Zur Kenntnis der geschlechtlichen Fortpflanzung bei Stigeoclonium sp. (St. fasciculatum Kütz.?).

Von **A. Pascher.**

Hierzu 2 Figuren im Text.

Vorliegende kleine Abhandlung führt ihre Entstehung auf eine Reihe gelegentlicher Beobachtungen, die vor zwei Jahren (1903) gemacht wurden, zurück. Obschon diese Beobachtungen nicht erlauben, vollständig Abgeschlossenes zu bringen, so glaube ich sie doch veröffentlichen zu können, da sie unter Neuem auch andererseits wieder Tatsachen bringen, die mit den in der Literatur vorhandenen Angaben nicht ganz übereinstimmen. Vielleicht regen sie auch zu einer neuen eingehenden Untersuchung der Reproduktionsverhältnisse bei *Stigeoclonium* an, die lange nicht so bekannt sind, als es die Häufigkeit dieser Alge erwarten liefse.

Das Objekt bildete eine *Stigeocloniumart*, die ich in Unter-Wuldau (südlicher Böhmerwald) sammelte. Da dieses *Stigeoclonium* bei näherer Untersuchung abweichende Formbildungen zeigte, so kultivierte ich dieses *Stigeoclonium* sowie einige andere Arten derselben Gattung. Vor allem war das Studium der Formänderung dieser Alge, die bekanntlich bei dieser Algengattung sehr grofs ist, sowie deren Abhängigkeit von äufseren Faktoren bestimmend für mich, — Fragen, denen ich behufs Klärung einiger difficiler Formen schon längere Zeit nachgehe. Dieses *Stigeoclonium,* das dem von Kützing abgebildeten *Stigeoclonium fasciculatum* (Tom. III tab. 8) sehr nahe steht, hielt sich eine Zeitlang ziemlich gut in flachen Glasschalen, deren Boden mit Torfplatten bedeckt war. Es zeigte aber nach einiger Zeit ein eigentümlich abnormales Verhalten. Die Kultur erfolgte dann in Glasröhren, deren beide Enden mit Müller'scher Gaze verbunden waren und in welchen sich auf geeigneten Unterlagen die *Stigeoclonium*-büschel befanden. So beschaffen kam die Röhre in fliefsendes Wasser.

Diesen Röhren wurde das entsprechende Material entnommen, das dann in bekannter Weise leicht im Zimmer zur Zoosporenbildung angeregt werden konnte. Doch schenkte ich dieser kein dauerndes Interesse; die diesbezüglichen Beobachtungen sind, ich wiederhole es, gelegentlich gemacht. Zusammenhängende Beobachtungsreihen wurden nur bei der Kopulation der Mikrosporen, dem Verhalten der beiden

Schwärmertypen, der Bildung von Zoosporen aus wenigzelligen Keimlingen und dem Verhalten der Akinetenstadien gemacht.

Das in der beschriebenen Weise kultivierte *Stigeoclonium* bildete, und es steht dies in vollstem Einklange mit den Angaben Klebs', zuerst Makrozoosporen und später Mikrozoosporen (Zimmerkultur) aus, die sowohl morphologisch als auch entwicklungsgeschichtlich verschieden waren. Solche differenzierte Schwärmer bei *Stigeoclonium* werden schon von früheren Autoren angegeben. Ich glaube aber ebenfalls nicht, dafs die Cienkowski'schen Mikrogonidien identisch seien mit den Mikrozoosporen Klebs' und den erwähnten. — Der neueren Zeit gehören insbesonders die Angaben Iwanoffs[1]) an. Auf diese komme ich noch zurück. Josephine Tilden[2]) scheint ebenfalls differenzierte Schwärmer beobachtet zu haben, denn sie gibt an, dafs bei *Stigeoclonium flagellatum* im *Pilinia*stadium nur je vier Zoosporen, im *Stigeocloniumstadium* jedoch bis 16 Zoosporen in einer Zelle gebildet wurden. Es scheint wahrscheinlich, dafs es sich das erstemal um Makro-, das andere Mal um Mikrozoosporen handelte: dafür spricht die Zahl der in einer Zelle gebildeten Schwärmer und die Zeit ihres Auftretens. Auch der Chodat'sche Nachdruck einer Abbildung Tildens (Fl. alg. vert. d. Suiss. Pleurococc., 303) läfst dies schliefsen. — Leider gelang es mir nicht, die Tilden'sche Arbeit einzusehen.

Die Makrozoosporen berühre ich nur kurz. Sie entstanden in den Zellen der Seitenäste meist in der Einzahl, in den Zellen der Hauptäste (Wasserstämme Cienkowkis) gewöhnlich auch in der Zweizahl; sie hatten vier Geifseln, zwei kontraktile Vakuolen, ein schüsseliges, am Rande etwas lappiges Chromatophor, kurz sie glichen bis auf die Lage des Stigma ganz denen, die Klebs an *Stigeoclonium tenue* beobachtet hat. Die Mafse waren 12—16 μ in die Länge, 8—9 μ in die Breite. Ihre Bewegung war mehr eine ruhig fortgleitende; während derselben zeigten sie deutliche Metabolie. Sie schwärmten längere Zeit herum, um sich dann festzusetzen und auszukeimen. Leider ging ich der genauen Beobachtung der Art dieses Festsetzens nicht nach, — doch schien es mir, als ob sich der Schwärmer nicht mit dem Vorderende, sondern mehr seitlich verfestige. Die Keimung erfolgte rasch, das Stigma war an den Keimlingen an der

---

1) Leonin Iwanoff, Über neue Arten von Algen, Flagellaten usw. . . . (Bull. d. soc. imp. d. nat. d. Mosc. [1899] 423.)

