

# ÖSTERREICHISCHE BOTANISCHE ZEITSCHRIFT.

Herausgegeben und redigiert von Dr. Richard R. v. Wettstein,  
Professor an der k. k. Universität in Wien.

Verlag von Karl Gerolds Sohn in Wien.

LVI. Jahrgang, N<sup>o</sup>. 11.

Wien, November 1906.

## Über die Zoosporenreproduktion bei *Stigeoclonium*.

(Mit Unterstützung der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen durchgeführte Untersuchung.)

Von Dr. Adolf Pascher (Prag).

(Schluß.<sup>1)</sup>)

In den Osterferien 1906 fand sich nun im südlichen Böhmerwald ein *Stigeoclonium*, das große Flecken bildete, verhältnismäßig kräftig entwickelt und reich verzweigt war. Eine genaue Bestimmung ist nicht möglich; schon Klebs äußert sich darüber in trefflicher Weise, und ich fand auch Gelegenheit, dies bei *Stigeoclonium falklandicum*, resp. *Stigeoclonium tenue* zu bemerken. Es läßt sich höchstens die mehr minder weitgehende Ähnlichkeit mit einer Abbildung konstatieren. Am meisten Ähnlichkeit besaß es mit Kürzings *Stigeoclonium longipilum*, nur waren die Haare viel kürzer.

Ich weiß nur zu gut, daß gerade dieses differenzierende, resp. charakterisierende Merkmal an und für sich variabel ist und daß gerade Haarbildung und Verästelung, wie schon Klebs<sup>2)</sup> gezeigt hat und wie ich auch bei *Stigeoclonium nudiusculum* (?)<sup>3)</sup> wieder fand, in ständiger Korrelation mit der Beschaffenheit und dem Bewegungszustand des Mediums steht.

Bei meinen Untersuchungen über *Stigeoclonium* habe ich keines der gewöhnlich angegebenen charakterisierenden Merkmale völlig konstant gefunden. Haarbildung, Verästelung, Größe und Beschaffenheit des Lagers hängen in gewissem Grade immer mit den äußeren Faktoren zusammen. Dagegen war ziemlich konstant Form und relative Größe des Chromatophors, die Form der Zelle, selbstverständlich aber nicht die Größe der Zellen, wenngleich

<sup>1)</sup> Vgl. Jahrgang 1906, Nr. 10, S. 393.

<sup>2)</sup> Klebs l. c. 398 ff.

<sup>3)</sup> Pascher, Archiv für Hydrobiologie l. c.

hierin gewisse Durchschnittsverhältnisse sich feststellen lassen, die für jede Form ziemlich fest bleiben.

Es läßt sich auch hier leicht zeigen, was Klebs seinerzeit insbesondere im Hinblick auf einzellige Vertreter der Chlorophyceen und Oltmanns in seinem Fundamentalwerk an verschiedenen Stellen sagt: daß sich die Variation in der Größe, Gestalt und Zellstruktur in ihrem Abhängigkeitsverhältnis zur Außenwelt innerhalb bestimmter, bis jetzt nicht überschreitbarer Grenzen bewege. Im Genus *Stigeoclonium* tritt ebenfalls diese beschränkte Variabilität nur in der Morphologie der Zelle auf, der Habitus der ganzen Pflanze, der Gesamtorganismus steht immer in inniger Wechselwirkung mit den wechselnden äußeren Faktoren, nur das Verhältnis von Ursache und Wirkung bewegt sich für jede Art innerhalb enger, für jede einzelne Art verschiedener Grenzen. Was nun die Konstanz der vorhin erwähnten Eigenschaften der Zelle anbelangt, so sind diese Eigenschaften allerdings wieder gewöhnlich mehreren nahe verwandten Arten gemein, die oft in ihrer Reproduktion verschieden sind. Es scheint immer wahrscheinlicher zu werden, daß zur Charakterisierung einer bestimmten *Stigeoclonium*-Art nicht nur die Kenntnis der Morphologie der Zelle, des Habitus des Gesamtorganismus, des Lagers, als auch vielmehr die Kenntnis der Gestalt und Größe, kurz der Morphologie der Schwärmer und ihres reproduktiven Verhaltens, notwendig ist.

Es sei hier auf das *Stigeoclonium tenue*, das Klebs<sup>1)</sup> untersuchte, verwiesen, und auf jenes ebenfalls dem *Stigeoclonium tenue* morphologisch nahestehende *Stigeoclonium*<sup>2)</sup>, über dessen Reproduktion im Archiv für Hydrobiologie berichtet wurde, das trotz großer morphologischer Ähnlichkeit schon in der Morphologie der Makro- und Mikrozoosporen stark von jenem abwich.

