

18. A. Pascher: Über merkwürdige amoeboide Stadien bei einer höheren Grünalge.

(Aus dem botanischen Institute der deutschen Universität zu Prag.)

(Mit Tafel VI.)

(Eingegangen am 6. April 1909.)

Über amoeboide Stadien bei anderen Pflanzen als den Myxomyceten wurde schon mehrfach geschrieben. So sind sie des öfteren für höhere Lagerpflanzen angegeben und zeigen, daß auch höhere Pflanzen die Fähigkeit haben, phylogenetisch weit abliegende, einfache Zustände zu bilden.

Doch beziehen sich diese Angaben in der Literatur zumeist auf „Amoeben“-Stadien bei Gameten heteromorpher Geschlechtszellen, bei Tetrasporen und Zygoten, also auf abgeleitete, nicht ursprüngliche Vermehrungsprodukte.

Aus diesem Grunde möchte ich im folgenden einiger Beobachtungen Erwähnung tun, die zeigen, daß amoeboide Stadien auch bei den ursprünglichen primären Vermehrungsprodukten, den vegetativen Schwärmern (Makrozoosporen) auftreten, an welchen die Algen sonst zähe festzuhalten pflegen.

Im Sommer 1907 kam mir eine Alge unter, die zweifellos zu den Chaetophoraceen gehörte. Sie war ein Glied jener Reihe, bei der die „Wasserstämme“ reduziert sind, die aber dafür die Sohle — die z. B. bei vielen *Stigeoclonium*-arten ein untergeordnetes Organ mit beschränkter Assimilationsfähigkeit ist — zum Hauptteile des Thallus ausgebildet haben. Bekannte Glieder dieser morphologisch (nicht phylogenetisch) einheitlichen Reihe sind *Pringsheimia*, *Chaetopeltis*, *Acrochaete*, *Endoderma*, *Ochlochaete* u. a. und vor allem die durch ihre Befruchtung auffallende *Aphanochaete*.

Mit letzterer hatte die besprochene Alge auch viel Ähnlichkeit. Ich glaube jedoch nicht, daß es wirklich *Aphanochaete* war. Es existiert nämlich eine Reihe von Formen, die trotz habitueller Ähnlichkeit und Übereinstimmung des Vegetationskörpers mit dem von *Aphanochaete*, sich von dieser durch typische Isogamie (während *Aphanochaete* heterozoospore Eibefruchtung hat) unterscheiden: Formen, die also die isogamen Anfangsglieder jener vegetativ reduzierten Reihe darstellen, deren oogames Endglied *Aphanochaete* ist.

Diese besprochene *Aphanochaete*artige Grünalge war nur wenig mit anderen Grünalgen vermengt; es fanden sich nur vereinzelt darunter *Cladophora*, auf der sie wuchs, *Oedogonium* und ein *Rhizoclonium* (beide unbestimmbar) — die ja in ihrer Reproduktion weit von den Chaetophoraceen abstehen.

In diesem Algenmateriale fielen bereits bei oberflächlicher Musterung mit einem schwachen System eigentümliche, nackte Protoplasmaklumpen auf, die von unregelmäßiger Form, teilweise recht plumpe Pseudopodien bildeten und eine, wenn auch recht geringe Ortsveränderung zeigten. Diese Protoplasmaklumpen, die 18μ (— 24μ) im Durchmesser hatten, waren aber nicht farblos, sondern führten ein schön chlorophyllgrünes, meist flaches hie und da auch etwas schüsseliges Chromatophor mit, das, unregelmäßig begrenzt, ein, seltener zwei deutliche Pyrenoide hatte. — Die etwaige Ansicht, es hätte sich hier um Amoeben mit Zoochlorellen oder Zooxanthellen gehandelt, wurde schon durch den Umstand entkräftet, daß sich nirgends scharf umgrenzte Algenzellen fanden (die erst mittelbar die Grünfärbung hervorriefen); sondern im Gegenteil: das Chromatophor mit seinen Pyrenoiden erschien wie ein inhärenter, organischer Teil dieser Amoebenstadien.