2) Josephine E. Tilden, A contribution of the life history of *Pilinia dilula* Wood and *Stigeoclonium fasciculatum Kütz.* (Minnes. bot. stud, Bullet. 9 Pt. IX No. XXXVII 601—635.)

basalen Zelle, selten an der oberen Zelle zu bemerken, — eine Beobachtung, die schon Reinhardt an *Stigeoclonium* machte und die auch bereits öfters sowohl für *Stigeoclonium* als auch für *Draparnaudia* angegeben wird. Solche Fälle sind aber selten. Dem weiteren Wachstum ging ich nicht nach, — übrigens liegen ja zahlreiche Arbeiten von Berthold bis Fritsch vor.

Einige wenige Makrozoosporenkeimlinge zeigten auch jenes abnormale Verhalten, das schon Berthold bei *Chaetophora pisiformis* beobachtet hat, und das ich ebenfalls an einigen Keimlingen von *Draparnaudia glomerata* sah. Bei *Draparnaudia* gingen aber derartige Keimlinge aus der Mikrozoosporen-Ruhezelle hervor. — Die Keimlinge erreichten nur wenige Zellen, blieben etwas gedrungener als andere, — schliefslich trat der Inhalt der einzelnen Zellen als Zoospore (Makrozoospore) heraus, um sich auch wie eine solche weiter zu verhalten. Auch für *Chaetopeltis* wird ähnliches angegeben.

Die Mikrozoosporen waren den Makrozoosporen ähnlich, aber kleiner (sie mafsen nur 9—12 μ in die Länge und 5—6 μ in die Breite). Sie waren schmäler als die Makrozoosporen und verjüngten sich auch mehr gegen das hyaline Ende. Ich verweise des Näheren auf die beigegebenen Abbildungen. Ihre Bewegung war lebhafter und kaum als gleichmäfsig, vielmehr als recht ungleichmäfsig zu bezeichnen. Übrigens wurde ja das Treiben der Mikrozoosporen schon oft beschrieben.

Die Bewimperung der Schwärmer war konstant. Beide Arten von Schwärmern hatten immer vier Cilien. Die untersuchte Art stimmte also diesbezüglich mit dem von Klebs untersuchten *Stigeoclonium* überein. Es liegen nun in der Literatur Angaben vor, die den Anschein erwecken, als ob die Bewimperung der einzelnen Zoosporenformen nicht konstant wäre. So berichtet Cienkowski von zweiwimperigen Mikrozoosporen. Diese Schwärmer aber fallen nicht unter die beiden vorgenannten Schwärmersorten hinein. Ich komme auf sie noch zurück. Zweiwimperig bildet auch West[1]), Mikrozoosporen ab. Ich kann aber nicht entnehmen, mit welchen Schwärmern sie identifiziert werden sollen, — noch aber, ob die gegebenen Zeichnungen ganz auf eigener Beobachtung beruhen. Auffallend ist die Angabe Iwanoffs, der in seiner vorhin erwähnten Arbeit an den Makrozoosporen wie an den Mikrozoosporen seines *Stigeoclonium terrestre* nur zwei Wimpern beobachtet hat. Es ist dies ein Umstand,

1) West, British fresh-water Algae 86.

der um so mehr auffällt, da sowohl für die Gattung *Stigeoclonium* sonst keine derartige Makrozoosporen angegeben werden, als vielmehr in der ganzen Reihe der *Chaetophoraceae* nur für ganz wenige Gattungen *(Ulvella, Acrochaete)* zweiwimperige Makrozoosporen bekannt geworden sind. Die Gründlichkeit und Genauigkeit, mit der jedoch Iwanoff dieses *Stigeoclonium terrestre* und deren Reproduktion verfolgte, lassen keine Zweifel aufkommen darüber, dafs es sich wirklich um Makro- resp. Mikrozoosporen, nicht aber um die später zu besprechenden „Mikrogonidien“ (Cienkowski) handelt. Die Pflanze Iwanoffs weicht dadurch also bedeutend von den übrigen *Stigeocloniumarten* ab; auch die Lebensweise ist eine für ein *Stigeoclonium* auffallende. In meinen Vorarbeiten über den Polymorphismus einiger *Stigeocloniumarten* habe ich auch bereits die Pflanze Iwanoffs als subgenus *Iwanoffia* dem Genus *Stigeoclonium* untergeordnet, glaube aber fast, dafs es sich hier um ein eigenes Genus *(Iwanoffia)* handelt. Es scheint mir überhaupt, als ob in den jetzigen Umfang der Gattung *Stigeoclonium* einige Arten einbezogen würden, die trotz vegetativ paralleler Ausbildung dennoch verschiedener Herkunft sind.

