wir bedenken, dass die vegetativen Zellen mit pulsirenden Vakuolen versehen sind, dass die Zoosporen einwimperig sind und dass die Chromatophoren braun sind. Vielleicht stellt es sich jedoch später heraus, dass *Hydrurus* einen an der Basis der Phæophyceen sich abzweigenden Ast bildet, welcher sich eigenartig ausgebildet hat.

---

1) Oesterr. bot. Zeitschr. 1884, Sep. pag. 17.
2) Les algnes au point de vue évolutif (Journ. de Micr. 1885).
3) Algol. Mitth. pag. 473, tab. XVIII.
4) Bot. Zeitung 1880, Sp. 646.
5) Algol. Mittheil. pag. 373.
6) Bot. Zeit. 1882.
7) Föredrag i Botanik (Stockholms Dagblad 1882).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Nachtrag.

Eingegangen am 18. Februar 1888.

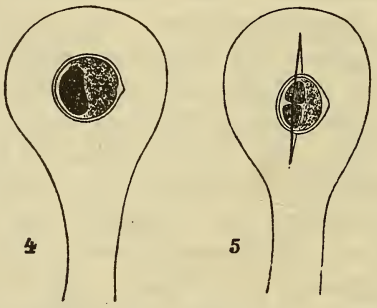
Seitdem ich obige Mittheilung an die Deutsche botanische Gesellschaft abgesandt habe, fand ich die bis jetzt von meinen Vorgängern und von mir vergeblich gesuchten Dauersporen von *Hydrurus*. Als ich eines Tages über die Dreisambrücke ging, fiel es mir auf, dass die Steine im Flusse, welche im Januar ganz dunkelbraun von *Hydrurus* erschienen, jetzt ihren *Hydrurus*-Ueberzug fast gänzlich verloren hatten. Bei näherem Nachsehen fanden sich jedoch einige spärliche Exemplare, welche grösser und etwas heller gefärbt waren als diejenigen, welche ich im Januar untersuchte. Unter dem Mikroskop betrachtet zeigten sie auch andere Verschiedenheiten. Die peripherischen Zellen der Hauptachse waren grösser mit festerer und deutlicher Membran, welche an der unteren Seite der Zellen mit einer Schleimkappe versehen war, die ein anderes Lichtbrechungsvermögen hatte, als die gemeinsame Gallerthülle der Zellen. Die inneren Zellen der Hauptachse waren von einer dicken Gallertmembran umgeben. Im unteren Theil des Thallus war auch ohne Anwendung von Reagentien eine faserige Struktur der Gallerthülle zu sehen. Die Exemplare waren nicht in Zoosporenbildung begriffen. Die Temperatur des Wassers und der Luft war bedeutend höher als im Januar. An diesen Exemplaren beobachtete ich die Bildung von Dauersporen.

Ebenso wie die Zoosporen werden auch die Dauersporen in den Aesten gebildet. Jede Astzelle kann sich zu einer Dauerspore umbilden. Das Entstehen der Dauerzelle wird dadurch eingeleitet, dass die Astzelle ihr Volumen fast um das Doppelte vergrössert. In den so veränderten Zellen treten zahlreiche glänzende Körner auf (Phæophyceen-Stärke?). Jetzt fängt die Zelle an aus der Gallerthülle des Astes schräg nach der Spitze des Astes herauszuwachsen, indem sie einen Gallertstiel absondert. Die Zelle rundet sich mehr und mehr ab. Bald sieht man die Zelle, welche in dem oberen kopfförmig erweiterten Theil des Gallertfadens belegen ist, von einer besonderen Gallerthülle umgeben. Indem sich die Zelle darauf linsenförmig zusammendrückt, scheidet sich um dieselbe eine feste, deutlich und scharf doppelt konturirte Membran aus. Wenn diese Membran fertig ausgebildet ist, ist die besondere Schleimhülle der Spore nicht mehr zu beobachten (Fig. 4). Die Membran ist aber nicht überall gleich dick, sondern wenn man die Spore von der breiten Seite betrachtet (Fig. 4), sieht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

man an der Membran, gegenüber dem Chromatophor, eine kleine nach aussen und nach innen vorragende Papille, derjenigen ähnlich, welche bei *Oocystis solitaria* Wittr. [1]) vorkommt. Von der schmalen Seite betrachtet sieht die Spore anders aus (Fig. 5). Ihre Form ist oval und ihre Membran ist auch in diesem Fall an dem dem Chromatophor gegenüber liegenden Theil mit einer kappenförmigen Verdickung versehen. Jetzt sieht man auch, dass die Spore mit einem Ring versehen ist, welcher wohl aus der verdichteten besonderen Schleimhülle der Spore entstanden ist. Die Sporen, welche von der breiten Seite gemessen etwa 15 μ im Diameter sind, werden frei durch die Auflösung des Gallertstieles.