Auch das vorhin erwähnte *Stigeoclonium*, das sich dem *Stigeoclonium longipilum* näherte, wurde auf seine Reproduktion hin untersucht. Das Material war ziemlich rein; nur vereinzelt waren darunter *Scenedesmus* und einige andere Protococcaceen, sowie zerstreute Fäden einer sehr dünnen *Oscillaria* zu finden.

Wie alle *Stigeoclonium*-Arten ließ sich auch dieses durch Überführen in ruhiges Wasser zur Zoosporenbildung anregen. Zuerst bildeten sich die Makrozoosporen, u. zw. in den Zellen der Äste meist in der Einzahl, nur in den Zellen der Hauptäste in der Zweizahl. Sie traten aus der Zellhaut, ohne daß diese eine besondere vorher gebildete Öffnung durch lokale Verschleimung der Membran geschaffen hätte.

Die Makrozoosporen hatten die gewöhnliche Schwärmergestalt, zeigten jedoch deutliche Metabolie. Das schüsselige, oft ungleich vorgezogene Chromatophor hatte ein, selten auch zwei Pyrenoide, und einen Augenfleck, der ungefähr in der Mitte des Schwärmers

<sup>1)</sup> Klebs, l. c. 398.

<sup>2)</sup> Pascher, Archiv für Hydrobiologie 1906, II. p. 483.

gelegen war. Am hyalinen Apikalende saßen die vier Wimpern auf, die so lange wie der Körper des Schwärmer waren. Die beiden an der Spitze gelegenen kontraktilen Vakuolen pulsierten ziemlich unregelmäßig; ich konnte nie beobachten, daß eine völlig schwand. Das Stigma lag dem Schwärmer in der Längsrichtung an, selten hatte es eine Querlage.

Die Makrozoosporen, die  $12-16 \mu : 5-6 \mu$  maßen, führten sich ganz als solche auf. Sie schwärmten ungefähr 10 Minuten bis 2 Stunden (ich beobachtete nur wenige Makrozoosporen unausgesetzt vom Ausschlüpfen an), dann setzten sie sich mit dem hyalinen Ende gewöhnlich etwas schief an, streckten sich dann, die Membran wurde deutlicher, nach einiger Zeit, die sehr verschieden lang war, bildete sich die erste Querwand, kurz, es bildete sich der junge Keimling, der gewöhnlich an der basalen Zelle, selten in der zweiten, noch längere Zeit das Stigma erkennen ließ.

In einigen wenigen Fällen blieben die Keimlinge nur wenigzellig, und bildeten gleich wieder Makrozoosporen. Diese Zwergkeimlinge haben große Ähnlichkeit mit den Zwergmännchen der Ödgoniaceen, und ich habe bereits seinerzeit eine phylogenetische Beziehung zwischen beiden vermutet<sup>1)</sup>.

Die Mikrozoosporen fielen schon durch ihre viel lebhaftere, mehr schießende Bewegung auf, sowie sie auch durch ihre geringere Größe leicht zu erkennen waren ( $9-12 \mu : 3-5 \mu$ ). Sie waren viel weniger gedrungen als die Makrozoosporen und gegen das hyaline Ende mehr verschmälert. Sie schwärmten viel längere Zeit herum, ließen deutliche Metabolie erkennen, die besonders gegen Ende der Bewegung sehr zunahm. Schließlich bewegten sich die Schwärmer nicht mehr, obwohl noch deutlich eine Bewegung der Cilien stattfand. Es wurden dann leichte Tuschlösungen versucht, und da waren selbst bei Mikrozoosporen, die keine Ortsveränderung mehr zeigten, deutliche Strudel- und Wirbelbewegungen der Tuschteilchen zu bemerken.

Entweder ist die Bewegung der Cilien bereits zu langsam, um eine Ortsveränderung des Schwärmer herbeizuführen, oder es ist auch der andere eigentliche Körper des Schwärmer bei der Bewegung tätig, welche Eigenschaft er dann dadurch, daß ja der Schwärmer beim Aufhören der Bewegung seine Gestalt recht verändert, verlieren würde. Schon Berthold<sup>2)</sup> berührte die Möglichkeit einer außer den Cilien gelegenen Bewegungsursache.

Die Mikrozoosporen zeigen nicht selten gegen Ende der Bewegung und in den ersten bewegungslosen Stadien starke, oft ruckartig erfolgende Gestaltsveränderungen. Bei manchen erfolgte, jedoch selten, eine Trübung des Chromatophors, so daß der Augenfleck ganz verdeckt wurde, meist jedoch unterblieb diese, und der Augenfleck blieb noch lange, als schon eine deutliche, oft ziemlich

<sup>1)</sup> Pascher, Archiv für Hydrobiologie I. c.