Die Lage des Augenfleckes war nur relativ konstant. Innerhalb der Gattung sowie der ganzen Familie ist die Lage nicht bestimmt. Wohl werden in vielen Fällen die Schwärmerformen, abgesehen von ihrer weiteren Entwicklung, morphologisch auch durch die Lage des Stigmas mit charakterisiert. So liegt bei *Draparnaudia glomerata Ag.* der Augenfleck bei den Zoosporen im oberen Drittel des Körpers, bei den Mikrozoosporen in der unteren Hälfte. Hier ist auch die Gestalt des Augenfleckes eine in beiden Fällen verschiedene, wenn auch in gewissen Grenzen variabel und Mittelformen gebend. Bei *Stigeoclonium tenue Kütz.* ist nach Klebs der Augenfleck bei den Zoosporen ungefähr in der Mitte, bei den Mikrozoosporen in der unteren Hälfte gelegen, ähnlich wie bei *Draparnaudia.* Dagegen gibt Iwanoff für das *Stigeoclonium terrestre (Iwanoffia terrestris)* gerade das Umgekehrte an: die Makrozoosporen mit dem Stigma in der Mitte, die Mikrozoosporen mit dem Stigma in der oberen Hälfte, in der hyalinen Apikalzone.[1])

Bei den Schwärmern von *Stigeoclonium fasciculatum* war in sehr vielen Fällen in bezug auf die Lage des Stigma gar kein Unterschied vorhanden; im allgemeinen lag wohl das Stigma der Mikrozoosporen

1) Dieses entgegengesetzte Verhalten der Schwärmer in bezug auf die Lage des Stigma scheint für die oben geäufserte Ansicht über die Stellung dieser Pflanze zu sprechen.

ein wenig unter der Mitte, das der Makrozoosporen ein wenig ober derselben. Doch kamen zahlreiche Übergänge vor, so sehr, dafs von einer Konstanz in der Lage des Augenfleckes nicht die Rede sein konnte. Ähnliches war auch der Fall bei *Draparnaudia glomerata;* bei dieser Alge fanden sich Schwärmer vor von der Gröfse der Makrozoosporen und mit dem Stigma der Mikrozoosporen und umgekehrt, — hier fanden sich aber derlei Mittelformen wenig häufig. Auch bei einer *Stigeocloniumform*, die dem *Stigeoclonium flagelliferum* nahezustehen schien, sah ich gelegentlich ähnliches. Selbstverständlich ist hier ganz abzusehen von jener relativen Lageänderung des Stigma, die durch die Metabolie des Schwärmers hervorgerufen wird. Es scheint als ob sich die früheren Angaben über solche „Mittelformen" von Schwärmern noch teilweise bestätigen dürften, wenn auch durch die umfassenden Untersuchungen Klebs' ein Teil dieser Mittelformen aufgeklärt und als ganz bestimmte Schwärmertypen erkannt wurden. Auch Iwanoff fand bei seinem *Stigeoclonium terrestre* solche Übergangsformen. Der Frage nach der weiteren Entwicklung solcher intermediärer Schwärmerformen: ob sich die weitere Entwicklung proportional zu ihrer Mittelstellung abwickle, bin ich nicht nachgegangen. Iwanoff glaubt, dafs auch ihre Wachstumsweise eine intermediäre sei.

Die Mikrozoosporen schwärmen lange herum, dann verlieren sie ihre Bewegung, runden sich meist ab und bilden Dauerzellen, oder sie kopulieren in einigen wenigen, im Verhältnis zur Menge der asexuell zur Ruhe kommenden Mikrozoosporen, sogar sehr seltenen Fällen.

Kopulation von Mikrozoosporen ist unter den Gattungen der Chaetophoraceen, die mit *Stigeoclonium* nahe verwandt sind, bereits bekannt. Abgesehen von den Angaben über *Draparnaudia* und der über Mikrozoosporenkopulation bei *Endoclonium* [Franke[1])], liegen auch für *Stigeoclonium* Angaben von Schwärmerkopulation vor. Vor allem die Angabe Reinhardts[2]), der unter *Stigeocloniumm*aterial grüne, unbewegliche Zellen beobachtete, die meist ×förmig verbunden waren und kopulierende Zoosporen darstellten. Ich kann dem Referat über diese Arbeit nicht entnehmen, ob er derlei Zoosporen auch schwärmend gesehen hat. Es scheint, als ob sich hauptsächlich darauf die verschiedenen Angaben in den einzelnen algologischen

1) Franke in Kohns Beiträge z. Biologie d. Pflanze III (1883) 365—375.

2) Reinhardt, Kopulation der Zoosporen bei *Chlamydomonas* ff. (Arbeit. d. naturf. Gesellsch. zu Charkow X.)

Floren und Werken stützen (Hansgirg, Prodr. d. Algenfl. v. Böhmen; De-Toni, Sylloge Algarum). In neuerer Zeit hat Iwanoff in seiner oben zitierten Arbeit einer interessanten Beobachtung Treboux Erwähnung gethan. Es handelte sich um die Kopulation viergeifseliger Mikrozoosporen unter Bildung sternförmiger Zygoten bei *Stigeoclonium insigne.* Leider blieb es bei dieser Erwähnung in der Iwanoffschen Arbeit. Ich bin O. Treboux für seine liebenswürdige Auskunft, sowie das so freundliche Entgegenkommen zu grofsem Danke verpflichtet.

In letzter Zeit gibt auch West in dem zitierten Werke die Kopulation von Schwärmern bei *Stigeoclonium tenue* an, und bildet auch derartige kopulierende zweiwimperige Gameten ab. Ich vermag nicht zu sagen, wie weit dies auf die früheren Angaben zurückgreift oder auf eigener Beobachtung beruht. Vielleicht greift West auch auf die Angaben zweiwimperiger „Mikrogonidien" zurück, die ich noch später berühre und für die auch Kopulation angegeben zu sein scheint, die aber nichts mit den Mikrozoosporen zu tun haben. Zweiwimperige Schwärmer wurden bislang (soweit ich die Literatur einsehen konnte und ich zitiert fand), abgesehen vom Iwanoff'schen *Stigeoclonium terrestre,* das auch zweiwimperige Makrozoosporen bildet und, wie früher erwähnt, wohl kaum ein *Stigeoclonium* ist, nur in einem ganz anderen vegetativen Stadium von *Stigeoclonium* beobachtet, dem die West'sche Zeichnung jedoch nicht entspricht.