Bei genauerer Untersuchung fanden sich aber bei jedem dieser Stadien noch ein deutlicher roter Augenfleck und hie und da deutlich zu erkennen, pulsierende Vakuolen. — Damit stand fest, daß diese „Amoeben“ irgendwelchen Grünalgenschwärmern ihre Entstehung verdanken.

Rhizoclonium und *Oedogonium* sowie *Cladophora* kamen bezüglich des Zusammenhanges mit diesen Amoebenstadien ob der Morphologie resp. Größe der Schwärmer nicht in Betracht; es wurde daher der besprochenen *Aphanochaete* artigen *Chaetophoracee* stete Aufmerksamkeit zugewendet und es gelang auch in der Tat, bei dieser Alge die Entstehung dieser „Amoeben“ zu sehen.

Die völlige Entwicklung konnte zweimal unzweifelhaft sicher beobachtet werden.

Im ersten Falle waren die meisten Zellen der Alge bereits entleert, nur in wenigen fand sich der Inhalt noch vorhanden. Der Zellinhalt war bereits von der Membran wohl durch verquellende Innenschichten der Zellhaut abgelöst, es war ein deutlicher Augenfleck, und zwar in jeder Zelle einer zu bemerken, sowie überhaupt eine Teilung der Protoplasten nicht beobachtet wurde. Darnach war es wahrscheinlich, daß die Pflanze Makrozoosporen, also jene Art Schwärmer erzeugte, die ohne einen vorhergehenden Ruhe-

zustand direkt auszukeimen vermögen, — eine Annahme, die sich späterhin auch wirklich bestätigte.

Nach einiger Zeit kam es zur Entleerung dieser bereits stigmatisierten Plasmaballen aus den Zellen. Diese Entleerung erfolgte durch eine vorher nicht bestimmte und auch bei den einzelnen Zellen nicht übereinstimmende Stelle und war sicher passiv. Deutlich konnte bemerkt werden, wie das Lumen der Zellen ruckweise scheinbar frei wurde, in Wirklichkeit aber von den quellenden Innenschichten erfüllt wurde¹⁾.

Wider Erwarten schwärmte die ausgestoßene Zoospore, jedoch recht plump, unbehilflich und nur kurze Zeit. Als die Bewegung fast stillstand, konnten deutlich vier Wimpern bemerkt werden: die Alge gehörte demnach zu den tetrakonten Ulotrichales und gehörte nicht nur morphologisch sondern auch phylogenetisch in die Nähe der *Aphanochaete*.

Ob nun die Geißeln eingezogen²⁾ oder abgestoßen wurden, vermag ich nicht zu sagen; sicher ist, daß keine Bewegung mehr mittels der Wimpern eintrat: dagegen wurden die Schwärmer nun merkwürdig metabolisch —, das helle Plasma, das sonst nur am Vorderende des Schwärmers gehäuft ist, verteilte sich gleichmäßig um die Zentralmasse, bald traten plumpe Pseudopodien hervor —, und ohne daß Vakuolen oder Augenfleck verschwanden, begann sich der „Ex“schwärmer langsam amoeboid kriechend zu bewegen.

Diese amoeboide Beweglichkeit, die ungemein träge war, währte relativ lange ($1\frac{1}{2}$ — $2\frac{3}{4}$ Stunden) und war mit deutlicher, wenn auch unbedeutender Ortsveränderung verbunden. Dann trat Ruhe ein, die „Amoebe“ streckte sich, wurde walzlich-ellipsoidisch, bekam ein hyalines Ende und umgab sich mit einer dünnen Membran; nach relativ kurzer Zeit war bereits eine Querwand an-

1) Die Entleerung der Zoosporangien durch die rasch quellenden Innenschichten der Membran beschrieb unter anderen besonders WALZ (19), der *Cladophora* studierte und KLEBS (5) bei den Gametangien von *Hydrodictyon*. Die gleiche Beobachtung konnte ich bei *Stigeoclonium* machen (PASCHER 12, 423), wo ebenfalls Zoosporen, wie unbewegliche abgequetschte Teilstücke derselben durch eine rasch quellende Innenschichte, die sich durch Jod schwach bläulich färbte, nach außen gedrängt wurden. Ich verweise dabei noch auf die schönen Zeichnungen BERTHOLDS (1) über den Entleerungsmechanismus der Gametangien bei *Codium* in OLTMANN'S Morphologie und Biologie der Algen II, Seite 35.