<sup>2)</sup> Berthold, Studien über Protoplasmaechnik.

dicke Membran gebildet war, deutlich erkennbar. Mit der zunehmenden Verfärbung (Rotbraunwerden — ob durch Öleinlagerung?) wurden dann alle Details undeutlich und verschwanden.

Die Mikrozoosporen gelangen oft nicht einmal ins Freie, sondern sie encystieren sich innerhalb der Muttermembran, sie bilden dann die Aplanosporen, die für fast sämtliche Chaetophoraceen nachgewiesen sind. In einzelnen Fällen bewegen sie sich noch ein bischen innerhalb der Membran, durch Jod lassen sich an einzelnen leicht sogar die Cilien nachweisen, ob sie immer vorhanden sind, entzog sich der Beobachtung; ich achtete nicht immer darauf; der Augenfleck ist an ganz jungen Stadien immer zu sehen. Man kann hier und da einzelne finden, die sich gerade während des Ausschlüpfens encystiert haben. Es besteht also zwischen den Aplanosporen und den Kubestadien der Mikrozoosporen weder genetisch ein Unterschied, noch unterscheiden sie sich in ihrem Verhalten bei der Keimung. Vielleicht hängt es nur ganz von äußeren Umständen ab, ob sie sich gleich encystieren oder schwärmen; auch die Bewegung scheint teilweise von außen bedingt zu werden.

Die Keimung erfolgt in einzelnen Cysten sehr bald, an den meisten nach einiger Zeit, die sehr verschieden lang sein kann.

Auch bei *Stigeoclonium longipilum*? fanden sich einzelne Schwärmer, die morphologisch intermediär zwischen Makro- und Mikrozoosporen standen.

Die Mikrozoosporen kopulierten niemals.

Schon bei Untersuchung der Mikrozoosporen fielen einzelne auch morphologisch abweichende Schwärmer auf. Während die Mikrozoosporen verhältnismäßig schlank gebaut waren, einen mehr leistungsvorspringenden Augenfleck über der Mitte deutlich im vorderen Teil des Chromatophors besaßen, fanden sich vereinzelt auch plumpere, nach vorn nur wenig verschmälerte, breitere Schwärmer, deren Augenfleck wie bei den Makrozoosporen nicht leistungsvorsprang, und ebenfalls mehr gegen die Mitte des Schwärmers gelagert war. Sie besaßen dieselbe Gestalt, wie jene Schwärmer, die ich seinerzeit im Akinetenstadium von *Stigeoclonium fasciculare* gefunden habe. Sie hatten wie diese auch zwei Wimpern.

Diese Schwärmer fanden sich aber nur sehr vereinzelt. Nach langen Mühen konnte ich die Entstehung, resp. das Ausschlüpfen beobachten. Sie entstanden in der Zweifzahl aus den Zellen der normal vegetativen Stadien, in Fäden, die sich mitten unter den Mikrozoosporen erzeugenden Stadien befanden. Es ist ganz unklar geblieben, welche Umstände reizauslösend auf die Bildung derartiger Schwärmer einwirken.

Sicherlich werden derartige Schwärmer auch reichlicher gebildet, und die Bildung solcher Schwärmer zur Zeit, wenn die Mikrozoosporen im vollen Gange sind, ist wahrscheinlich genau so aufzufassen, wie der Umstand, daß ja auch zur Zeit der Makrozoosporenbildung in einzelnen Fäden immer einige Mikrozoosporen

gebildet werden, die gewissermaßen der normalen Entwicklung vorseilen. Das fand ich bei *Ulothrix* und fast bei allen beobachteten *Stigeoclonium*-Arten.

Diese zweiwimperigen Zoosporen traten durch eine nicht besonders hervorgehobene Öffnung heraus und schwärmten einige Zeit, doch länger als die Makrozoosporen, herum. Nach einer Weile wurden sie in ihrer Bewegung träger und kamen ganz zur Ruhe; sie rundeten sich auch etwas ab, doch erfolgte, genau sowie seinerzeit bei den zweiwimperigen Schwärmern von *Stigeoclonium fasciculare*, nicht die Bildung einer deutlichen Membran. Die Schwärmer machten den Eindruck, als wüßten sie nicht, was sie anfangen sollten.