Es scheint mir hier am Platze zu sein, meine Beobachtungen über Mikrozoosporenkopulation bei *Stigeoclonium fasciculatum Kütz.* anzuführen. Die Kopulation der Mikrozoosporen erfolgt, wie vorhin erwähnt, sehr selten; es gelang nur sechsmal dieselbe unzweifelhaft und vollständig zu sehen. Die Kopulation erfolgte nicht bald nach dem Austritte aus der Mutterzelle, vielmehr schwärmten die Schwärmer schon längere Zeit herum. Oft legten sich zwei Mikrozoosporen aneinander — um dann wieder voneinander zu gehen. Die Kopulation erfolgte unregelmäfsig. Die Beobachtung Reinhardts, dafs sich die Gameten verschiedenartig aneinander legen, bestätigte sich vollständig. In der Mehrzahl der wenigen beobachteten Fälle erfolgte die Kopulation derartig, dafs sie sich zuerst mit den hyalinen Vorderenden von vorne berührend kopulierten, andere lagerten sich schief oder ganz seitlich aneinander. Ein einzigesmal sah ich, jedoch nicht vom Beginn der Kopulation an, dafs sich die Gameten mit dem stumpfen Ende aneinandergelagert hatten und von hier aus kopulierten. Im ersten und wahrscheinlich auch in diesem letzten Falle hörte die Bewegung be-

reits beim Beginn der Kopulation auf, — abgesehen davon, dafs die Gameten zuvor und in den ersten Stadien des Aktes gröfsere Metabolie zeigten. In den Fällen seitlicher und schiefer Kopulation erfolgte noch ziemlich lange, einmal fast während der gröfsten Dauer des Geschlechtsaktes Bewegung, die aber dann immer mehr und mehr aufhörte. Der Kopulationsakt dauerte ziemlich lange, doch nicht so lange wie bei den trägen, cilienlosen, fast amöboiden Gameten von *Draparnaudia glomerata,* wo sie stundenlang dauern kann. Die kürzeste Zeit war ungefähr 12 Minuten, die längste $1^1/_4$ Stunden. Von Beginn der Kopulation an verändert der Gamet sein Aussehen. Die Inhaltskörper verlieren ihren differenzierten Charakter, der Gamet wird förmlich mehr körnig, seine Oberfläche mehr rauh, das Chromatophor trübt sich stellenweise und verliert dabei öfters die scharfe Begrenzung. Das Stigma tritt jedoch immer recht scharf hervor und wird nur durch Lageveränderung des Gameten undeutlicher. Diese Veränderungen nehmen zu, je weiter der Kopulationsakt vorschreitet. Die Vakuolen sind bald nach Beginn der Kopulation nicht mehr wahrzunehmen. Die Verschmelzung beider Gameten, die anfangs ziemlich langsam vor sich geht, verläuft gegen das Ende ziemlich rasch. Schliefslich rundet sich das Ganze ab und nimmt kugelige Gestalt an; die beiden Augenflecke sind jedoch noch ziemlich lange scharf sichtbar. Es bildet sich dann eine deutliche Membran aus, mit deren zunehmender Verdickung die Augenflecke mehr und mehr undeutlich werden. Die Rotfärbung, die bei den Zygoten und Ruhestadien von Schwärmern anderer Chaetophoraceen oft ziemlich rasch eintritt, machte sich nur langsam und allmählich bemerkbar, bis sie schliefslich das Erkennen irgendwelcher Details in der Zygote unmöglich machte. Die fertige Zygote ist kugelig, sie zeigt keine Membranskulptur. Der Gestalt nach weicht sie demnach von den Zygoten des *Stigeoclonium insigne,* die Treboux beobachtet hat, ab. Es wäre interessant den Zygotenformen innerhalb der einzelnen „Arten“ von *Stigeoclonium* nachzugehen. Die fertige Zygote war etwas gröfser als die Ruhestadien der Mikrozoosporen; doch war dieser Umstand nicht dergestalt auffällig, um an der jeweilig vorliegenden ruhenden Zelle die Art ihrer Herkunft sicher feststellen zu können. Daher war es mir auch unmöglich, den weiteren Schicksalen der Zygote nachzugehen, sowie ich auch nichts Sicheres über die Art der Keimung und der Keimlinge sagen kann. Ich glaube aber, dafs sie kaum von Mikrozoosporenkeimlingen viel abweichen werden, da mir sonst unter diesen doch vereinzelte Keimlinge aufgefallen sein müfsten.