2) SCHERFFEL (16, 792) berichtet neuerdings, daß die Schwärmer von *Schizochlamys* beim Zuruhekomen die Wimpern einziehen, nicht abstoßen. Dasselbe sah KLEBS (6, S. 350) bei den Zoosporen von *Conferva* (*Tribonema*).

gelegt —, kurz, die grüne Amöbe begann zu keimen wie eine normale Makrozoospore, wie ein gewöhnlicher vegetativer Schwärmer.

Der zweite Fall direkter Beobachtung war dem ersten bezüglich der Vorstadien gleich, aber der Inhalt der „Schwärmer“-bildenden Zellen trat nicht mehr als Schwärmer heraus, sondern kroch, unter Nachschub der Innenschichten der Zellmembran, bereits als „Amöbe“ hervor; er schwärmte überhaupt nicht mehr, sowie auch keine Wimpern zu bemerken waren. Augenfleck und Vakuolen waren aber deutlich vorhanden, desgleichen war deutliche Ortsveränderung zu bemerken.

Ueber die weitere Entwicklung dieser letzteren Stadien vermag ich nichts anzugeben, nach einiger Zeit trat Stillstand in der Bildung der Pseudopodien, dann Körnigwerden und Zerfall des Plasmakörpers auf —, kurz, die Amöbe ging wohl infolge der ungünstigen Verhältnisse während der Dauer der Beobachtung ein. Da nicht die leiseste Andeutung einer Encystierung zu sehen war, sich auch andere bereits encystierte Stadien nicht fanden, so glaube ich, daß es sich auch in diesem Fall bestimmt um die Bildung von Makrozoosporen gehandelt hat.

Diese amöboiden Stadien erwiesen sich als in hohem Grade lichtempfindlich. Als ich ein kleines, rundes Lichtfleckchen so lenkte, daß eine Amöbe gerade am Rande getroffen wurde, stand die Pseudopodienbildung an dieser Stelle jäh still, obwohl sie gerade dort gefördert war, — und die Bildung neuer Pseudopodien setzte an der Gegenseite ein, sowie sich auch die Amöbe aus dem grellen Lichtbereiche entfernte¹⁾.

Ein andermal war wieder deutlich zu sehen, wie einzelne derartige Stadien einen Streifen besonders hellen Lichtes im Gesichtsfelde nicht überschritten.

1) Es ist nicht klar, inwieweit es sich in diesem Falle um „Schreckbewegung“ handelte, die ENGELMANN (3, S. 666) und neuerdings eingehend MOLISCH (9, S. 33—41) studierten. Die Bewegung dieser amöboiden „Ex“-schwärmer war wohl viel zu langsam dazu; auffallend aber war, daß die weitere Bildung von Pseudopodien an den gereizten Stellen sofort eingestellt wurde. Diese Schreckbewegung fand STRASBURGER (18, S. 39) bei den Schwärmern von *Botrydium* und *Bryopsis*. MOLISCH (9, S. 35) stellte ihre weitere Verbreitung insbesondere bei den Euglenen fest. *Protococcus*schwärmer, die ich in ganz letzter Zeit daraufhin prüfte, zeigten ebenfalls schön die von STRASBURGER gesehene „Erschütterung“.

Die Lage des Stigma schien dabei keine ausschlaggebende Rolle zu spielen, denn sowie nur ein größerer Pseudopodiallappen in das grellere Licht kam, erfolgte jäher Stillstand resp. Rückzug, ohne Rücksicht darauf, ob das Stigma vom Lichtreiz mitbetroffen war oder nicht.