Diese Schwärmer scheinen nun auch identisch zu sein mit denen, die Tilden<sup>1)</sup> für *Stigeoclonium flagelliferum* beschreibt und abbildet, und die auch kopulierten, und mit denen, die West<sup>1)</sup> abbildet, ohne daß man jedoch eine nähere textliche Angabe finden könnte für den Fall der Richtigkeit der Beobachtung.

Ob diese zweiwimperigen Schwärmer kopulieren, vermag ich nicht zu sagen; ich sah keine Kopulationsstadien. Wahrscheinlich war auch die Zahl der derartigen Schwärmer zu gering. Möglicherweise kopulieren sie, vorausgesetzt, daß sie in derartiger Menge gebildet werden, daß eine Annäherung selbstverständlich ist, und nicht wie in diesem Falle, wo diese Schwärmer nur so vereinzelt auftraten, fast unmöglich wird. Für diese Aussicht spricht auch der Umstand, daß nie Mikrozoosporenkopulation beobachtet wurde, sowie das „unentschiedene“ Verhalten dieser zweiwimperigen Gameten.

Außerdem scheint es unwahrscheinlich, daß ein Glied einer Entwicklungsreihe, deren morphologisch niederstes und höchstes Glied typische geschlechtliche Fortpflanzung haben, und dessen nächste Verwandte eine solche zeigen, ganz die Sexualität verloren haben sollte. Auch der Umstand, daß Klebs bei seinem *Stigeoclonium tenue* keine Kopulation beobachtete, spricht nicht dagegen. Ich glaube, daß auch dieses *Stigeoclonium tenue* Schwärmerkopulation besaß. Entweder besaß es Mikrozoosporenkopulation, diese aber erfolgt, wie überhaupt bei allen bis jetzt beobachteten *Stigeoclonien* (vergl. *Stigeoclonium fasciculare*, *Stigeoclonium nudiusculum*, *Stigeoclonium tenue*?), recht selten, oder es wäre Kopulation derartiger zweiwimperiger Schwärmer anzunehmen, die sich allerdings in den Klebs'schen Kulturen (und sie treten ja nur selten auf) nicht gebildet hätten. Ich halte aber ersteres für das Wahrscheinlichere, besonders im Hinblick darauf, daß ich bei einem *Stigeoclonium tenue*, das jedenfalls dem *Stigeoclonium tenue* Klebs' morphologisch nahe stand, Mikrozoosporenkopulation beobachten<sup>2)</sup> konnte, zudem diese ja fast so selten zu sehen ist, wie die Kopulation verschiedener Desmidiaceen.

<sup>1)</sup> Tilden l. c.

<sup>2)</sup> Pascher, Archiv für Hydrobiologie l. c.

Es scheint daher wahrscheinlich, daß diese zweiwimperigen Schwärmer doch die Träger der geschlechtlichen Fortpflanzung wären, da ich bei den Mikrozoosporen, trotzdem ich sie in großer Zahl beobachtete, nie Kopulation (auch nicht Zygoten), in verschiedenen Stadien fand.

Dagegen glaube ich nicht, daß die zweiwimperigen Zoosporen bei *Stigeoclonium fasciculare*, die aus einem Akinetenstadium gebildet wurden, kopulierten; denn hier kopulierten die Mikrozoosporen in vollständiger Weise, und daß eine *Stigeoclonium*-Art zweierlei Typen isogamer Zoosporen besäße, von denen die einen noch kopulieren, die anderen diese Fähigkeit erst sekundär erworben haben, scheint nicht recht wahrscheinlich zu sein.

Es ist auch kein solcher komplizierter Fall weder für die engere Reihe der Chaetophoreen, noch überhaupt, wie ich glaube, für eine Chlorophyceen bekannt geworden. Allerdings darf man nicht vergessen, daß uns gerade in den Reproduktionsverhältnissen der Chlorophyceen noch mancherlei Ueberraschungen bevorstehen dürften.

Interessant ist jedoch jedenfalls der Umstand, daß sich dieses *Stigeoclonium longipilum* (?) in seiner Reproduktion an *Ulothrix sonata* anschließt und wie dieses aus normal vegetativen Stadien Makro- und Mikrozoosporen mit den genau gleichen Funktionen und zweiwimperige Schwärmer bildet, die den Isogameten von *Ulothrix sonata* morphologisch nahe stehen, deren gleiche Funktion jedoch nicht sicher ist. Demgemäß würde dieses *Stigeoclonium* in Hinsicht seiner Reproduktion tiefer stehen, als die anderen Arten, bei denen bereits eine Reduktion eingetreten ist.

Akinetenstadien gelangten nicht zur Beobachtung.