Die Ruhezellen, die von unkopulierten Mikrozoosporen stammten, keimten nach längerer Zeit, und zwar sehr verschiedentlich der Zeit nach, aus. Entweder klappte die verdickte, oft gebräunte Membran auf und der Inhalt entwickelte sich zum Keimling, oder die Ruhe-

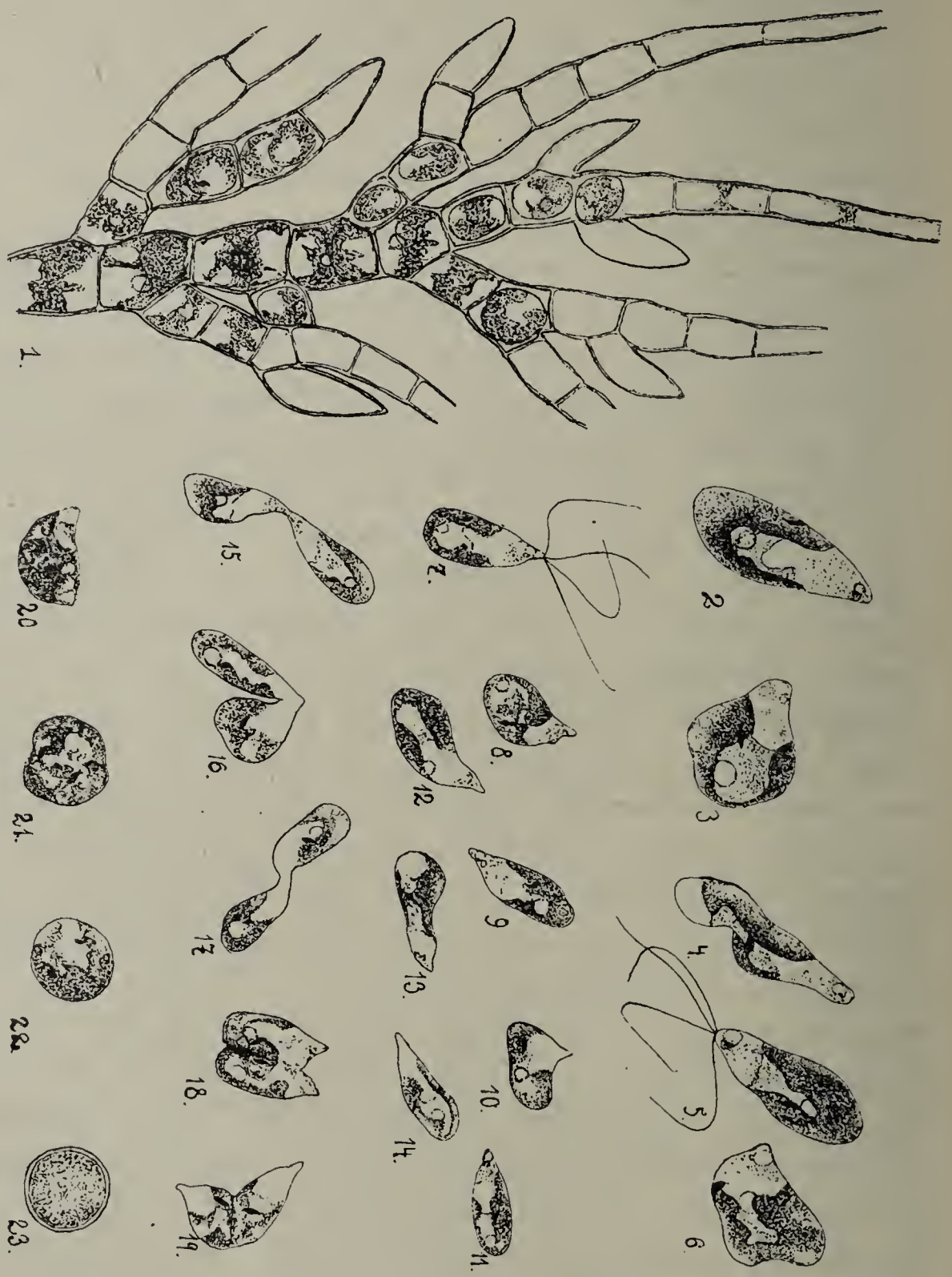


Fig. I. 1. Astbüschel von *Stigeoclonium fasciculatum* in Makrozoosporenbildung begriffen. — 2.—6. Makrozoosporen. — 7.—14. Mikrozoosporen. — 15.—22. Kopulierende Mikrozoosporen. — 23. Zygote. — Vergrößerung: 1:600; 2—19:1100; 20—23:800.

zelle wuchs — dies war nur bei solchen der Fall, die noch keine gar dicke Mebran gebildet haben, also nach verhältnismäfsig kurzer Ruhe — zu einem Keimling aus, ähnlich wie ich sie für *Draparnaudia* [1]) seinerzeit angab. Der weiteren Entwicklung der Keimlinge

---

1) Pascher, Kleine Beiträge zur Kenntnis unserer Süfswasseralgen, I (Lotos, 1904, Nr. 7, Prag).

ging ich nicht nach; einesteils liegen dafür gründliche und ausführliche Arbeiten vor, andernteils gingen mir auch die Keimlinge, kaum dafs sie eine bedeutendere Entwicklung zeigten, zugrunde. Der Grund dafür, glaube ich, liegt in der Art meiner Kulturen. Ich glaube, dafs die Keimlinge annähernd der ersten Keimungsform, die Berthold[1]) für *Stigeoclonium* angibt, entsprechen.