Durch Zusatz von Morphinlösung (das käufliche *Morphium muriaticum*, welches mir auch bei meinen „Studien über die Schwärmer einiger Süßwasseralgen“ gute Dienste geleistet hat, — PASCHER 14, 8/9, 80) erfolgte ebenfalls Einstellung der Bewegung, welche letztere jedoch wiederkehrte, wenn reines Wasser durchgezogen wurde. Ebenso wurde bei Zusatz der Morphinlösung die Pulsation der Vakuolen bedeutend verlangsamt, — eine Beobachtung, die in analoger Weise auch bereits bei anderen Organismen gemacht wurde¹⁾.

Derlei amoeboiden Stadien bei Algen und bei anderen Thallophyten wurden bereits mehrfach erwähnt. Vor allem ist zu bemerken, daß jeder Schwärmer eine mehr minder weitgehende Metabolie zeigt, eine Beobachtung, die man in allen Arbeiten über Grünalgenschwärmer immer wieder angegeben findet. Besonders auffallende Metabolie zeigen die Schwärmer von *Tribonema* (*Conferva*) (KLEBS 6, S. 349, PASCHER 14, S. 67). Interessant ist die wiederholt gemachte Beobachtung, daß auch die Mikrozoosporen von *Draparnaudia* in einem amoeboiden Stadium kopulieren (KLEBS 5, 420, PASCHER 11, S. 163, 14, 51/52), daß bei diesem Geschlechtsakt sogar deutliche Ortsveränderung vermittelt plumper Pseudopodien stattfindet (PASCHER 14, 52), und daß sie sogar auf starke Lichtreize reagierten und dem vollen Lichtkegel zu entkommen suchten (PASCHER 14, 51). Ebenso wurde beobachtet, daß der Inhalt der Cysten von *Tetraspora* in amoeboider Form austreten und dann langsam in der Gallerte herumzukriechen vermag. (PASCHER 13, S. 166.)

STAHL (17) hat seinerzeit aus den dickwandigen Cysten von *Vaucheria geminata* „Amoeben“ austreten gesehen, welche entweder zu einer neuen Pflanze auswachsen oder Dauerstadien lieferten. Allerdings wurde in neuerer Zeit (LOTSY 8, S. 80), die Möglich-

1) Bei den Schwärmern der in den „Studien über die Schwärmer einiger Süßwasseralgen“ untersuchten Algen (PASCHER 14) erfolgte bei Zusatz von Morphin Verlangsamung, bei Temperatursteigerung Beschleunigung der Pulsation der Vakuolen, — welche letztere Beobachtung auch DEGEN (2, S. 165) an den pulsierenden Vakuolen von *Glaucoma* machte.

keit einer Verwechslung dieser amoeboiden Stadien mit Parasiten betont.

O. RICHTER (15., S. 97) hat in letzter Zeit beobachtet, daß die farblose Diatomee *Nitzschia putrida* Benecke bei andauernder Kultur unter bestimmten Verhältnissen Amöbenstadien zu bilden vermag, die zu plasmodialen Massen zusammenkriechen, einen Riesenkern bilden und sich unter bestimmten Bedingungen mit einem Perizonium umgeben. RICHTER nennt diese Plasmodien Pseudoauxosporen¹⁾.

Auch bei den Rhodophyceen und Bangiales finden sich amoeboiden Stadien. Ich möchte nur auf die lange amoeboid beweglichen Monosporen von *Porphyra* und *Bangia* (OLTMANN'S 10., II. 531), die amoebenartigen Karposporen der *Bangiales* und die amoeboiden Tetrasporen von *Polysiphonia* hinweisen.

Bemerkenswert ist ferner (ich greife bei den Pilzen nur den einzigen Fall heraus), daß nach den Beobachtungen LAGERHEIM'S (7.) bei *Monoblepharis polymorpha* und *Monoblepharis brachyandra* die Eispähre nach der Befruchtung amoeboid beweglich bleibt und aus dem Oogonium herauskriecht, bei *M. brachyandra* an der Spitze des Oogons kleben bleibt, bei *M. polymorpha* hingegen ganz austritt, wobei die amoeboiden Bewegungen lange, mehr als eine Stunde andauern. Daß die Spermatozoiden dieser Pilzfamilie relativ hohe amoeboiden Beweglichkeit haben (sie rutschen an den Oogonwänden empor), ist bereits länger bekannt.