Es möge noch kurz die Entstehung und das Entleeren der Schwärmer berührt werden. Die Makrozoosporen entstanden, wie bereits erwähnt, in der Einzahl, selten in der Zweizahl in einer Zelle, die Mikrozoosporen und die zweiwimperigen Schwärmer dagegen meist in der Zweizahl. Frühzeitig waren bereits Augenfleck und die beiden vorderen kontraktile Vakuolen zu erkennen. Oft zeigten die Schwärmer bereits innerhalb der Zelle Bewegung, sowie schwache Melabolie.

Die Zellen, die im Begriffe sind, Zoosporen zu bilden, fallen schon bei oberflächlicher Musterung durch ihre intensivere Färbung, sowie dadurch auf, daß der Chromatophor eigentümlich lappig und rissig zu werden beginnt. Die Teilungen gehen verhältnismäßig rasch, oft schnell vor sich; die Chromatophorstücke, vorausgesetzt daß mehrere Zoosporen in einer Zelle gebildet werden, passen sich der Form der Plasmaklumpen an und werden dadurch schüsselartig.

Die Öffnung erfolgt ungefähr etwas über der Mitte der Zellwand; vorher zeigt nichts den Durchbruch an der betreffenden

Stelle an. Das treibende Agens sind sicherlich mehr die schnell-  
 quellenden Massen innerhalb der Mutterzelle als die Bewegung der  
 Schwärmer selbst.

Das war an einem Fall besonders schön zu sehen. Der Aus-  
 tritt der Schwärmer geht nicht immer ganz glatt vor sich. Der  
 Schwärmer wird oft durchgezwängt, daß er nicht selten ganz ab-  
 sonderliche, oft fast lang walzliche Formen annimmt. Einem solchen  
 Schwärmer geschah es, daß er so gequetscht wurde, daß ihm direkt  
 ein Stück mit einem Fetzen des Chromatophors verloren ging, während  
 der andere, übrig gebliebene Teil, scheinbar ohne sehr Schaden ge-  
 nommen zu haben, davon tollte. Auch dieses Stückchen, das doch  
 sicherlich keine Eigenbewegung hatte, wurde prompt nach außen  
 befördert, wo es selbstverständlich bald zugrunde ging.

Es wurde ja auch Ähnliches in der interessanten Arbeit  
 Walz' angegeben, der beobachtete, daß auch tote und bewegungs-  
 lose Zoosporen ausgestoßen werden.

Es ließ sich auch bei der untersuchten Alge eine nach der  
 Entleerung der Zoosporen die Zelle ausfüllende Masse nachweisen,  
 die sich mit Jod schwach bläulich färbte und die eben bei ihrem  
 Quellen die Zoosporen nach außen befördert. Diese Masse ver-  
 flüssigt und löst sich rasch im Wasser, da in Zellen, die vor  
 kürzerer Zeit geschwärmt hatten, ein solcher Nachweis nicht mehr  
 gelang. Es stimmt das gut mit Walz' Angaben über *Cladophora*,  
 obwohl dort der Modus ein bischen anders ist.

Diese Füllmasse läßt sich auch kurz nach dem Entleeren der  
 Schwärmer außerhalb der Zelle, um die Austrittsstelle herum, nach-  
 weisen.

Eine Blase, die die austretenden Schwärmer bei *Ulothrix*,  
*Oedogonium* etc. umhüllt, war nicht sicher festzustellen; einigmal  
 schien eine vorhanden zu sein, doch war dies nicht deutlich. Es  
 scheint auch *Stigeoclonium* kein geeignetes Untersuchungsobjekt  
 zur Entscheidung der Frage, welcher Herkunft diese Blase ist,  
 zu sein.

---

Vorliegende kleine Abhandlung ist als Teilarbeit einer  
 größeren Untersuchung über *Stigeoclonium* gedacht, die mit Unter-  
 stützung der verehrlichen Gesellschaft zur Förderung deutscher  
 Wissenschaft, Kunst und Literatur, der auch hier bestens gedankt  
 sei, durchgeführt wird.

Prag, Deutsches botanisches Institut, Beginn Juli 1906.

---

<sup>1)</sup> Walz: Über die Entleerung der Zoosporangien. (Bot. Zeitung, XXVIII  
 [1878] p. 690.)

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische  
Datenbank/Zoological-Botanical  
Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische](#)



Botanische Zeitschrift = Plant  
Systematics and Evolution

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: 056

Autor(en)/Author(s): Pascher Adolf

Artikel/Article: Über die  
Zoosporenreproduktion bei  
Stigeoclonium. (Mit Unterstützung der

Gesellschaft zur Förderung deutscher  
Wissenschaft, Kunst und Literatur in  
Böhmen durchgeführte Untersuchung.)  
417-423