Eine merkwürdige Angabe macht Iwanoff in seiner oben genannten Arbeit über Keimlinge, die aus den Mikrozoosporen hervorgingen. Die Ruhestadien keimten, wie er angibt, zu wenigzelligen Keimlingen aus und bildeten eine Art „Akineten"-Stadium. Solche Akinetenstadien fand er auch an alten *Stigeoclonium*fäden. Über das

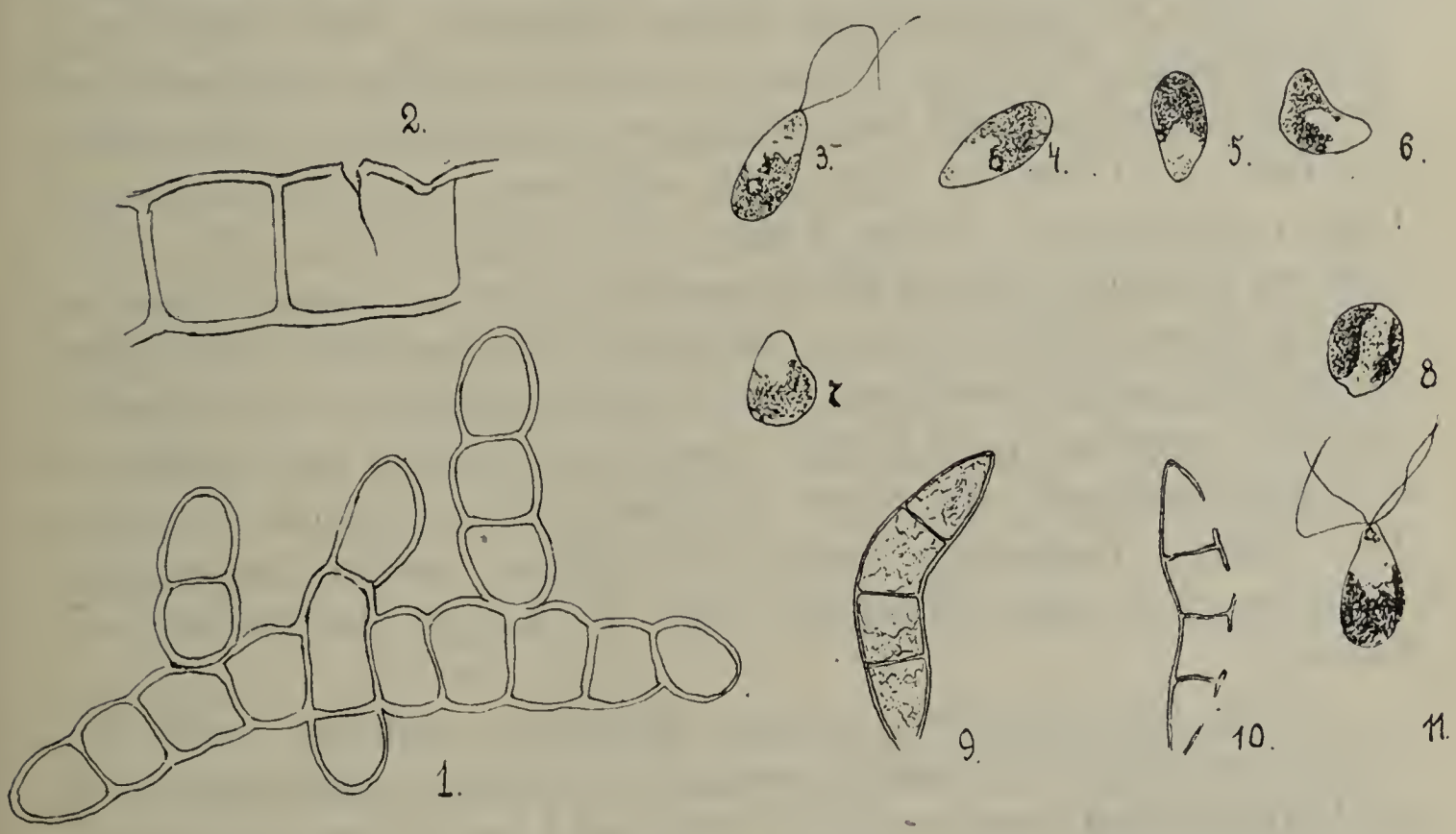


Fig. II. 1. „Akineten"-Stadium aus einer Mikrosporenruhezelle hervorgegangen. — 2. Zelle dieses Stadiums, aus welcher zweiwimperige Schwärmer (3., 4., 5., 6., 7, 8.) hervorgegangen sind. — 9., 10. Wenigzellige Makrozoosporenkeimlinge, aus denen wieder (11.) Makrozoosporen hervorgegangen. — Vergröfserung: 1:600; 2:2×700; 3—7:800; 9, 10:500—600; 11:600.

weitere Verhalten derlei Akineten spricht sich jedoch Iwanoff nicht aus. Solche Akinetenbildungen fand ich nur zweimal unter sämtlichen, von mir gesehenen Mikrozoosporenkeimlingen und zwar in solchen, die ich in einer recht seichten Uhrschale kultivierte. Die da gesehenen Formen entsprachen auch, nach den Handzeichnungen

---

1) Berthold, Untersuchungen über die Verzweigung etc. (Nov. Act. Leopold., XL, 169—230.)