Alle diese bereits früher bekannten Fälle — ich sehe hier ab von der Metabolie, die den schwärmenden Zoosporen ohnehin eigen ist, — weichen von den oben ausführlich beschriebenen amoeboiden „Ex“-Schwärmern aber dadurch ab, daß sie sich auf sekundäre Modifikationen der Reproduktion beziehen. Die Gameten bei *Draparnardia* sind als Mikrozoosporen ein erst sekundär entstandener Schwärmertypus; die Cysten bei *Tetraspora* und *Vaucheria* sind sekundär entstandene analoge Anpassungen; auf Gebilde sekundärer Natur beziehen sich auch die gerade erwähnten amoeboiden Stadien der

1) Ich möchte hier nicht gerne jenen plasmodial-amoeboiden Organismus unerwähnt lassen, der von ARCHER als *Chlamydomyxa* beschrieben, in neuerer Zeit von HIERONYMUS und insbesondere von PENARD (Archiv f. Protistenkunde IV. 296—334) untersucht wurde. Er ist vielkernig, besitzt zahlreiche feine bündelförmige Pseudopodien mit Achsenfäden, — und gelbgrüne Chromatophoren. Die Vermehrung erfolgt nach PENARD durch zweikernige Schwärmer, die bis 20 innerhalb der Cysten gebildet werden.

Rhodophyceen und Pilze, sei es, daß es sich entweder um Stadien oder Produkte geschlechtlicher Fortpflanzung oder um sekundäre ungeschlechtliche Vermehrungsorgane handelt. — Die „Pseudoauxosporen“ (?), die RICHTER bei *Nitzschia putrida* beobachtet hat, beziehen sich, soweit sie nicht Degenerationserscheinungen, hervorgerufen durch verschiedene Züchtungsbedingungen, sind, — nach der Auffassung RICHTERS (15., S. 100), auf Auxosporenbildung, also auf einen modifizierten Geschlechtsakt.

Der oben beschriebene Fall amoeboider Stadien einer Grünalge bezieht sich aber nicht auf sekundäre Vermehrungsorgane, vielmehr auf den ursprünglichen, phylogenetisch älteren Schwärmer-typus, den der Makrozoosporen, die rein vegetativ direkt auskeimen und der phylogenetischen Stammform der Alge sehr nahe stehen, auf jenen Schwärmertypus, an dessen Morphologie jede Alge strenge beharrt.

Andererseits ist auffallend, daß diese Amoebenstadien bei einer so hoch differenzierten Algengruppe vorkommen, einer Algengruppe, die zu den höchstentwickeltesten Grünalgen gehört und morphologisch weitgehend spezialisiert ist, ja sogar sekundäre Reduktionen der Wasserstämme unter einseitiger Entwicklung der Sohle zum eigentlichen Vegetationsorgan erlitten hat.

Aber gerade diese Tatsache, daß eine hochdifferenzierte Alge außer dem zellulären Stadium (normale Vegetationsform) und dem Flagellatenstadium (Zoosporen) auch noch amoeboiden Stadien zu bilden vermag, scheint mir nicht ganz uninteressant zu sein, im Hinblick auf die immer mehr durchdringende Anschauung, daß amoeboiden resp. plasmodiale Zustände an sich keineswegs immer als „primitive Organisationen“ aufgefaßt werden dürfen.

Diese Anschauung aber hat wieder den Gedanken gestützt, daß die Myxomyceten nicht die primitiven Organismen sind, als welche sie in den Lehrbüchern am Beginne des Systems, als erster Stamm rangieren, — ein Gedanke, der von DE BARY — der sie von den Flagellaten ableitet, gefaßt, durch ROSEN erweitert, in letzter Zeit aber erst insbesondere durch die fundamentalen cytologischen Arbeiten des bekannten Myxomycetenforschers JAHN¹⁾ (4) seine ganze Tragweite erhalten hat.