Die Sporen wurden so oft von einem *Amoeba*-artigen Organismus angegriffen, dass es, obgleich sie in ausgiebiger Weise gebildet wurden, nicht gerade leicht war, intakte Sporen aufzufinden. Die Amoebe durchdringt die Schleimhülle der Spore, bohrt ein Loch durch die an der breiten Seite der Spore sichtbare Papille und saugt ihren Inhalt aus.



Es ist wohl zweifellos, dass *Hydrurus* sich durch diese Sporen gegen ungünstige Lebensbedingungen schützt. Ob er aber vermöge dieser Sporen übersommert oder nicht, wage ich nicht zu entscheiden, obgleich es mir annehmbar scheint. Es ist nicht unmöglich, dass diese Sporen dazu dienen, um die Existenz der Alge gegen die schädlichen Eingriffe der rasch fliessenden sand- und schmutzgemengten Wellen der Frühlingsfluth (Februar-April) zu schützen. Wenn der Strom wieder ruhiger und klarer wird, erscheint *Hydrurus* wieder um im Sommer, wenn das Wasser wärmer, wiederum zu verschwinden. Wie ich schon hervorgehoben habe, bemühte ich mich vergeblich im vorigen Sommer am Ende der Vegetationszeit des *Hydrurus* Ruhezellen aufzufinden. Es bleibt also eine offene Frage, ob *Hydrurus* durch die oben beschriebenen Dauerzellen übersommert oder ob zu diesem Zweck anders aussehende Zellen gebildet werden.

Ich füge noch eine Beobachtung hinzu, welche zeigen dürfte, dass die Temperatur des Wassers wahrscheinlich einen grossen Einfluss auf die Entwickelung des *Hydrurus* ausübt. Die sporenbildenden Exemplare

1) Algae aquae dulcis exsiccatae, Nr. 224.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

entwickelten, wie schon erwähnt, keine Zoosporen; am folgenden Tage war aber die Temperatur des Wassers und der Luft bedeutend niedriger als vorher und jetzt wurden Zoosporen in ausgiebiger Weise entwickelt. Sie entstanden durch Zweitheilung der Astzellen. Eigenthümlicherweise sahen diese Zoosporen etwas anders aus als diejenigen, welche im Januar, als die Kälte ziemlich gross war, gebildet wurden. Sie waren etwas grösser und nur selten tetraëdrisch, sondern fast immer birnenförmig mit einem kurzen Schnabel, oder eiförmig, oder oval ohne jede Spur von Schnäbeln. Sonst waren sie den früher beobachteten Zoosporen ganz ähnlich gestaltet. Die einzelne Cilie war nach dem Tödten der Zoosporen mit Jod-Jodkalium sehr deutlich zu sehen.

---

10. H. Ambronn: Pleochroismus gefärbter Zellmembranen.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 13. Februar 1888.

Die optische Anisotropie der Zellmembranen ist schon Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen, jedoch beschäftigten sich dieselben fast ausschliesslich mit der Lage der Elasticitätsachsen, ihren Beziehungen zu Quellungserscheinungen u. dergl. oder mit Theorieen über die feinere Structur der Membranen.

Ob jedoch der mit der Anisotropie in gewissen Fällen verbundene Pleochroismus sich auch an Zellmembranen nachweisen lasse, darüber liegen bis jetzt noch keine Beobachtungen vor. Man konnte erwarten, dass in bestimmer Weise gefärbte Membranen in dieser Hinsicht sich ähnlich wie die meisten gefärbten anisotropen Krystalle verhalten würden. Diese Erwartung hat sich nun bei meinen Untersuchungen bestätigt und ich will deshalb im Folgenden einen kurzen vorläufigen Bericht darüber geben.

Zunächst mag Einiges über die Untersuchungsmethode mitgetheilt werden. Da man es stets mit mikroskopischen Objekten zu thun hat, so kann man die in der Mineralogie häufig zur Prüfung auf Pleochroismus benutzte sog. HAIDINGER'sche Lupe nicht wohl anwenden; es ist deshalb am bequemsten, nach der von TSCHERMAK vorgeschlagenen Methode für mikroskopische Krystalle zu verfahren, indem man

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): Lagerheim Gustaf v.

Artikel/Article: Zur Entwickelungsgeschichte des Hydrurus. 73-85