davon, ungefähr den Iwanoff'schen Abbildungen. Der eine Keimling ging mir verloren, den andern Keimling konnte ich jedoch beobachten. Die Zellen hatten bereits eine rötliche Farbe, die jedes Erkennen von detaillierten Inhaltskörpern unmöglich machten, ähnlich wie es bei encystierten Mikrozoosporen der Fall ist. Die Zellen waren etwas bauchig; sie schwollen dann noch ein wenig an, erhielten einen Rifs und es traten Zoosporen heraus und zwar zu vieren, die jedoch nur zweiwimperig waren. Sie schwärmten ziemlich lange herum, um sich dann abzurunden und bewegungslos zu werden. Die Ruhezellen nahmen, trotzdem ich sie stundenlang beobachtete, keine Membranverdickung an, die Membran blieb fast unmerklich dünn; ich schliefse daraus, dafs sie wahrscheinlich direkt auskeimen, ohne vorher encystierte Stadien zu liefern, ähnlich wie es bei den Mikrozoosporen von *Draparnaudia* und auch beim *Stigeoclonium facsiculatum* gelegentlich der Fall ist. Diese Schwärmer, die aus diesem Akinetenstadium austraten, mafsen 13 μ in der Länge, 7 μ in der Breite. Sie waren nicht so gestreckt wie die Mikrozoosporen, denen sie aber in der Art der Bewegung ähnlich waren. Das Stigma lag ungefähr in der Mitte und sprang nicht leistenförmig vor. Das Chromatophor war schüsselig, ungleich vorgezogen, am Rande etwas lappig und wie bei den Makro- und Mikrozoosporen mit einem ziemlich grofsen Pyrenoid versehen. Das hyaline Vorderende zeigte die üblichen beiden kontraktilen Vakuolen und zwei Wimpern, die die Länge des Schwärmers hatten.

Diese Schwärmerform scheint identisch zu sein mit jenen, die Cienkowski[1]) in der unten angegebenen Arbeit angibt und die er als Mikrogonidien bezeichnet. Cienkowski hat die direkte Keimung dieser Mikrogonidien beobachtet. Das taten allerdings diese Schwärmer bei *Stigeoclonium fasciculatum* nicht, doch liefse sich ihr Verhalten in dieser Richtung deuten.

Ob die Gameten, die Reinhardt beobachtet hat, hieher zu ziehen sind, ist fraglich.

Von späteren Angaben scheint mir nur die interessante Arbeit Tildens wichtig, die aus dem Palmellastadium von *Stigeoclonium flagelliferum* Schwärmer hervorgehen sah, die kopulierten; leider kann ich nicht sagen, ob diese Schwärmer identisch sind mit den von

---

1) Cienkowski, Über den Palmellenzustand bei *Stigeoclonium*. (Bot. Ztg. 1876, 17—26.) — Zur Morphologie der Ulothricheen. (Mel. biol. Bull. Ac. d. St. Petersburg IX, 531—572.)

Cienkowski beobachteten und den oben erwähnten. Interessant ist aber auch, dafs Cienkowski in seiner genannten Arbeit (Taf. I Fig. 17) einen Schwärmer abbildet, der vier zu je zwei polarstehende Wimpern besitzt, der aber grofse Ähnlichkeit zeigt mit Gameten, die mit dem stumpfen Ende zu kopulieren begannen.

Schwärmer, die nur mit zwei Wimpern versehen sind und eine gewisse Ähnlichkeit haben mit „Mikrogonidien", bildet West im genannten Werke ab und zwar im Stadium des Austrittes und im Kopulationsakt. Er läfst sie aber aus normal vegetativen Zellfäden entstehen, ein Umstand, der weder mit den Beobachtungen Cienkowskis noch mit den meinen übereinstimmt. Ich fand, abgesehen von den Angaben Iwanoffs[1]), keine Angaben über zweiwimperige Mikrozoosporen in der Literatur. Sicher scheint mir jedenfalls, dafs bei einigen *Stigeocloniumarten* zweiwimperige Zoosporen im normalen vegetativen Stadium nicht gebildet werden.

Neben diesen angegebenen Schwärmern und Stadien fanden sich bei *Stigeoclonium fasciculatum* vereinzelte Aplanosporen. Auch bei *Stigeoclonium fasciculatum* stellen sie, wie bei anderen Stigeoclonien und auch bei *Draparnaudia* Mikrozoosporen vor, die bereits innerhalb der Mutterzellen zur Ruhe kommen. Es erfolgte hie und da nicht einmal eine bedeutende Encystierung, vielmehr keimten oft derartig kaum encystierte Formen in der Mutterzelle aus.

Palmellazustände sah ich an dieser *Stigeocloniumart* nicht, halte sie aber recht wohl für möglich.

Es ist vielleicht angezeigt, eine kurze Zusammenfassung über die Reproduktionsverhältnisse durch Zoosporen bei *Stigeoclonium*, soweit wir sie jetzt kennen, zu geben. Es findet wohl allgemein Makrozoosporenbildung statt, diese sind vierwimperig und keimen direkt aus. Die Mikrozoosporen werden wie die Makrozoosporen aus den normalvegetativen Stadien gebildet, sie sind ebenfalls vierwimperig, bilden vor ihrer Keimung Dauerstadien mit oft beträchtlich gekürzter Ruhezeit; in seltenen Fällen kopulieren sie. Zweiwimperige Zoosporen werden aus Dauerstadien gebildet (Akineten- oder Palmellastadium); diese keimen direkt aus (ob immer?) (auch Kopulation scheint für sie angegeben zu sein). Aufserdem liegen Angaben von Bildung zweiwimperiger Gameten aus den vegetativen Stadien vor, diese verdienen noch genauestens geprüft zu werden. Die Aplanosporen sind Modifikationen der Mikrozoosporen.

---

1) Vgl. das oben über diese Pflanze Gebrachte.

In phylogenetischer Beziehung geben diejenigen Formen von „*Stigeoclonium*“, die Zoosporen und (gelegentlich) kopulierende Mikrozoosporen bilden ein interessantes Mittelglied zwischen *Ulothrix* und der höchst entwickelten isogamen Chaetophoracee *Draparnaudia*. Bei jener haben wir hauptsächlich dreierlei Schwärmer, die aus den normalen vegetativen Zuständen entstehen können: vier vierwimperige Makro- und Mikrozoosporen, erstere direkt auskeimend, letztere Ruhestadien liefernd und nicht kopulierend; ferner zweiwimperige Isogameten. Bei *Draparnaudia* ist die Bildung solcher zweiwimperiger Zoosporen (Gametosporen) vollständig unterdrückt, wir haben nur vierwimperige Makro- und Mikrozoosporen, erstere direkt auskeimend, letztere Ruhestadien liefernd oder gelegentlich als Gameten dienend.