Prag, Beginn April 1909.

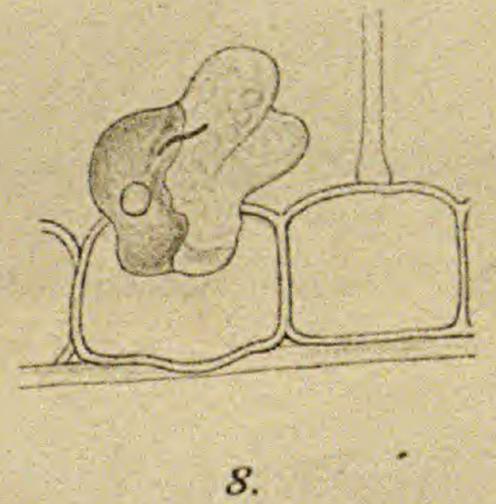
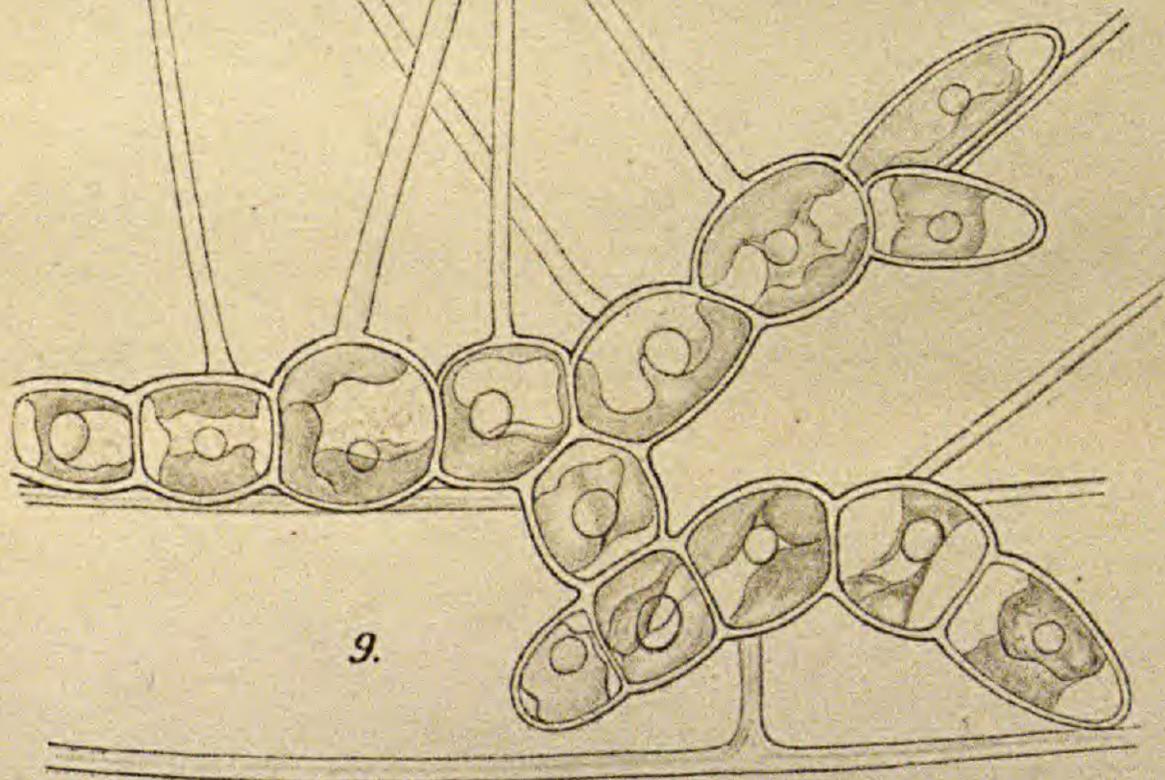
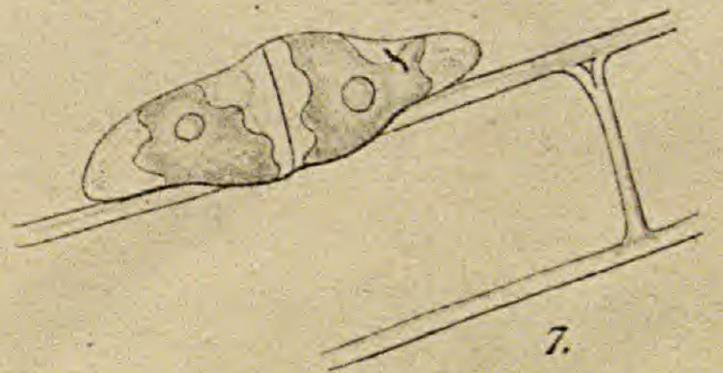
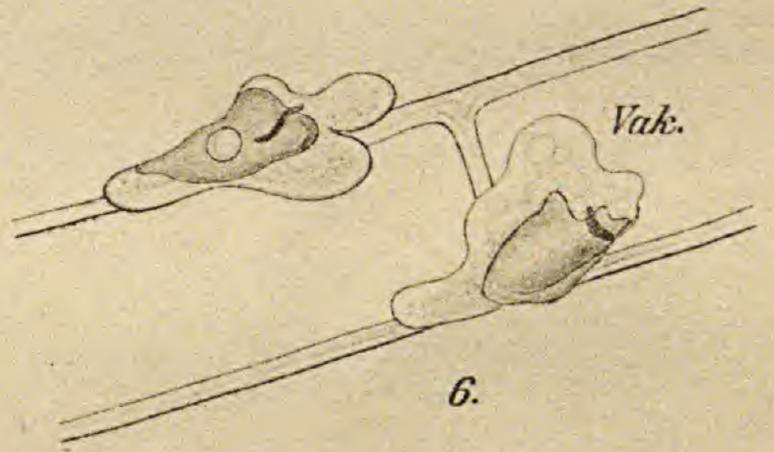
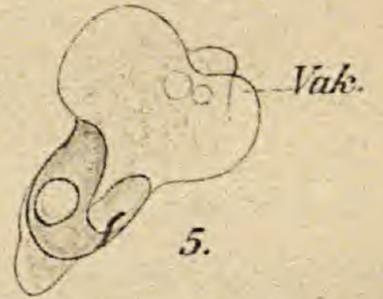
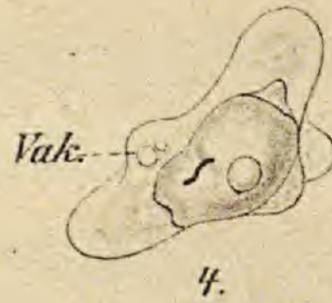
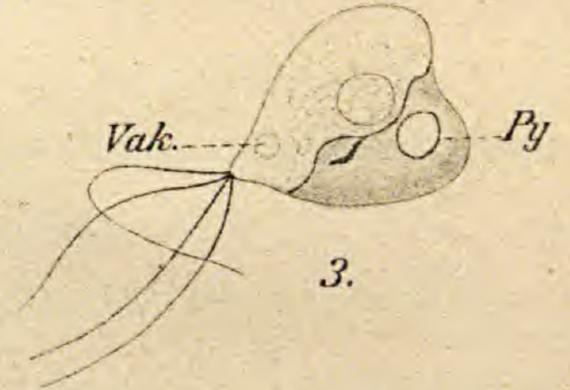
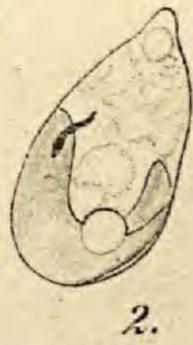
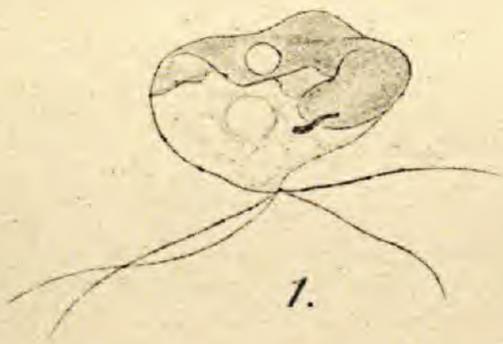
1) Ich kann es mir nicht versagen, auch hier Herrn Dr. JAHN für die lebenswürdige und ausführliche briefliche Beantwortung einer Reihe diesbezüglicher Anfragen meinen herzlichsten Dank zu sagen.