Das *Stigeoclonium fasciculatum* scheint nun eine Mittelstellung zwischen beiden vorgenannten Algen einzunehmen. Die Makrozoosporen sind rein vegetativ. Die Mikrozoosporen dienen aber bereits als Träger geschlechtlicher Fortpflanzung, doch nur in seltenen Fällen; ähnlich wie bei *Draparnaudia* ist auch hier der Zweck der Mikrozoosporen Vermehrung unter ungünstigen äufseren Umständen. Die Bildung zweiwimperiger Zoosporen (ich möchte sie hier kaum „Gametozoosporen“ nennen) scheint hier auf ein „Dauer“-Stadium beschränkt zu sein — das Akinetenstadium. Kopulation solcher zweiwimperiger Zoosporen ist sicher selten, — ich halte sie für unwahrscheinlich. Diese zweiwimperigen Zoosporen gehen nur aus Dauerstadien hervor. Auch die Beobachtungen Klebs, der aus dem vegetativen Zustande von *Stigeoclonium tenue* nie zweiwimperige Zoosporen hervorgehen sah, sowie die Angaben Cienkowskis sprechen, abgesehen von meinen Beobachtungen, dafür. Es erscheint also, als ob im Verlauf der fortschreitenden morphologischen Differenzierung und Entwicklung in jener Reihe von Algen, in der *Ulothrix* das Anfangs-, *Draparnaudia* das Schlufsglied bildet, eine Reduktion der Schwärmertypen erfolge, ganze Schwärmertypen schliefslich ausgeschaltet würden und ihre Funktion von einem anderen Typus, der diese Funktion eigentlich nicht besitzt, übernommen würde. Wir kennen nur das Endglied dieser Reduktion und einige Zwischenglieder.

Leider kenne ich die Tilden'sche Arbeit nicht; daher ist mir die Morphologie der Gameten, die sie aus dem Palmellazustande hervorgehen sah, unbekannt. Waren es zweiwimperige Zoosporen, echte Gametozoosporen wie bei *Ulothrix,* so schiebt sich ihr *Stigeoclonium flagelliferum* zwischen *Ulothrix* und unserem *Stigeoclonium* ein, deswegen, weil derlei Gameten nur mehr blofs im Palmella-

stadium gebildet würden. Waren es jedoch vierwimperige Zoosporen, die kopulierten, so reiht es sich zwischen unserem *Stigeoclonium* und *Draparnaudia* ein.

Mifs Josephine Tilden stellte mir in liebenswürdigster Weise ein Separat ihrer wertvollen Arbeit zur Verfügung, das jedoch nach Drucklegung der vorliegendenden Abhandlung einlief. Es sei hier nur kurz erwähnt, dafs die kopulierenden Gameten bei *Stigeoclonium flagelliferum* zweiwimperig sind und sich mit den an *Stigeoclonium fasciculatum* beobachteten, sowie den Cienkowski'schen Mikrogonidien morphologisch decken. Auch hier erfolgt die Kopulation unregelmäfsig. Dieses *Stigeoclonium* hat demnach seine Stellung vor unserem *Stigeoclonium*. Es sei mir gestattet, hier Fräulein Tilden für ihre Liebenswürdigkeit zu danken.

Intermediär zwischen *Ulothrix* und *Stigeoclonium fasciculatum* wäre auch das *Stigeoclonium,* das West in seiner genannten Flora abbildet. Für den Fall der Richtigkeit der Beobachtung stellen sich diese Formen (vorausgesetzt, dafs vierwimperige Mikrozoosporen ganz fehlen), bezüglich ihrer Vermehrung als eine ganz eigene Reihe innerhalb des Genus dar. Sind Mikrozoosporen aber vorhanden, so reiht es sich glatt an *Ulothrix* an. Ganz aufserhalb aller Formen steht das *Stigeoclonium terrestre Iw. (Iwanoffia).*

Es scheint mir daher sicher, dafs wir innerhalb des Genus *Stigeoclonium* in der Form der Reproduktion Übergänge zwischen *Ulothrix* und *Draparnaudia* vor uns haben, — Übergänge, deren einzelne Phasen, wenn genügend klargelegt, sicher bessere Gesichtspunkte zur Klassifikation der einzelnen Formen in die Hand geben, als die sind, nach denen wir jetzt die Einteilung dieser Gattung vornehmen. Doch darüber mehr, wenn meine Untersuchungen über *Stigeoclonium* abgeschlossen sind.

Für die Tatsache, dafs bei den morphologisch höchstentwickelten Gattungen der isogamen Chaetophoraceen *Stigeoclonium* und *Draparnaudia* die geschlechtliche Fortpflanzung selten erfolgt, dafür ergeben sich schon innerhalb des Reiches der Grünalgen Parallelismen, die uns eine derartige Reduktion bei fortschreitender vegetativer Entwicklung zeigen.

Prag, Deutsches botanisches Institut, Mai 1905.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: 95

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

Artikel/Article: Zur Kenntnis der geschlechtlichen Fortpflanzung bei Stigeoclonium sp. (St. fasciculatum Kütz. ?). 95-107