Zitierte Literatur.

1. BERTHOLD, Schriftliche Mitteilung in OLTMANN'S 10. II. 35—36.
2. DEGEN, Untersuchungen über die kontraktile Vakuole und die Wabenstruktur des Protoplasmas. Botanische Zeitung 1905, 163—225.
3. ENGELMANN, TH. W., Die Purpurbakterien und ihre Beziehungen zum Lichte. Botan. Zeitung 1888, 667.
4. JAHN, E., Myxomycetenstudien I—VI in diesen Berichten.
5. KLEBS, G., Über die Bildung der Fortpflanzungszellen bei *Hydrodictyon utriculatum* Roth. Botan. Zeitung 1891, 49.
6. — Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896.
7. LAGERHEIM, Untersuchungen über die Monoblepharideen. Bih. till. R. svenska Vet. Ak. Handlingar, XXV. 1900. Afd., III, 8.
8. LOTSY, J. P., Vorträge über botanische Stammesgeschichte. Jena 1907.
9. MOLISCH, H., Die Purpurbakterien nach neuen Untersuchungen. Jena 1907.
10. OLTMANN'S, J., Morphologie und Biologie der Algen. I. II. Jena 1905.
11. PASCHER, A., Kleine Beiträge zur Kenntnis unserer Süßwasseralgen. I. Zur Kenntnis der Fortpflanzung von *Draparnaudia glomerata* Ag. Sitzungsber. der naturw. med. Ver. „Lotos“. Prag. 1904. 161—165.
12. — Über die Zoosporenreproduktion bei *Stigeoclonium*. Österr. botan. Zeitschrift, 1906.
13. — Neuer Beitrag zur Algenflora des nördlichen Böhmerwaldes. „Lotos“ Prag 1906. 147—182.
14. — Studien über die Schwärmer einiger Süßwasseralgen. Bibliotheca botanica, Heft 67. Stuttgart 1907.
15. RICHTER, O., Zur Physiologie der Diatomeen (II. Mitteilung). Die Biologie der *Nitzschia putrida* Benecke. Denkschriften der mat. naturw. Klasse der Kaiserl. Akad. d. Wissensch. LXXXV. 1909.
16. SCHERFFEL, Einiges zur Kenntnis von *Schizochlamys gelatinosa* A. Br. Berichte der deutsch. bot. Gesellschaft XXVI. 785—795.
17. STAHL, Über die Ruhezustände von *Vaucheria geminata*. Botanische Zeitung XXXVII. 1879. 122 ff.
18. STRASBURGER, E., Wirkung des Lichtes und der Wärme auf die Schwärmsporen. Jena 1878.
19. WALZ, Über die Entleerung der Zoosporangien. Botanische Zeitung XXVIII. 1870. 690 ff.

Erklärung der Tafel VI.

- 1, 2, 3. Schwärmende Zoosporen, teilweise deutliche Metabolie zeigend.
- 4, 5. Zoosporen in Amöbenform.
6. Dieselbe während der Ortsveränderung.
7. Zweizelliger Keimling, hervorgegangen aus Amöbenstadien der Zoosporen.
8. Austritt eines amöboiden Schwärmers aus der Mutterzelle.
9. Die besprochene *Chaetophoracee*, von der die amöboiden Schwärmer stammen, in normal vegetativer Ausbildung.



E. Lane lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [27](#)

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

Artikel/Article: [Über merkwürdige amoeboiden Stadien bei einer höheren Grünalge. 143-150](#)